

ВЕСТНИК
САРАТОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2008

№ 2 (32)
Выпуск 1

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.

Выходит один раз в квартал

Апрель 2008 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 ученой степени доктора наук по направлениям: машиностроение, управление, вычислительная техника и информатика, экономика; ученой степени кандидата наук по направлениям: энергетика, электроника, измерительная техника, радиотехника и связь, социология

Главный редактор

д.т.н., профессор Ю.В. Чеботаревский

Зам. главного редактора

д.э.н., профессор В.Р. Атоян

Ответственный секретарь

д.т.н., профессор А.А. Игнатъев

Редакционный совет: д.э.н. В.Р. Атоян (заместитель председателя), 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. Игнатъев, д.т.н. В.В. Калашников, д.ф.-м.н. Л.Ю. Коссович, д.т.н. И.А. Новаков, д.т.н. А.Ф. Резчиков, д.т.н. Ю.В. Чеботаревский (председатель), д.ф.-м.н. Ян Аврейцевич (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.ф.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.т.н. В.И. Лысак, д.т.н. В.Н. Лясников, д.т.н. А.И. Финаенов, д.социол.н. А.Ю. Слепухин, д.т.н. М.А. Щербаков.

Редактор О.А. Панина

Компьютерная верстка Ю.Л. Жупиловой

Перевод на английский язык А.М. Руст

Адрес редакции:
Саратов, 410054, ул. Политехническая, 77
Телефон: (845 2) 52 74 02
E-mail: vestnik @ sstu. ru; vra @ sstu. ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Факс: (845 2) 50 67 40

Подписано в печать 25.04.08
Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.
Усл. печ. л. 33,0 Уч.-изд. л. 32,5
Тираж 500 экз. Заказ 122
Отпечатано в РИЦ СГТУ,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Подписной индекс 18378

(каталог «Газеты. Журналы» на 2-е полугодие 2008 г.)

ISBN 978-5-7433-1925-1

© Саратовский государственный
технический университет, 2008

**VESTNIK
SARATOV
STATE
TECHNICAL
UNIVERSITY
2008**

**№ 2 (32)
Edition 1**

Scientific Journal

Since 2003
Once in a quarter
April 2008

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 of sciences in machinebuilding, management, computer technics and information sciences, economics; a candidate of sciences in power engineering, electronics, measuring technology, radio engineering and connection directions, sociology are published

Editor-in-chief

Doctor of Technical Sciences, Pr. Y.V. Chebotarevsky

Editor-in-chief assistant

Doctor of Economics, Pr. V.R. Atoyan

Executive secretary

Doctor of Technical Sciences, Pr. A.A. Ignatyev

Drafting committee: Pr. V.R. Atoyan (Vice of the Chairman), 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. L.Y. Kossovich, Pr. I.A. Novakov, Pr. A.F. Rezhnikov, Pr. Y.V. Chebotarevsky (the Chairman), 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. V.I. Lysak, Pr. V.N. Lyasnikov, Pr. A.I. Finaenov, Pr. A.Y. Slepukhin, Pr. M.A. Sherbakov.

Editor O.A. Panina

Computer-based page-proof J.L. Zhupilova

Rendering A.M. Rust

Editorial office: 77, Politechnicheskaya Street
Saratov, 410054
Russia

Telephone: +8452/52-74-02
E-mail: vestnik @ sstu. ru; vra @ sstu. ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Fax: +8452/50-67-40

Signed for publishing: 25.04.08

Format 60×84 1/8 Paper offset.

Apr. tp. l. 33,0 Acc.-pbl. l. 32,5

Edition 500 psc. Order 122

Printed in EPC of SSTU,

77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

- Минаев Е.Н., Пулин В.Ф., Беляев И.В.** Об одном методе решения стационарных краевых задач математической физики с нелинейными граничными условиями7
- Паршков О.М.** Численное моделирование эволюции оптического брыззера в среде с неоднородным уширением резонансного квантового перехода.....11
- Шляхов С.М., Казаковцев И.А.** Оценка напряженно-деформированного состояния сплошного вала, цементированного по контуру, с переменной по длине цементацией.....19

НАДЕЖНОСТЬ МАШИН

- Лушников С.Ю., Боровских В.Е.** Оценка ресурса несущей системы по результатам натуральных динамических испытаний26
- Осипова Т.В.** О необходимости учета опасности глиссирования автомобилей при проектировании дорог в районах с высокой интенсивностью осадков.....31

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Седёлкин В.М., Сопляченко В.Н., Гордеев В.А.** Исследование технологических параметров производства сахарной ваты в шоколадной глазури35
- Усачев А.П., Непран Л.П., Парамонов В.А., Фролов А.Ю., Рулев А.В.** Системный анализ и разработка многоцелевого роботизированного комплекса блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза38
- Фомин А.А.** Плазменно-индукционное получение титан-гидроксиапатитовых покрытий на дентальных имплантатах49

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

- Барабанов В.Г.** Автоматизированный стенд для контроля качества запорной и распределительной газовой аппаратуры59
- Игнатьев С.А., Васин М.П.** Многопараметровый активный контроль шлифовальной обработки колец подшипников в системе мониторинга технологического процесса67
- Карасев А.В., Пустыльяк И.А.** Тестирование цифровых систем управления агрегатов бесперебойного питания.....74
- Мурин С.В., Бирюков В.П.** Разработка и исследование системы управления составом и вязкостью вискозы78
- Томашевский Ю.Б., Соломатин В.В.** Экспертная система модульного проектирования структур электротехнических комплексов86

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Бабаева З.Ш.** Использование технологии когнитивного моделирования для обоснования и выбора оптимальных источников финансирования воспроизводства основных фондов.....93
- Ткаченко И.М., Захаров А.А., Ткаченко В.А., Сенокосова Т.Г.** Исследование возможности формирования сложных тестовых композиций систем распознавания образов на основе логистических структур99
- Элькин М.Д., Колесникова О.В., Гречухин О.Н.** Возможности информационной технологии Gaussian в моделировании колебательных спектров фосфорорганических соединений (GB-,GD-, GF-agents)105

ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Волюшкин А.В., Косолап В.Ю.** Надежность – один из главных параметров комплексированных изделий радиоэлектронной аппаратуры113

Воронин В.И., Лемякин А.А., Зоркина О.А. Гнездовая откачка электровакуумных приборов с ионно-плазменной очисткой электродов.....	119
Коломейцев В.А., Ремнёв В.С., Семёнов А.Э. Электродинамические и тепловые свойства СВЧ-установок резонаторного типа с многощелевым возбуждением.....	126
Перевозникова Я.В., Воронин В.И., Конюшков Г.В. Камерно-штенгельная откачка вакуумных конденсаторов	131

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Косова О.Ю. Математическая модель трубчатого реактора типа «газовзвесь» для закалки газов пиролиза твердого топлива	137
--	-----

ЭКОЛОГИЯ

Смилевец О.Д., Хаяук Н.В., Кравцова К.А., Волкова Е.Н., Иванов А.В., Кузин А.Г. Применение геофизических методов при геоэкологических исследованиях верхней части разреза Бованенковского газоконденсатного месторождения полуострова Ямал.....	142
--	-----

ЭКОНОМИКА

Баранова С.С. Анализ влияния инфляционных процессов на экономическое управление в АПК.....	151
Гордашникова О.Ю. Исследование практики внедрения и функционирования систем менеджмента качества на машиностроительных предприятиях.....	155
Ермакова М.Л. Преодоление инерционных характеристик трудовых отношений на российских предприятиях	161
Кириллов Я.В. Внутриорганизационные финансовые источники инноваций в ЖКХ	170
Куангалиева Т.К. Внедрение системы менеджмента качества, ориентированной на потребителей, в университетах Западно-Казахстанской области: экономический аспект.....	176
Летавина Е.Ю., Санкова Л.В. Барьеры на рынке труда в условиях трансформации социально-экономической системы России	179
Мерзликина Г.С., Волков С.В. Формирование и управление целевой себестоимостью для осуществления эффективной предпринимательской деятельности.....	189
Мызрова О.А. Формирование финансового потока инновационно-инвестиционной деятельности предприятий машиностроения	196
Нурулин Р.Н. Преобразования логистики розничной торговли.....	204
Осипов Р.А. Организация регионального управления недвижимым имуществом.....	208
Пахомова О.А. Классификация оплат и доплат по заработной плате	216
Решетникова Е.Г. Закономерности формирования платежеспособного спроса населения региона	220
Сидорова Е.Ю. Проблемы информационного обеспечения системы управления внешнеэкономической деятельностью предприятия	226
Сярдова О.М. Управление запасами на предприятиях автомобилестроения	233

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

Васильев М.Б. Возможности применения бюджетных методов в изучении динамики социального капитала крестьянских домохозяйств.....	239
Данилова М.А. Феноменология Интернет: стратегии использования сети в повседневной жизни	243
Ионова Е.В. Отношение населения России к ценностям западной культуры (по материалам г. Астрахани).....	248
Пустарнакова А.А. Этнический Другой как коммуникативный субъект: анализ репрезентаций «другости» в этнических ресторанах	253
Шубенина В.А. Глобализация образования: индийский опыт.....	259

CONTENTS

PROBLEMS OF NATURAL SCIENCES

- Minaev E.N., Pulin V.F., Belyaev I.V.** Mathematical physics stationary boundary task solution method under nonlinear boundary condition.....7
- Parshkov O.M.** Numerical simulation of breather evolution with resonance quantum transition inhomogeneous broadening.....11
- Shlyahov S.M., Kazakovtsev I.A.** Solid shaft tensely strained condition estimation cemented on the contour with the variable length of cementation19

MACHINE RELIABILITY

- Lushnikov S.Yu., Borovskikh V.E.** Carrying systems resource estimation on dynamic tests results26
- Osipova T.V.** Necessity of consideration of danger of automobiles aquaplaning at the road design in the areas of high rate of precipitation.....31

NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES

- Sedelkin V.M., Sopyachenko V.N., Gordeev V.A.** Technological parameters research of candy floss production in chocolate glaze.....35
- Usachev A.P., Nepran L.P., Paramonov V.A., Frolov A.Yu., Rulev A.V.** The system analysis and development of multi-purpose robotized complex blocking intramedullar osteosynthesis38
- Fomin A.A.** Plasma-induction formation of titanium-hydroxyapatite coatings on dental implants50

AUTOMATION AND MANAGEMENT

- Barabanov V.G.** Automation stand for laking and distributive gas apparatus quality control59
- Ignatiev S.A., Vasin M.P.** Bearings' rings multi parameter in-process grinding within the technological process monitoring system67
- Karasev A.V., Pustylnyak I.A.** Testing ups digital control systems74
- Murin S.V., Birukov V.P.** Control system development and research by viscose structure and viscosity..... 79
- Tomashevsky Yu.B., Solomatn V.V.** Expert systems of electrotechnical complexes structures modular designing86

INFORMATION TECHNOLOGIES

- Babaeva Z.Sh.** Use of cognitive modeling technology for substantiation and a choice of optimum financing sources of fixed capital reproduction.....93
- Tkachenko I.M., Zaharov A.A., Tkachenko V.A., Senokosova T.G.** Investigation of possibility for shaping complex test composition of the system of artificial perception on base of logistic structures..... 99
- Elkin M.D., Kolesnikova O.V., Grechuhina O.N.** Technique Gaussian and modeling of vibrational spectra OF GB-, GD-, GF-Agents.....106

ELECTRONICS AND INSTRUMENT MARKING

- Voloshkin A.V., Kosolap V.Yu.** Reliability – one of the principal parameters of complex products in radio-electronic equipment.....113
- Voronin V.I., Lemyakin A.A., Zorkina O.A.** Jack evacuation of electrical vacuum devices with ion-plasma electrodes cleaning.....120

- Kolomeytshev V.A., Remnev V.C., Semenov A.E.** Electrodinamic and thermal properties of microwave resonator with multislot system excitation126
- Perevoznikova Ya.V., Voronin V.I., Konyushkov G.V.** Chamber-exhaust tube evacuation of vacuum capacitors.....131

POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING

- Kosova O.Yu.** Mathematical model of the tubular reactor of the «gazovzvesi» type for tempering of pyrolysis gases of solid fuel137

ECOLOGY

- Smilevets O.D., Hajuk N.V., Kraftsova K.A., Volkova E.N., Ivanov A.V., Kuzin A.G.** Geophysical methods application at geo-ecological researches of the top part cut of Bovanenkovsky gas-condensate field of Yamal peninsula.....142

ECONOMICS

- Baranova S.S.** The analysis of influence of inflationary processes on economic control in agrarian and industrial complex151
- Gardashnikova O.Yu.** Introduction practice research and system functioning of the quality management in machine building enterprises.....155
- Yermakova M.L.** Overcoming of inertial characteristics of labour relations at Russian enterprises161
- Kirillov Ya.V.** Intraorganizational financial sources of innovations in a housing and communal services.....170
- Kuangalieva T.K.** Introducing the system of management quality, oriented on consumers in university ZKO: economic aspect.....177
- Letavina E.Yu., Sankova L.V.** Labor market barriers in conditions of social and economic system transformation in Russia.....179
- Merzlikina G.S., Volkov S.V.** Development and management of target-costing for effective business.....190
- Myzrova O.A.** Financial stream formation of innovation and investment activities of machinebuilding enterprises196
- Nourulin R.N.** Retail business logistics transformations204
- Osipov R.A.** Regional estate administration organization209
- Pahomova O.A.** Classification of the basic and additional payments of wages.....216
- Reshetnikova E.G.** Regularities in forming effective demand of the population of a region220
- Sidorova E.Yu.** Information support of foreign-economic activity management of an enterprise227
- Syrdova O.M.** Storekeeping at enterprises of auto industry.....233

SOCIAL PROBLEMS OF THE PRESENT

- Vasiljev M.B.** Opportunities of budgetary methods application in studying dynamics of the social capital country households.....239
- Danilova M.A.** The Internet phenomenology: strategy of the network use in the daily life243
- Ionova E.V.** The attitude of Russians to values of the western culture (on materials of Astrakhan)248
- Pustarnakova A.A.** Ethnic other as communicative subject: the analyses of representations of «otherness» at ethnic restaurants253
- Shubenina V.A.** Globalization of education: Indian experience259

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УДК 550.837

Е.Н. Минаев, В.Ф. Пулин, И.В. Беляев

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Представлен численно-аналитический метод, позволяющий свести стационарную краевую задачу к дискретному аналогу интегрального нелинейного уравнения. На конкретном примере показана возможность применения метода при расчете стационарного поля.

E.N. Minaev, V.F. Pulin, I.V. Belyaev

MATHEMATICAL PHYSICS STATIONARY BOUNDARY TASK SOLUTION METHOD UNDER NONLINEAR BOUNDARY CONDITION

The method of solution of stationary boundary task of mathematical physics under nonlinear boundary condition is presented in this paper. It is used for calculation of electrical field.

Часто в технических приложениях возникает необходимость расчета стационарного распределения температуры, концентрации растворённого вещества, электрического поля и т.д. С математической точки зрения такие задачи сводятся к решению уравнения Лапласа или Пуассона с соответствующими граничными условиями. При нелинейных граничных условиях, как правило, сначала проводят некоторые аналитические преобразования, а затем применяют численные методы. Например, в работе [1] к краевой задаче применяют метод собственных функций, получают нелинейное интегральное уравнение, которое затем решают численно. Проблема заключается в том, что далеко не всегда возможно решить полученную систему нелинейных уравнений. Например, если система решается итерационными методами, не всегда можно гарантировать сходимость итерационного процесса к решению. В данной работе предложен метод, позволяющий заменить краевую задачу дискретным аналогом интегрального уравнения. В ряде случаев такой подход обеспечивает сходимость итерационного процесса.

Для определенности будем излагать метод на примере расчета стационарного электрического поля при электрохимической защите от коррозии внутренней поверхности трубы, заполненной раствором повышенного соледержания. Защита осуществляется системой периодически повторяющихся кольцевых анодов (протекторов), сама поверхность трубы является катодом.

С учетом осевой симметрии и периодичности расположения анодов, запишем краевую задачу для электростатического потенциала $\varphi = \varphi(r, x)$:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = 0, \quad 0 < x < x_N, \quad 0 < r < R, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \varphi(0, r)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \varphi(x_N, r)}{\partial x} = 0, \quad (2)$$

$$-\lambda \frac{\partial \varphi}{\partial r} = j(\varphi), \quad (3)$$

где x – продольная координата; r – радиальная координата; x_N – половина расстояния между соседними анодами; R – радиус трубы; λ – удельная электропроводность раствора.

Выражение (3) представляет собой нелинейную зависимость плотности тока j от потенциала в приэлектродном слое жидкости. Целью расчета является нахождение распределения плотности тока по координате x в приэлектродном слое $r = R$.

В отличие от известных методов [2], основанных на эквивалентной замене краевой задачи (1)-(3) интегральным нелинейным уравнением (при помощи функций Грина или метода собственных функций), проведем замену непрерывного граничного распределения плотности тока дискретными значениями с самого начала при постановке задачи ($j_n, n = 1, 2, 3 \dots N$)

$$-\lambda \frac{\partial \varphi(x, R)}{\partial r} = j_n(\varphi_n); \quad x_{n-1} < x < x_n. \quad (4)$$

С учетом граничных условий (2) применим к дифференциальному уравнению (1) и граничному условию (3) интегральное косинус-преобразование Фурье по координате x

$$\bar{\varphi}_k(r) = \int_0^{x_N} \varphi(x, r) \cos\left(\frac{k\pi}{x_N} x\right) dx, \quad k = 1, 2, 3 \dots \quad (5)$$

и получим для изображения $\bar{\varphi}_k(r)$ обыкновенное дифференциальное уравнение (6) с граничным условием (7)

$$\frac{d^2 \bar{\varphi}_k}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d \bar{\varphi}_k}{dr} - \left(\frac{k\pi}{x_N}\right)^2 \bar{\varphi}_k = 0; \quad (6)$$

$$\frac{d \bar{\varphi}_k(R)}{dr} = -\frac{x_N}{\lambda \pi k} \sum_{n=1}^N j_n \left(\sin\left(\frac{k\pi}{x_N} x_n\right) - \sin\left(\frac{k\pi}{x_N} x_{n-1}\right) \right). \quad (7)$$

Решение данного уравнения известно из теории специальных функций [3]

$$\bar{\varphi}_k(r) = A_k I_0\left(\frac{k\pi}{x_N} r\right) + B_k K_0\left(\frac{k\pi}{x_N} r\right), \quad (8)$$

где $I_0\left(\frac{k\pi}{x_N} r\right)$ – модифицированная функция Бесселя нулевого порядка; $K_0\left(\frac{k\pi}{x_N} r\right)$ – функция

Макдональда нулевого порядка; A_k и B_k – константы интегрирования. Учитывая, что в точке $r = 0$ функции $\bar{\varphi}_k$ и I_0 имеют конечные значения, а K_0 – бесконечна, получим $B_k = 0$. Используя далее граничное условие (7), находим A_k .

$$A_k = -\frac{x_N^2}{\lambda \pi^2 k^2 I_1(k\pi R/x_N)} \sum_{n=1}^N j_n \left(\sin\left(\frac{k\pi}{x_N} x_n\right) - \sin\left(\frac{k\pi}{x_N} x_{n-1}\right) \right). \quad (9)$$

Возвращаясь далее от изображения к самому потенциалу в соответствии с формулой обратного преобразования Фурье

$$\varphi(x, r) = \frac{\overline{\Phi_0}}{x_N} + \frac{2}{x_N} \sum_{k=1}^{\infty} \overline{\Phi_k} (r) \cos\left(\frac{k \pi}{x_N} x\right) \quad (10)$$

и учитывая равномерную сходимость ряда (что позволяет поменять местами суммирование по k и по n), получим потенциал

$$\varphi(x, r) = C - \frac{2x_N}{\lambda \pi^2} + \sum_{n=1}^N j_n \sum_{k=1}^{\infty} \frac{I_0(k \pi r / x_N)}{I_1(k \pi R / x_N)} \cdot \frac{\left(\sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_n\right) - \sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_{n-1}\right)\right)}{k^2} \cdot \cos\left(\frac{k \pi}{x_N} x\right). \quad (11)$$

Рассматривая последнее выражение на границе $r = R$ и усредняя потенциал на участках $x_{m-1} < x < x_m$,

$$\varphi_m = \frac{1}{\Delta x} \int_{x_{m-1}}^{x_m} \varphi(x, R) dx, \quad (12)$$

приходим к системе нелинейных уравнений относительно усредненных потенциалов φ_m

$$\varphi_m = C_1 - \frac{2x_N^2}{\lambda \pi^3 \Delta x} \sum_{n=1}^N A_{m,n} \cdot j_n(\varphi_n); \quad m = 1, 2, \dots, N, \quad (13)$$

где коэффициенты $A_{m,n}$ определяются из числового ряда

$$A_{m,n} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^3} \left(\sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_m\right) - \sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_{m-1}\right)\right) \cdot \left(\sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_n\right) - \sin\left(\frac{k \pi}{x_N} x_{n-1}\right)\right) \cdot \frac{I_0\left(\frac{k \pi}{x_N} R\right)}{I_1\left(\frac{k \pi}{x_N} R\right)}, \quad (14)$$

а C_1 – неизвестная константа, определяемая из дополнительных условий. Для рассматриваемой задачи расчета электрохимической защиты находим ее из условия равенства потенциала в точке x_N минимальному защитному потенциалу $\varphi(x_N) = \varphi_{\min}$. Система (13) преобразуется к виду

$$\varphi_m = \varphi_{\min} - \frac{2x_N^2}{\Delta x \pi^3 \lambda} \cdot \sum_{n=1}^N (A_{m,n} - A_{N,n}) \cdot j_n(\varphi_n), \quad m = 2, 3, \dots, (N-1), \quad (15)$$

$$j_1 = -\sum_{n=2}^N j_n. \quad (16)$$

В формуле (16) j_1 – плотность тока на аноде, а сама эта формула выражает условие электронейтральности.

В случае плоской задачи система уравнений (15) остается без изменений, но в коэффициентах $A_{m,n}$ отношение модифицированных функций Бесселя заменяется единицей.

Рассматриваемый метод является одной из модификаций метода граничных элементов, так как удовлетворяет двум основным особенностям последнего:

1) исходная краевая задача, заданная в области, заменяется на эквивалентную, заданную на границе этой области и требующую дискретизации только на границе;

2) значение искомой функции внутри области определяется её значениями на границе при помощи аналитического выражения. В рассматриваемом случае роль такого аналитического выражения выполняет соотношение (11).

Решение системы (15), (16) проводим методом последовательных приближений, согласно которому

$$\varphi_m^{p+1} = F_m(\varphi_1^p, \varphi_2^p, \dots, \varphi_N^p), \quad m = 2, 3, \dots, (N-1), \quad p = 1, 2, 3, \dots, \quad (17)$$

где вектор-функция F_m задается системой (15), (16), а p – номер итерации.

При проведении конкретных расчетов, зависимости плотности тока от потенциала (поляризационные зависимости) были взяты для морской воды при температурах 20-200°C [4].

На каждой поляризационной зависимости отмечена точка перегиба (j_0, φ^*) , ниже которой она аппроксимируется степенной функцией

$$j = a_0 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^{a_1}, \quad (18)$$

а выше точки перегиба – экспоненциальной функцией

$$j = b_0 \exp\left(\frac{\varphi - \varphi^*}{b_1}\right) + j_0. \quad (19)$$

Коэффициенты этих функций представлены в таблице.

$t, ^\circ\text{C}$	$a_0, \text{A}/\text{M}^2$	a_1	$b_0, \text{A}/\text{M}^2$	B_1, mB	$j_0, \text{A}/\text{M}^2$	φ^*, mB
20	0,013	0,57	0,024	55,65	0,20	138
60	0,0195	0,71	0,037	45,23	0,35	74
120	0,084	0,55	0,070	46,40	0,95	81
200	0,314	0,36	0,097	52,43	1,60	92

Указанные поляризационные зависимости являются нелинейными граничными условиями в выражениях (3), (4), (7), (9), (11), (13), (15).

Проводился расчет электрического поля на границе при температуре 20°C ($\lambda=4,32 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$), 60°C ($\lambda=7,60 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$), 120°C ($\lambda=12,52 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$), 200°C ($\lambda=19,10 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$), для плоских и цилиндрических поверхностей. Геометрические параметры расчета были следующими: ширина анода – 0,2 м; ширина защищаемой поверхности между анодами – (1,8-5,8) м; диаметр цилиндрической поверхности – (0,6-2) м. Около 40 вариантов расчета показали, что во всех случаях отмечена приемлемая скорость сходимости (5-200 итераций), причем в трети случаев сходимость итерационного процесса и единственность решения может быть доказана теоретически еще до начала вычислений, поскольку в этих случаях можно доказать, что вектор-функция F_m является сжимающим оператором на метрическом пространстве n -мерных векторов $\{\varphi_n\}$ и выполняется достаточное условие сходимости

$$\max_{\varphi} \max_m \sum_{n=1}^N \left| \frac{\partial F_m}{\partial \varphi_n} \right| < 1. \quad (20)$$

При помощи последнего выражения можно объяснить, почему в данной методике сходимость лучше, чем в стандартных. Производные $\partial F_m / \partial \varphi_n$ при прочих равных условиях будут тем меньше, чем меньше коэффициенты $A_{m,n}$. Если в данной методике члены ряда в формуле (14) убывают по закону k^{-3} , то в стандартных – по закону $k^{-\alpha}$, где $\alpha \leq 2$ [1].

Следовательно, $A_{m,n}$ в предложенной методике всегда меньше, чем при классическом подходе.

Таким образом, представленные выше результаты позволяют рекомендовать данный метод для расчета стационарных полей с нелинейными граничными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнусин Н.П. Основы теории расчета и моделирования электрических полей в электролитах / Н.П. Гнусин, Н.П. Поддубный, А.И. Маслий. Новосибирск: Наука, 1972. 276 с.
2. Иоссель Ю.А. Математические методы расчета электрохимической коррозии защиты металлов / Ю.А. Иоссель, Г.Э. Кленов. М.: Металлургия, 1984. 272 с.

3. Янке Е. Специальные функции (формулы, графики, таблицы) / Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. М.: Физматгиз, 1968. 344 с.

4. Минаев Е.Н. Контроль коррозии морской техники на основе анализа электрических параметров и полей в водных средах: дис. ... доктора техн. наук / Е.Н. Минаев. Владивосток, 1997. 364 с.

Минаев Евгений Николаевич –

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

Пулин Виктор Федотович –

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Общая физика»
Саратовского государственного технического университета

Беляев Илья Викторович –

ассистент кафедры «Общая физика»
Саратовского государственного технического университета.

Статья поступила в редакцию 15.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 535.2:621.373.826 375.8:535.2

О.М. Паршков

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОПТИЧЕСКОГО БРИЗЕРА В СРЕДЕ С НЕОДНОРОДНЫМ УШИРЕНИЕМ РЕЗОНАНСНОГО КВАНТОВОГО ПЕРЕХОДА

Представлены результаты численного моделирования эволюции оптического бризера, возникшего в результате взаимодействия входного 0π -импульса с неоднородно уширенным квантовым переходом в случае точного и приближённого резонансов. Показано, что в квазирезонансном случае бризерный тип огибающей импульса на больших расстояниях заменяется структурой в виде двух разночастотных 2π -импульсов одинаковой длительности. Приведены результаты численного анализа, относящиеся к известному эксперименту по наблюдению 0π -импульса в кристалле рубина.

O.M. Parshkov

NUMERICAL SIMULATION OF BREATHER EVOLUTION WITH RESONANCE QUANTUM TRANSITION INHOMOGENEOUS BROADENING

The numerical simulation results of optical breather evolution are presented in this article, when breather arises due to input 0π -pulse and inhomogeneously broadened quantum transition interaction in the case of proximate and approximate resonance. It is found under the quasi resonance condition, that breather

envelope pulse type is replaced by the structure composed of two different frequencies 2π -impulses of equal durations in large distance region. The numerical simulation results of the well-known experiment connected with observation of 0π -pulse in a ruby crystal are presented here too.

Введение

Самоиндуцированная прозрачность (СИП) [1] занимает особое место среди нестационарных оптических явлений [2]. Изучение СИП ввело в оптику понятие солитона [3, 4], широко используемое при интерпретации экспериментов в области коротких, в частности фемтосекундных, лазерных импульсов [5, 6].

Теоретический анализ [7, 8] показал, что СИП может иметь место не только при возникновении оптического солитона – 2π -импульса, но и при формировании 0π -импульса с огибающей бризерного типа [9, 10]. (Далее такой оптический бризер именуется 0π -бризером.) Экспериментальное изучение эволюции 0π -импульса в рубиновом стержне было выполнено в работе [11], в которой приводились также результаты численного анализа этого эксперимента. Как отмечали авторы [11], в связи с ограничениями вычислительных возможностей для расчетов выбиралось заниженное по сравнению с экспериментальным (по нашим оценкам, почти на два порядка) значение длительности входного 0π -импульса. Кроме того, численная модель не учитывала необратимой релаксации, которая в условиях эксперимента не являлась пренебрежимо малой. Ввиду сказанного моделирование не воспроизводило временную задержку и длительность наблюдаемого 0π -импульса.

В работе [12] приведены результаты численного моделирования эволюции 0π -импульса при точном резонансе (совпадение несущей частоты излучения с центральной частотой неоднородно уширенного квантового перехода) в отсутствие необратимой релаксации. Предложено правило нахождения структуры 0π -импульса на больших расстояниях от входной поверхности по площади под графиком модуля огибающей входного 0π -импульса. Представлены формулы, описывающие огибающую огибающей напряжённости электрического поля 0π -бризера и продемонстрирован упругий характер столкновения 0π -бризеров.

В данной работе, являющейся продолжением исследований [12], приводятся итоги численного моделирования эволюции 0π -импульса в среде с неоднородным уширением резонансного квантового перехода. Основное внимание уделяется при этом эффектам, связанным с формированием 0π -бризера как при условии точного резонанса, так и при небольших отступлениях от него (квазирезонансный случай). Приводятся результаты численного моделирования эксперимента [11] при адекватном выборе длительности входного 0π -импульса и учёте поперечной релаксации квантового перехода.

Постановка краевой задачи

Резонансная среда представляется ансамблем двухуровневых квантовых объектов, далее называемых атомами. Невырожденные энергетические уровни нумеруются цифрами 1 и 2 в порядке роста энергии. Полагается, что гауссов контур разброса частот ω_{21} квантовых переходов около центральной частоты ω_{21}^0 имеет ширину $2/T$ по уровню e^{-1} максимальной высоты. Пусть $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ – правый ортонормированный базис лабораторной системы координат x, y, z , а $\mathbf{p} = (1/\sqrt{2})|p_{x12} - ip_{y12}|$, где p_{x12} и p_{y12} – x и y компоненты вектора электродипольного момента перехода 1–2. Напряжённость электрического поля поляризованного по кругу лазерного излучения, распространяющегося вдоль оси z , представим в виде

$$\mathbf{E} = \mu(\mathbf{i} + i\mathbf{j})a(z, t)e^{i\omega(z\eta/c - t)} + \text{к.с.},$$

где $a(z,t)$ – комплексная огибающая; η – линейный показатель преломления среды, в которую внедрены атомы, $\mu = 3\hbar/[2^{3/2}T(\eta^2 + 2)p]$. Введём безразмерные независимые переменные

$$s = \alpha T z, \quad w = (t - z\eta/c)/T,$$

$$\alpha = \frac{2\pi\omega p^2(\eta^2 + 2)^2 N}{9c\hbar\eta},$$

N – концентрация атомов. В приближении медленных огибающих [13, 14] получаем систему уравнений, описывающую взаимодействие поля и среды

$$\frac{\partial a}{\partial s} = \frac{i}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{21} \exp[-(\varepsilon - \varepsilon_0)^2] d\varepsilon,$$

$$\frac{\partial \sigma_{21}}{\partial w} + i\varepsilon \sigma_{21} = -i a \rho - \gamma \sigma_{21}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial w} = -\text{Im}(a \sigma_{21}^*),$$

где σ_{21} – амплитуда недиагонального элемента матрицы плотности, а $\rho = \sigma_{22} - \sigma_{11}$ – инверсия населённостей квантового перехода;

$$\varepsilon_0 = T(\omega_{21}^0 - \omega), \quad \varepsilon = (\omega_{21} - \omega), \quad \gamma = T/T_{21},$$

T_{21} – время поперечной релаксации перехода 1–2.

Система (1) дополнялась начальными ($w=0$) условиями

$$\rho(s, w=0) = -1, \quad \sigma_{21}(s, w=0) = 0, \quad s \geq 0. \quad (2)$$

Граничное условие, задающее импульс излучения на входной поверхности ($s=0$), имело вид

$$a(s=0, w) = f(w) - f(w + \Delta w), \quad w \geq 0, \quad (3)$$

где $f(w)$ – огибающая импульса, именуемого далее составляющим импульсом, определялась формулой

$$f(w) = \frac{r\Theta_0}{\tau} \left[\exp\left(q \frac{w-w_0}{\tau}\right) + \exp\left(-3q \frac{w-w_0}{\tau}\right) \right]^{-1}. \quad (4)$$

Здесь $r = 1.4332$, $q = 1.5919$, Θ_0 – амплитудный множитель, имеющий смысл площади под графиком функции $f(w)$; τ – длительность составляющего импульса по уровню 0,5 полной высоты. Огибающая (3) описывает 0π -импульс, полученный наложением двух противофазных составляющих импульсов, смещённых относительно друг друга на время Δw . Такая конструкция входного 0π -импульса моделирует экспериментальный способ его получения, реализованный в работе [11].

Краевая задача (1)–(4) решалась численно. Использованная для этой цели программа описана в работах [15, 16], в которых также обсуждались методы контроля правильности вычислений.

Способ представления результатов расчёта

Результаты расчёта представляются графиками функций $A_s(w)$ и $\phi_s(w)$, где $A_s(w) = |a(s = \text{const}, w)|$, $\phi_s(w) = \arg a(s = \text{const}, w)$ – действительная огибающая и фазовая добавка импульса при фиксированном значении s . В случае точного резонанса ($\varepsilon_0=0$) величина $a(s, w)$ является действительной и, следовательно, $a(s, w) = \pm A_s(w)$. На графиках $A_s(w)$ полярность огибающей $a(s, w)$ указывается символами «+» и «–». Если полярности чередуются, то эти символы ставятся только около некоторых субимпульсов. Функция $A_m(s)$ описывает за-

висимость от s максимального значения огибающей $A_s(w)$. Движение населённости резонансного перехода описывается графиками функции $\rho_{s\varepsilon}(w)$, равной функции $\rho(s = \text{const}, w)$ при заданном значении параметра отстройки частоты ε .

В качестве интегральной характеристики огибающей рассматривается функция

$$\Theta(s) = \int_{-\infty}^{\infty} A_s(w) dw,$$

имеющая смысл площади под графиком модуля огибающей $a(s, w)$ при фиксированном s . В теории СИП [1] площадь импульса $\bar{\Theta}(s)$ определяется интегралом от самой функции $a(s, w)$. Согласно теореме площадей [1], в случае точного резонанса и 0π -импульса на входной поверхности равенство $\bar{\Theta}(s) = 0$ выполняется для всех s . В качестве энергетической характеристики импульса рассматривается функция $e(s) = E(s)/E(0)$, где $E(s)$ – энергия, перенесённая излучением через единицу площади поперечного сечения на расстояние s от входа в резонансную среду.

Спектральная плотность излучения $\Omega_s(\Delta)$ определяется как квадрат модуля Фурье-образа функции $(\mathbf{i} + \mathbf{j})\mathbf{E}/(\sqrt{2\mu T})$ на частоте $\omega' = \omega_p - \Delta/T$ при фиксированном значении s .

0π-бризер при точном резонансе

Численное моделирование [12] для случая точного резонанса ($\varepsilon_0 = 0$) показало, что если площадь $\Theta(0)$ входного импульса (3) лежит в пределах от $1,5\pi$ до 4π , то в среде формируется 0π -бризер, распространяющийся без потерь энергии. На рис. 1 представлены огибающие 0π -бризера, полученные в результате решения краевой задачи (1)-(4) при $\tau = \Delta w = 22$, $w_0 = 40$ и $\Theta(0) = 1,85\pi$. Огибающие $F_s(w)$ огибающих $A_s(w)$ 0π -бризера (далее называемые вторичными огибающими) изображены на рис. 1 тонкими линиями. Эти вторичные огибающие описываются формулами

$$F_s(w) = F_m \operatorname{sech} \frac{w - s/v}{\tau_p}, \quad v = \sqrt{\pi} [\tau_p^2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp(-\varepsilon^2)}{1 + \tau_p^2 \varepsilon^2} d\varepsilon]^{-1}, \quad \tau_p = \frac{4}{F_m}, \quad (5)$$

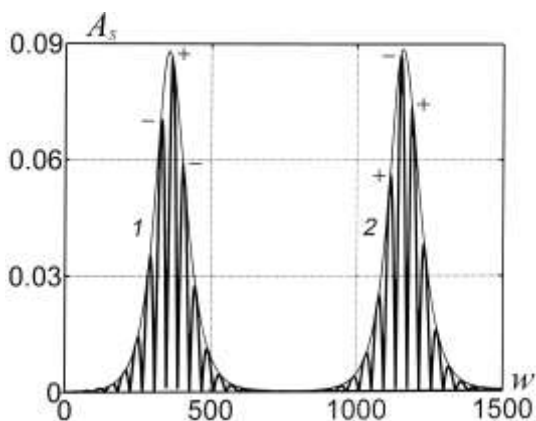


Рис. 1. Огибающие A_s 0π -бризера (толстые линии) при $s = 4,3$ (1) и $s = 14,5$ (2); вторичные огибающие F_s 0π -бризера (тонкие линии)

где $F_m = 0,0877$ – максимальное значение функции $F_s(w)$. Возможность такого представления вторичной огибающей 0π -бризера обнаружена в работе [12]. Отметим, что первые два соотношения из (5) идентичны соотношениям, описывающим огибающую 2π -импульса при точном резонансе. Однако для 2π -импульса третья формула в (5) заменяется равенством $\tau_p = 2/F_m$.

Спектр 0π -бризера представлен на рис. 2, а (толстая линия). Спектр состоит из двух квазигармоник с центральными частотами $\pm\Delta_0$, где $\Delta_0 = 0,077$. На рис. 2, б приведены графики функций $A_m(s)$ и $e(s)$. Видно, что для сформированного 0π -бризера ($s > 2$) величина $A_m(s)$ осциллирует, а функция $e(s)$ сохраняет постоянное значение.

Специфика спектра 0π -бризера очевидным образом отражается на зависимости инверсии $\rho_{s\varepsilon}(w)$ от величины $|\varepsilon|$ (при $\varepsilon_0 = 0$ инверсия от знака величины ε не зависит). Наибольшее воздействие поля испытывают атомы, для которых

$|\varepsilon| = \Delta_0$, поскольку их резонансные частоты близки к частотам квазигармоник спектра 0π -бризера. Данное обстоятельство подтверждается расчетом, результаты которого приведены на рис. 3. Видно, что инверсия атомов с $\varepsilon=0$ незначительно отклоняется от равновесного значения -1 (кривая 1 на рис. 3). Инверсия атомов, для которых $|\varepsilon| = \Delta_0$, достигает наибольшего возможного для инверсии значения, равного 1 (кривая 2 на рис. 3). При ещё больших значениях $|\varepsilon|$ отклонения инверсии от равновесного значения уменьшаются (кривая 3 на рис. 3). Кроме того, как показывает расчёт, при $\varepsilon=0$ колебания инверсии противофазны, а при $|\varepsilon| \geq \Delta_0$ – синфазны с колебаниями огибающей $A_s(w)$. Отметим, что для 2π -импульса величина $\rho_{s\varepsilon}(w)$ монотонно убывает с ростом $|\varepsilon|$ и для всех ε изменяется в фазе с изменением огибающей $A_s(w)$.

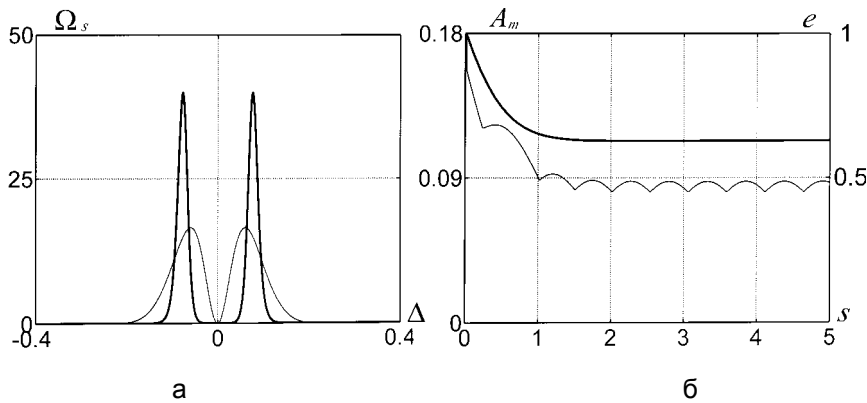


Рис. 2. Спектры Ω_s 0π -бризера (толстая линия) и входного импульса (тонкая линия) (а); зависимости от s пикового значения A_m (тонкая линия) и энергии e (толстая линия) при формировании 0π -бризера (б)

0π -импульс в квазирезонансном случае

На рис. 4, а представлены результаты решения краевой задачи (1)-(4) при тех же, что и ранее, значениях параметров τ , Δw , w_0 , $\Theta(0)$, но при $\varepsilon_0 = -1$. Для малых s (импульс 1 на рис. 4, а) огибающая $A_s(w)$ сходна с огибающей 0π -бризера. При больших s излучение распространяется в виде двух импульсов, пронумерованных на рис. 4, а цифрами 2 и 3. Биения графика функции $\phi_s(w)$ в области расположения импульсов 2, 3 свидетельствуют о наличии фазовой модуляции. Для импульсов 2 и 3 фазовая модуляция оказывается линейной, что позволяет приписать каждому из них свою собственную, отличную от ω , несущую частоту. Расчёт показал, что собственные несущие частоты импульсов 2 и 3 симметрично расположены относительно несущей частоты ω , отклоняясь от нее на расстояние $0,075 T^{-1}$. При этом частота импульса 2 более удалена от ω_{21}^0 , чем частота импульса 3. Максимальные значения импульсов 2 и 3 одинаковы: $A_{m2}=A_{m3}=0,043$. В системе отсчёта s , w скорость v , максимальное значение A_m и длительность τ_p (по уровню $\text{sech}(1) \cdot A_m$) стационарного 2π -импульса связаны формулами [1, 7]

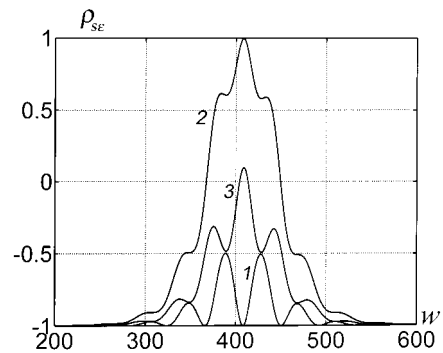


Рис. 3. Инверсия населённости $\rho_{s\varepsilon}$ квантового перехода для $|\varepsilon| = 0$ (1), $|\varepsilon| = \Delta_0 = 0,077$ (2), $|\varepsilon| = 0.1$ (3) при $s = 4,9$ в случае 0π -бризера

$$v = \sqrt{\pi} \left\{ \tau_p^2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp[-(\varepsilon - \bar{\varepsilon})^2]}{1 + \tau_p^2 \varepsilon^2} d\varepsilon \right\}^{-1}, \quad A_m = \frac{2}{\tau_p},$$

где $\bar{\varepsilon}$ – измеренное и единицах T^{-1} отклонение несущей частоты 2π -импульса от частоты ω_{21}^0 . Если в эти формулы подставить A_m , τ_p и $\bar{\varepsilon}$ для каждого из импульсов 2 и 3, то получатся приближённые равенства, выполняющиеся с погрешностью менее 0,5%.

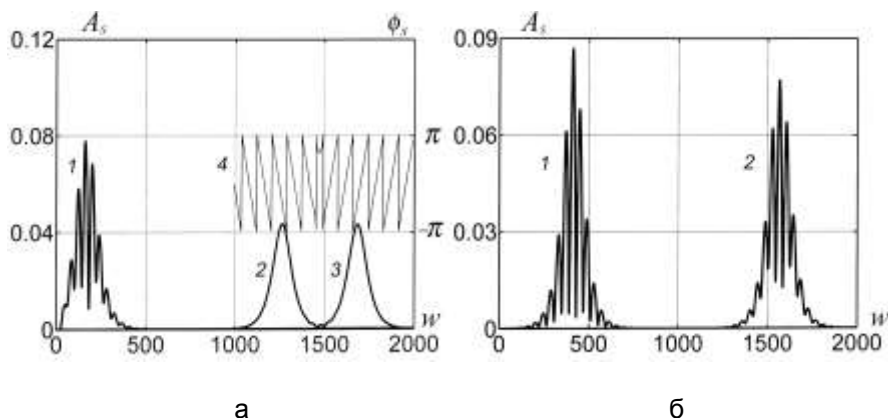


Рис. 4. Огибающие A_s 0π -импульса при $s = 5$ (1) и $s = 48$ (2, 3), а также фазовая добавка ϕ_s при $s = 48$ (4) для а); огибающие A_s 0π -импульса при $s = 5$ (1) и $s = 19,8$ (2) для $\varepsilon_0 = -0,1$ (б)

Представленные результаты, совместно с результатами расчетов для других значений безразмерных параметров входного импульса свидетельствуют о том, что в случае квазирезонанса огибающая 0π -бризера не является асимптотической формой огибающей при больших s . Такой формой служит структура из двух 2π -импульсов одинаковой длительности и, следовательно, одинаковой пиковой интенсивности, распространяющихся с разными скоростями ввиду различия несущих частот. Интересно, что энергия данной структуры излучения достаточно хорошо (расхождение около 1%) совпадает с энергией описанного в предыдущем разделе 0π -бризера.

В случае малых значений величины $|\varepsilon_0|$ огибающая импульса сохраняет форму, сходную с формой 0π -бризера на достаточно больших расстояниях s . Это видно из рис. 4, б, на котором приведены результаты расчёта при прежних значениях параметров τ , $\Delta\omega$, ω_0 , $\Theta(0)$, но при $\varepsilon_0 = -0,1$.

Отметим, что при выбранных выше значениях параметров $\Delta\omega$, τ , и $\Theta(0)$ огибающая (4) составляющего импульса близка (подробнее см. [15]) по длительности и пиковому значению к огибающим лазерных импульсов в экспериментах [17] по изучению СИП в парах рубидия. Безразмерное расстояние s , отвечающее этим экспериментам, превосходило 100.

0π-бризер в рубине

Приведём результаты численного моделирования одного из экспериментов [11] по наблюдению эволюции 0π -импульса. Полученная в этом эксперименте огибающая 0π -импульса представлена вторым импульсом на нижней осциллограмме рис. 4 работы [11]. В качестве квантового перехода авторы [11] использовали переход $A(\pm 1/2) - E(\pm 1/2)$ иона хрома Cr^{+3} при условии точного резонанса в рубиновом стержне длиной 2 см. В [16] исходя из анализа данных работы [11] показано, что для рассматриваемого случая $T = 3,6 \cdot 10^{-11}$ с и $s = 1,5 \div 2,5$. Составляющие импульсы в этом эксперименте имели длительность 3 нс (по уровню 0,5 максимальной интенсивности) и были разделены временем около 3 нс. Учитывая это,

имеем $\tau/q = \Delta w = 80$. Время T_{21} составляло приблизительно 20 нс [11], откуда $\gamma=0,002$ (продольная релаксация в условиях эксперимента была пренебрежимо малой). На рис. 5, а приведены результаты расчёта при указанных значениях параметров τ , Δw , γ и при $\Theta_0=2\pi$ для $\epsilon=1,6$ и $s=2$. Огибающие $A_s(w)$ имеют форму, сходную с формой 0 π -бризера. Это ожидается, поскольку в данном случае $\Theta(0)=1,8\pi > 1,5\pi$. Анализ показал, что при $s=1,6$ огибающая $A_s(w)$ (толстая линия на рис. 5, а) описывает 0 π -импульс, задержка которого относительно импульса, распространяющегося со скоростью c/η , составляет 4,5 нс, а длительность близка к 10 нс. Согласно упомянутой осциллограмме работы [11] значения этих величин составляют 6 и 10 нс соответственно. Временное разрешение аппаратуры эксперимента [11] не позволяло воспроизвести изменение огибающей вблизи нулей поля. Однако несколько пиков бризера видны на огибающей второго импульса рассматриваемой осциллограммы. Сказанное выше позволяет заключить, что представленный расчёт хорошо описывает экспериментальный результат.

На рис. 5, б приведены результаты решения краевой задачи без учёта релаксации ($\gamma=0$). Сравнение рис. 5, а и рис. 5, б показывает, что наличие релаксации, несмотря на её малость ($\tau \approx 0,2 \gamma^{-1}$), существенно влияет на характер эволюции 0 π -импульса. Это объясняется тем, что потери энергии, связанные с релаксацией, приводят к уменьшению площади $\Theta(s)$ с ростом s . Когда условие $\Theta(s) > 1,5\pi$ перестаёт выполняться, 0 π -бризер превращается в экспоненциально затухающий 0 π -импульс [12]. Такой импульс движется со скоростью c/η и, следовательно, неподвижен в системе отсчёта s , w . Это подтверждается тем, что огибающие импульсов для $s = 1,6$ и $s = 2$ на рис. 5, а расположены в одной и той же области оси w . Таким образом в рассматриваемом эксперименте наблюдался 0 π -бризер на стадии превращения его в затухающий 0 π -импульс.

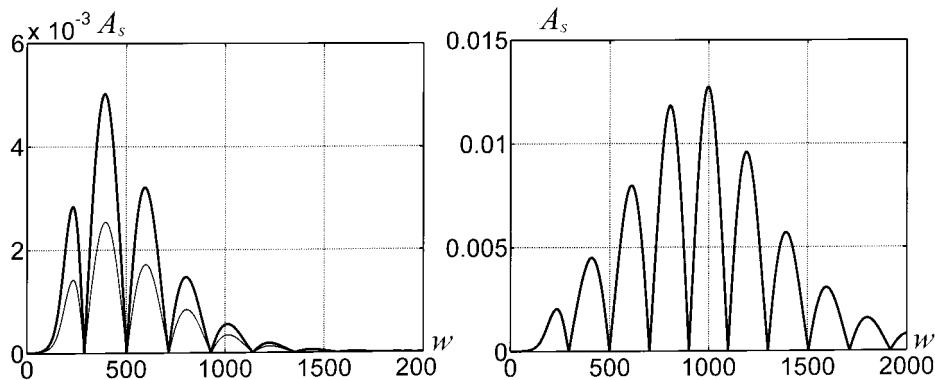


Рис. 5. Огибающие A_s 0 π -импульса при $s = 1,6$ (толстая линия) и $s = 2$ (тонкая линия) в присутствии релаксации (а); огибающая A_s 0 π -бризера при $s = 1,8$ в отсутствие релаксации (б)

Отметим, что в работе [11] приводится оценка $\Theta_0=1,4\pi$. При этом $\Theta(0)=1,3\pi$, что недостаточно для формирования 0 π -бризера, и расчёт показывает практически полное затухание 0 π -импульса при отсутствии его временной задержки. В связи с этим отметим, что площадь входного импульса в [11] измерялась по полному потоку лучистой энергии, прошедшей через поперечное сечение лазерного пучка. Как отмечали сами авторы [11], поперечное распределение поля не являлось однородным. Поэтому поперечное сечение пучка должно было содержать участки с большими, чем $1,4\pi$, значениями величины Θ_0 . Наличие таких участков и обеспечивало возникновение 0 π -бризера.

Заключение

Показано, что при точном резонансе огибающая 0 π -бризера имеет собственную огибающую, форма которой отличается от формы огибающей 2 π -импульса только связью меж-

ду пиковым значением и длительностью. Движение инверсии населённостей резонансного перехода индивидуального атома в случае 0π -бризера немонотонно зависит от модуля отстройки частоты его квантового перехода от центральной частоты неоднородно уширенного квантового перехода. В случае квазирезонанса асимптотической формой огибающей импульса на больших расстояниях служит структура из двух разночастотных 2π -импульсов с одинаковыми длительностями.

Численное моделирование эксперимента [11] с учётом поперечной релаксации квантового перехода привело к хорошему согласию расчётных и экспериментальных значений задержки и длительности 0π -импульса. Показано, что в данном эксперименте наблюдался оптический бризер на стадии превращения его в экспоненциально затухающий сигнал ввиду наличия необратимой релаксации.

Высказанные соображения совместно с выводами работы [12] позволяют надеяться, что дальнейшее развитие теории СИП способно привести к новым аналитическим результатам, важным как для описания конкретных оптических явлений, так и в целом для теории нелинейных волн.

Автор выражает искреннюю благодарность А.Е. Дмитриеву за полезные дискуссии в ходе подготовки материала данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. McCall S.L. Self-induced transparency / S.L. McCall, E.L. Hahn // *Physical Review*. 1969. Vol. 183. № 2. P. 457-485.
2. Шен Р.И. Принципы нелинейной оптики / Р.И.Шен; под ред. С.А. Ахманова, пер. с англ. И.Л. Шумая. М.: Наука, 1989. 560 с.
3. Ablowitz M.J. Coherent pulse propagation, a dispersive, irreversible phenomenon / M.J. Ablowitz, D.J. Kaup, A.C. Newell // *Jornal of Mathematical Physics*. 1974. Vol. 15. № 11. P. 1852-1858.
4. Kaup D.J. Coherent pulse propagation: A comparison of the complete solution with the McCall-Hahn theory and others / D.J. Kaup // *Physical Review*. A. 1976. Vol. 16. № 2. P. 704-719.
5. Ахманов С.А. Оптика фемтосекундных импульсов (Серия: «Современные проблемы физики») / С.А. Ахманов, В.А. Выслоух, А.С. Чиркин; под ред. С.А. Шлёнова. М.: Наука, 1988. 312 с.
6. Маймистов А.И. Некоторые модели распространения предельно коротких электромагнитных импульсов в нелинейной среде / А.И. Маймистов // *Квантовая электроника*. 2000. Т. 30. № 4. С. 287-304.
7. Lamb G.L., Jr. Analytical description of ultrashort optical pulse propagation in a resonant medium / G.L. Lamb, Jr // *Review of Modern Physics*. 1971. Vol. 43. № 2. P. 99-124.
8. Some results on coherent radiative phenomenon with 0π -pulses / F.A. Hopf, G.L. Lamb, Jr., C.K. Rhodes, M.O. Scully // *Physical Review*. A. 1971. Vol. 3. № 2. P. 758-766.
9. Лэм Дж.Л. Введение в теорию солитонов / Дж.Л. Лэм; под ред. В.Е. Захарова; пер. с англ. Н.Т. Пашенко. М.: Мир, 1983. 294 с.
10. Солитоны и нелинейные волновые уравнения / Р. Додд, Дж. Эйлбек, Дж. Гиббон, Х. Моррис; под ред. А.Б. Шабата; пер. с англ. В.П. Гурария и В.И. Мацаева. М.: Мир, 1988. 694 с.
11. Diels J.C. Phase-modulation propagation effect in ruby / J.C. Diels, E.L. Hahn // *Physical Review*. A. 1974. Vol. 10. № 6. P. 2501-2509.
12. Дмитриев А.Е. Особенности формирования 0π -импульса в среде с неоднородным уширением линий квантовых переходов / А.Е. Дмитриев, О.М. Паршков // *Квантовая электроника*. 2004. Т. 34. № 7. С. 652-656.

13. Ахманов С.А. Проблемы нелинейной оптики (Электромагнитные волны в нелинейных диспергирующих средах) 1962-1963 / С.А. Ахманов, Р.В. Хохлов; под ред. Н.В. Соколова / АН СССР. М.: ВИНТИ, 1965. 295 с.

14. Резонансные взаимодействия света с веществом (Серия: «Современные проблемы физики») / В.С. Бутылкин, А.Е. Каплан, Ю.Г. Хронопуло, Е.И. Якубович; под ред. В.А. Григорьева. М.: Наука, 1977. 352 с.

15. Вершинин А.Л. Импульс-предвестник и частотная модуляция квазирезонансных импульсов самоиндуцированной прозрачности при наличии процессов необратимой релаксации / А.Л. Вершинин, А.Е. Дмитриев, О.М. Паршков // Квантовая электроника. 2003. Т. 33. № 11. С. 993-997.

16. Дмитриев А.Е. Численное моделирование квазирезонансного режима нестационарного двойного резонанса в схеме с общим верхним уровнем при большом неоднородном уширении линий квантовых переходов / А.Е. Дмитриев, О.М. Паршков // Квантовая электроника. 2005. Т. 35. № 8. С. 749-755.

17. Slusher R.E. Self-Induced Transparency in Atomic Rubidium / R.E. Slusher, H.M. Gibbs // Physical Review. A. 1971. Vol. 5. № 4. P. 1634-1659.

Паршков Олег Михайлович –

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 15.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 539.3

С.М. Шляхов, И.А. Казаковцев

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СПЛОШНОГО ВАЛА, ЦЕМЕНТИРОВАННОГО ПО КОНТУРУ, С ПЕРЕМЕННОЙ ПО ДЛИНЕ ЦЕМЕНТАЦИЕЙ

Решается задача оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) цементируемых по контуру валов, с переменной по длине цементацией. В основу решения задачи положен метод конечных элементов и суперэлементов, с использованием безмоментной теории цилиндрических оболочек. Представлены результаты расчетов.

S.M. Shlyahov, I.A. Kazakovtsev

SOLID SHAFT TENSELY STRAINED CONDITION ESTIMATION CEMENTED ON THE CONTOUR WITH THE VARIABLE LENGTH OF CEMENTATION

The paper describes the ways of estimation of the tensely strained condition of a shaft cemented on a contour with a variable length of cementation. The method of final elements and super elements lies in the bases of the solution, with the

use of the momentless theory of cylindrical shells. Calculation results are given here as well.

Цементацией (науглероживанием) называется химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении поверхностного слоя детали углеродом. При цементации деталей машин происходит поверхностное насыщение стали углеродом, что придает поверхностному слою высокую прочность и износостойкость. При воздействии углерода на структуру стали меняются ее химический состав и физико-механические характеристики по глубине насыщения, что приводит к необходимости оценки напряженно-деформированного состояния детали с позиции механики неоднородных структур. Также за счет диффузии активных атомов углерода в глубь кристаллической решетки металла происходит ее «распухание», что создает поле остаточных напряжений [1, 2].

Рассмотрим сплошной цилиндр радиусом $r = R_2$ и длиной L , цементируемый по контуру, с переменной по длине цементацией. Торцы цилиндра свободны от закреплений, внешние нагрузки отсутствуют. Отнесем цилиндр к группе цилиндров средней длины, т.е. полагаем, что краевыми эффектами на торцах цилиндра можно пренебречь, но с другой стороны, нельзя пренебречь уровнем касательных напряжений, возникающих в сечениях из-за переменной по длине цементации.

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние цилиндра. Для решения задачи используем метод суперэлементов. Разбиваем цилиндр по длине L на ряд коротких цилиндров, или толстых плит, которые условно названы «дисками». Длина каждого «диска» равна шагу разбиения $h_z = 0,1 L$ по оси z (рис. 1, а). Анализируя функцию концентрации углерода по сечению цилиндра, из решения задачи диффузии принимаем, что до середины слоя цементации концентрация углерода изменяется по радиусу по линейному закону [1]. Сказанное позволяет рассматривать практически лишь половину глубины науглероживания. В пределах каждого суперэлемента принимаем половинный слой цементации равномерным, средним по суперэлементу (рис. 1, б). Для оценки НДС отдельного «диска» разобьем его поперечное сечение по полутолщине науглероженого слоя Δ на n кольцевых элементов. Рассмотрим два соседних кольцевых элемента с номерами $i, i+1$ (рис. 2).

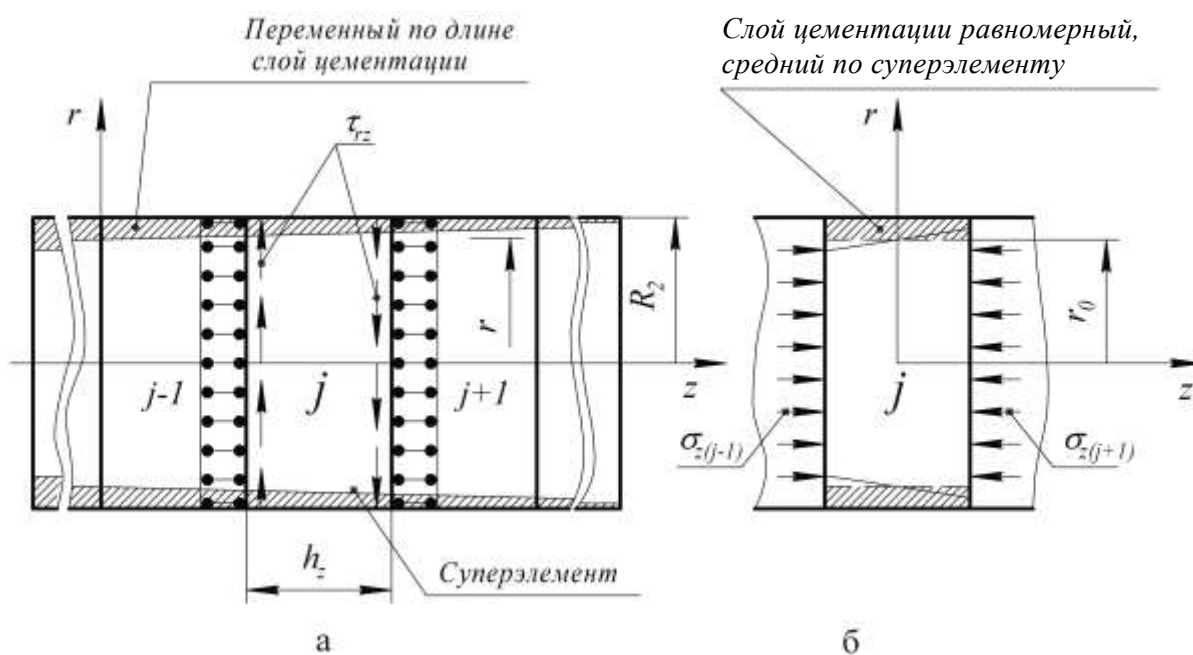


Рис. 1. Разбиение цилиндра на суперэлементы

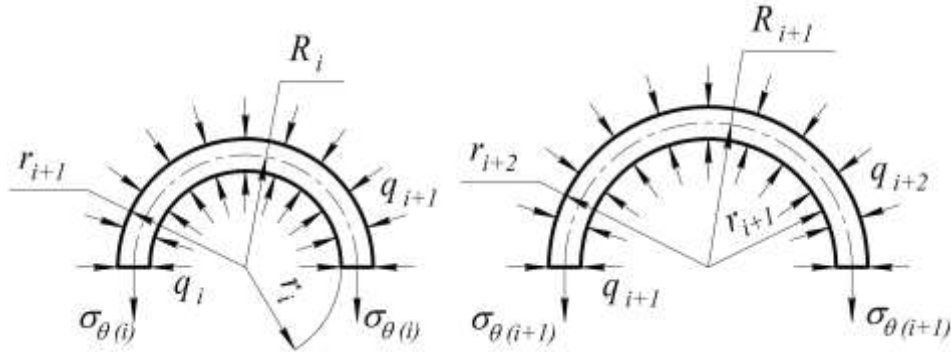


Рис. 2. Схема сопряжения слоев

Обозначим R_i, R_{i+1} – средние радиусы соседних колец, $\sigma_{\theta(i)}, \sigma_{\theta(i+1)}$ – окружные напряжения в элементах, q_i, q_{i+1} – контактные давления. Рассмотрим каждый элемент как тонкостенную цилиндрическую оболочку и далее используем для описания их НДС безмоментную теорию.

Полагаем в пределах каждой такой оболочки распределение углерода по толщине кольца линейным, а модуль Юнга постоянным, средним по его толщине.

$$E_i = E_0 - \frac{k_0(c_i + c_{i+1})}{2}, \quad c_{i(r)} = c_i + \frac{c_{i+1} - c_i}{h_i}(r - r_i), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где k_0 – экспериментальный коэффициент, $r_i \leq r \leq r_{i+1}$, $h_i = r_{i+1} - r_i$.

Окружные напряжения в оболочках определим, суммируя их значения, обусловленные контактным давлением q_i с напряжениями, вызванными распуханием кристаллической решетки [3]

$$\sigma_{\theta(i)} = \frac{q_i(2R_i + h_i) - q_{i+1}(2R_{i+1} + h_i)}{2h_i} + \frac{E_i \sum_{k=1}^m \lambda_k (c_i^k - c_{i+1}^k)}{1 - \mu_i} \cdot \frac{r - R_i}{h_i}. \quad (2)$$

Для определения осевых напряжений σ_z примем за основу гипотезу плоских деформаций $\varepsilon_z = \xi = \text{const}$.

Пренебрегая радиальными напряжениями σ_r , в каждом из слоев (кольцевых элементов) на основании закона Гука получим

$$\sigma_{z(i)} = E_i \xi + \mu \sigma_{\theta(i)} - E_i \sum_{k=1}^n \lambda_k c_{i(r)}^k, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Внутренний цилиндр $r = r_0$ со стороны цементированного слоя испытывает контактные давления q_1 , создавая в цилиндре напряжение $\sigma_r = \sigma_\theta = -q_1$. Осевые напряжения σ_z при этом будут равны

$$\sigma_z = E \xi - 2\mu q_1. \quad (4)$$

В случае свободного вала, не заземленного по торцам, нормальные напряжения σ_z будут самоуравновешенными и не создадут продольного усилия N , т.е. будут подчинены условию $N = 0$.

$$N = \pi r_0^2 (E \xi - 2\mu q_1) + 2\pi \sum_{i=1}^n \int_{r_i}^{r_{i+1}} \sigma_{z(i)} r dr = 0. \quad (5)$$

Из условия (5) в дальнейшем следует искать осевую деформацию ξ .

Для отыскания контактных давлений q_1 и $q_i (i = 2, \dots, n)$ используем условие равенства перемещений U_i на радиусе $r = r_0$ (цилиндр и первый слой цементации) и радиусах $r = r_{i+1}, i = 1, \dots, n-1$ (между слоями i и $i+1$)

$$\frac{q_1}{E} [\mu(1+2\mu)-1] - \mu\xi = \frac{1}{E_1} (\sigma_{\theta(1)} - \mu\sigma_{z(1)}) + \sum_{k=1}^m \lambda_k c^k(r_0), \quad (6)$$

$$\frac{r_{i+1}}{E_i} (\sigma_{\theta(i)} - \mu\sigma_{z(i)}) + r_{i+1} \sum_{k=1}^m \lambda_k c^k(r_{i+1}) = \frac{r_{i+1}}{E_{i+1}} (\sigma_{\theta(i+1)} - \mu\sigma_{z(i+1)}) + r_{i+1} \sum_{k=1}^m \lambda_k c^k(r_{i+1}). \quad (7)$$

В итоге получим алгебраическую систему уравнений вида

$$\begin{cases} a_1 q_1 + b_1 q_2 = f_1, \\ a_i q_i + b_i q_{i+1} + c_i q_{i+2} = f_2, \quad i = 2, \dots, n-1, \end{cases} \quad (8)$$

где обозначено:

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{\mu(1+2\mu)-1}{E_0} - \frac{1-\mu^2}{E_1} \cdot \frac{2R_1-h_1}{h_1}; \quad b_1 = \frac{1-\mu^2}{E_1} \cdot \frac{2R_1+h_1}{2h_1}; \\ f_1 &= (1+\mu) \cdot \left[\frac{r_1-R_1}{h_1} \cdot \sum_{k=1}^m \lambda_k (c_1^k - c_2^k) + \sum_{k=1}^m \lambda_k c_1^k \right]; \\ a_i &= \frac{1-\mu^2}{E_i} \cdot \frac{2R_i-h_i}{2h_i}; \quad b_i = -\frac{1-\mu^2}{E_i} \cdot \frac{2R_i+h_i}{h_i} - \frac{1-\mu^2}{E_{i+1}} \cdot \frac{2R_{i+1}-h_{i+1}}{h_{i+1}}; \\ c_i &= \frac{1-\mu^2}{E_{i+1}} \cdot \frac{2R_{i+1}+h_{i+1}}{2h_{i+1}}; \\ f_i &= (1+\mu) \cdot \left[\sum_{k=1}^m \lambda_k (c_{i+1}^k - c_{i+2}^k) \cdot \frac{r_{i+1}-R_{i+1}}{h_{i+1}} - \sum_{k=1}^m \lambda_k (c_i^k - c_{i+1}^k) \cdot \frac{r_{i+1}-R_i}{h_i} \right]. \end{aligned}$$

Далее вычисляем касательные напряжения τ_{rz} на стыке смежных суперэлементов, интегрируя уравнение равновесия (по аналогии формулы Журавского для касательных напряжений при изгибе) [4]

$$\tau_{rz} = -\frac{1}{r} \int \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} r dr. \quad (9)$$

Выбор нижнего предела интеграла (9) R_1 обеспечивает выполнение граничного условия

$$\tau_{rz}(r) = 0 \quad \text{при} \quad r = R_1,$$

т.е. отсутствия касательных напряжений на внутренней поверхности цилиндра. Отсчет радиуса в интеграле (9) ведется с половины шага разбиения $R_1 = 0,5 h_1$.

Интеграл находим приближенно, исходя из аппроксимации σ_z линейным сплайном (рис. 3)

$$\sigma_z = az + b.$$

Отсюда имеем $\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} \Big|_{r=r_i} = -\frac{\sigma_{z_1} - \sigma_{z_2}}{h_z} \Big|_{r=r_i}$ на каждом радиусе r_i . Тогда интеграл (9) имеет

вид

$$\tau_{rz(i)} = -\frac{1}{r_i} \sum_{k=1}^n \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{h_z} \cdot r_k \cdot h_k.$$

На основе полученных теоретических исследований проведем практический расчет контактных давлений, радиальных, окружных, осевых и касательных напряжений.

Пример расчета выполнен для вала с геометрическими размерами $r_0=0,028$ м, $R_1=0,00005$ м, $R_2=0,03$ м, $L=10 R_2=0,3$ м. Длина суперэлемента $h_z=0,1 L=0,03$ м. Толщина кольцевого элемента $h_i=0,0001$ м. Концентрация углерода в поверхностном слое вала $s=1\%$,

материал вала – сталь 45X. Значение модуля Юнга $E_0=2,15 \cdot 10^5$ МПа и экспериментальный коэффициент $k_0=0,108 \cdot 10^5$ МПа [2]. Коэффициент Пуассона $\mu = 0,3$. Параметры распухания кристаллической решетки $\lambda_i (i=1, \dots, 5)$, принятые для стали 45X, имеют значения $\lambda_1=0,0158$; $\lambda_2=-0,0855$; $\lambda_3=0,2143$; $\lambda_4=-0,2422$; $\lambda_5=0,1024$ [3].

Для определения касательных напряжений выбираем пятый и шестой суперэлементы в середине цементируемого вала, с полутолщиной цементированного слоя соответственно $\Delta_5=0,0015$ м и $\Delta_6=0,0014$ м. Определяем напряженно-деформированное состояние для каждого суперэлемента по следующей методике. Задаем начальные значения: осевая деформация $\xi_1=0$ и контактное давление между основным валом и первым кольцевым элементом $q_1=0$. Далее по схеме Гаусса – Зейделя ищется решение системы (8).

Получив контактные давления между кольцевыми элементами, уточняем значение q_1 по первому условию системы (8) и цикл повторяется до тех пор, пока q_1 не перестанет изменяться. По условию (5) рассчитываем продольную силу $N_1 \neq 0$. Затем задаем новое значение осевой деформации $\xi=\xi_2$ и повторяем решение до получения продольной силы $N_2 \neq 0$.

В силу линейности задачи действительную деформацию $\xi=\xi_0$ определим из соотношения $\xi_0 = \frac{N_1 \xi_2}{N_1 - N_2}$. Для найденной осевой деформации $\xi=\xi_0$ решение повторяется для определения действительных давлений q_i и радиальных, окружных, осевых напряжений. Касательные напряжения находим из условия (9). Результаты представлены в виде графиков (рис. 4 и 5).

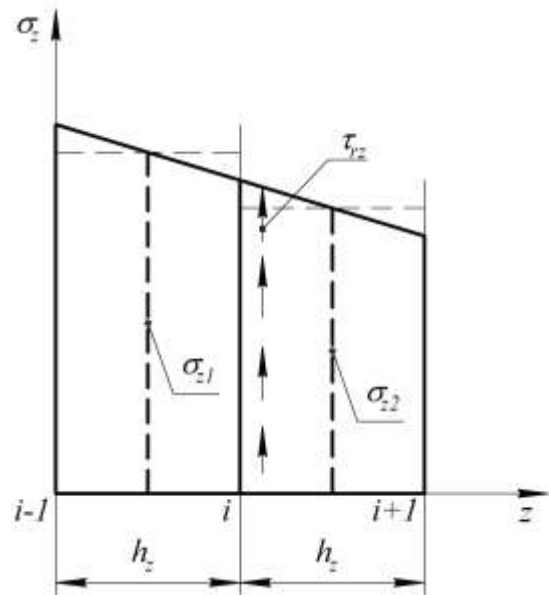


Рис. 3. Аппроксимация σ_z линейным сплайном

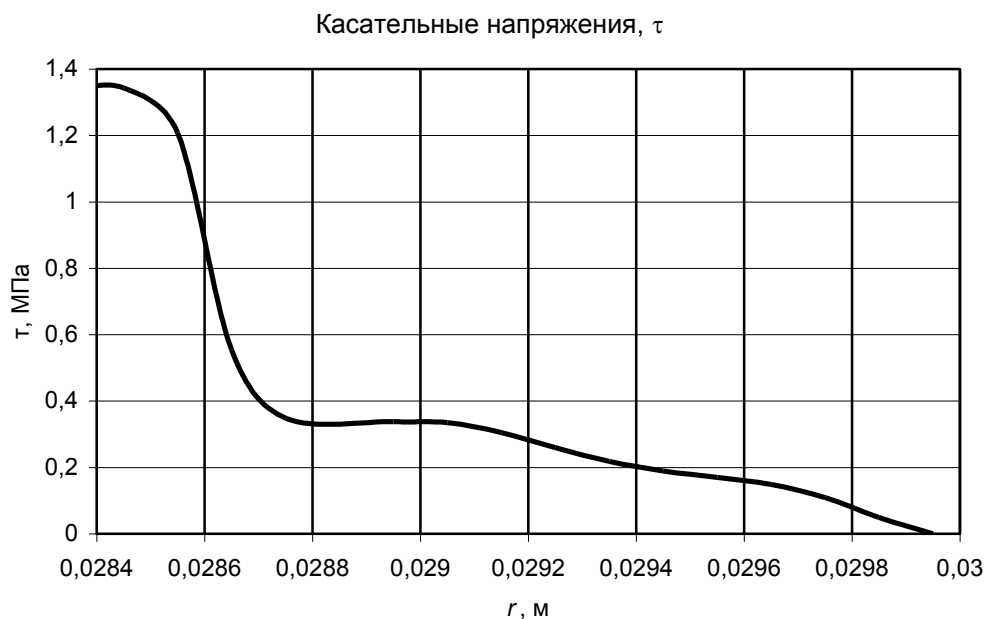


Рис. 4. Графики распределения касательных напряжений между пятым и шестым суперэлементами по толщине цементированного слоя стали

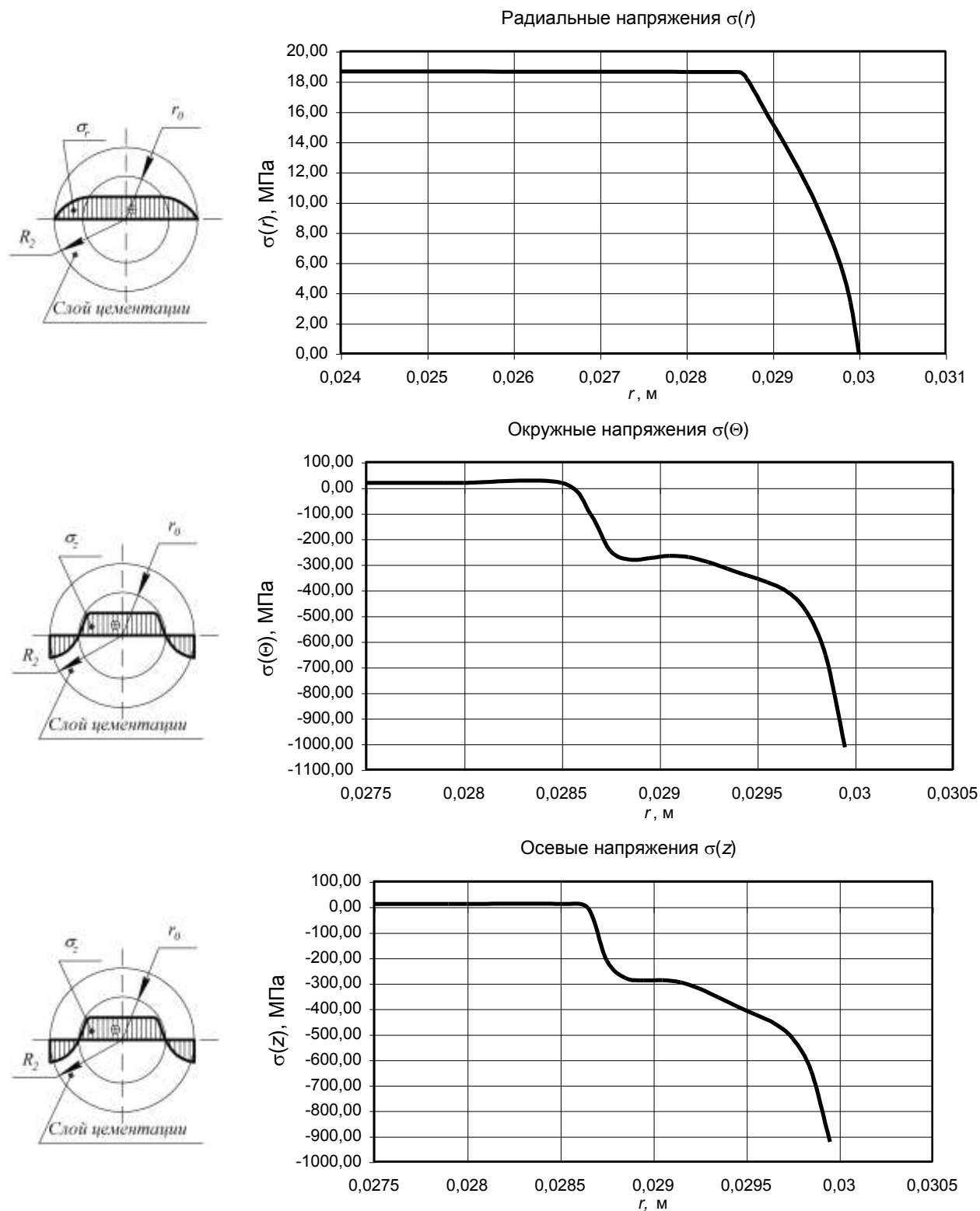


Рис. 5. Графики распределения радиальных, окружных и осевых напряжений в шестом суперэлементе. Слева от графиков указаны схемы эпюр

Вывод

Изложенная методика позволяет определить напряженно-деформированное состояние цементируемых по контуру сплошных валов. Проведенные исследования показали, что эффект распухания кристаллической решетки оказывает существенное влияние на уровень

напряжений. На этом основании можно сделать вывод о необходимости учитывать эффект распухания кристаллической решетки при исследовании НДС деталей, подвергаемых химико-термической обработке (цементации).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхов С.М. Напряженно-деформированное состояние валов после цементации / С.М. Шляхов, И.А. Казаковцев // Труды седьмой Междунар. науч.-техн. конф. «АКТ-2006». Воронеж: ВГТУ, 2006. С. 360-364.
2. Гурьев А.В. Упругие и неупругие свойства конструкционных материалов: учеб. пособие / А.В. Гурьев, Я.А. Гохберг. Волгоград: ВПИ, 1988. 97 с.
3. Шляхов С.М. Напряженно-деформированное состояние полого цилиндра при термомодиффузии углерода в его стенку / С.М. Шляхов, А.В. Минов // Инженерно-физический журнал. 2000. Т. 73. № 5. С. 1042-1049.
4. Расчеты на прочность в машиностроении / С.Д. Пономарев, В.Л. Бидерман, К.К. Лихарев и др. М.: Машгиз, 1958. 975 с.

Шляхов Станислав Михайлович –

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела и прикладная информатика»
Саратовского государственного технического университета

Казаковцев Иван Анатольевич –

аспирант кафедры «Механика деформируемого твердого тела и прикладная информатика»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 10.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

НАДЕЖНОСТЬ МАШИН

УДК 621.81:539.4;621.01:539.4

С.Ю. Лушников, В.Е. Боровских

ОЦЕНКА РЕСУРСА НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Рассмотрена проблема оценки ресурса элементов несущей системы машины на основании динамических испытаний.

S.Yu. Lushnikov, V.E. Borovskikh

CARRYING SYSTEMS RESOURCE ESTIMATION ON DYNAMIC TESTS RESULTS

The authors study carrying systems resource estimation in this paper. They focus on the problem through dynamic tests' results. It is presented in the article as well.

Обеспечение требуемой долговечности несущих систем машин, как на стадии технического проектирования, так и на стадии доводки опытного образца машины, является актуальной задачей, успешное решение которой в значительной мере приводит к сокращению сроков разработки и освоения в производстве новых транспортных машин, к повышению их конкурентоспособности и сокращению эксплуатационных затрат в будущем.

Как отечественный, так и мировой опыт оценки ресурса элементов несущих систем машин основан на расчетах, выполненных по записям переменных напряжений в условиях, приближенных к эксплуатационным [1]. При этом в качестве критерия точности оценок принимается реальный эксплуатационный ресурс несущей системы [2].

Однако многочисленные попытки оценки ресурса по результатам записей амплитудных напряжений в элементах конструкций, подверженных разрушениям, показали, что на данный момент результаты оценки еще далеки от реального ресурса в эксплуатации.

Известно, что напряжения, возникающие в элементах конструкции, носят случайный характер, поэтому обработка случайного процесса изменения амплитудных напряжений до недавнего времени представляла определенные трудности. В последнее время случайный процесс нагружения рекомендуют схематизировать одним из известных методов [3]. Наибольшие предпочтения исследователями отдается методам, которые позволяют получать оценки ресурса, близкие к эксплуатационным – метод «дождя» и метод полных циклов [4]. Считается, что данные методы схематизации достаточно полно описывают процесс накопления усталостных повреждений и имеют право на «жизнь». В то же время, оценка ресурса конструкций по записям амплитудных напряжений в эксплуатации чаще всего выполняется только по нормальным напряжениям. В большинстве случаев это связано с тем обстоятельством,

ством, что уровень касательных напряжений по сравнению с нормальными относительно мал. Однако экспериментальными исследованиями, выполненными авторами по определению напряженно-деформированного состояния несущей системы тяжелого полуприцепа, было установлено, что в некоторых сечениях несущей системы величина касательных напряжений в статике составляет до 30% от напряжений нормальных.

Как известно, физика процесса усталостного разрушения связана с максимальной величиной эквивалентного амплитудного напряжения и только косвенно с максимальной величиной переменного нормального напряжения.

Учитывая эти моменты: в нагружении – наличие нормальных и касательных напряжений в конструкции; в процессе усталостного разрушения – максимальные эквивалентные напряжения, в работе сделана попытка оценки роли касательных напряжений в процессе накопления усталостного повреждения.

С этой целью выполнен эксперимент по записям как нормальных, так и касательных амплитудных напряжений, причем в ходе эксперимента записывались значения относительных деформаций, которые с учетом тарировочного коэффициента позволяли получить значения действующих напряжений в конструкции.

Для измерения действующих значений напряжений в исследуемой конструкции применялся электротензометрический метод исследования напряженного состояния [5]. Зная зависимость между деформацией детали, сопротивлением датчика и напряжением, возникающим в детали, можно получить непосредственно величины деформаций и напряжений. В случае необходимости измерения напряжений во взаимно-перпендикулярных направлениях применяли розетку, состоящую из двух датчиков, расположенных под углом 90° один к другому (рис. 1). Датчик, наклеенный вдоль оси X, измеряет относительную упругую деформацию ε_x , второй датчик, наклеенный вдоль оси Y, измеряет деформацию ε_y . В случае, когда при исследовании плоского напряженного состояния в элементах конструкции или детали машины, необходимо определить величину касательных напряжений, то розетки из двух взаимно-перпендикулярных датчиков не дают нам возможности определить касательные напряжения. Для получения полной характеристики напряженного состояния в точке детали необходимо применять розетку датчиков, состоящую из трех проволочных датчиков омического сопротивления (рис. 2).

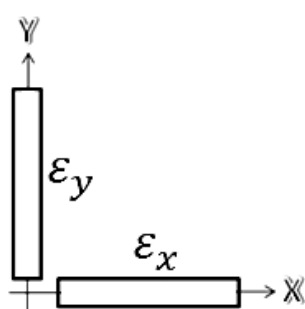


Рис. 1. Розетка из двух датчиков

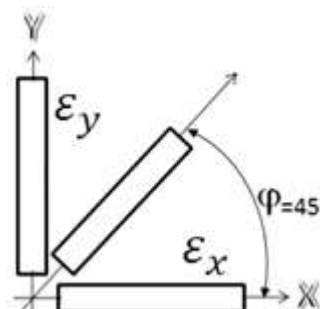


Рис. 2. Розетка из трех датчиков

Записи значений относительной деформации для исследуемой конструкции выполнены для двух розеток (рис. 3, 4), наклеенных на несущем куполе специального низкопольного автомобиля для перевозки инвалидов в колясках.

Для записи переменных амплитудных напряжений разработана измерительная система на базе платформы с процессором «Intel – Pentium 1» для регистрации сигналов от 8 тензодатчиков в частотном диапазоне от 0 до 10 Гц. Данный тензометрический комплекс состоит из следующих компонентов (рис. 5):

• Плата АЦП «ЛА-70М4» предназначена для сбора данных и рассчитана на использование с IBM совместимыми компьютерами. Она содержит три функциональных устройства: аналого-цифровой канал (АЦК) с 12-разрядным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) (время преобразования 70 мкс), 16-разрядный цифровой порт (ЦП) и схему обработки прерываний. Плата АЦП «ЛА-70М4» обеспечивает ввод и вывод 16 цифровых и ввод в компьютер 16 аналоговых сигналов, преобразованных в цифровую форму. Коммутатор платы позволяет обеспечить поочередное подключение 8 входных линий от тензоусилителя к входу АЦП;

• Плата сопряжения (адаптер) согласует выходные сигналы тензоусилителя «Топаз-3» с платой АЦП «ЛА-70М4»;

• Тензоусилитель десятиканальный ТОПАЗ-3 предназначен для усиления выходного сигнала тензометрических, терморезисторных, фотодиодных и других параметрических датчиков, собранных как по мостовой, так и по полумостовой схемам, а также термодпар;

• Тензодатчик представляет собой полоску тонкой бумаги, на которую наклеивается так называемая решетка из зигзагообразно уложенной тонкой проволоки $\varnothing 0,02-0,05$ мм, сверху покрытой слоем лака. В основе работы тензодатчика лежит явление тензоэффекта, заключающееся в изменении активного сопротивления проводника при его деформации.



Рис. 3. Несущий купол

Место наклейки розетки
Место наклейки розетки

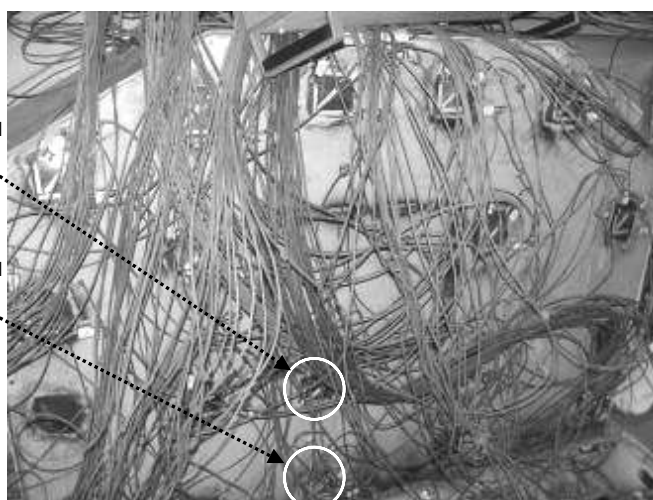


Рис. 4. Схема наклейки датчиков (розеток)

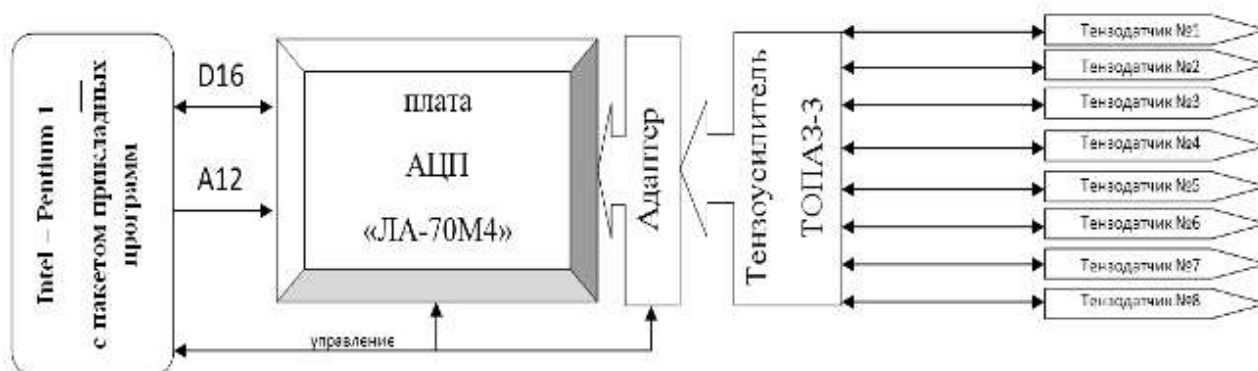


Рис. 5. Блок-схема тензометрического комплекса

С помощью данного тензометрического комплекса фиксировались амплитудные значения относительных деформаций, возникающие в несущей системе исследуемого объекта в ходе проведения динамических испытаний.

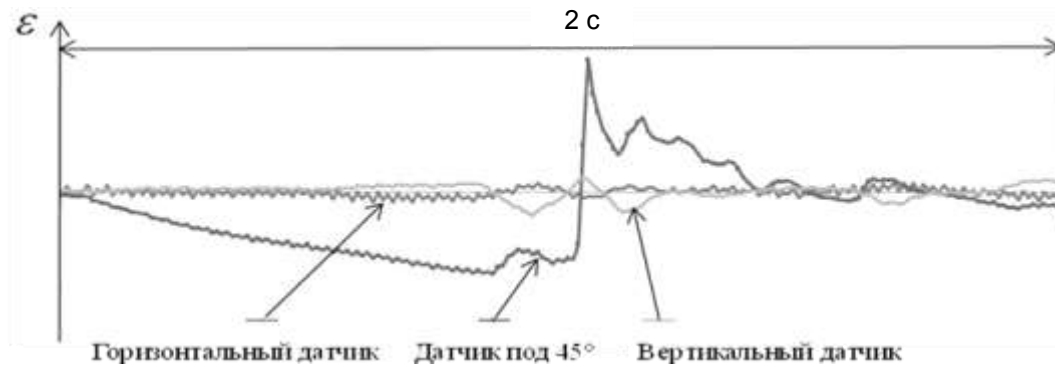


Рис. 6. Фрагмент записанного случайного процесса изменения величин амплитудных напряжений

Переменные значения относительной деформации тензодатчиков, записанные на жесткий диск персонального компьютера посредством платы сбора данных АЦП «ЛА-70М4», представляют собой записи случайных процессов (рис. 6).

В дальнейшем по записям величин деформаций в тензодатчиках розетки рассчитывались переменные касательные напряжения [6]

$$\tau = \frac{E}{(1+\mu)} \left(\varepsilon_{45} - \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} \right),$$

где τ – касательное напряжение; E – модуль упругости первого рода; μ – коэффициент Пуассона; ε_{45} – относительная упругая деформация под углом 45° ; ε_x – относительная упругая деформация вдоль оси X; ε_y – относительная упругая деформация вдоль оси Y.

Процессы изменения величин амплитудных напряжений σ_x , σ_y и τ приведены на рис. 7.

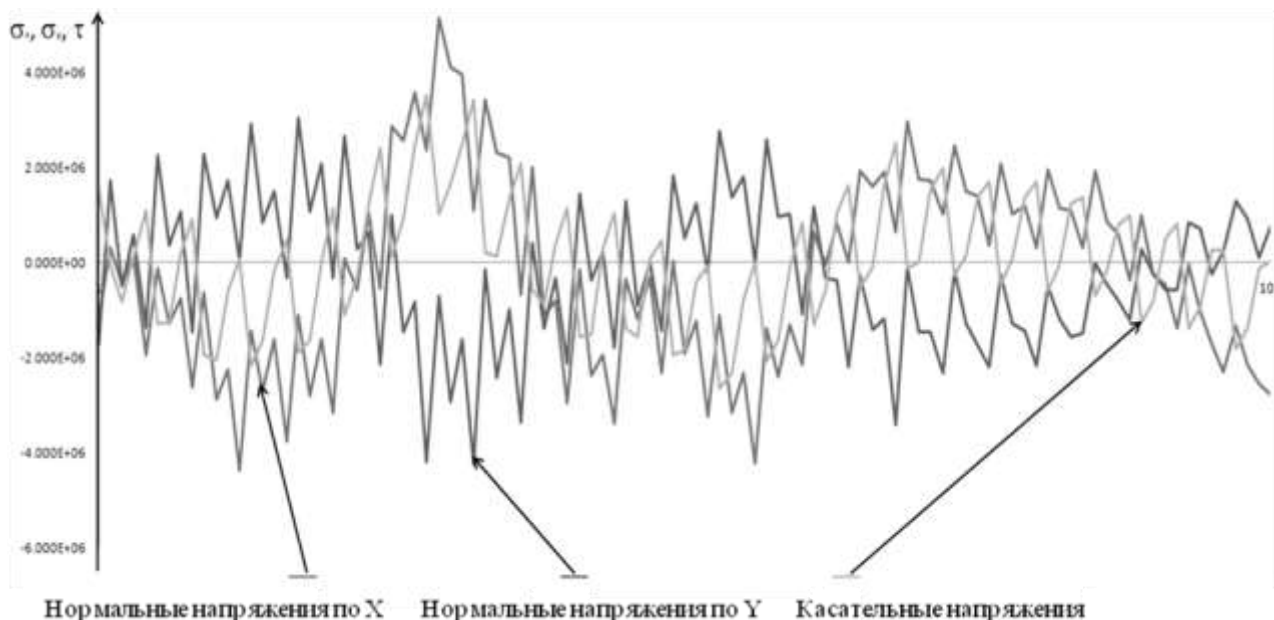


Рис. 7. Амплитудные напряжения σ_x , σ_y и τ

Полученные случайные процессы по нормальным и касательным напряжениям схематизировались методом полных циклов и по результатам обработки рассчитывались ресурсы конструкции только по нормальным напряжениям, и ресурсы по нормальным и касательным напряжениям.

Усталостная долговечность по нормальным амплитудным напряжениям рассчитана по зависимости [4]

$$\lambda_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1Д}^m \times N_G}{\sum \sigma_{ai} \geq \sigma_{-1Д} \sigma_{ai}^m \times v_{i\sigma}}$$

где λ_{σ} – усталостная долговечность; m – наклон левой ветви кривой усталости; $\sigma_{-1Д}$ – предел выносливости при симметричном цикле; N_G – абсцисса точки перелома кривой усталости; σ_{ai} – амплитудное напряжение, соответствующее i -му блоку нагружения; $v_{i\sigma}$ – число циклов в блоке нагружения.

Формула для расчета усталостной долговечности с учетом касательных амплитудных напряжений аналогична приведенной выше для λ_{σ} .

Медианная долговечность конструкции, учитывающая нормальные и касательные напряжения, имеет вид [4]

$$\lambda = \frac{\lambda_{\sigma} \times \lambda_{\tau}}{(\sqrt{\lambda_{\sigma}} + \sqrt{\lambda_{\tau}})^2}$$

По результатам оценки ресурса можно сделать следующие выводы:

- Уровень амплитудных касательных напряжений, полученных в результате эксперимента, находится в пределах одного порядка с нормальными напряжениями.
- Оценки величин ресурсов, выполненные по нормальным и касательным напряжениям, в 2-4 раза меньше оценок, полученных только по нормальным напряжениям.

С целью решения вопроса о методе оценки ресурса конструкции с учетом нормальных и касательных напряжений планируется в дальнейшем проведение полномасштабного эксперимента при различных соотношениях амплитудных нормальных и касательных напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриченко С.С. Расчет средней долговечности рам троллейбусов по результатам тензометрирования / С.С. Дмитриченко, В.Е. Боровских // Вестник машиностроения. 1975. № 9. С. 78-83.
2. Дмитриченко С.С. Параметры распределения эксплуатационного ресурса рам троллейбусов / С.С. Дмитриченко, В.Е. Боровских, А.Н. Солянов // Автомобильная промышленность. 1973. № 7. С. 23-29.
3. ГОСТ 25.101-83. Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистические представления результатов. М.: Изд-во стандартов, 1983. 29 с.
4. Когаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин: учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов. М.: Высшая школа, 1991. 319 с.
5. Электрические измерения неэлектрических величин / А.М. Туричин, П.В. Новицкий, Е.С. Левшина и др. Изд. 5-е, перераб. и доп. Л.: Энергия, 1975. 576 с.
6. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов / В.И. Феодосьев. М.: Наука, 1974. 560 с.

Лушников Станислав Юрьевич –

аспирант кафедры «Теория механизмов и детали машин»
Саратовского государственного технического университета

Боровских Валентин Ефимович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Теория механизмов и детали машин»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 17.07.07, принята к опубликованию 15.01.08

Т.В. Осипова

**О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ОПАСНОСТИ ГЛИССИРОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОГ В РАЙОНАХ
С ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ОСАДКОВ**

Проведен анализ влияния ведущих колес автомобиля на возможность возникновения процесса глиссирования. Представлена математическая модель риска возникновения глиссирования транспортных средств, которую рекомендуется применять при проектировании дорог в районах с высокой интенсивностью ливней.

T.V. Osipova

**NECESSITY OF CONSIDERATION OF DANGER
OF AUTOMOBILES AQUAPLANING AT THE ROAD DESIGN
IN THE AREAS OF HIGH RATE OF PRECIPITATION**

The article is an analysis of the influence of wheels on the process of gliding. The mathematical model of wheels aquaplaning risk is presented here which is recommended to use at a road design in the areas of high rate of rainfall.

Динамическое аквапланирование (глиссирование) представляет большую опасность [1, 2], так как при его возникновении сцепление передних колес легковых и легких грузовых автомобилей с покрытием отсутствует. Дорожно-транспортные происшествия при явлении аквапланирования, как правило, характеризуются тяжелыми последствиями. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только этот вид аквапланирования (глиссирования), как наиболее опасный.

В зависимости от того, какие колеса у автомобиля являются ведущими (задний или передний привод), процесс глиссирования происходит в разных режимах.

У автомобилей с задним приводом – в начальный момент динамического аквапланирования скорость вращения передних незаторможенных колес постепенно замедляется. Это замедление вращения происходит вследствие того, что под колесом отсутствует сцепление с твердым покрытием, а колесо, как уже отмечалось, не является ведущим. При этом вращение колес может полностью прекратиться. Всплывшие передние колеса остаются оторванными от поверхности покрытия, а задние (ведущие) колеса, вращаясь, продолжают разгонять автомобиль или поддерживать его движение с выбранной скоростью. При этом автомобиль становится неуправляемым.

У автомобилей с передним приводом – всплывшие передние колеса продолжают вращаться, разбрызгивая воду. Скорость автомобиля в процессе глиссирования снижается, так как задние колеса не являются приводными, а передние (приводные) колеса не имеют сцепления с твердым покрытием. Как снижение скорости, так и уменьшение толщины слоя жидкости под передними колесами приводит к снижению гидродинамического давления. Передние колеса автомобиля соприкасаются с поверхностью покрытия, и автомобиль на какое-то время становится управляемым. Если не снижается скорость движения, то возможно повторение процесса глиссирования.

У автомобилей с полным приводом – снижения скорости при глиссировании может не произойти, и поэтому автомобиль будет оставаться неуправляемым на всем участке возможного глиссирования, как автомобиль с задним приводом.

Как уже отмечалось, процесс глиссирования сопровождается всплытием передних колес легковых и легких грузовых автомобилей над поверхностью проезжей части. Это происходит в период выпадения осадков: во-первых, когда вода не успевает удаляться с поверхности дороги; во-вторых, на пониженных участках дорог, когда водоотводные сооружения не справляются с отводом поступившей на покрытие воды, в-третьих, на участках с просадками проезжей части, когда вода скапливается на покрытии, не имея возможности выхода на обочину.

Глиссирование автомобилей в весенний период времени может происходить в пределах вогнутых кривых продольного профиля, так как на обочинах снег и лед тают дольше, чем на покрытиях автомобильных дорог. В этот период днем под действием положительной температуры воздуха и солнечных лучей на покрытии дороги собирается вода. Снег и лед, лежащие на обочине, не позволяют воде покинуть покрытие в пределах вогнутой кривой продольного профиля. В теплое время суток появляется возможность глиссирования автомобилей. В ночное время вода на покрытии замерзает, образуется гололед, а утром происходит оттаивание льда и процесс глиссирования может возобновиться. Из вышесказанного следует, что учет опасности глиссирования автомобилей при проектировании дорог в районах с высокой интенсивностью осадков является необходимым.

Для определения возможности возникновения глиссирования разработана математическая модель [3, 6]:

$$r = 0,5 - \Phi \left[\frac{h_{кр} - h_{ср}}{\sqrt{\sigma_{h_{кр}}^2 + \sigma_{h_{ср}}^2}} \right], \quad (1)$$

где $h_{кр}$ – критическая глубина слоя жидкости на покрытии, мм; $h_{ср}$ – фактическая глубина слоя жидкости на покрытии, при которой определяется вероятность начала глиссирования со скоростью $V_{кр}$, мм; $\sigma_{h_{кр}}$ и $\sigma_{h_{ср}}$ – среднеквадратические отклонения соответственно параметров $h_{кр}$ и $h_{ср}$, мм.

Значения показателей в формуле риска $\sigma_{h_{кр}}$ и $\sigma_{h_{ср}}$ можно установить по зависимостям:

$$\sigma_{h_{кр}} = C_v^{кр} \cdot h_{кр}; \quad (2)$$

$$\sigma_{h_{ср}} = C_v \cdot h_{ср}, \quad (3)$$

где $C_v^{кр}$ – коэффициент вариации критической глубины слоя жидкости; C_v – то же, фактической глубины.

Критическую глубину слоя жидкости на данном участке покрытия устанавливаем по формуле:

$$h_{кр} = \frac{r_k}{2} \left[\frac{\pi \beta}{180} \right]^2 + \Delta, \quad (4)$$

где Δ – средняя высота выступов шероховатости, м; β – угол всплытия колеса (градусы); r'_k – радиус обжатого колеса, м, определяемый по зависимостям:

$$r'_k = \lambda \cdot r_k = (0,93-0,935) r_k \text{ – для шин низкого давления (легковые автомобили);}$$

$$r'_k = \lambda \cdot r_k = (0,945-0,95) r_k \text{ – для шин высокого давления (грузовые автомобили).}$$

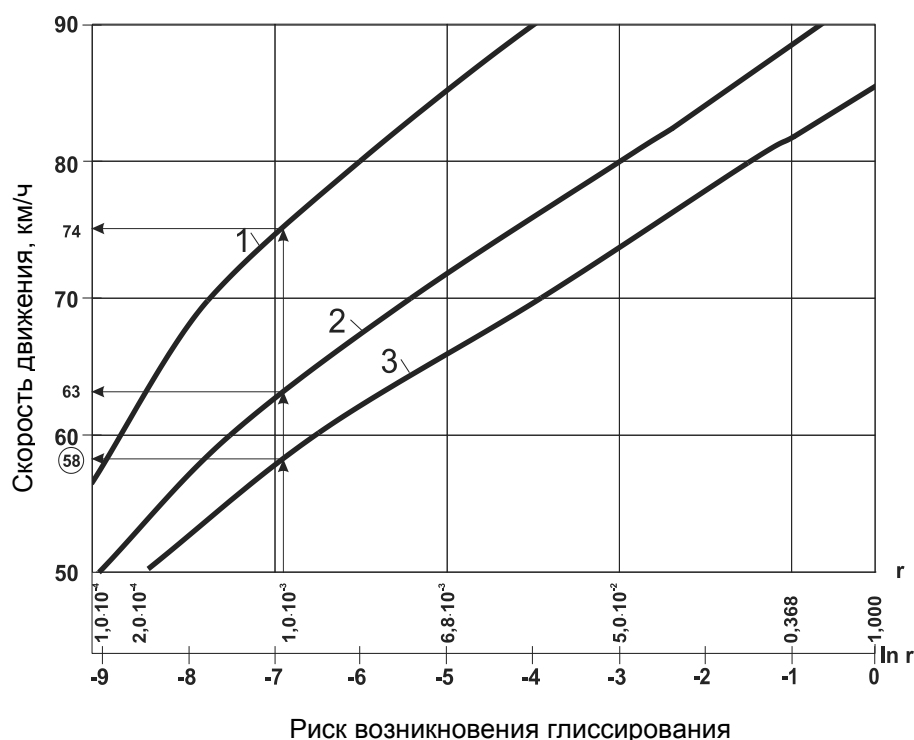
Здесь r_k – радиус свободного колеса, м.

Угол всплытия колеса определяем по зависимости:

$$\beta = \arcsin \frac{2P_{ш}}{\pi \cdot \rho V_{кр}^2}, \quad (5)$$

где $P_{ш}$ – давление воздуха в камере колеса, Па; ρ – плотность жидкости, кг/м³; V – начальная скорость глиссирования, м/с; π – принимается равным 3,14.

Используя эту модель, уже на стадии проектирования мы в состоянии оценить риск возникновения глиссирования автомобилей с учетом слоя воды, находящейся на покрытии дороги. Тип транспортных средств тоже оказывает существенное влияние на вероятность глиссирования. Наиболее часто в глиссирование вступают легковые автомобили [4, 5], и причем чем легче автомобиль, тем быстрее может возникнуть всплытие его передних колес. Это подтверждается зависимостями, показанными на рисунке.



Оценка возможности глиссирования и установка знака ограничения скорости движения на участке дороги: 1 – автомобили 3110; 2410 («Волга»); 2 – автомобили 2101-2107 («ВАЗ»); 3 – автомобиль «Ока»

Используя этот график, можно по величине допустимого риска (0,0001) [7] установить безопасную скорость движения по самому легкому автомобилю в составе транспортного потока. Самым легким автомобилем в составе легковых автомобилей, представленных на рисунке, является автомобиль марки «Ока». Поэтому допустимую скорость движения на данном участке следует устанавливать по автомобилю этой марки. Так, например, по данным рисунка можно рекомендовать в качестве ограничивающей скорости значение 55 км/ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения / А.П. Васильев. М.: Транспорт, 1986. 248 с.
2. Перевозников Б.Ф. Водоотвод с автомобильных дорог / Б.Ф. Перевозников. М.: Транспорт, 1982. 190 с.
3. Осипова Т.В. Законы распределения скоростей свободного движения автомобилей на участках возможного глиссирования / Т.В. Осипова // Повышение эффективности эксплуатации транспорта: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2003. С. 190-193.

4. Осипова Т.В. Методика измерения глубин воды на покрытии и законы распределения глубин на участках возможного глиссирования / Т.В. Осипова // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2004. С. 102-111.

5. Осипова Т.В. Определение риска возникновения глиссирования автомобиля на мокром покрытии в зависимости от толщины пленки жидкости / Т.В. Осипова // Проблемы транспортного строительства и транспорта: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 1997. С. 43-45.

6. Столяров В.В. Определение скорости глиссирования автомобиля на мокром покрытии / В.В. Столяров, Т.В. Осипова // Эксплуатация современного транспорта: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 1997. С. 155-159.

7. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска: в 2 ч. / В.В. Столяров. Саратов: СГТУ, 1994. I ч. – 184 с.; II ч. – 232 с.

Осипова Татьяна Викторовна –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство дорог и организация движения» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 02.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.114

В.М. Седёлкин, В.Н. Сопляченко, В.А. Гордеев

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ ВАТЫ В ШОКОЛАДНОЙ ГЛАЗУРИ

Исследована устойчивость структуры нового вида кондитерского изделия к воздействиям механических нагрузок на стадии изготовления и хранения.

V.M. Sedelkin, V.N. Sopolyachenko, V.A. Gordeev

TECHNOLOGICAL PARAMETERS RESEARCH OF CANDY FLOSS PRODUCTION IN CHOCOLATE GLAZE

The article researches the influence of mechanical loads to the structural stability of the new kind of confectionary at production and storage stages.

Основным направлением развития перерабатывающей индустрии на современном этапе является обеспечение населения качественно новыми пищевыми продуктами, способствующими сохранению и улучшению здоровья человека с учетом его физического состояния и возраста. В этой связи создание нового ассортимента кондитерских изделий на основе сахарной ваты весьма актуально.

Кондитерские изделия не относятся к продукции первой необходимости и не входят в состав «продуктовой корзины», однако являются излюбленными продуктами питания, пользующимися постоянно растущим спросом населения, особенно детей дошкольного и школьного возраста. В отличие от большинства пищевых продуктов они поступают к потребителю, как правило, в мелкоштучной упаковке единичным изделием (массой от 6 г). Предлагаемое кондитерское изделие содержит известные ингредиенты: начинку на основе сахара и шоколадную глазурь. Вкусовые качества достигаются особой переработкой, позволяющей глазировать сахар низкой плотности. Плотность начинки составляет 60-90 кг/м³.

Анализ литературных источников, а также отечественный и зарубежный опыт получения кондитерских изделий подтвердили необходимость создания технологии изготовления нового кондитерского изделия на основе сахарной ваты.

Цель исследования – установить максимально допустимые воздействия нагрузок на сахаристое кондитерское изделие.

Исследование проводилось на сахаристом кондитерском изделии, представляющем собой шоколадные конфеты, которые имеют полусферический корпус на основе сахара низкой плотности (60 кг/м³) и слой шоколадной глазури толщиной 0,5 мм. Исследовалась устой-

чивость корпуса конфет к сохранению формы и размеров под воздействием нагрузок во время изготовления и хранения.

Под воздействием внешних факторов (температуры и влажности) происходит усадка корпуса и потеря формы и внешнего вида конфет. Это связано с тем, что сахар обладает высокой гигроскопичностью, а низкая плотность обуславливает развитую поверхность отдельных волокон. Все это делает корпус конфет подверженным усадке. Для установления максимально допустимых нагрузок на устойчивость структуры корпусов конфет в процессе производства были изготовлены две партии конфет с разной плотностью начинки и с разной толщиной шоколадной глазури.

Метод определения механической прочности основан на сжатии испытуемого образца с определенной скоростью деформирования для определения показателя прочности при сжатии (σ , Н); σ – сжимающая нагрузка, при которой разрушается образец. Испытание проводили на сжимающей машине марки НР 5046-5 № 85 модель П4-7 (ГОСТ 7855-84).

Данные испытаний приведены в таблице.

Результаты исследования воздействия сжимающей нагрузки на изделие

Масса изделия с толщиной шоколада 2 мм	Сжимающая нагрузка σ , Н	Масса изделия с толщиной шоколада 0,5 мм	Сжимающая нагрузка σ , Н
2,64	11	5,88	25
4,1	13	6,22	14
5,05	16	7,5	20
6,59	18	8,49	19
7,88	25	8,63	36
8,19	20	10,18	27
8,48	17	10,57	45
8,52	26	11,56	21
9,35	22	12,52	30
9,49	25	12,6	29
11,34	36	13,15	17
13,4	25		

По данным таблицы построены графические зависимости сжимающей нагрузки от массы изделия (рис. 1, 2).

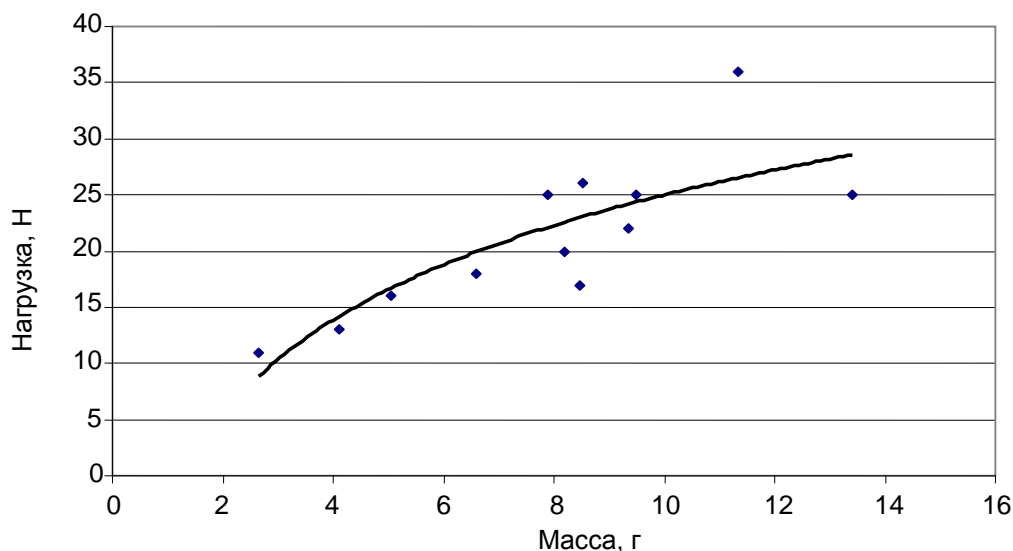


Рис. 1. Зависимость допустимой сжимающей нагрузки от массы изделия с толщиной шоколада 2 мм

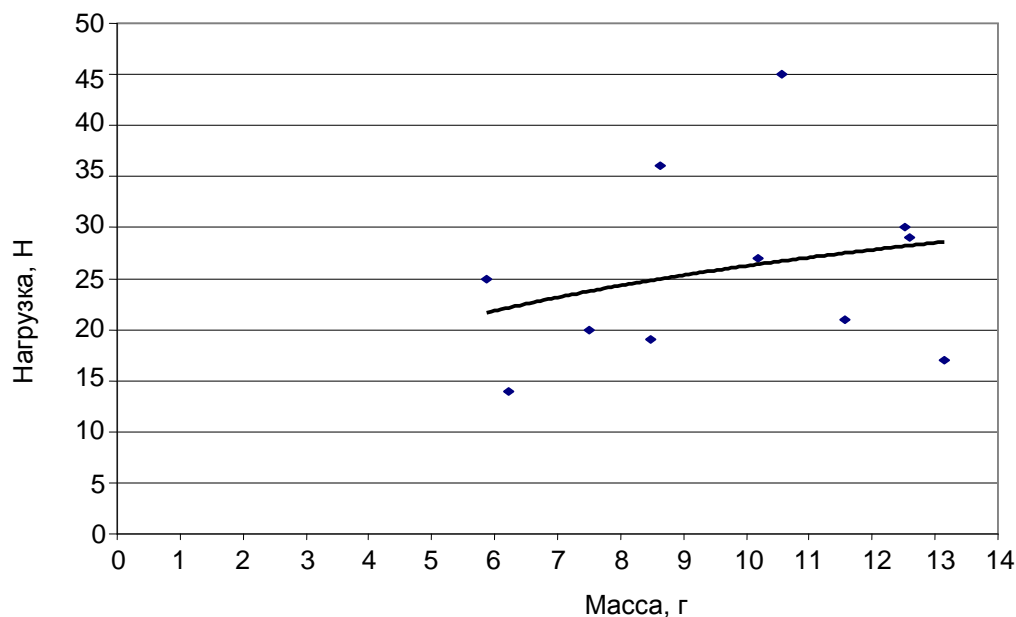


Рис. 2. Зависимость допустимой сжимающей нагрузки от массы изделия с толщиной шоколада 0,5 мм

В результате экспериментальных исследований было установлено, что максимальное допустимое значение нагрузки, обеспечивающей целостность шоколадной глазури на стадии изготовления, не должно превышать 26-30 Н.

Слой шоколадной глазури дает дополнительную прочность при транспортировке и упаковке изделия. Также слой шоколада увеличивает сроки хранения изделия. В процессе исследования было установлено, что толщина шоколада влияет на прочностные свойства изделия. Чем толще слой, тем менее пластично изделие. Тонкий слой шоколада при нагрузке раскалывался на мелкие кусочки, а слой с толщиной 2 мм трескался на крупные части. На основе результатов проведенных исследований разработаны технические условия на сахаристое кондитерское изделие в шоколадной глазури.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова Л.М. Развитие технологических систем кондитерской промышленности. Кн. 2: Сахаристые кондитерские изделия / Л.М. Аксенова. М.: Пищепромиздат, 2003. 125 с.
2. Игнатъев М.Б. XI съезд товаропроизводителей пищевой и перерабатывающей промышленности / М.Б. Игнатъев // Пищевая промышленность. 2007. № 6. С. 65-69.

Седелкин Валентин Михайлович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»
Энгельсского технологического института (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Сопляченко Вячеслав Николаевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»
Энгельсского технологического института (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Гордеев Валентин Анатольевич –

аспирант кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»
Энгельсского технологического института (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 11.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.793

А.П. Усачев, Л.П. Непран, В.А. Парамонов, А.Ю. Фролов, А.В. Рулев

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА
МНОГОЦЕЛЕВОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА
БЛОКИРУЮЩЕГО ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА**

На основе предложенного системного метода разработки сложных технических устройств выявлены целевые функции, определены и сведены к минимуму негативные факторы и связанные с ними риски, влияющие на устройство и целевые функции, разработан многоцелевой роботизированный комплекс упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза. Предложенное устройство позволяет сократить: продолжительность периода нарушения опороспособности в 3 раза, продолжительность проведения операции в 4,5 раза, количество препаратов для общей анестезии в 2,5 раза, рентгеноисследования в 2,3 раза.

A.P. Usachev, L.P. Nepran, V.A. Paramonov, A.Yu. Frolov, A.V. Rulev

**THE SYSTEM ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF MULTI-PURPOSE
ROBOTIZED COMPLEX BLOCKING INTRAMEDULLAR OSTEOSYNTHESIS**

On basis of the offered system method by development complex clinic technical criterion functions are revealed here, negative factors and risks connected with influencing the device and criterion functions are defined and brought to minimum, multi-purpose robotized complexes are strengthened blocking intramedullary osteosynthesis is developed. The offered device allows to reduce: duration of the period of infringement of ability support 3 times, duration carrying out operation 4.5 times, quantity preparations for general anesthesia 2.5 times, x-rays researches 2.3 times.

В настоящее время уровень развития хирургической медицинской техники и в частности хирургического оборудования и инструментария в травматологии и ортопедии конечностей, используемого в мировой и отечественной хирургической практике, является неудовлетворительным и не соответствующим темпам развития в других отраслях техники.

В то же время, результаты статистических исследований показывают, что удельный вес травм, связанных с переломом конечностей, в России продолжает оставаться высоким и имеет тенденцию к росту.

В значительной мере это обуславливается частой сменой оттепелей и похолоданий с обледенением автомобильных и пешеходных путепроводов, неудовлетворительным состоянием дорожных покрытий в эти периоды времени. Неумеренное употребление алкоголя и веществ, нарушающих работу вестибулярного аппарата, с одной стороны, и остеопорозное снижение прочности костей скелета у значительной части населения, с другой стороны, резко усугубляют данную проблему. Особенно участились случаи тяжелого перелома длинных костей конечностей, связанных со значительным смещением костных отломков. Следует отметить, что у жителей России процент травм, связанных с переломом длинных костей, значительно выше по сравнению с жителями Западной Европы, США, Японии, других стран с преимущественно положительными температурами зимнего периода времени. Прогнозные оценки не обещают серьезного улучшения сложившейся ситуации, поскольку обстоятель-

ства, обуславливающие высокий уровень травматизма и повреждения основных скелетных костей, во многом являются форс-мажорными, связанными с погодными условиями, нарушением экологического баланса, как для настоящего времени, так и на близлежащую перспективу. Подтверждением этому является повышенный по сравнению со США уровень травматизма конечностей в Канаде, наиболее схожей с Россией по климатическим условиям, но выгодно отличающейся по состоянию автодорожных и пешеходных покрытий, а также наличием высокоразвитой сети дорожных служб, отвечающих за хорошее состояние дорожных покрытий, в том числе и за предотвращение образования наледей.

Высокий уровень травматизма, связанный с переломами длинных костей конечностей, предопределяет необходимость создания эффективного малотравмирующего хирургического инструментария, способного: предотвратить внешние проявления результатов операции в виде фиксирующих колец и спиц (стержней); свести к минимуму период нарушения опороспособности и продолжительность проведения операции, а также негативные воздействия на пациента при проведении операций.

Существующие методы хирургического лечения переломов длинных костей конечностей характеризуются значительной продолжительностью проведения операции, наличием внешних проявлений ее результатов в виде фиксирующих колец и стержней, длительной госпитализацией пациента, высокой величиной лучевой нагрузки и значительным количеством препаратов для общей анестезии.

Теоретические предпосылки создания новых сложных устройств на базе системного подхода изложены в работах [1-4].

Рассмотрим более подробно основные положения системного подхода при разработке нового хирургического оборудования и инструментария в травматологии и ортопедии.

1. Характеристика объекта и цель разработки.

Вначале определяется объект разработки, в качестве которого принимается устройство для хирургического лечения переломов длинных костей конечностей (ДКК), осуществляемое в настоящее время методами внеочагового и погружного остеосинтеза.

Устройства внеочагового остеосинтеза, например предложенные Г.А. Илизаровым, фиксируют длинные кости конечностей с помощью спиц, проведенных поперечно через кость и кольца, соединенные между собой с внешней стороны конечности.

Устройства погружного остеосинтеза фиксируют длинные кости конечностей с помощью:

- 1) интрамедуллярного продольного стержня (ИПС), расположенного внутри трубчатой кости при отсутствии элементов его крепления с костными отломками;
- 2) продольной несущей пластины, расположенной на боковой поверхности трубчатой кости, и соединенных с ней и костью поперечных фиксирующих винтов;
- 3) интрамедуллярного продольного стержня (расположенного внутри трубчатой кости) и одного-четырех, соединенных с ним и костью блокирующих поперечных стержней (БПС); в этом случае конкретным названием этого типа погружного остеосинтеза является «блокирующий интрамедуллярный остеосинтез» (БИО).

По отношению к рассматриваемому объекту поставлены цели по минимизации:

- 1) периода нарушения опороспособности пациента;
- 2) сроков проведения операции;
- 3) негативных воздействий на пациента при проведении операции.

2. Выделение устройства в отдельную систему с установлением ее границ и выявлением структуры. Разработка структурной схемы внеочагового или погружного остеосинтеза осуществляется как отдельной системы, т.е. совокупности элементов, объединенных одной общей для всех элементов целью (одним назначением). Например, устройство блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, состоящее из несущего интрамедуллярного стержня (расположенного внутри трубчатой кости), соединенных с ним и костью четырех

поперечных фиксирующих стержней, направляющих элементов, сверла, скальпеля, узлов сопоставления костных отломков, элементов рентгенографического контроля основных этапов операции объединено одной общей для всех указанных элементов целью, – обеспечение точного сопоставления и фиксации костных отломков.

Затем устанавливаются связи между отдельными элементами этой системы и ее границы. Границами аппарата интрамедуллярного остеосинтеза как системы являются входные и выходные внешние связи, наружные поверхности оболочки, в которую заключено данное устройство.

3. Выявление и анализ известных аналогов. Выбор прототипа. В качестве аналогов (т.е. аппаратов такого же назначения) приняты различные варианты устройств внеочагового и интрамедуллярного остеосинтеза (см. пункт 1). В качестве прототипа [5], т.е. наиболее близкого по физической сущности из числа аналогов) выбрано устройство блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза – БИО, содержащее согласно патенту продольный несущий стержень (расположен внутри трубчатой кости) с резьбовыми отверстиями, соединенные с ним и костью поперечные резьбовые стержни в количестве до четырех, направитель для установки поперечных резьбовых стержней, сверло для выполнения отверстий в кости для прохода через нее продольного несущего стержня и поперечных резьбовых стержней [патент]. Достоинствами метода БИО по сравнению с аналогами, описанными в пункте 1, являются:

1) отсутствие внешних проявлений результатов операции в виде фиксирующих колец и стержней, как в методе Г.А. Илизарова;

2) более высокая прочность соединения костных отломков по сравнению с методами, основанными: на введении ИПС при отсутствии элементов его крепления с костными отломками; на соединении костных отломков с помощью продольной пластины и соединенных с ней и костью поперечных фиксирующих винтов.

Основными недостатками прототипа являются недостаточная прочность соединения костных отломков из-за недостаточных: прочности и жесткости ИПС; жесткости мест соединения поперечных резьбовых стержней с ИПС и с отломками кости и, как следствие, значительный период нарушения опороспособности с момента окончания операции. Так, по данным клинической практики, период нарушения опороспособности с момента окончания операции составляет в среднем при переломах без образования осколков 12 суток, а при оскольчатых переломах 60-90 суток.

Кроме этого имеют место:

1) значительная продолжительность операции, особенно при увеличении количества поперечных резьбовых стержней до четырех, поскольку каждый из них устанавливается хирургом последовательно, сначала один, затем второй, третий, четвертый;

2) высокая лучевая нагрузка на пациента и хирурга, значительные количества анестезирующих препаратов для общей анестезии, повышенные объемы кровопотерь, поскольку установка до четырех поперечных резьбовых стержней и сверление отверстий в кости для них осуществляется последовательно (не одновременно) с низкой точностью.

4. Выбор целевых функций, дающих математическое описание целей разработки. Определение характера экстремума целевой функции (max, min).

При выборе следует руководствоваться тем, что целевые функции должны обеспечивать полное математическое описание целей разработки для выбранного аппарата БИО и возможность определения величины экстремума, к которой они должны стремиться.

4.1. Целевая функция, описывающая минимизацию периода нарушения опороспособности, с момента окончания операции методом БИО:

$$\tau_{o/c} = f \{P_1, P_2, P_3, P_4, F_M, F_K\} \rightarrow \tau_{o/c. \min}, \quad (1)$$

где P_1 – параметр, характеризующий прочность на сжатие, изгиб и кручение продольного интрамедуллярного стержня; P_2 – параметр, характеризующий прочность каждого поперечного блокирующего стержня; P_3 – параметр, характеризующий прочность соединения каждого поперечного блокирующего стержня и продольного интрамедуллярного стержня; P_4 –

параметр, характеризующий прочность соединения каждого поперечного блокирующего стержня и костных отломков; F_m, F_k – соответственно параметры, характеризующие степень травмированности мягкой и костной тканей.

4.2. Целевая функция, описывающая условия минимизации продолжительности операции методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза:

$$\tau = \sum_{n=1}^N \tau_n \rightarrow \tau_{\min}; \quad \tau_n = \overline{1, \tau_n}, \quad (2)$$

где n – количество этапов операции (сопоставление отломков, установка продольного стержня, установка каждого из поперечных стержней), $n = 1, 2, \dots, N$, шт.; τ_n – время проведения n -го этапа операции, с.

4.3. Целевые функции, описывающие негативные воздействия на пациента при проведении операций методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, стремящиеся к следующим минимально возможным (или к каким-то заданным) на данном этапе развития медицины значениям:

1) Количество рентгеноисследований

$$J = \sum_{n=1}^N j_n \rightarrow J_{\min}, \quad (3)$$

где J, J_{\min} – соответственно фактические и минимально возможные количества рентгеноисследований, шт.; n – количество этапов операции (сопоставление отломков, установка продольного стержня или пластины, установка каждого из поперечных стержней), для которых делаются рентгеновские снимки, $1, 2, \dots, N$, шт.; j_n – количество рентгеноисследований в течение n -го этапа операции, шт.

2) Количество препаратов при общей анестезии

$$G_z = g_z \cdot \eta_{\tau_z} \rightarrow G_{\min}, \quad \tau_z = \overline{1, \tau_z}, \quad (4)$$

где z – номер препарата, применяемого при общей анестезии, $z = 1, 2, 3, \dots, Z$; G_z, G_{\min} – соответственно фактические и минимально возможные количества z -го препарата для общей анестезии, мл; g_z – количество z -го препарата для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью до 0,6-0,8 ч, мл; η_{τ} – коэффициент, учитывающий увеличение количества препарата для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью более 0,6-0,8 ч.

5. Выявление, анализ и структурирование параметров, оказывающих влияние на целевые функции. Выявление и анализ параметров осуществлялся совместно с составлением развернутых выражений целевых функций для прототипа аппарата БИО, приведенных в пункте 4.

Все выявленные параметры, влияющие на достижение поставленных целей, т.е. на экстремумы целевых функций, показаны на рис. 1-3 в виде структурных схем. Из рис. 1-3 видно, что на целевые функции оказывают влияние следующие параметры: $P_1, P_2, P_3, P_4, F_m, F_k, n, j_n, \tau_n, g_z, \eta_{\tau}$.

6. Определение значений целевых функций для прототипа.

6.1. Вычисление значения целевых функций $\tau_{o/c}, \tau, J, G$ по формулам (1)-(4) для прототипа при их движении к минимальным величинам $\tau_{o/c, \min}, \tau_{\min}, J_{\min}, G_{\min}$ осуществляется при паспортных значениях (п) параметров $\tau_{o/c, п}, \tau_{n, п}, n_{п}, j_{n, п}, g_z, \eta_{t, п}, t_{z, п}, F_{m, п}, F_{k, п}, P_{1, п}, P_{2, п}, P_{3, п}, P_{4, п}$.

6.2. Продолжительность периода нарушения опороспособности с момента окончания операции методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза для принятого прототипа согласно результатам клинических наблюдений составляет в среднем:

- при поперечных переломах без образования осколков $\tau_{o/c} = 12$ суток;
- при оскольчатых переломах $\tau_{o/c} = 60-90$ суток.

Значительная продолжительность периода нарушения опороспособности обуславливается недостаточной прочностью продольного и поперечных стержней, а также недостаточной прочностью соединения каждого поперечного блокирующего стержня с продольным интрамедуллярным стержнем и костными отломками.



Рис. 1. Структурная схема факторов, влияющих на продолжительность периода нарушения опороспособности пациента после проведения операции методом блокирующего остеосинтеза

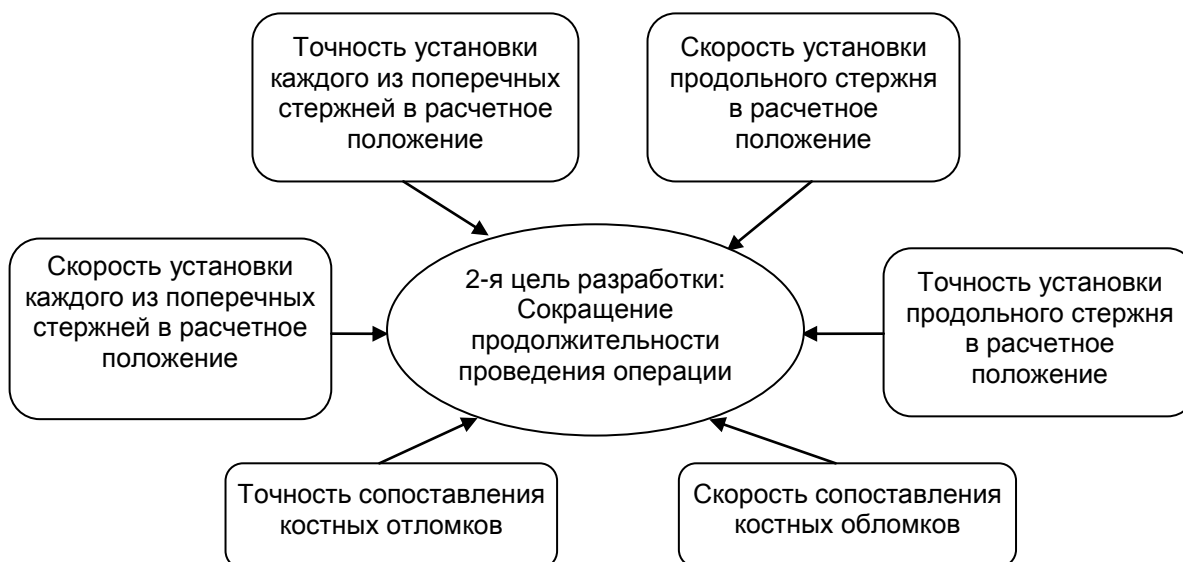


Рис. 2. Структурная схема факторов, влияющих на продолжительность проведения очередной операции методом блокирующего остеосинтеза

6.3. Суммарная продолжительность проведения операции по (2) составит:

$$\tau = \sum_{n=1}^N \tau_n = \tau_{n=1} + \tau_{n=2} + \sum_{n=3}^{n=6} \tau_{n.б} = 40 + 70 + \sum_{n=3}^{n=6} 17 = 178 \text{ мин.} = 3,0 \text{ ч.}$$

Здесь для первого этапа ($n = 1$ – сопоставление отломков) паспортная продолжительность этапа составляет $\tau_{n,n=1}=40$ мин; для $n = 2$ (установка продольного интрамедуллярного стержня) $\tau_{n,n=2}=70$ мин; для $n = 3, 4, 5, 6$ (установка каждого из четырех поперечных блокирующих стержней в последовательном порядке) $\tau_{n,6}= 17$ мин.

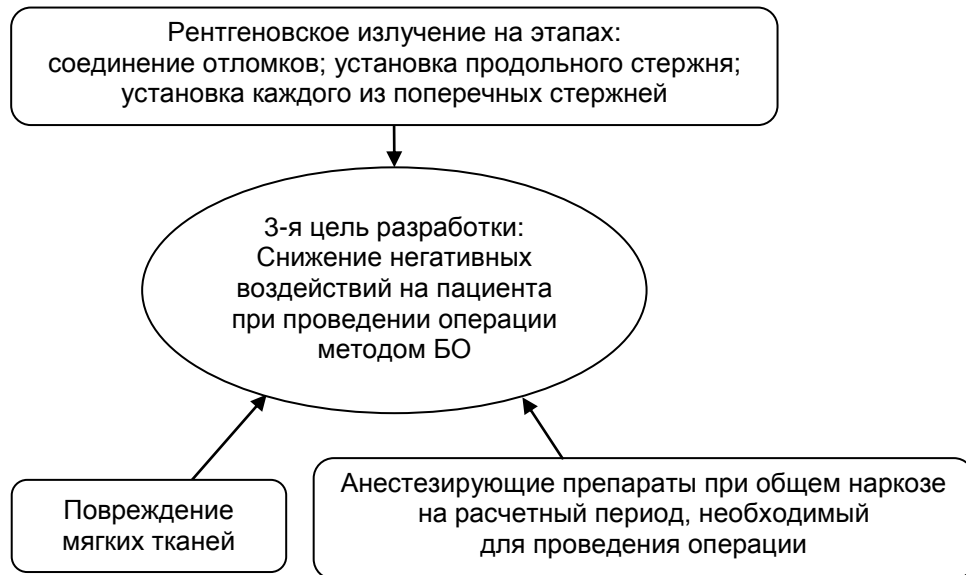


Рис. 3. Структурная схема негативных воздействий на пациента при проведении операции методом блокирующего остеосинтеза

6.4. Количественные характеристики целевых функций, описывающих негативные воздействия на пациента при проведении операций методом блокирующего остеосинтеза, определяются согласно формулам (3)-(4).

6.4.1. Количество рентгеноисследований

$$J = \sum_{n=1}^N j_n = j_{n=1} + j_{n=2} + j_{n=3} = 2 + 1 + 4 = 7 .$$

Здесь для первого этапа ($n=1$ – сопоставление отломков) количество рентгеноисследований составляет $j_{n=1}=2$; для $n=2$ (установка продольного интрамедуллярного стержня) $j_{n=2} = 1$; $n = 3$ (установка каждого из четырех поперечных блокирующих стержней в последовательном порядке) $j_{n=3} = 4$.

6.4.2. Количество препаратов для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью 3,0 ч:

$$G_{z=1} = g_{z=1} \cdot \eta_{\tau_z} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ мл}; \quad G_{z=2} = g_{z=2} \cdot \eta_{\tau_z} = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мл}; \quad G_{z=3} = g_{z=3} \cdot \eta_{\tau_z} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ мл};$$

$$G_{z=4} = g_{z=4} \cdot \eta_{\tau_z} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ мл}; \quad G_{z=5} = g_{z=5} \cdot \eta_{\tau_z} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ мл}.$$

Здесь $z = 1$ – кетамин 0,005%; $z = 2$ – фентанил 5%; $z = 3$ – ардуан; $z = 4$ – реланиум 0,5%; и $z = 5$ – листенон; количество препаратов для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью до 0,6-0,8 ч: $g_{z=1} = 2$ мл; $g_{z=2} = 4$ мл; $g_{z=3} = 2$ мл; $g_{z=4} = 4$ мл; $g_{z=5} = 100$ мл; коэффициент, учитывающий увеличение количества препаратов для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью более 0,6-0,8 ч: $\eta_{z=1}=3$; $\eta_{z=2}=2$; $\eta_{z=3}=3$; $\eta_{z=4}=1$; $\eta_{z=5}=1$.

Последовательность применения основных положений системного подхода при создании нового аппарата блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, уменьшающего период нарушения опороспособности, суммарную продолжительность проведения операции и негативные воздействия на пациента, приведена на схеме (рис. 4).

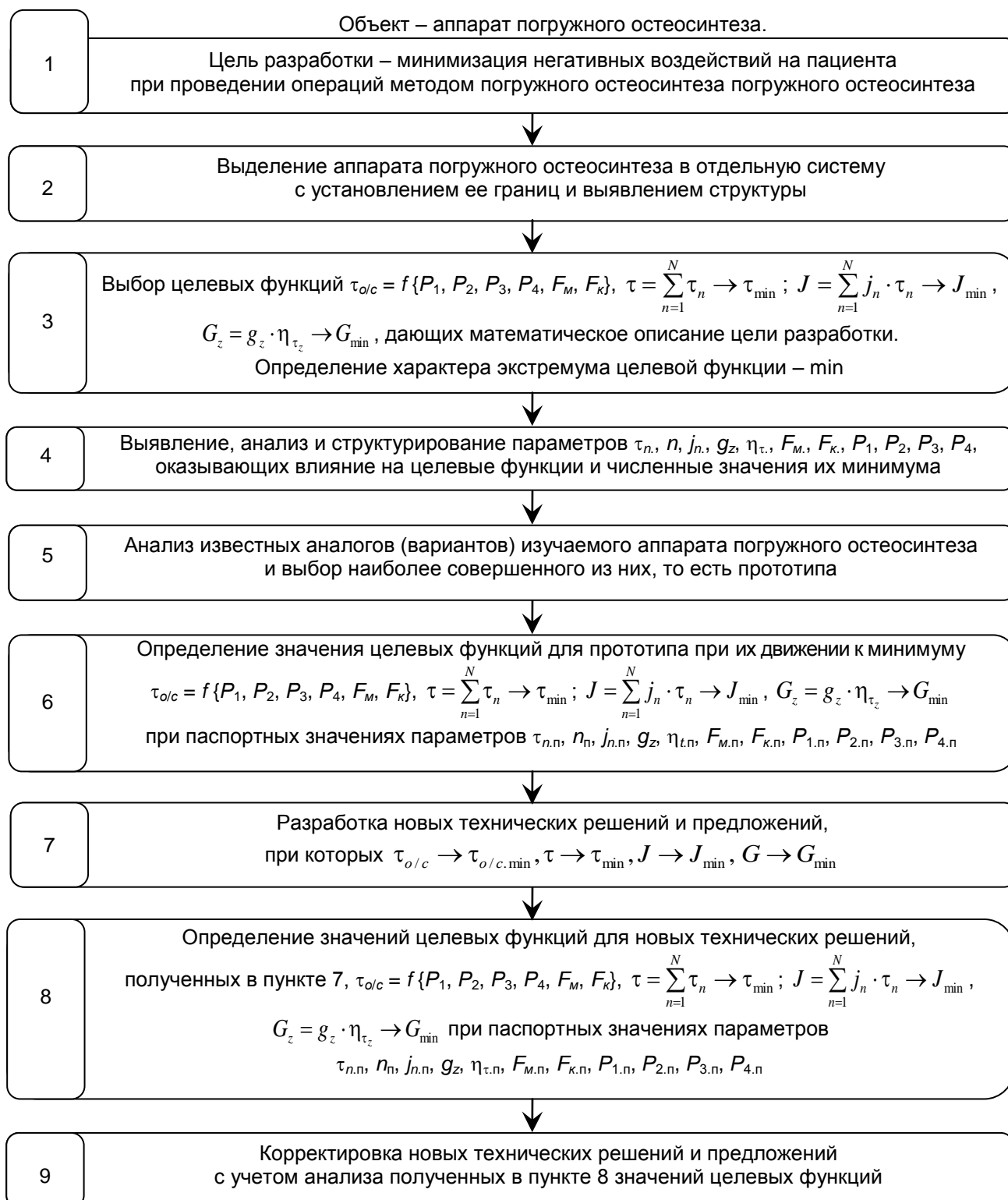


Рис. 4. Последовательность системной разработки многоцелевого роботизированного комплекса упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза с минимально возможным значением целевых функций

7. Разработка новых технических решений, при которых $\tau_{o/c} \rightarrow \tau_{o/c.min}, \tau \rightarrow \tau_{min}, J \rightarrow J_{min}, G \rightarrow G_{min}$.

С целью сокращения периода нарушения опороспособности с момента окончания операции, суммарной продолжительности проведения операции, уменьшения значений целевых функций, описывающих негативные воздействия на пациента, согласно разработанному методу был предложен многоцелевой роботизированный комплекс (МРК) упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза (УБИО).

Под упрочненным БИО следует понимать метод блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, в котором достигается увеличение прочности укрепления костных отломков до значений, позволяющих пациенту осуществлять свободное передвижение: при обычных переломах на четвертый день после операции, а при оскольчатых переломах на двенадцатый день после операции без риска нарушить нормальный процесс сращения в месте перелома.

Сокращение периода нарушения опороспособности пациента с момента окончания операции достигается путем достижения максимально возможной прочности конструкции, фиксирующей костные отломки (КО), за счет того, что, согласно положительному решению от 19.01.2008 г. по заявке № 2006139100 и [5], ИПС имеет восемь резьбовых каналов и изогнут по радиусу, соответствующему радиусу изгиба внутреннего контура кортикального слоя длинных костей конечностей с увеличением за счет этого его поперечного сечения и, как следствие, прочности и жесткости. Одновременно увеличено до восьми количество поперечных фиксирующих резьбовых стержней, что позволяет значительно увеличить прочность их соединения с ИПС и КО, поскольку ИПС и КО надежно блокируются по концам четырьмя блокирующими поперечными резьбовыми стержнями (БПРС) (по два БПРС с каждого конца, расположенных под углом друг к другу) и четырьмя БПРС (по два ПФС с каждого КО, расположенных под углом друг к другу) в месте перелома. Значительное увеличение прочности конструкции, фиксирующей костные отломки, позволит значительно сократить период госпитализации и нетрудоспособности пациента, особенно при тяжелых оскольчатых формах переломов ДКК.

МРК УБИО содержит (рис. 5, а): несущую раму 1, регулируемые по высоте с возможностью продольного перемещения стойки 2, с закрепленными на них направляющими элементами 3, имеющий возможность присоединения к одному из направляющих элементов 3 многофункциональный автоматизированный аппарат (МАО) 4 по установке интрамедуллярного продольного стержня 5, присоединенный к другим направляющим элементам комплекта из восьми многофункциональных автоматизированных аппаратов 6 (рис. 5, а) и (рис. 5, б), по блокировке двух костных отломков 7 с местом оскольчатого перелома 8, продольный несущий стержень 5 (располагается внутри трубчатой кости 7) с резьбовыми отверстиями 9, соединяемые с ним и костью блокирующие поперечные резьбовые стержни 10, гидравлическую систему 11, обеспечивающую перемещение аппаратов 4,6 и направляющих элементов 2, 3, систему автоматического управления 12 работой аппарата 4, восемь многоцелевых автоматизированных аппаратов 6, направляющих элементов 2, 3.

Все этапы проведения операции осуществляются в автоматизированном режиме.

Операцию УБИО осуществляют под общей анестезией.

Многоцелевой роботизированный комплекс блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза функционирует следующим образом.

На первом этапе операции производят установку МАО 6 на костные отломки 7 с последующим их сопоставлением.

Второй этап проведения операции осуществляется в автоматизированном режиме с помощью аппарата 4 по установке интрамедуллярного продольного стержня 5, который устанавливается напротив места ввода в кость 7. Основным инструментом аппарата 5 является сверло с гибким приводом, расположенным в направляющей втулке. Направляющую втулку изгибают согласно рентгенограмме по радиусу, соответствующему радиусу изгиба

внутреннего контура кортикального слоя кости 7. Затем в полученное отверстие вводят интрамедуллярный продольный стержень 5, предварительно изогнутый согласно радиусу изгиба внутреннего контура кортикального слоя кости 7.

После установки ИПС 5 (рис. 5) его конец соединяют неподвижно с несущей рамой 1 посредством специального направителя.

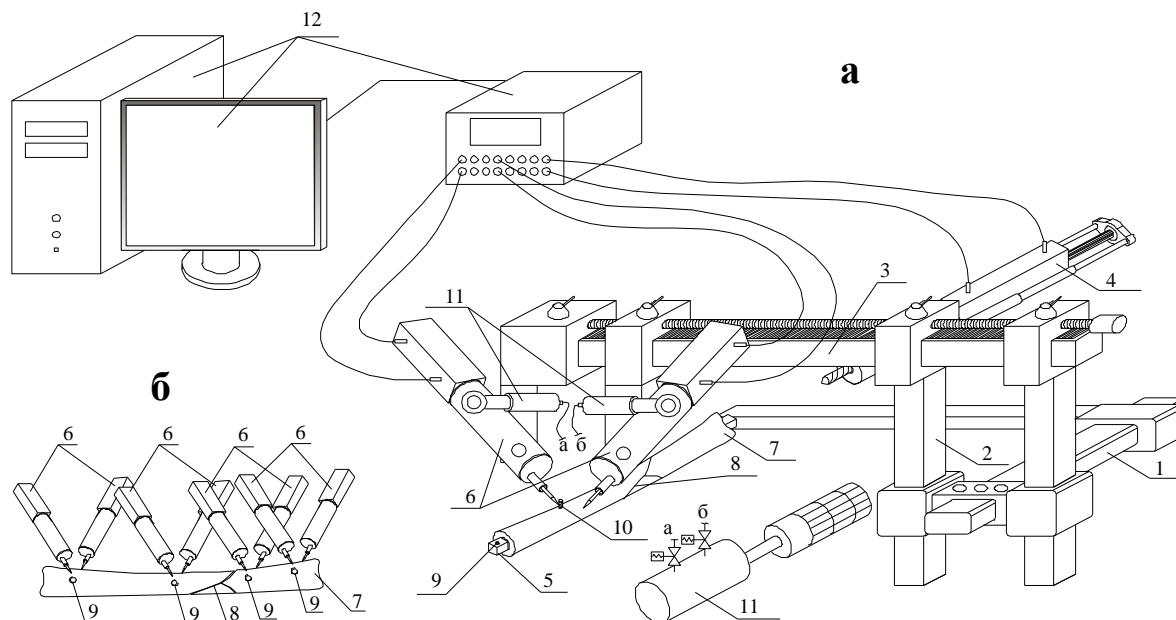


Рис. 5. Схема роботизированного комплекса: а – схема многоцелевого роботизированного комплекса блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза; б – схема размещения на ДКК восьми автоматизированных аппаратов по установке поперечных блокирующих стержней

Возможность выполнения аппаратом 4 всех необходимых действий в автоматизированном режиме обеспечивает сокращение времени проведения второго этапа операции, уменьшает количество анестезирующих препаратов, тем самым снижая их негативное воздействие.

Третий этап проведения операции осуществляется в автоматизированном режиме с помощью комплекта из восьми многофункциональных автоматизированных аппаратов 6, которые одновременно устанавливаются каждый напротив своего отверстия 9 в интрамедуллярном продольном стержне 5, уже находящемся в трубчатой кости.

Каждый из восьми аппаратов 6 (рис. 6) выполнен как устройство револьверного типа, содержит цилиндрический корпус с вращающимся барабаном, внутри которого закреплен набор хирургических инструментов, состоящий из спицы 1, скальпеля 2, вводной втулки 3, сверла 4, выталкивателя 5, блокирующего винта с отверткой 6, степлера 7. Каждый из указанных инструментов имеет возможность перемещения в нижнюю часть корпуса путем вращательного движения барабана с последующим продольным перемещением через направляющую втулку в нижнюю часть корпуса МАА 6 непосредственно к месту проведения операции. При этом отдельные хирургические инструменты имеют возможность вращательного движения вокруг своей оси с номинальным для каждого из них количеством оборотов, с помощью электродвигателя и коробки передач, расположенных с тыльной стороны МАА 6.

Одновременная работа каждого из восьми аппаратов 6 позволяет как минимум в восемь раз сократить продолжительность третьего этапа операции УБИО. Кроме этого выполнение всех операций аппаратами 6 в автоматизированном режиме обеспечивает дополнительное сокращение времени. Сокращение продолжительности третьего этапа операции дополнительно позволяет уменьшить количество анестезирующих препаратов.

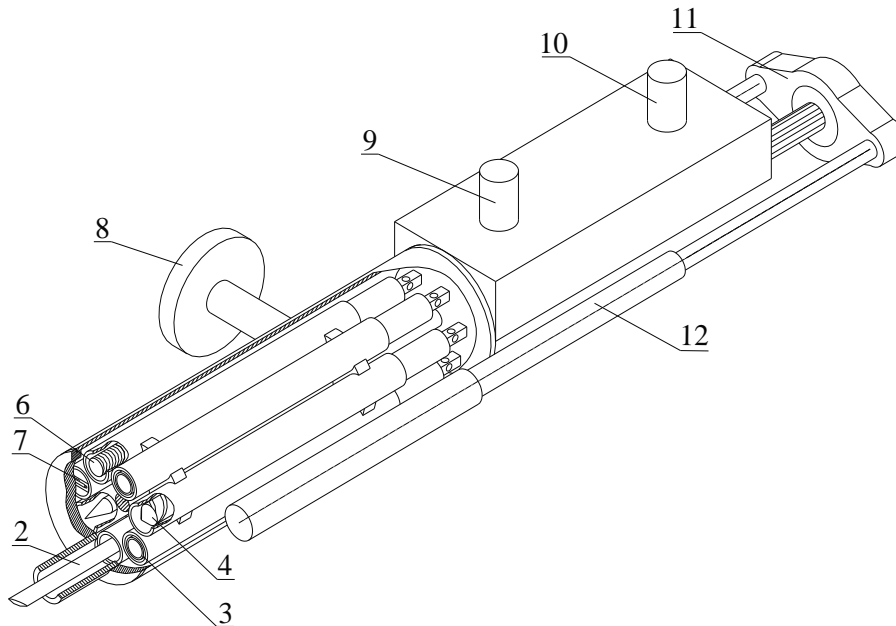


Рис. 6. Схема многоцелевого автоматизированного аппарата по блокировке двух костных отломков:
 1 – спица; 2 – скальпель; 3 – вводная втулка; 4 – сверло; 5 – вытаскиватель втулки;
 6 – блокирующий винт с отверткой; 7 – степлер; 8 – крепежный элемент; 9 – ввод управляющего
 кабеля; 10 – ввод электрического кабеля; 11 – фиксатор; 12 – гидравлический привод

8. Расчет значений целевых функций для новых технических решений, разработанных в п.7.

8.1. Вычисление значения целевых функций $\tau_{o/c}, \tau, J, G$, по формулам (1)-(4) для новых технических решений по созданию многоцелевого роботизированного комплекса упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза при их движении к минимальным величинам $\tau_{o/c.min}, \tau_{min}, J_{min}, G_{min}$, осуществляется при паспортных значениях (п) параметров $\tau_{n.п}, n_{п}, j_{n.п}, g_z, \eta_{т.п}, F_{м.п}, F_{к.п}, P_{1.п}, P_{2.п}, P_{3.п}, P_{4.п}$.

8.2. Продолжительность периода нарушения опороспособности с момента окончания операции методом упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза для нового МРК УБИО согласно результатам клинических наблюдений составляет в среднем:

- при поперечных переломах без образования осколков $\tau_{o/c} = 4$ суток;
- при косых переломах с образованием осколков $\tau_{o/c} = 12$ суток.

8.3. Суммарная продолжительность проведения операции по формуле (2) составит:

$$\tau = \sum_{n=1}^N \tau_n = \tau_{n=1} + \tau_{n=2} + \tau_{n=3} = 10 + 15 + 15 = 40 \text{ мин.} = 0,7 \text{ ч.}$$

Здесь для первого этапа ($n = 1$ – сопоставление отломков) паспортная продолжительность этапа составляет $\tau_{n.п=1} = 10$ мин; для $n = 2$ (установка ИПС) $\tau_{n.п=2} = 15$ мин; $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ (одновременная установка каждого из восьми БПРС) $\tau_{n.п=3,4,5,6,7,8,9,10} = 15$ мин.

8.4. Количественные характеристики целевых функций, описывающих негативные воздействия на пациента при проведении операций методом упрочненного блокирующего остеосинтеза определяются по формулам (3)-(4).

8.4.1. Количество рентгеноисследований

$$J = \sum_{n=1}^N j_n = j_{n=1} + j_{n=2} + j_{n=3} = 1 + 1 + 1 = 3.$$

Здесь для первого этапа ($n = 1$ – сопоставление отломков) количество рентгеноисследований составляет $j_{n=1} = 1$; для $n = 2$ (установка ИПС) $j_{n=2} = 1$; $n = 3$ (одновременная установка каждого из восьми БПРС) $j_{n=3,4,5,6,7,8,9,10} = 1$.

8.4.2. Количество препаратов для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью 0,7 ч:

$$G_{z=1} = g_{z=1} \cdot \eta_{\tau_z} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ мл}; G_{z=2} = g_{z=2} \cdot \eta_{\tau_z} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ мл}; G_{z=3} = g_{z=3} \cdot \eta_{\tau_z} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ мл};$$

$$G_{z=4} = g_{z=4} \cdot \eta_{\tau_z} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ мл}; G_{z=5} = g_{z=5} \cdot \eta_{\tau_z} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ мл}.$$

Здесь $z = 1$ – кетамин 0,005%; $z = 2$ – фентанил 5%; $z = 3$ – ардуан; $z = 4$ – реланиум 0,5%; и $z = 5$ – листенон.

Количество препарата для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью до 0,6-0,8 ч: $g_{z=1} = 2$ мл; $g_{z=2} = 4$ мл; $g_{z=3} = 2$ мл; $g_{z=4} = 4$ мл; $g_{z=5} = 100$ мл.

Коэффициент, учитывающий увеличение количества препарата для общей анестезии, при проведении операции продолжительностью более 0,6-0,8 ч: $\eta_{z=1} = 1$; $\eta_{z=2} = 1$; $\eta_{z=3} = 1$; $\eta_{z=4} = 1$; $\eta_{z=5} = 1$.

Сравнение целевых функций, полученных для нового технического решения (см. п.8) и прототипа (см.п.6) показывает, что многоцелевой роботизированный комплекс упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза позволяет сократить:

- продолжительность периода нарушения опороспособности при переломах без образования осколков с 12 до 4 суток, т.е. в 3 раза, а при сложных оскольчатых переломах с 70 до 12 суток, т.е. в 5,5 раз;

- суммарную продолжительность проведения операции со 178 до 40 минут, т.е. в 4,5 раза;

- количество рентгеноисследований с 7 до 3, т.е. в 2,3 раза;

- количества препаратов для общей анестезии по кетамину в 3 раза, по фентанилу в 2 раза, по ардуану в 3 раза.

Сокращение периода нарушения опороспособности пациента с момента окончания операции достигается за счет значительного увеличения прочности продольного и поперечных интрамедуллярного и блокирующих поперечных стержней, а также за счет значительного увеличения прочности соединений поперечных блокирующих стержней с продольным интрамедуллярным стержнем и костными отломками. Увеличение прочности конструкции позволяет пациенту осуществлять свободное передвижение без риска нарушить сращивание в месте перелома уже на четвертый день после операции при переломах без образования осколков и на десятый день после операции при оскольчатых переломах трубчатой кости.

Выводы

1. Выявлены целевые функции $\tau_{o/c} = f \{P_1, P_2, P_3, P_4, F_M, F_K\} \rightarrow \tau_{n/c, \min}$, $\tau = \sum_{n=1}^N \tau_n \rightarrow \tau_{\min}$;

$J = \sum_{n=1}^N j_n \cdot t_n \rightarrow J_{\min}$, $G_z = g_z \cdot \eta_{\tau_z} \rightarrow G_{\min}$, дающие математическое описание цели разработки.

Определен характер экстремума целевых функций.

2. Выявлены параметры $\tau_n, n, j_n, g_z, \eta_{\tau_z}, \tau_z, F_M, F_K, P_1, P_2, P_3, P_4$ и разработана схема их воздействий на целевые функции $\tau_{o/c}, \tau, J, G$.

3. Разработана структурная схема, раскрывающая последовательность создания нового многоцелевого роботизированного комплекса упрочненного блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза на основе системного подхода.

4. Разработан многоцелевой роботизированный комплекс блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза на основе системного подхода, позволяющий по сравнению с прототипом сократить:

- продолжительность периода нарушения опороспособности при переломах без образования осколков с 12 до 4 суток, т.е. в 3 раза, а при сложных оскольчатых переломах с 70 до 12 суток, т.е. в 5,5 раз;

- суммарную продолжительность проведения операции со 178 до 40 минут, т.е. в 4,5 раза;

- количество рентгеноисследований с 7 до 3, т.е. в 2,3 раза;

– количество препаратов для общей анестезии: по кетамину в 3 раза, по фентанилу в 2 раза, по ардуану в 3 раза.

5. Применение предложенного метода разработки позволяет в значительной степени уменьшить вероятность отрицательных результатов при разработке новых инвестиционных проектов с высоким уровнем рисков и тем самым повысить гарантированность вложений капитала при венчурном финансировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические основы системного анализа / В.И. Новосельцев, Б.В. Тарасов, В.К. Голиков, Б.Е. Демин. М.: Изд-во Майор, 2006. 592 с.
2. Романов В.Н. Системный анализ / В.Н. Романов. СПб.: СЗГЗТУ, 2006. 186 с.
3. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа / В.Н. Спицнадель. СПб.: Издат. дом «Бизнес-пресса», 2000. 204 с.
4. Усачев А.П. Применение системного подхода к разработке установок регазификации сжиженного углеводородного газа с высокой интенсивностью теплообмена / А.П. Усачев, А.Ю. Фролов, А.В. Рулев и др. // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения: сб. науч. трудов. Саратов: СГТУ, 2007. С. 90-107.
5. Патент на полезную модель № 30555. Устройство для блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза трубчатых костей / Л.П. Непран. Бюл. № 19 от 10.07.2003. 12 с.

Усачев Александр Прокофьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» Саратовского государственного технического университета

Непран Леонид Петрович –

ортопед-травматолог, врач высшей категории ЗАО «Клиника доктора Парамонова»

Парамонов Виктор Александрович –

генеральный директор ЗАО «Клиника доктора Парамонова»

Фролов Алексей Юрьевич –

кандидат технических наук, ассистент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» Саратовского государственного технического университета

Рулев Александр Владимирович –

кандидат технических наук, ассистент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 26.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 678.026.3; 621.9.048.7

А.А. Фомин

ПЛАЗМЕННО-ИНДУКЦИОННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТИТАН-ГИДРОКСИАПАТИТОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТАХ

Ключевым фактором клинического успеха применения имплантатов является наличие покрытий с высокими биоинтеграционными качествами,

обусловленными развитым микрорельефом, необходимой шероховатостью, пористостью, высокими прочностными характеристиками и степенью кристалличности. Для улучшения свойств данных электроплазменных покрытий предлагается использование дополнительного термического воздействия на поверхность титановой основы с помощью специального индукционного нагревательного устройства.

A.A. Fomin

PLASMA-INDUCTION FORMATION OF TITANIUM-HYDROXYAPATITE COATINGS ON DENTAL IMPLANTS

The key factor of implant application of clinical success is the presence of coatings with considerable bio-integration properties caused by developed of micro relief, necessary roughness, porosity, high strength, and hardness and crystalline. To improve these properties of the plasma-spraying coatings additional temperature application to titanium base surface is suggested here employing induction-heating device.

При разработке и изготовлении перспективных типов имплантатов используются различные методы нанесения покрытий, из них наиболее эффективным является плазменное напыление. Для ускорения процессов остеоинтеграции покрытий и придания надежности долговременному функционированию имплантатов особое внимание уделяется свойствам поверхности, на которую наносятся биокерамические покрытия из кальций-фосфатных материалов, таких как гидроксиапатит (ГА), α - и β -трикальцийфосфат (ТКФ) и другие. Наибольшее предпочтение отдается ГА керамике с высокой степенью кристалличности, т.к. именно данная структура покрытий способствует оптимальным скоростям образования костной ткани (остеоиндукция, остеокондукция) и резорбции покрытия. В данной работе исследуется возможность получения биоактивных покрытий с улучшенными физико-механическими и биоинтегративными свойствами за счет заданной термической активации основы и выбора дистанции напыления в процессе их формирования.

Одним из определяющих условий получения необходимой адгезии отдельно взятой частицы и прочности всего покрытия является контактная температура, которая зависит как от температуры частицы в момент контакта и степени ее проплавления, так и от температуры основы [1]. Чтобы значение контактной температуры лежало выше точки плавления основы при малом объеме частицы и ее сильной теплоотдаче, необходим предварительный нагрев основы титановых имплантатов при напылении в защитной атмосфере. Это способствует эффективному взаимодействию напыляемых частиц в расплавленном состоянии с пластичным материалом основы и активизирует диффузионные процессы. В условиях напыления гидроксиапатитовой биокерамики в покрытие происходят значительные структурно-фазовые превращения. Быстрый нагрев и плавление частицы ГА в струе плазмы, их взаимодействие с «холодной» основой, когда скорость остывания достигает значительных величин (10^6 К/с и более), вызывает деструкцию и аморфизацию материала покрытия. Это приводит к непредсказуемым скоростям резорбции и остеоинтеграции покрытия, сильно изменяя биоактивные качества и механические свойства, как в зоне контакта частицы с основой, так и по всему объему покрытия [2, 3]. Значения скорости резорбции различных фаз напыленного ГА покрытия располагаются в следующей последовательности: аморфная фаза \gg тетракальцийфосфат $>$ СаО $>$ α -ТКФ $>$ оксигидроксиапатит $>$ β -ТКФ \gg ГА. Увеличение кристалличности покрытия с 77 до 96% значительно снижает скорость его резорбции in vivo без уменьшения биосовместимости и шероховатости поверхности [4].

Анализ процессов образования электроплазменных покрытий и теоретических закономерностей влияния температуры на активность поверхности позволил высказать рабочую гипотезу о возможности эффективного повышения физико-механических свойств электроплазменных покрытий за счет применения заданной термической активации с помощью специального индукционного нагревательного устройства [2, 5].

Проведенный обзор показал, что электроплазменные покрытия, получаемые при использовании традиционных способов напыления, имеют ряд недостатков, связанных с неполнотой результатов теоретических и, особенно, экспериментальных исследований в области технологии напыления биоконпозиционных металлокерамических покрытий.

В связи с этим *целью* работы является разработка технологических рекомендаций по электроплазменному напылению титан-гидроксиапатитовых покрытий дентальных имплантатов при улучшенных параметрах биосовместимости за счет индукционно-термической активации поверхности.

Методика исследования

Образцами для исследования являлись пластины с размером 10×15 мм и толщиной 2 мм из титана ВТ1-00 (ГОСТ 19807-74), на которые наносились опытные виды титан-гидроксиапатитовых покрытий. Формирование покрытий проводилось путем плазменно-индукционного напыления порошковых материалов.

Образцы после операции механической обработки промывали и обезжиривали в спирте при их размещении в ванне с воздействием УЗК. Поверхность образцов подвергалась пескоструйной очистке электрокорундовым порошком с размером частиц 200-500 мкм на установке «Чайка-20» при избыточном давлении воздушно-абразивной струи 0,65 МПа в течение 15-20 секунд на один образец.

Электродуговое плазменное напыление порошков титана и гидроксиапатита производилось на воздухе с использованием полуавтоматической установки ВРЕС 744.3227.001 (рис. 1). В качестве транспортирующего и плазмообразующего газа применялся аргон при расходе 5-7 и 40-50 л/мин соответственно. Напыление титана и ГА производилось при токе плазменной дуги 450 А, напряжении дуги 30 В, дистанция напыления являлась переменным фактором и для титана она составляла 110 и 150 мм, а для ГА – 90 и 130 мм. Использовались порошки титана марки ПТС (ТУ14-1-3086-80) дисперсностью 100 мкм и синтетического ГА марки ВФС-42-2378-94 (ASTM-1185-80) дисперсностью 90 мкм, подаваемые инъекционно-вибрационным питателем типа Э1974 для ГА и питателем вихревого типа для титана.

Подготовленные образцы предварительно нагревались в устройстве индукционного нагрева до заданной температуры. Устройство содержит в своем составе блок питания основной (БПО), генераторный блок (ГБ) и вспомогательный блок (ВБ) (рис. 1). ГБ обеспечивает питание индуктора переменным током с частотой $f \approx 100$ кГц, питание ГБ осуществляется от БПО. Драйвер генераторного блока питается стабилизированным напряжением 15 В от БПО, выходной силовой каскад – регулируемым постоянным напряжением 100-300 В от БПО, с помощью которого изменялась выходная мощность. ВБ обеспечивает напряжение 12 В для питания вентиляторов принудительного охлаждения ГБ и индуктора. Конструктивные решения БПО и ВБ соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75.

По истечении времени нагрева до заданной температуры поверхности на термически активированную основу производилось напыление подслоя титана по определенному режиму. Основной слой ГА наносился с заданным режимом на титановый подслоя, с получением наилучших показателей прочности и гетерогенности морфологии, при этом приоритет отдавался последнему параметру. Полученным образцам опытных серий были присвоены номера (см. таблицу).

Для технологических рекомендаций, обеспечивающих получение покрытий с требуемыми свойствами, проводились комплексные исследования характеристик формируемой по-

верхности. Поэтому с целью формирования наиболее полной и достоверной информации о воздействии термической активации основы перед напылением на свойства покрытий изучались фазовый состав, морфология поверхности, параметры шероховатости, пористость, прочность и микротвердость.

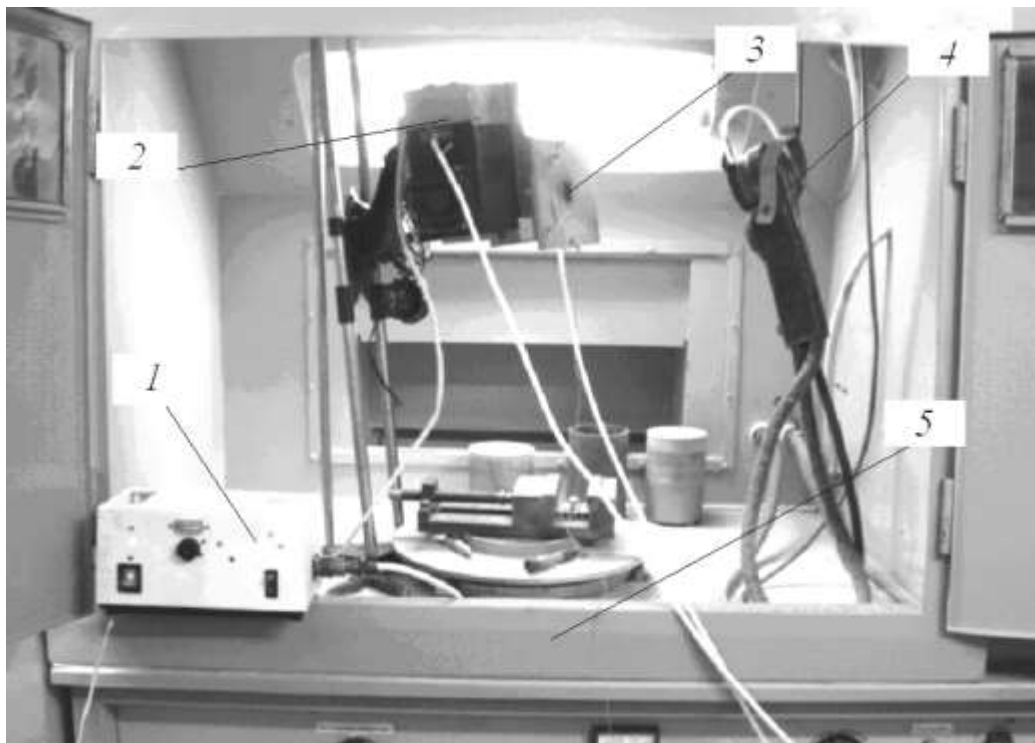


Рис. 1. Камера экспериментальной установки для плазменно-индукционного напыления:
1 – БПО; 2 – ГБ; 3 – камера напыления пластинчатых образцов (муфель);
4 – дуговой плазмотрон; 5 – корпус

Рентгеноструктурный фазовый анализ проводился на дифрактометре ДРОН-4 с использованием рентгеновской трубки с кобальтовым анодом (Co-K_α излучение). Для анализа дифрактограмм использовалась база данных PCPDFWIN, v. 2.02, 1999, Международного Центра по дифракционным данным (JCPDS).

Морфология и пористость напыленных покрытий исследовалась с помощью металлографического микроскопа МИМ-8М при увеличениях 1100 и 1800 крат, а также с использованием программно-аппаратного комплекса АГПМ-6М с программой «Микрошлиф» (анализатор геометрических параметров микрообъектов), при помощи которого элементы структуры на фотографиях поверхности и микрошлифа поперечного среза покрытий подвергались статистической обработке и последующей оценке.

Шероховатость поверхности оценивалась по параметрам R_a , R_z , R_{\max} , S_m с применением профилометра 107622 (версия 3.1) при компьютерной обработке полученных данных.

Микротвердость исследовалась на микротвердомере ПМТ-3 вдавливанием алмазной пирамиды под нагрузкой 20 г с измерением полученных отпечатков при использовании комплекса АГПМ-6М.

Прочность поверхности плазмонапыленных покрытий на срез измерялась по специально разработанной методике (рис. 2).

Методика имитировала установку цилиндрического гладкого или пластинчатого имплантата в костное ложе с натягом при действии усилия P . При этом резец шириной b внедрялся в покрытие на глубину h с помощью микрометрического приспособления.

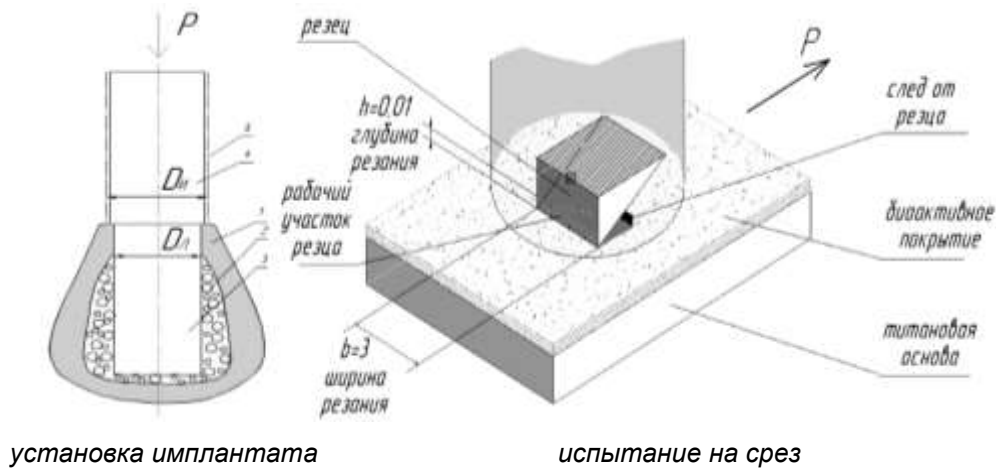


Рис. 2. Схема установки имплантата в костное ложе с натягом под нагрузкой P и испытания покрытия на срез: 1 – компактная костная ткань; 2 – губчатая костная ткань; 3 – костное ложе с диаметром D_L ; 4 – цилиндрический дентальный имплантат диаметром D_I ; 5 – биокерамическое покрытие на имплантате

Результаты исследования и их анализ

Рентгеноструктурный фазовый анализ типовых образцов позволил получить их дифрактограммы с характерными пиками определенных фазовых составляющих (рис. 3).

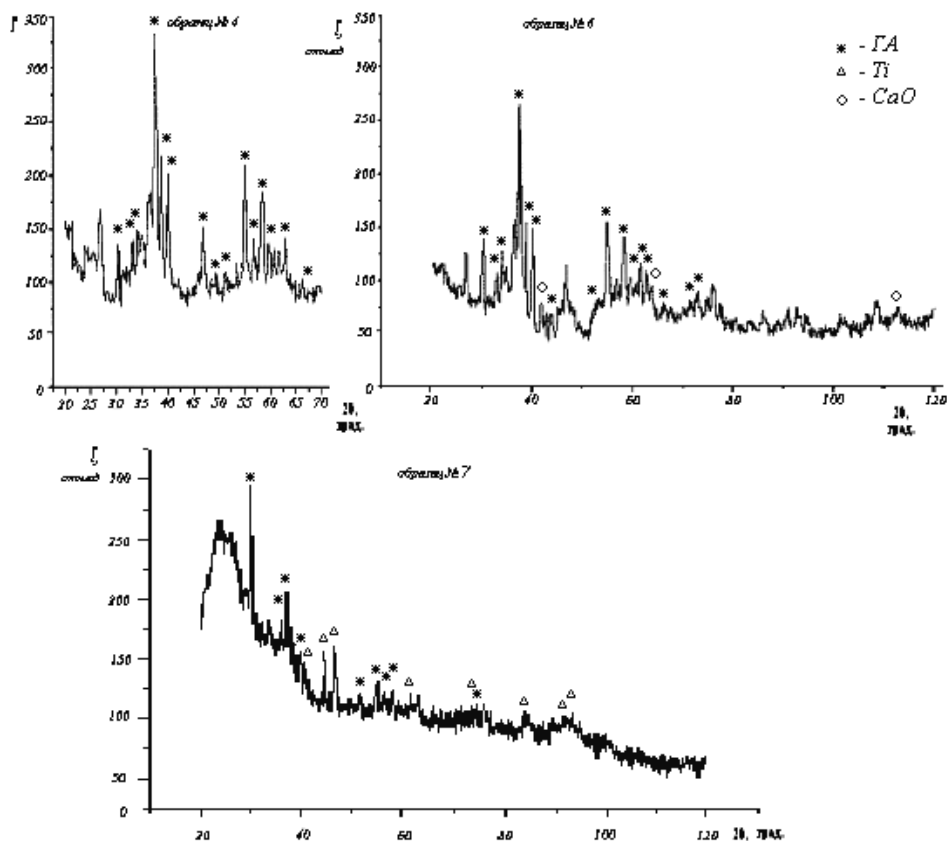


Рис. 3. Дифрактограммы образцов покрытий ГА, напыленных по режимам № 4, 6 и 7 (см. таблицу)

Сравнивая показатели дифрактограмм данных покрытий с полученными в проведенном ранее исследовании (образцы № 0, 00 и порошка ГА) и напыленными без дополнительного

нагрева основы, можно заметить, что исходный напыляемый ГА сохранился в достаточном количестве (видны характерные пики для ГА) [2]. В полученных образцах № 5, 6, 10 и 11 становится заметной фаза СаО, придающая покрытию повышенную прочность [6]. Присутствие более легкорезорбируемых, чем ГА, компонентов таких, как Са₄О(РО₄)₂ и α-Са₃(РО₄)₂, определить не удается в силу наличия в них значительного количества аморфной фазы. В покрытиях, напыленных без подогрева, обнаруживались следы ГА, что может быть существенным недостатком покрытий (особенно для образца № 00). Кроме того, были обнаружены фазы распада Са₄О(РО₄)₂, α-Са₃(РО₄)₂ и определенная выше аморфная фаза, которые имеют большую скорость резорбции, меньшую механическую прочность в сравнении с ГА. Это может привести к быстрой резорбции покрытия после установки имплантата без образования достаточного количества центров остеоинтеграции и повлечь за собой потерю имплантата. При нагреве основы до 200°C (образцы № 2, 7) возросло количество фазы ГА, однако количество аморфной фазы было наибольшим, из-за чего не представлялось возможным определить наличие других фаз, например α-ТКФ, СаО. Наилучший фазовый состав был получен у образцов № 4, 5, 6, 9, 10, 11, напыленных при температуре основы 400-600°C. Они содержат повышенное количество фазы ГА и умеренное количество аморфной фазы с примесью СаО. Вышеуказанная аморфная фаза в своем составе может содержать, помимо кальций-фосфатных соединений, оксиды титана, придающие биоинертные свойства, что повышает коррозионную стойкость титанового подслоя.

Морфология, пористость и микротвердость оценивались по величине их показателей с помощью специального комплекса АГПМ-6М, включающего специализированную программу «Микрошлиф». Интерфейс программы имеет окна, предназначенные для обработки показателей размера и формы микроэлементов поверхности, таких как микровыступы (агломераты, крупные частицы, микрочастицы) и микровпадины (открытые поры и микропоры); для структурных составляющих по микрошлифам – сплэты и несплошности структуры (размеры микроэлементов и суммарная пористость); для ручных измерений, при выборе поля зрения в соответствии с принятым увеличением; для измерения длины диагоналей отпечатков при оценке микротвердости (см. таблицу).

Наиболее гетерогенным можно считать покрытие, обладающее максимальным количеством элементов поверхности в поле зрения микроскопа. Как видно из таблицы, самыми рельефными ГА покрытиями можно считать покрытия образцов № 9 и, несколько в меньшей степени – № 2, 8, 4 и 7. По-видимому, это можно объяснить остыванием частиц при больших дистанциях напыления и образованием значительного количества микрочастиц в струе плазмы, вызванного дроблением крупных частиц. Это также подтверждается более высокими параметрами шероховатости поверхности образцов № 6-11. На больших дистанциях напыления было установлено снижение параметров шероховатости при увеличении температуры основы. Частицы начинают сильнее растекаться на поверхности основы, затекая в микронесплошности, что вызвано увеличением времени их пребывания в жидкой фазе. При напылении на короткой дистанции ситуация носит обратный характер. Согласно этому, хорошо проплавленные частицы с одновременным ростом температуры основы и, как следствие, с повышением контактной температуры при ударе об основу образуют выплески, формирующие микровыступы большой высоты. Средний шаг микронеровностей S_m являлся примерно одинаковым, что объясняется движением частиц примерно на равных расстояниях друг от друга, т.е. вероятность их взаимодействия в струе плазмы мала, что не противоречит ранее выдвигавшимся предположениям [1]. Уменьшение суммарной пористости, изменяющейся в пределах погрешности измерения, связано, как и для шероховатости, с увеличением пребывания частиц в вязкопластическом или жидком состоянии. При этих условиях частицам легче затекать в микропоры под действием кинетической энергии.

Анализ свойств титанового подслоя проводился по той же схеме и позволил установить, что наиболее рельефными и шероховатыми являются образцы титанового покрытия, напыленные на короткой дистанции 110 мм при температуре нагрева основы 200°C. Пара-

метр шероховатости R_{\max} находился на максимальном уровне и был равен 18,1 мкм. Средний шаг микронеровностей S_m был примерно одинаковым для всех образцов – 33,5-37,6 мкм. Как в случае с ГА, это объясняется особенностью процесса формирования электроплазменных покрытий из отдельных расплавленных частиц (рис. 4).

Влияние режимов напыления на параметры получаемых покрытий ГА

Режимы напыления		Параметры покрытий								№ опытной серии образца
Дистанция напыления, L, мм	Температура основы, $T_{\text{осн}}$, °C	Рельефность*	Средний размер, мкм	Дисперсия размеров, мкм ²	Пористость, %	Параметры шероховатости				
						R_a , мкм	R_z , мкм	R_{\max} , мкм	S_m , мкм	
90	20	81	8,25	16,38	48	1,40	14,0	18,0	43,6	0**
	200	110	5,62	11,85	48	1,75	16,4	17,6	40,2	2
	300	83	6,17	14,71	47	2,15	17,7	19,2	41,2	3
	400	95	6,76	13,17	47	2,18	19,3	22,9	41,6	4
	500	79	6,93	13,59	46	2,34	20,1	23,7	42,2	5
	600	66	5,42	14,53	45	2,35	20,3	23,8	42,4	6
130	20	89	6,21	14,12	47	2,49	21,7	30,1	47,5	00
	200	95	6,13	13,16	46	2,47	21,6	30,3	47,2	7
	300	103	6,29	13,52	45	2,40	19,0	24,2	43,0	8
	400	121	5,96	12,87	45	2,26	16,6	17,9	47,0	9
	500	81	8,03	16,54	45	2,14	16,1	18,6	45,8	10
	600	70	5,89	15,71	44	2,11	16,0	18,2	46,5	11

* – количество микроэлементов при увеличении 1100 крат в поле зрения микроскопа (167 мкм);

** – образец, напыленный по традиционной технологии без нагрева основы.

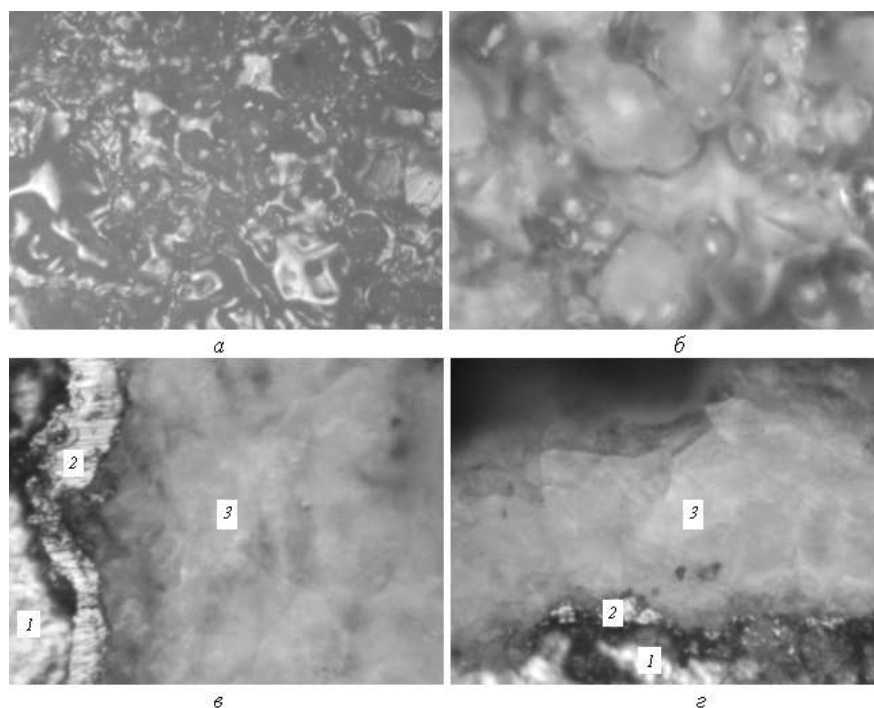


Рис. 4. Микрофотографии биокomпозиционных покрытий: а – морфология титанового подслоя (×680, образец № 2); б – морфология ГА покрытия (×1100, образец № 4); в – микроструктура ГА покрытия (×1800, образец № 4); г – микроструктура ГА покрытия (×1800, образец № 10); 1 – титановая основа; 2 – титановый подсллой; 3 – ГА покрытие

Параметры суммарной пористости для титанового подслоя не измерялись в силу малой его толщины (10-20 мкм). Подслоем образован практически сплошным монослоем частиц титана, формирующих сильно развитый микрорельеф основы.

Механические свойства обоих слоев покрытия характеризовались результатами, которые обрабатывались с помощью программного пакета MATLAB 6.0, при этом рассматривалось 10 точек. При измерении данных свойств каждая точка и доверительный интервал вычислялись с допустимыми погрешностями в 3-4 различных участках каждого из 3-5 образцов одной серии. Схема измерения прочности, представленная на рис. 2, создавала усилие P с помощью динамометра при точности измерения 0,2 Н и пределом измерения до 500 Н. С целью получения математической модели, адекватно отражающей влияние температуры основы при формировании покрытий на различных дистанциях, проводилась аппроксимация результатов по методу наименьших квадратов. Степень полинома определялась при достижении заданной точности вычислений и полученные кривые должны были проходить в пределах доверительного интервала. Значения прочности и микротвердости для ГА слоя аппроксимируются полиномами 4-й степени, а значения прочности для титанового подслоя – полиномами 2-й степени.

Зависимости параметра прочности для ГА слоя на обеих дистанциях носили сходный характер (рис. 5, а). При температурах от 20 до 200°C прочность покрытий была невысока, особенно при напылении на большой дистанции. Далее при достижении температуры основы 300°C прочность покрытий, напыленных на всех дистанциях, монотонно возрастала и при достижении 400°C практически не увеличивалась. Применяя дополнительный подогрев, удалось увеличить прочность покрытий на срез с 55 до 80 МПа, что объясняется повышением содержания фазы ГА. Повышенное содержание аморфной фазы при нагреве до 100-200°C привело к снижению прочности до 40-50 МПа (образцы № 7 и 2). Наибольшая прочность около 80 МПа достигается при нагреве до 400°C при дистанции напыления 90 мм. Вероятно, это связано с высокой степенью кристалличности и однородности получаемых покрытий (рис. 4, г). При обычной толщине ГА слоя 50-70 мкм прочность достигает максимальных значений 75-80 МПа (образцы № 4, 5, 9 и 10; рис. 4, в) и несколько в меньшей степени для образцов № 3 и 8 – около 67 МПа. Повышение прочности коррелируется с увеличением значений микротвердости (рис. 5, б). На участке нагрева от 20 до 200°C микротвердость находилась практически на одном уровне. При дальнейшем увеличении температуры основы начиналось монотонное возрастание микротвердости. Максимум достигался при температуре нагрева основы более 400°C и фиксировалось некоторое снижение при температуре 500°C. Это может быть связано с образованием менее твердых фаз, более чувствительных к наличию высокой пористости.

Прочность на срез титанового подслоя незначительно зависела от дистанции напыления и с увеличением температуры нагрева основы до 300°C прочность возрастала на 50% (рис. 5, в). Высокая химическая активность титана обуславливает некоторое снижение прочности при высоких температурах нагрева около 500°C, что, по-видимому, связано с образованием оксидных пленок TiO , TiO_2 и Ti_2O_3 . Максимальная прочность достигается при нагреве основы до температуры 300°C на всех дистанциях напыления (образцы № 3 и 8) и при нагреве до 400°C на большой дистанции (образец № 9). Целесообразнее проводить нагрев основы до 200°C и проводить напыление титанового подслоя на малой дистанции 110 мм, что связано с наилучшими параметрами морфологии получаемых покрытий (образец № 2; рис. 4, а). В связи с этим указанный образец выбирается в качестве подслоя под напыление основного слоя ГА.

Аппроксимированные выражения для температурной зависимости прочности на срез и микротвердости выглядят следующим образом:

– для гидроксиапатитового слоя:

$$\sigma_1 = 58,58 - 0,045508 \cdot T - 0,00037229 \cdot T^2 + (3,4764 \cdot 10^{-6}) \cdot T^3 - (4,8125 \cdot 10^{-9}) \cdot T^4$$

$$\sigma_2 = 43,696 - 0,18194 \cdot T + 0,0017856 \cdot T^2 - (3,7796 \cdot 10^{-6}) \cdot T^3 + (2,4167 \cdot 10^{-9}) \cdot T^4$$

$$H_f = 649,27 + 1,0161 \cdot T - 0,017791 \cdot T^2 + (7,631 \cdot 10^{-5}) \cdot T^3 - (8,6042 \cdot 10^{-8}) \cdot T^4$$

$$H_2 = 583,12 - 0,92368 \cdot T + 0,00035069 \cdot T^2 + (2,4144 \cdot 10^{-5}) \cdot T^3 - (4,0208 \cdot 10^{-8}) \cdot T^4$$

– для титанового подслоя:

$$\sigma_1 = 60,85 + 0,057336 \cdot T - (8,9643 \cdot 10^{-5}) \cdot T^2$$

$$\sigma_2 = 56,036 + 0,10098 \cdot T - 0,00018179 \cdot T^2$$

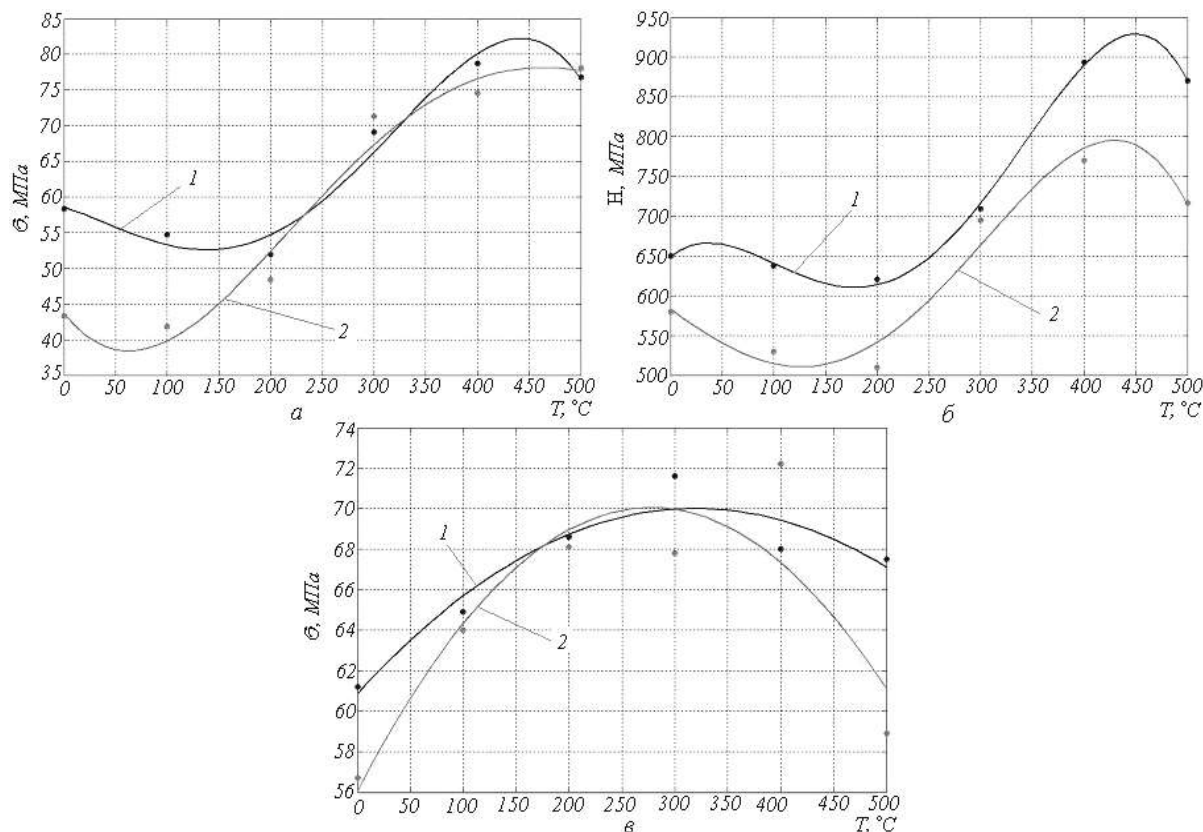


Рис. 5. Механические свойства покрытий, напыленных с использованием плазменно-индукционной технологии: а – прочность на срез гидроксиапатитового слоя; б – микротвердость гидроксиапатитового слоя; в – прочность на срез титанового подслоя; 1 – малая дистанция; 2 – большая дистанция

На основании результатов проведенного исследования и их анализа представляется возможным сформулировать основные технологические рекомендации по получению покрытий с улучшенными биоинтеграционными свойствами.

Рекомендуемые режимы при формировании биоактивных покрытий для улучшения биомеханических свойств представляют напыление титанового подслоя при токе плазменной дуги 450 А, напряжении дуги 30 В, уменьшенной дистанции напыления 110 мм и температуре предварительного нагрева основы 200°C (образец № 2). Напыление ГА слоя необходимо проводить на увеличенной дистанции 130 мм при температуре нагрева основы 400°C, токе плазменной дуги 450 А и напряжении дуги 30 В (образец № 9).

Выводы

1. Метод плазменно-индукционного нанесения биокomпозиционных покрытий является альтернативным традиционному плазменному напылению. При этом параметры получаемых покрытий с использованием нового метода имеют повышенные значения.

2. Установлено, что с ростом температуры содержание основного компонента ГА биоактивных покрытий заметно возрастает. Характерные пики становятся более выраженными, что свидетельствует об улучшении фазового состава. В связи с повышением содержания гидроксиапатита и снижением доли легкорезорбируемых составляющих таких, как тет-

ракальцийфосфат, трикальцийфосфат и аморфной фазы, наблюдалось улучшение прочностных характеристик и параметров морфологии. Поэтому достаточным следует считать нагрев до 400°C, т.к. именно при этой температуре количество ГА являлось наибольшим, и образцы покрытий не содержали большого количества аморфной фазы.

3. Показатели прочности при срезе для ГА покрытий возрастают с 55 до 80 МПа, для титанового подслоя на короткой дистанции напыления они возрастают с 60 до 70 МПа при почти двукратном увеличении рельефности покрытия. Наилучшее сочетание механических свойств подслоя и его морфологии достигается при нагреве основы до 200°C при напылении на короткой дистанции 110 мм. Микротвердость ГА покрытий возрастает в 2 раза при напылении на титановый подслоя, нагретый до 400°C на всех дистанциях. Сочетание высокой прочности и микротвердости является важнейшим условием успешной установки имплантата в костное ложе без отслоения покрытия и стабильном его функционировании при воздействии жевательных знакопеременных нагрузок.

4. Морфология ГА покрытия улучшается на 50% в условиях нагрева основы до 400°C при напылении на дистанции 130 мм по сравнению с традиционными методами. Улучшенная рельефность в сочетании с высокой шероховатостью и пористостью будут способствовать ускоренному протеканию процессов остеоинтеграции.

5. Разработаны технологические рекомендации по плазменно-индукционному напылению титан-гидроксиапатитовых покрытий с улучшенными биоинтеграционными свойствами.

6. Нагрев основы индукционными токами и варьирование дистанции напыления при формировании биоактивных покрытий является наиболее эффективным методом для управления их структурно-фазовым составом, который определяет такие важные свойства как биологическая активность и прочностные характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Ю.В. Плазменное формообразование: монография / Ю.В. Соколов. Минск: УП «Технопринт», 2003. 198 с.

2. Фомин А.А. Влияние термического воздействия и фазово-структурного состояния плазмонапыленных покрытий дентальных имплантатов на их свойства / А.А. Фомин, В.Н. Лясников // Материаловедение и технология конструкционных материалов – важнейшие составляющие компетенции современного инженера. Проблемы качества технологической подготовки: сб. статей Всерос. совещания зав. кафедрами материаловедения и технологии конструкционных материалов России. Волжский: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2007. С. 66-71.

3. Numerical simulation of hydroxyapatite powder behavior in plasma jet / S. Dyshlovenko, V. Pateyron, L. Pawlowski, D. Murano // Surface and Coating Technology. 2004. № 179. P. 110-117.

4. International retrospective multicenter study of 8130 HA-coated cylinder implants: 5-year survival data / M.A. Pikos, G. Cannizzaro, L. Korompilas et al. // International Magazine of Oral Implantology. 2002. № 3(1). P. 6-15.

5. Фомин А.А. Плазменно-индукционная технология нанесения покрытий на дентальные имплантаты / А.А. Фомин, В.Н. Лясников // Пленки и покрытия-2007: труды 8-й Междунар. конф. СПб.: Изд-во СПб политехн. ун-та, 2007. 305 с.

6. Choi J.-M. Formation and characterization of hydroxyapatite coating layer on Ti-based metal implant by electron-beam deposition / J.-M. Choi // Journal Material Research. 1999. Vol. 14. № 7. P. 2980-2985.

Фомин Александр Александрович –

аспирант кафедры «Материаловедение и высокоэффективных процессов обработки»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 19.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 620.165.29

В.Г. Барабанов**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗАПОРНОЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ АППАРАТУРЫ**

Для автоматизации контроля качества газовой аппаратуры по параметру «герметичность» рассмотрен манометрический метод испытания по способу сравнения с непрерывной подачей испытательного давления. Предложена методика расчета параметров схемы контроля герметичности по способу сравнения. Представлена схема автоматизированного многопозиционного стенда для контроля качества газовой аппаратуры. Даны рекомендации для расчета производительности стенда.

V.G. Barabanov**AUTOMATION STAND FOR MAKING AND DISTRIBUTIVE GAS APPARATUS QUALITY CONTROL**

Manometric method by comparison mode with uninterrupted marshalling of test pressure is considered in the article for automation of gas apparatus quality control by «hermiticity» parameter. Method of parameters calculation of hermiticity control scheme by comparison is proposed here. Automation multiposition stand scheme for gas apparatus quality control is presented. Recommendations for stand productivity calculation are given here.

В промышленном производстве золотниковых и клапанных пневмораспределителей, переключателей, запорных кранов, вентилях и других изделий, в которых рабочей средой является сжатый газ, существующими стандартами и техническими условиями на ее приемку регламентируется стопроцентный контроль параметра «герметичность», который является одним из основных показателей качества газовой аппаратуры [1, 2]. Это связано с тем, что основным узлом (рабочим элементом) таких изделий обычно являются подвижная, трудноуплотняемая пара (золотник – корпус, шаровый, конусный или седельчатый клапан – корпус), а также неподвижные уплотняющие элементы, работающие в широком диапазоне избыточного давления газа [2, 3]. Негерметичность газовой аппаратуры, т.е. наличие утечки, превышающей допустимую, может привести к серьезным авариям, поломкам и другим нежелательным результатам в работе сложного дорогостоящего оборудования, в котором она применяется.

Контроль герметичности газовой аппаратуры и ее рабочих элементов является трудоемким процессом. Например, для пневмоаппаратуры в среднем он занимает 25...30% от общей трудоемкости и 100...120% от времени сборки [4]. Это объясняется тем, что, например, контроль герметичности сложных изделий проводится многократно как на этапах сборки отдельных узлов, так и при окончательной сборке всего изделия. Необходимость поэтапного контроля диктуется тем, что обнаружение негерметичности изделий на стадии окончательной сборки вызывает необходимость проводить их разборку, поиск негерметичных элементов, их ремонт и замену, дополнительную сборку изделий с последующим контролем. Экономические потери в этом случае значительно возрастают. По этой причине в крупносерийном производстве газовой аппаратуры для обеспечения ее качества необходимо создание и внедрение высокопроизводительных автоматизированных средств контроля герметичности.

Для решения задачи автоматизации контроля герметичности запорной и переключающей аппаратуры был исследован манометрический метод, реализованный по способу сравнения с непрерывной подачей испытательного давления [5]. Ввиду того, что данная запорная и переключающая аппаратура работает под постоянным давлением рабочего газа и по техническим характеристикам допускает определенную величину утечки, для ее испытания целесообразно применять именно контрольные устройства с непрерывной подачей испытательного давления как наиболее соответствующие реальным условиям их функционирования. При этом устраняется необходимость отсечки источника давления при испытании каждого изделия, что используется, например, при компрессионном способе [1], применяемом в производстве для контроля герметичности рассматриваемых изделий. Это существенно упрощает конструкцию контрольного устройства и облегчает автоматизацию процесса испытания.

На рис. 1 представлена схема, поясняющая контроль герметичности по способу сравнения с непрерывной подачей испытательного давления.

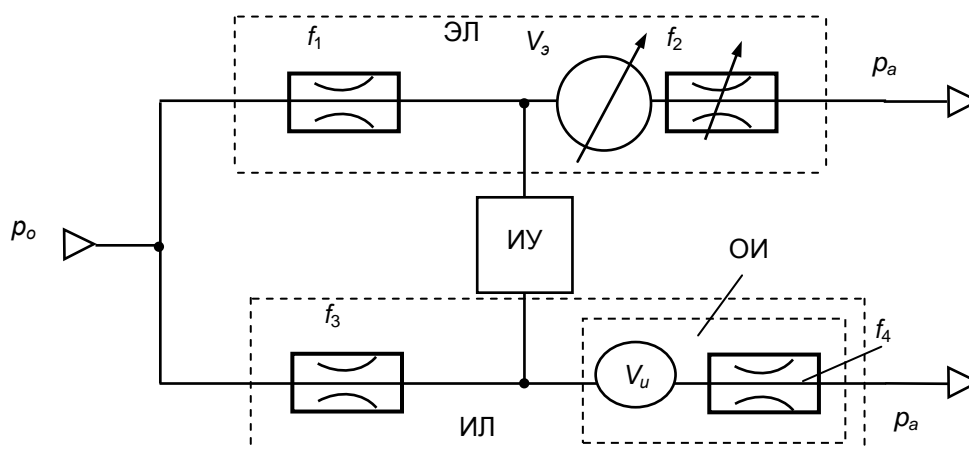


Рис. 1. Схема контроля герметичности по способу сравнения с непрерывной подачей испытательного давления

Схема состоит из измерительной линии ИЛ и линии эталонного давления ЭЛ, входы подключены к общему источнику испытательного давления p_0 , а выходы соединены с атмосферой. Линия эталонного давления содержит входное пневматическое сопротивление (дрозсель) проводимостью f_1 , емкость с регулируемым объемом V_3 и выходное пневматическое сопротивление с регулируемой проводимостью f_2 , которые предназначены для настройки схемы. Измерительная линия содержит входное пневматическое сопротивление проводимостью f_3 и объект испытания ОИ, который можно представить в виде емкости объемом V_u , имеющей течь, эквивалентную пневматическому сопротивлению проводимостью f_4 . Измерительная и эталонная линии образуют пневматический измерительный мост. Сравнение дав-

лений в линиях схемы осуществляется посредством дифференциального манометрического измерительного устройства ИУ, включенного в диагональ пневматического моста. В данной схеме измерительное устройство имеет проводимость $f = 0$, поэтому давления p_3 и p_u в линиях не зависят друг от друга. Каждая линия схемы представляет собой проточную емкость.

При контроле герметичности по схеме, приведенной на рис. 1, под утечкой понимается объемный расход газа через все сквозные неплотности объекта испытания при установившемся режиме течения пробного газа в линиях схемы. Такой режим соответствует одинаковому массовому расходу газа через входное и выходное сопротивления в линии.

Графические зависимости изменения давления в измерительной и эталонной линиях данной схемы контроля герметичности приведены на рис. 2.

Затемненный участок, ограниченный значениями давлений p_o и p_3 – это область, соответствующая допустимой утечке. На нижнюю границу участка (график 1) настроена линия эталонного давления p_3 . Если утечка в контролируемом изделии отсутствует, то установившееся давление в измерительной линии будет равно испытательному давлению $p_u = p_o$, и оно совпадает с верхней границей затемненного участка (график 2). Если величина утечки в пределах допустимой, то установившееся давление p'_u в измерительной линии будет находиться в пределах затемненного участка (график 3). Если величина утечки превышает допустимую, то установившееся давление p''_u будет ниже затемненного участка (график 4). Таким образом, регистрируя дифференциальным измерительным

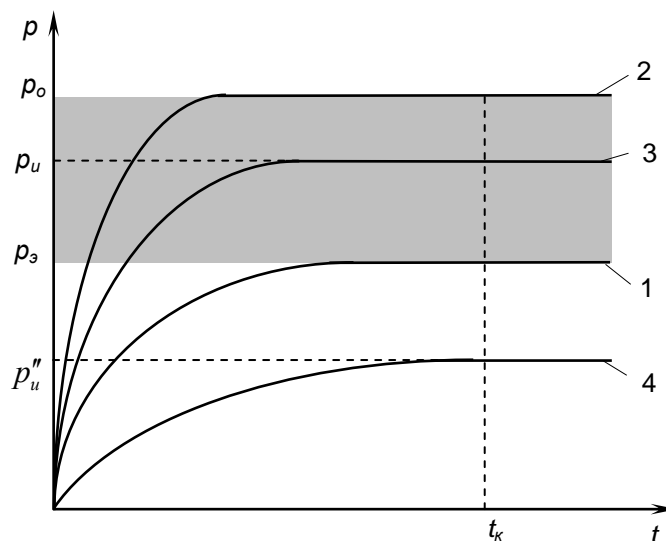


Рис. 2. Графические зависимости контроля герметичности по способу сравнения с непрерывной подачей испытательного давления

устройством соотношение p_3 и p_u по истечении времени контроля t_k , можно судить о величине утечки газа, а, следовательно, – о герметичности испытуемого изделия.

При сравнительной оценке чувствительности контроля герметичности компрессионным способом [1] и исследуемым способом сравнения установлено, что при сходных рабочих параметрах, одинаковом испытательном давлении и пороге чувствительности манометрического измерительного устройства чувствительность схем контроля, выполненных по способу сравнения, выше в среднем на 40%.

Погрешность S_k устройств, основанных на схеме сравнения, определяется как суммарная среднеквадратическая погрешность по формуле

$$S_k = \sqrt{S_m^2 + S_d^2 + S_y^2 + S_p^2 + S_o^2}, \quad (1)$$

где S_m – погрешность дифференциального манометрического датчика; S_d – погрешность из-за неидентичности параметров входных дросселей; S_y – погрешность задания утечки в эталонной линии; S_p – погрешность от нестабильности испытательного давления; S_o – погрешность от различия пневматических емкостей в измерительной и эталонной линиях. Рассчитанная по формуле (1) суммарная погрешность устройства не превышает 3,5%, что является хорошим показателем точности для манометрического метода испытаний [1].

На рис. 3 в виде алгоритма представлена методика расчета параметров схемы контроля герметичности по способу сравнения, позволяющая определить испытательное давление p_o , объемы V_3 и V_u , время контроля, размеры входных дросселей линий и выходного дросселя эталонной линии.

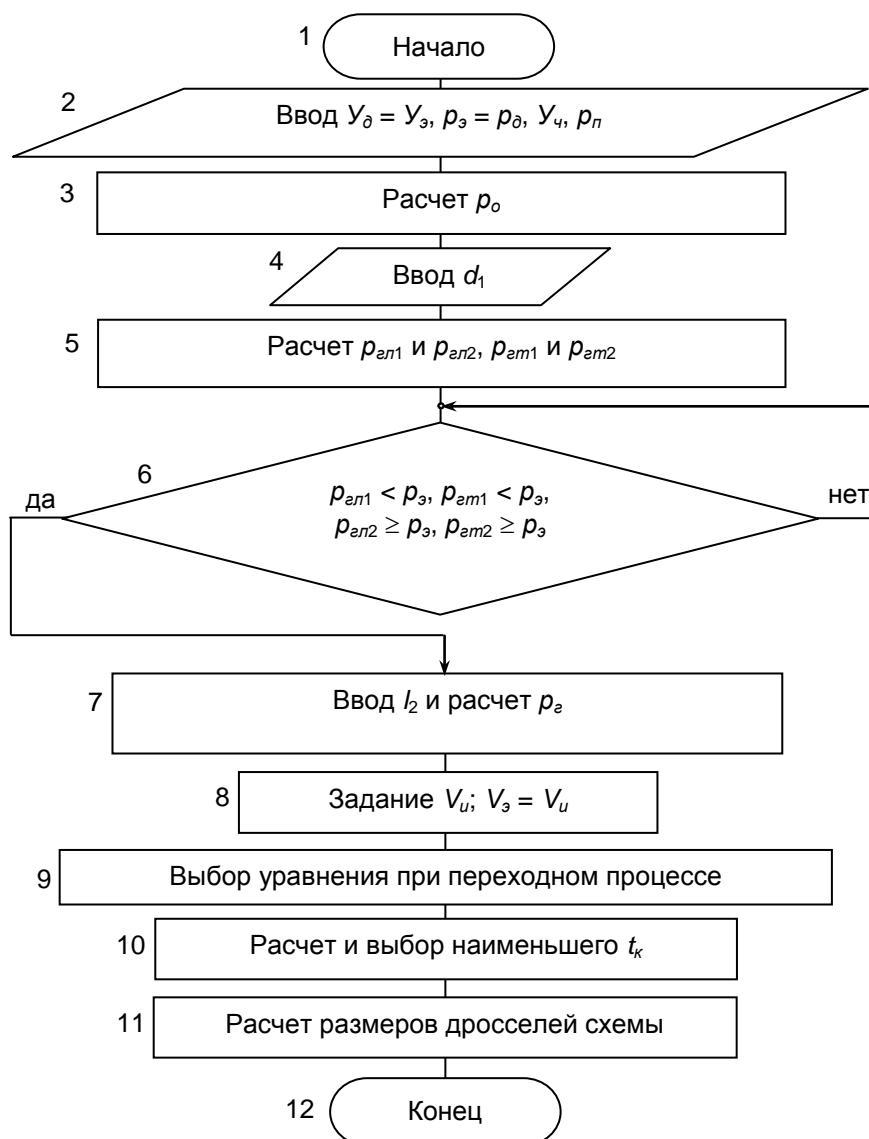


Рис. 3. Алгоритм расчета параметров схемы контроля герметичности по способу сравнения

В начале алгоритма вводятся значения допустимой утечки V_δ , давления $p_\delta = p_\varepsilon$, соответствующего заданной утечке, величина чувствительности Y_δ , которую должна обеспечить схема контроля, и порог чувствительности p_n (принимается по паспорту манометрического измерительного устройства). Затем рассчитывается p_o для турбулентного докритического течения) по формуле [5]

$$p_o = p_\varepsilon + \frac{p_n}{1 - (1 - Y_\delta / Y_\varepsilon)^2 (1 + p_n / p_\varepsilon)} \quad (2)$$

и ламинарного течения по формуле

$$p_o = p_\varepsilon + \frac{p_n}{1 - (1 - Y_\delta / Y_\varepsilon) \cdot (1 + p_n / p_\varepsilon)}, \quad (3)$$

где p_ε – давление в эталонной линии; V_ε – утечка в эталонной линии.

Далее задается длина d_1 ламинарного входного дросселя и для каждого из двух режимов течения определяются два граничных давления:

для ламинарного дросселя по формуле

$$p_z = 2765 \left(1 - \frac{p_a}{p_3} \right) \frac{d_1}{Y_3} + p_a \quad (4)$$

рассчитывается p_{z1} для ламинарного течения; p_{z2} – для турбулентного докритического течения; для турбулентного дросселя по формуле

$$p_z = 0,5 \left(p_o + \sqrt{p_o^2 - \frac{8,536 \cdot 10^4}{Y_3} \sqrt{\frac{p_o - p_3}{p_3}}} \right) \quad (5)$$

рассчитывается p_{z1} – для ламинарного течения; p_{z2} – для турбулентного докритического течения.

Полученные величины граничных давлений сравниваются с заданным p_3 . Граничные давления, удовлетворяющие условиям $p_{z1} < p_3$, $p_{z1} < p_3$, $p_{z2} \geq p_3$, $p_{z2} \geq p_3$, используются в дальнейших расчетах. Затем по уравнению

$$p_z (p_z - p_a)^4 = 3,314 \cdot 10^{10} \frac{l_2 (p_3 - p_a)^3}{Y_3^3 p_3^3} \quad (6)$$

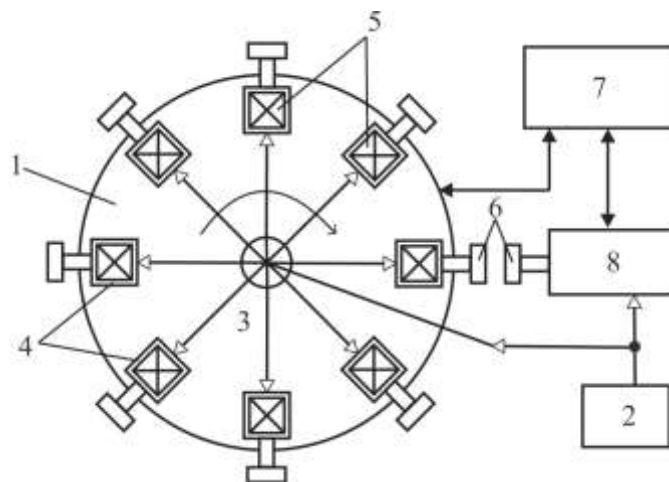
находим граничное давление p_z на выходном ламинарном дросселе эталонной линии, длина l_2 которого задается. Вводятся рассчитанная величина объема V_u измерительной линии и величина объема V_3 эталонной линии, принимаемая равной V_u . Далее в соответствии с соотношением давлений p_o , p_3 , p_z , p_{z1} , p_{z2} для каждого из возможных сочетаний рассчитывается время контроля t_k и из полученных значений определяется минимально возможное время контроля. По принятому p_o определяются размеры дросселей схемы сравнения, по которым подбираются входные постоянные дроссели, а для эталонной линии – контрольная течь, оттарированная на величину допустимой утечки.

Для контроля герметичности газовой аппаратуры разработан переналаживаемый многопозиционный стенд оригинальной конструкции, защищенный двумя патентами РФ [6, 7], который может обеспечивать высокую производительность. Загрузка и разгрузка газовой аппаратуры из-за ее сложной конфигурации осуществляются вручную оператором, но конструкция стенда допускает применение автоматической загрузки предварительно сориентированных изделий, например, промышленным манипулятором. В автоматическом режиме на стенде осуществляются следующие операции: зажим и уплотнение изделия на время испытания под давлением и контроля утечки газа; подача газа в изделие и поддержание испытательного давления на заданном уровне с требуемой точностью; выдержка изделия под испытательным давлением в течение заданного времени; выбор контрольного устройства в зависимости от уровня испытательного давления; стыковка испытательного блока с контрольным модулем; регистрация результатов контроля, расстыковка испытательного блока и контрольного модуля, расфиксация изделия; осуществление шагового перемещения поворотного стола с требуемой выдержкой времени и точностью. В отличие от известных конструкций [8, 9], на данном стенде процесс испытания изделий происходит непрерывно на ряде блоков в течение заданного времени, а контроль результата испытания – дискретно, одним контрольным модулем.

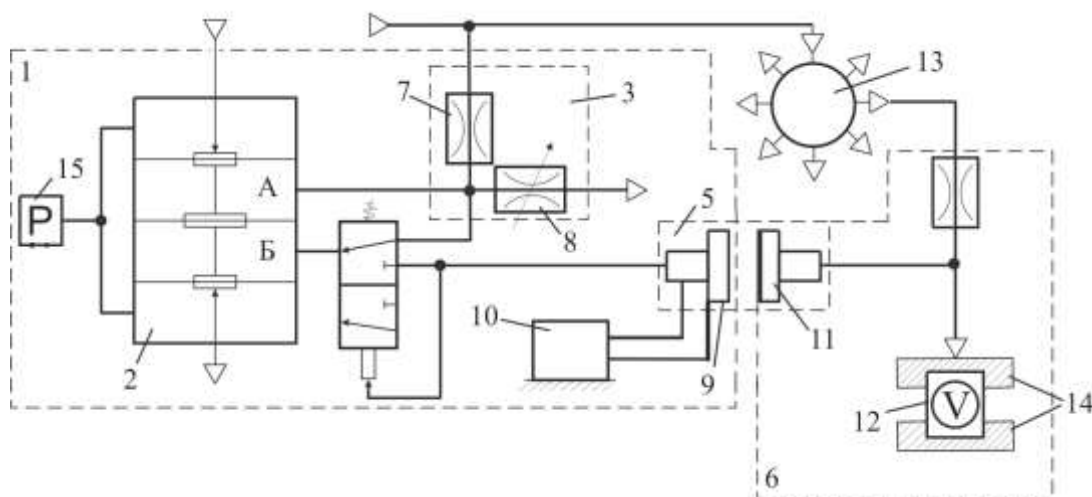
Стенд (рис. 4, а) состоит из сменных и базовых устройств. К базовым устройствам относятся: тактовый поворотный стол 1, шаговое перемещение которого обеспечивает требуемую продолжительность технологического цикла; блок 2 подготовки воздуха с системой стабилизации давления и подачи воздуха через коллектор 3 ко всем испытательным блокам 4, в которых установлены испытуемые изделия; устройство 5 зажима изделий; пневморазъем 6; блок 7 управления стендом. К сменным устройствам относятся: контрольный модуль 8; уплотняющий элемент зажимного устройства 5, испытательные блоки, зажимные и уплотняющие устройства, приемные части пневморазъемов располагаются на планшайбе поворот-

ного стола. Количество устройств определяется требованием к производительности стенда, а также заданной продолжительностью испытания (выдержки) изделия под давлением.

Схема контрольного модуля для контроля герметичности при испытательном давлении до 50 кПа с разделением во времени процесса испытания изделия под давлением и контроля результата испытания приведен на рис. 4, б.



а



б

Рис. 4. Стенд для проверки герметичности: а – схема автоматизированного стенда; б – схема контрольного модуля для проверки герметичности при испытательном давлении до 50 кПа

Контрольный модуль 1 содержит пневматическую плату с пневматическими коммутирующими каналами, на которой смонтирован элемент сравнения 2, выполненный на основе трехмембранного усилителя. Камера А элемента сравнения соединена с дроссельным делителем 3, посредством которого задается эталонное давление, соответствующее допустимой величине утечки. Камера Б через клапанный переключатель 4 может подключаться к дроссельному делителю, а посредством пневморазъема 5 она может поочередно подсоединяться к каждому испытательному блоку 6, расположенному на поворотном столе стенда. Дроссельный делитель образован последовательно соединенными постоянным дросселем 7, подключенным к источнику стабилизированного давления, и регулируемым дросселем 8, связанным с атмосферой. Замыкание пневморазъема осуществляется за счет перемещения его ответной части 9

посредством пневмопривода 10 до полной стыковки с его приемной частью 11. Каждый испытательный блок станда предназначен для подачи испытательного давления в изделие 12 на протяжении всего времени его испытания на герметичность независимо от контрольного модуля и для последующей передачи информации об утечке в виде перепада давления через приемную часть пневморазъема в контрольный модуль. Питание испытательных блоков сжатым воздухом осуществляется через коллектор 13. Зажим и уплотнение изделия производится зажимным устройством 14. В процессе контроля герметичности элемент сравнения осуществляет сравнение эталонного давления с величиной давления в испытуемом изделии и передачу результирующего сигнала о наличии или отсутствии утечки на пневмоэлектропреобразователь 15, который выдает сигнал о сортировке изделий на годные и бракованные. Пневмоклапан 4 обеспечивает подключение камеры Б к дроссельному делителю 3, когда контрольный модуль находится в режиме ожидания и осуществляет подключение этой камеры к пневморазъему, когда контрольный модуль находится в режиме контроля. Это позволяет в режиме ожидания проверять правильность настройки элемента сравнения и поддерживать давление в камере Б, аналогичное давлению в камере А, которое соответствует допустимой величине утечки.

Для контроля герметичности газовой аппаратуры при давлениях до 1,0 МПа на станде включается второй контрольный модуль, который отличается от модуля, приведенного на рис. 4, б, элементом сравнения, выполненным на основе дифференциального сильфонного преобразователя [7].

Для расчета производительности станда необходимо знать продолжительность T_u испытания под давлением изделия, осуществляемого в течение одного оборота стола, которое должно быть не менее времени испытания на герметичность одного изделия, заданного по техническим условиям на его изготовление. Кроме того, производительность станда зависит от продолжительности рабочего цикла контроля T_p , которая суммируется из длительности ряда операций $T_p = t_{ui} + t_n + t_k + t_z + t_y$, где t_{ui} – время движения стола при повороте на один шаг; t_n – время срабатывания пневморазъема; t_k – время осуществления контроля и разбраковки изделия; t_z – время загрузки-разгрузки изделия; t_y – время уплотнения и фиксации – расфиксации изделия.

Производительность станда Π в час определяется выражением

$$\Pi = \frac{3600(N-1)}{T_u}, \quad (7)$$

где N – количество испытательных блоков, установленных на станде.

Для описанного выше станда рекомендуется пользоваться номограммой, приведенной на рис. 5.

Номограмма позволяет по принятому T_p определить максимально возможную часовую производительность Π станда, а также в зоне, ограниченной максимально допустимым T_u и принятым T_p , выбрать рациональное количество испытательных блоков N и соответствующую скорость n вращения стола. Например, если принять минимально необходимое $T_p=10$ с, то максимальная часовая производительность будет $\Pi = 360$ шт/ч. При заданном (минимально допустимом) $T_u=120$ с [2] зона, в которой можно выбирать N и n , показана в виде затемненной области. В этой области выбор максимального количества контрольных блоков ограничен числом 18, а скорость n может приниматься не более 27,7 об/ч. При необходимости, в выделенной зоне можно перейти на большее T_p и определить Π , N и n .

Резервом в повышении производительности станда является сокращение времени T_p посредством уменьшения его составляющих, например, за счет исключения ручных операций загрузки и разгрузки изделий, а также увеличения количества N испытательных блоков за счет применения, например, двухъярусных поворотных столов. Решение этой задачи может быть осуществлено путем создания робототехнологического комплекса для контроля герметичности изделий. Конструкция автоматизированного многопозиционного станда для кон-

троля качества запорных кранов бытовых газовых плит по параметру «герметичность» внедрена на Волгоградском заводе «Газоаппарат».

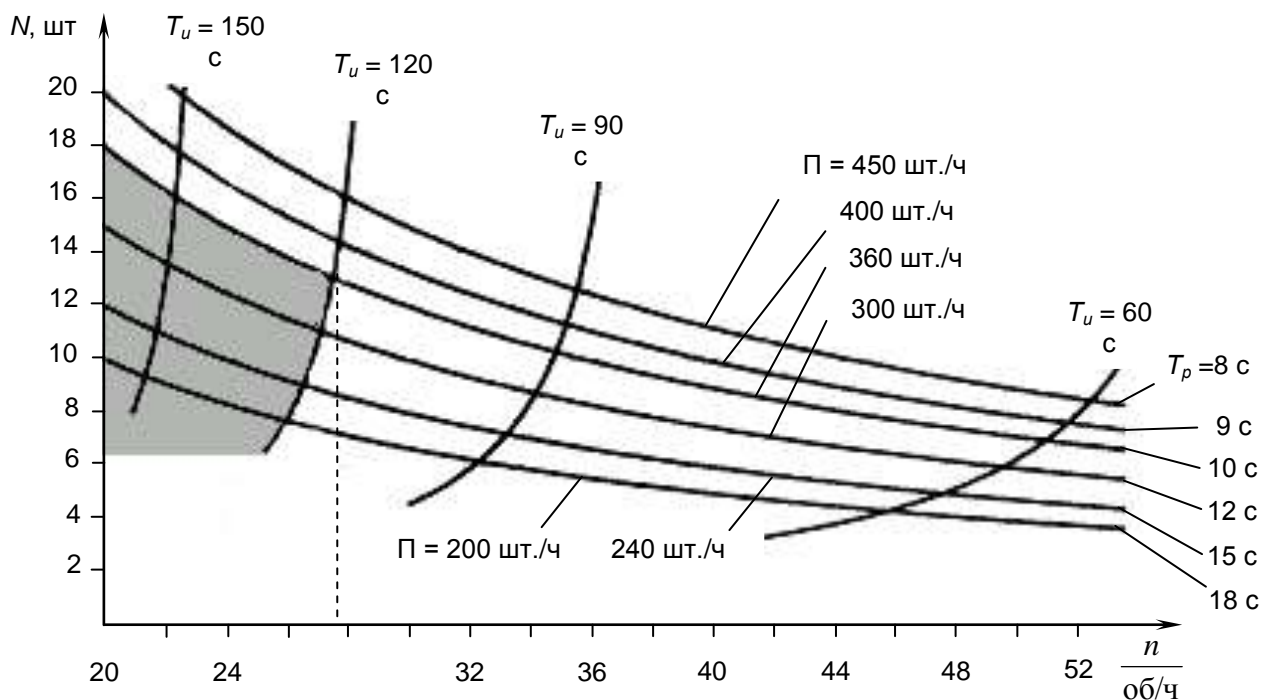


Рис. 5. Номограмма для определения параметров автоматизированного стенда

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, В.Н. Филинов и др.; под общ. ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1995. 488 с.
2. Плиты газовые бытовые. Общие технические условия: ГОСТ 18460-91. М., 1991. 29 с.
3. Пневматические устройства и системы в машиностроении: справочник / Е.В. Герц, А.И. Кудрявцев, О.В. Ложкин и др.; под общ. ред. Е.В. Герц. М.: Машиностроение, 1981. 408 с.
4. Барабанов В.Г. Контроль утечки газа на промышленных и бытовых установках / В.Г. Барабанов // Процессы и оборудование экологических производств: материалы VI традиционной науч.-техн. конф. стран СНГ. Волгоград: ВолгГТУ, 2002. С. 116-119.
5. Барабанов В.Г. Автоматизация контроля герметичности газовой арматуры на основе манометрического метода испытаний: дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Барабанов. Волгоград, 2005. 158 с.
6. Патент 2141634 РФ, МКИ G 01 M 3/02. Автоматизированный стенд для испытания изделий на герметичность / В.Г. Барабанов, М.Б. Диперштейн, Г.П. Барабанов. БИ. 1999. № 32.
7. Патент 2194259 РФ, МКИ G 01 M 3/02. Автоматизированный стенд для испытания изделий на герметичность / В.Г. Барабанов, Г.П. Барабанов. БИ. 2002. № 34.
8. Сажин С.Г. Классификация высокопроизводительного оборудования для контроля герметичности изделий / С.Г. Сажин // Дефектоскопия. 1979. № 11. С. 74-78.
9. А.с. 1670445 СССР, МКИ G 01 M 3/02. Стенд для испытания изделий на герметичность / Ю.В. Захаров, А.Г. Суворов, А.И. Сутин и др. БИ. 1991. № 30.

Барабанов Виктор Геннадьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов» Волгоградского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 29.05.07, принята к опубликованию 15.01.08

С.А. Игнатьев, М.П. Васин

**МНОГОПАРАМЕТРОВЫЙ АКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ
ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ
В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Рассматривается применение многопараметрового активного контроля при шлифовании колец подшипников, который используется как информационно-измерительный канал системы мониторинга технологического процесса.

S.A. Ignatiev, M.P. Vasin

**BEARINGS' RINGS MULTI PARAMETER IN-PROCESS GRINDING
WITHIN THE TECHNOLOGICAL PROCESS MONITORING SYSTEM**

Application of multiple parameter in-process gauging is studied here at grinding of rings of bearings, which is used as the informational-measuring channel of system of monitoring of the process.

Для подшипниковой промышленности характерна высокая конкуренция на рынке сбыта продукции, в том числе подшипников для транспортных средств. Для повышения конкурентоспособности необходимо обеспечить высокое качество подшипников, что достигается внедрением системы мониторинга технологического процесса (СМТП) как элемента системы управления качеством продукции [1-3].

Качество функционирования СМТП в значительной степени зависит от ее организации в рамках предприятия. Для построения эффективной СМТП необходима методология, позволяющая на основе системных представлений рекомендовать целесообразную организацию системы и принципы ее функционирования, а также разработать научное обоснование и комплекс технических решений. Системный подход позволяет при создании СМТП рационально сформулировать и решить ряд взаимосвязанных задач, в том числе и задачу организации структуры системы в виде четырех подсистем: организационной, технического обеспечения, научно-методической и информационной [4].

Для эффективной реализации СМТП необходимы большой объем достоверной измерительной информации и использование современных информационных технологий для ее обработки и представления в удобной для анализа и принятия решения форме [5]. Источниками информации о состоянии технологического процесса (ТП) служат встроенные и внешние средства контроля станков, режимов обработки и деталей, которые позволяют осуществлять измерение определяющих параметров в ручном, автоматизированном или автоматическом режиме [2].

Существенное влияние на эксплуатационную надёжность подшипников оказывает шлифовальная обработка колец. В современных условиях основным способом повышения точности и производительности операций шлифования является осуществляемый одновременно с обработкой контроль текущего значения размера заготовки, т.е. активный контроль (АК), с формированием команд на переключение скорости подачи. Формирование команд осуществляется либо только по текущему припуску, либо, при применении многопараметрового АК, с учетом и других параметров режима обработки. Многопараметровый контроль осуществляется с помощью микропроцессорного прибора АК, встроенного в систему управления станком и включенного в состав подсистемы технического обеспечения СМТП [6, 7].

Отклонения параметров точности деталей определяются рядом факторов: отклонениями геометрических параметров точности заготовки (зависящими от технологии производства заготовок), исправляющей способностью процесса шлифования (зависящей от жесткости станка, величины поперечной подачи, характеристик круга, физико-механических свойств СОЖ, вариаций скоростей шпинделя и детали, неравномерности подачи круга) и времени обработки детали. Известно, что исправляющая способность процесса шлифования возрастает с увеличением поперечной подачи, однако этот способ повышения точности обработки ограничен необходимостью обеспечения заданных физико-механических свойств поверхностного слоя. Таким образом, для повышения стабильности параметров точности шлифованных поверхностей качения колец подшипников целесообразно формировать дополнительные ограничения на величину поперечной подачи, которые обеспечивают исправление отклонений геометрических параметров с заданной точности за время обработки детали, что создает предпосылки для повышения производительности шлифовальных операций.

На рис. 1 приведена функциональная схема шлифовальной обработки колец подшипников на основе многопараметрового АК, включающего управление режимами обработки в реальном времени с учетом результатов мониторинга ТП. Два измерительных канала (текущий припуск и вибрация жесткой опоры) аппаратно принадлежат прибору АК, который является частью системы управления. Измерительная информация о текущем припуске используется для вычисления скорости съема припуска и спектральных составляющих припуска, связанных с отклонениями параметров точности [7]. Составляющие вибрации в диапазоне частот от 1 до 2 кГц используются для определения момента касания круга и детали и реализации цикла с ускоренным подводом круга к детали. Управление циклом путем переключения поперечной подачи осуществляется по величине припуска и выполнению ограничений на скорость съема припуска и вибрации жесткой опоры, определяемых при обучающем эксперименте. Коэффициенты изменения спектральных составляющих припуска за один оборот детали характеризуют способность процесса шлифования исправлять отклонения параметров точности. Информация о математическом ожидании и дисперсии отклонений геометрических параметров заготовки и исправляющей способности процесса шлифования передается в СМТП для принятия решения о подналадке или ремонте станка и корректировке требований к точности заготовок. Контроль физико-механических свойств поверхностного слоя дорожек качения колец осуществляется внешними по отношению к станку измерительными средствами – автоматизированными приборами вихретокового контроля, информация с которых передается в СМТП [2].

Для оценки исправляющих свойств процесса шлифования необходимо построить соответствующую модель. Известны модели, описывающие процессы в динамической системе шлифовального станка [2-5]. Они отличаются включением в рассмотрение различных динамических звеньев с учетом конкретных задач. В работе [9] приведена модель процесса внутреннего шлифования, выражающая положение режущей кромки шлифовального круга после i оборотов детали при шлифовании заготовки с эксцентриситетом внутренней и внешней окружностей. В работе [10] модель М.М. Тверского обобщена для описания шлифования деталей, обладающих произвольным набором отклонений параметров точности (эксцентриситета, овальности, гранности). Расчетная схема модели приведена на рис. 2.

К шлифовальной бабке массой M приложена сила P . Сопротивление движению шлифовальной бабки создается вязким демпфером с коэффициентом пропорциональности c между силой и скоростью движения. Сила сопротивления P_y приложена к шлифовальной бабке через удлинитель шпинделя шлифовального круга с коэффициентом жесткости k_y .

В наиболее общем виде поверхность качения заготовки кольца, имеющей отклонения параметров точности, можно описать известной функцией вида [9]:

$$D_{\Sigma}(\varphi) = D_0 + \sum_i A_i \sin(i\varphi) + \sum_i B_i \cos(i\varphi). \quad (1)$$

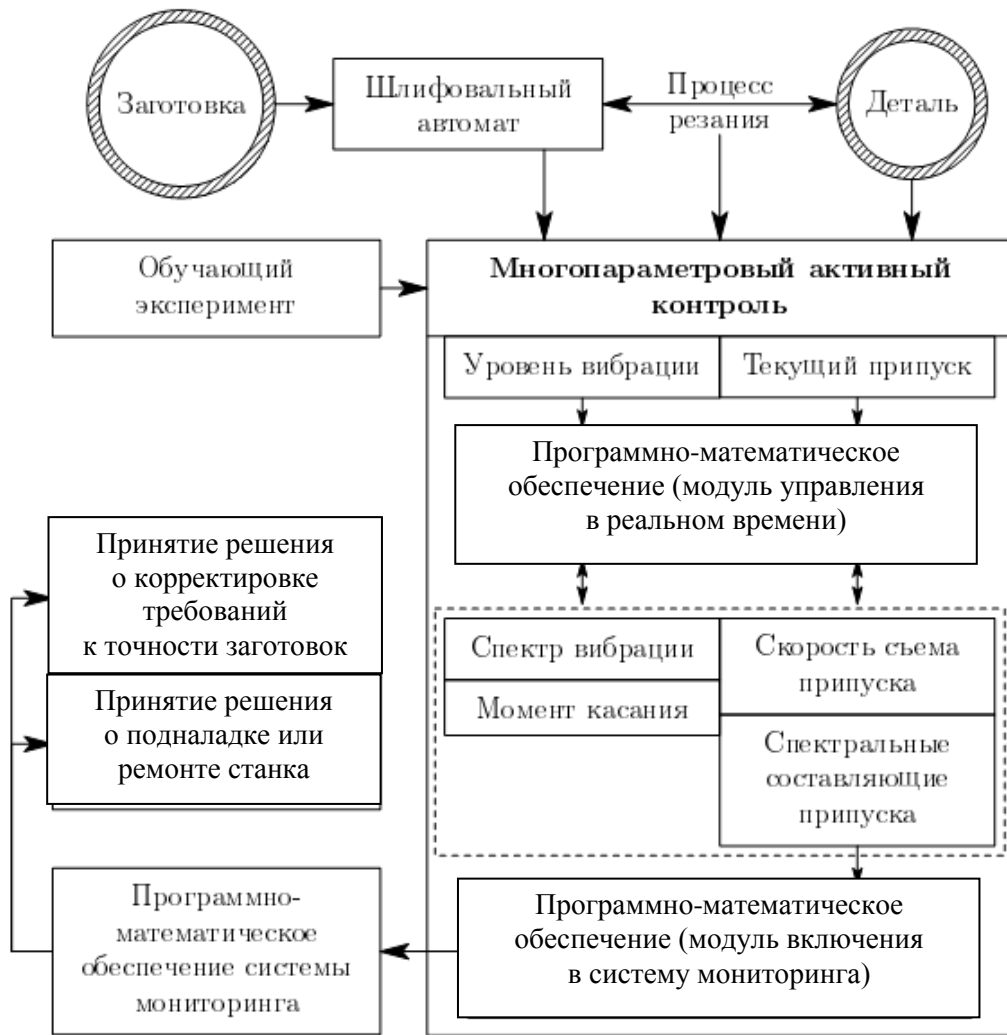


Рис. 1. Функциональная схема управления процессом шлифования с многопараметровым активным контролем

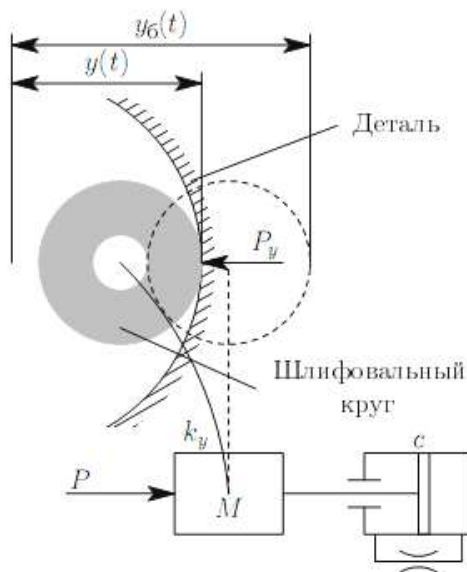


Рис. 2. Расчетная схема процесса внутреннего шлифования

Исправляющая способность процесса шлифования характеризуется амплитудно-частотной характеристикой системы «круг – деталь», связывающей амплитуду периодических составляющих припуска на текущем и предыдущем оборотах детали:

$$A(\omega) = \sqrt{\frac{\omega^4 M^4 + \omega^2 (c^2 - 2k_y M) + k_y^2}{\omega^4 \gamma^2 M^4 + \omega^2 (c^2 \gamma^2 - 2k_y \gamma M) + k_y^2}}. \quad (2)$$

График функции $A(\omega)$, построенный с использованием значений параметров модели, приведенных в работах В.Н. Михелькевича и М.М. Тверского, представлен на рис. 3. Как видно из графика, исправляющая способность процесса шлифования выше в области высоких частот с минимумом на частоте 15 Гц, которая в проведенных экспериментальных исследованиях соответствует гранности детали.

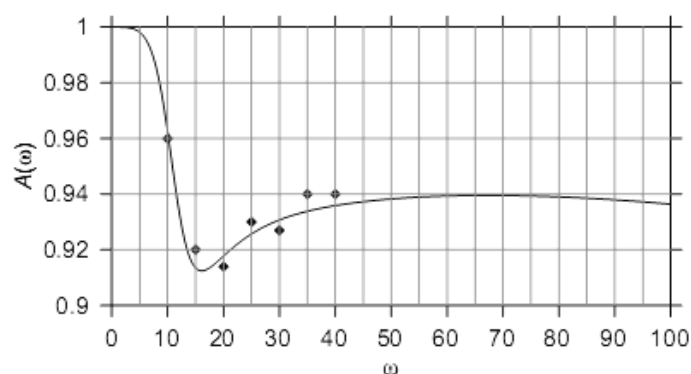


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика $A(\omega)$ системы «круг – деталь», характеризующая исправляющую способность процесса шлифования

Для обеспечения заданного качества колец подшипников определяются ограничения на контролируемые параметры процесса шлифования, нарушение которых приводит к образованию прижогов и недостаточному исправлению отклонений параметров точности. Ограничения, обеспечивающие заданные свойства поверхностного слоя, формируются по результатам вихретокового контроля и передаются в прибор АК из СМТП. Ограничения, обеспечивающие исправления отклонений параметров точности, формируются в приборе АК в зависимости от величины отклонений геометрических параметров заготовки, припуска на шлифование и исправляющей способности процесса шлифования. Полученные ограничения разделяют пространство режимов шлифования на области допустимых и недопустимых значений [7, 8]. При этом для повышения производительности станка скорость снятия припуска должна быть максимально близка к границе области допустимых значений. Для достижения этой цели припуски переключения поперечной подачи автоматически корректируются при прохождении фазовой траектории процесса (под фазовой траекторией понимается графическое изображение в многомерном пространстве поведения параметров процесса во времени) через определенные области пространства режимов шлифования. При этом вместо фиксированного набора пороговых припусков переключения подач алгоритм использует диапазоны переключения подач [7].

Алгоритм управления циклом шлифования (рис. 4) предусматривает завершение обработки при достижении нулевой величины припуска. Поэтому необходимо формировать дополнительные ограничения на величину поперечной подачи таким образом, чтобы время обработки детали было достаточным для исправления отклонений геометрических параметров с заданной точностью. Для решения этой задачи разработан следующий алгоритм: проводится обучающий эксперимент: шлифуются детали на различных величинах поперечной подачи; вычисляется двумерный массив, связывающий припуск на шлифование и время обработки детали с величиной поперечной подачи, для чего осуществляется численное моде-

лирование динамики снятия припуска по полученным выражениям; в начале шлифования детали (при подводе шлифовального круга) прибором АК определяются отклонения геометрических параметров заготовки как амплитуды периодических составляющих сигнала датчика припуска с частотами, кратными частоте вращения детали, и величина припуска на шлифование; на основании полученных величин отклонений геометрических параметров заготовки и исправляющей способности процесса шлифования, определяемой выражением (3), для каждой подачи вычисляется время обработки, необходимое для обеспечения заданной точности детали; в ранее вычисленном массиве находится величина подачи, обеспечивающая удаление припуска за время, не менее вычисленного на предыдущем шаге.

Полученные в работе [7] выражения для движения режущей кромки шлифовального круга позволяют осуществить численное моделирование динамики съема припуска на различных подачах (рис. 4, для каждой кривой съема припуска указаны величина подачи и максимально допустимая величина овальности заготовки при величине припуска на шлифование 400 мкм).

Проведены экспериментальные исследования отклонений геометрических параметров точности колец подшипников на внутришлифовальных станках SIW-4/1, оснащенных экспериментальным образцом микропроцессорного прибора АК, построенным на базе промышленной ЭВМ «Барс» с платами АЦП Advantech PCI 1713 и дискретного ввода и релейного вывода Advantech PCI 1760. Шлифовалась дорожка качения наружных колец шарикового радиально-двухрядного подшипника 256907 из стали ШХ15-В кругами 24A250M1K размером 155x9x16. Запись сигнала датчика припуска осуществлялась прибором АК с частотой дискретизации 5 кГц. Затем массивы данных для каждого цикла шлифования загружались в среду численного анализа GNU Octave, в которой строились графики изменения составляющих спектра сигнала датчика припуска на частотах от 10 до 40 Гц с шагом 5 Гц. Для построения графиков выполнялось быстрое преобразование Фурье на окне шириной в 1024 точки, с перекрытием соседних окон в 512 точек.

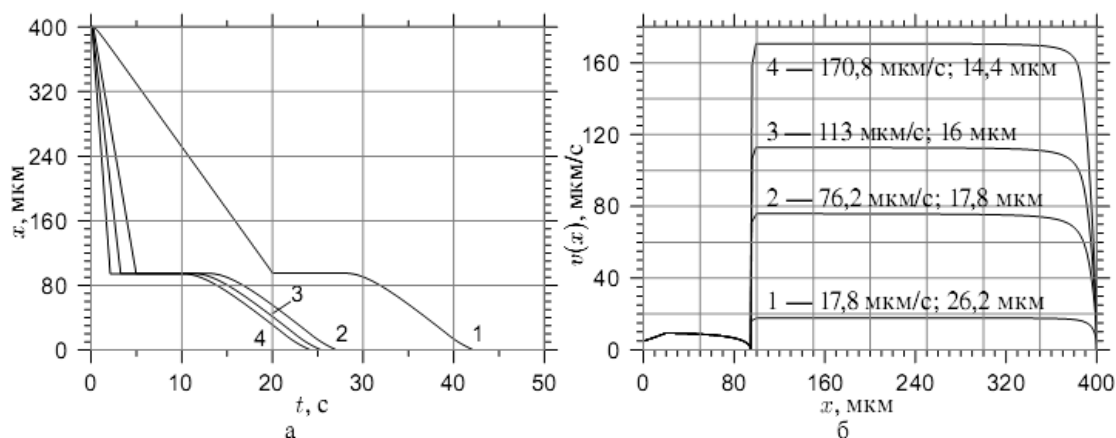


Рис. 4. Численное моделирование динамики съема припуска на различных подачах:
 а – изменение припуска во времени; б – распределение скорости съема припуска по припуску

Составляющая спектра с частотой 10 Гц (при скорости вращения шпинделя детали 300 об/мин, т.е. частоте вращения детали 5 Гц) соответствует овальности детали, 15 и 20 Гц – гранности, 25-40 Гц – волнистости. На рис. 5 приведены типичные графики изменения составляющих спектра припуска. Из графиков видно, что составляющие спектра сигнала датчика припуска можно использовать для исследования динамики изменения параметров точности.

Способность процесса шлифования исправлять отклонения параметров точности зависит от величины поперечной подачи суппорта шлифовального круга. При этом степень исправления отклонений параметров точности за один оборот детали растет с увеличением подачи, но степень исправления за цикл обработки детали убывает с увеличением подачи (рис. 6).

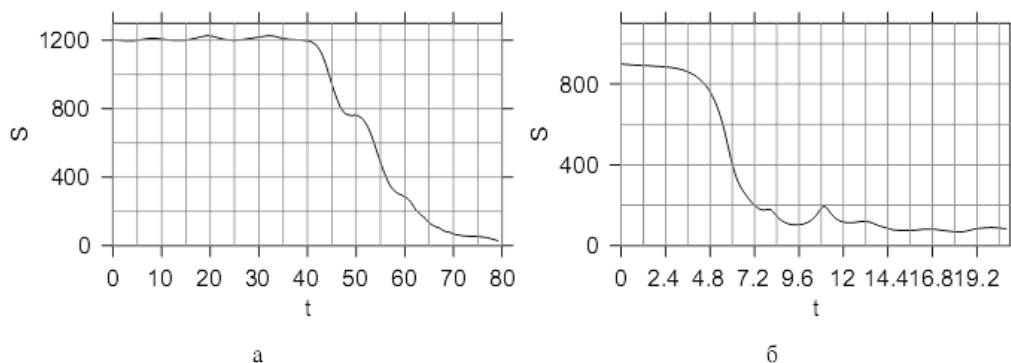


Рис. 5. Типичные графики изменения амплитуды спектральных составляющих припуска S на различных подачах: а – 10 Гц (овальность), подача – 17,8 мкм/с; б – 10 Гц (овальность), подача – 175,6 мкм/с

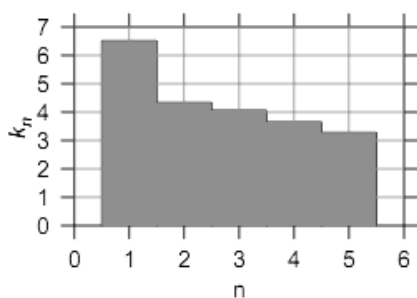


Рис. 6. Коэффициенты изменения овальности k_n при различных подачах: 1 – 17,8 мкм/с; 2 – 76,2 мкм/с; 3 – 113 мкм/с; 4 – 170,8 мкм/с; 5 – 175,6 мкм/с

Также апробировался разработанный метод повышения стабильности точности колец подшипников. На рис. 7 представлены вероятности величин отклонений параметров точности при использовании прибора активного контроля «ЭКОМ» (а, б) и экспериментального образца микропроцессорного прибора АК (в, г).

Проведенные экспериментальные исследования позволили обосновать, во-первых, целесообразность использования спектрального анализа сигнала датчика припуска для исследования динамики изменения параметров точности, во-вторых, целесообразность управления величиной поперечной подачи шлифовального автомата в зависимости от величины отклонений геометрических параметров точности.

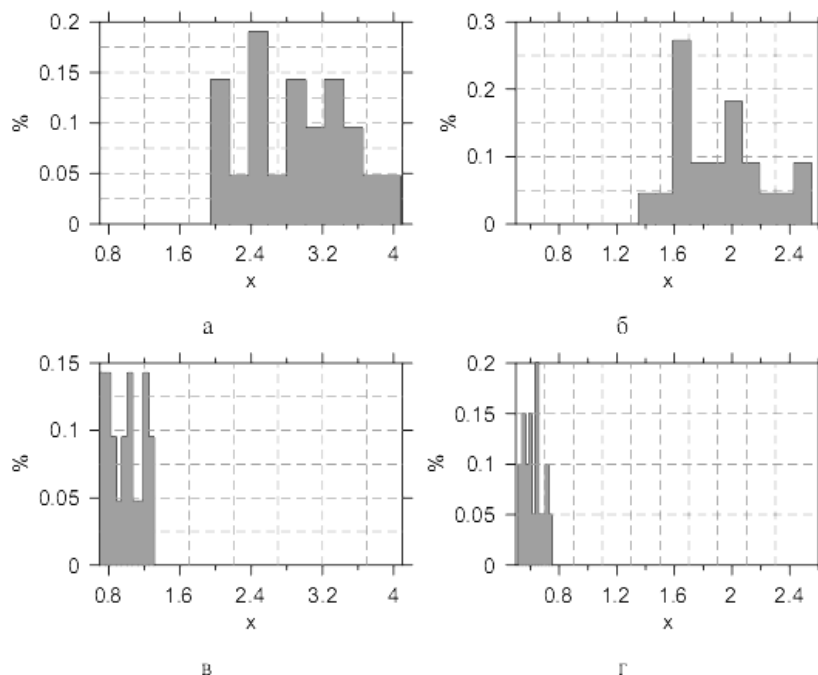


Рис. 7. Распределение вероятностей величин отклонений параметров точности (а, в – овальность; б, г – гранность) при использовании прибора активного контроля «ЭКОМ» (а, б) и экспериментального образца прибора АК (в, г)

Внедрение экспериментального образца микропроцессорного прибора многопараметрового АК, реализующего разработанные алгоритмы, позволило апробировать в производственных условиях ОАО «Саратовский подшипниковый завод» разработанный метод управления точностью шлифовальной обработки колец подшипников, что способствовало снижению дисперсии геометрических параметров точности на 70%. Интегрирование микропроцессорных приборов АК в СМТП способствует не только повышению качества обработки колец подшипников, но и получению и накоплению объективной информации о состоянии ТП на каждом станке индивидуально, что необходимо для принятия решения о корректировке ТП в случае его разладки.

Дисперсия гранности колец при шлифовании при использовании штатного прибора АК типа «ЭКОМ» и экспериментального образца прибора АК приведена на рис. 8.

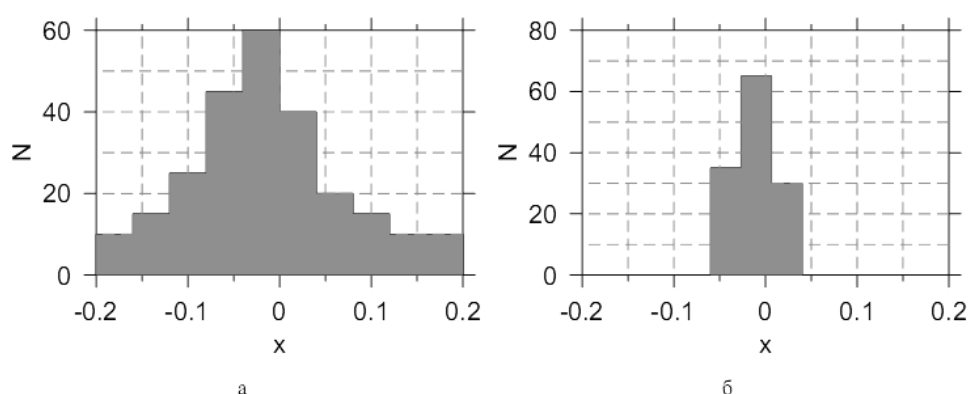


Рис. 8. Дисперсия гранности колец при шлифовании при использовании: а – прибора активного контроля «ЭКОМ»; б – экспериментального образца прибора АК

ЛИТЕРАТУРА

1. Пуш А.В. Моделирование и мониторинг станков и станочных систем / А.В. Пуш // СТИН. 2000. № 9. С. 12-20.
2. Мониторинг станков и процессов шлифования в подшипниковом производстве / А.А. Игнатъев, М.В. Виноградов, В.В. Горбунов и др. Саратов: СГТУ, 2004. 124 с.
3. Игнатъев А.А. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе мониторинга технологического процесса / А.А. Игнатъев, В.В. Горбунов, С.А. Игнатъев // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2005. С. 81-87.
4. Игнатъев А.А. Организация системы мониторинга технологического процесса / А.А. Игнатъев, В.В. Горбунов, С.А. Игнатъев // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 71-75.
5. Игнатъев С.А. Информационное обеспечение системы мониторинга технологического процесса при производстве деталей подшипников / С.А. Игнатъев // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2006. № 4 (18). С. 121-125.
6. Игнатъев А.А. Активный контроль и мониторинг процесса шлифования деталей подшипников / А.А. Игнатъев, В.В. Горбунов, С.А. Игнатъев. Саратов: СГТУ, 2007. 104 с.
7. Васин М.П. Управление шлифованием колец высокоточных подшипников с адаптацией режимов шлифования / М.П. Васин, В.В. Горбунов, А.А. Игнатъев // СТИН. 2007. № 7. С. 29-34.
8. Михелькевич В.Н. Автоматическое управление шлифованием / В.Н. Михелькевич. М.: Машиностроение, 1975. 304 с.

9. Тверской М.М. Автоматическое управление режимами обработки деталей на станках / М.М. Тверской. М.: Машиностроение, 1982. 208 с.

10. Васин М.П. Повышение стабильности точности шлифовальной обработки колец подшипников на основе многопараметрового активного контроля / М.П. Васин // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2008. С. 23-30.

Игнатъев Станислав Александрович –

кандидат технических наук,
докторант кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами»
Саратовского государственного технического университета

Васин Максим Павлович –

аспирант кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 05.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.314.632.001.57

А.В. Карасев, И.А. Пустыльняк

ТЕСТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Рассмотрен комплекс для проектирования и тестирования цифровых систем управления агрегатов бесперебойного питания на основе моделирования в реальном времени.

A.V. Karasev, I.A. Pustylnyak

TESTING UPS DIGITAL CONTROL SYSTEMS

This article describes the development and testing system for UPS digital control systems based on real time modeling.

Увеличение мощности современных электрических преобразователей на основе силовых полупроводниковых приборов (СПП) требует обеспечения таких температурных режимов при эксплуатации, при которых реализуется их потенциально высокая надежность.

Цифровые системы управления (ЦСУ) преобразователями на основе сигнальных процессоров требуют нового подхода к их проектированию. Реализация ЦСУ на базе сигнальных процессоров ведущих фирм, например Intel, Texas Instruments, Analog Devices [1, 2], имеет ряд преимуществ перед аналоговыми системами. К ним относятся малые размеры, перепрограммируемость, возможность автоподстройки, высокая точность регулирования, устойчивость к помехам и малая цена. Однако преимущества цифровой техники могут быть реализованы только при наличии соответствующих инструментов проектирования и высококвалифицированных кадров.

Рассмотрим некоторые особенности проектирования и отладки ЦСУ на примере трехфазных агрегатов бесперебойного питания (АБП), обобщенная схема которых представлена на рис. 1 [3].

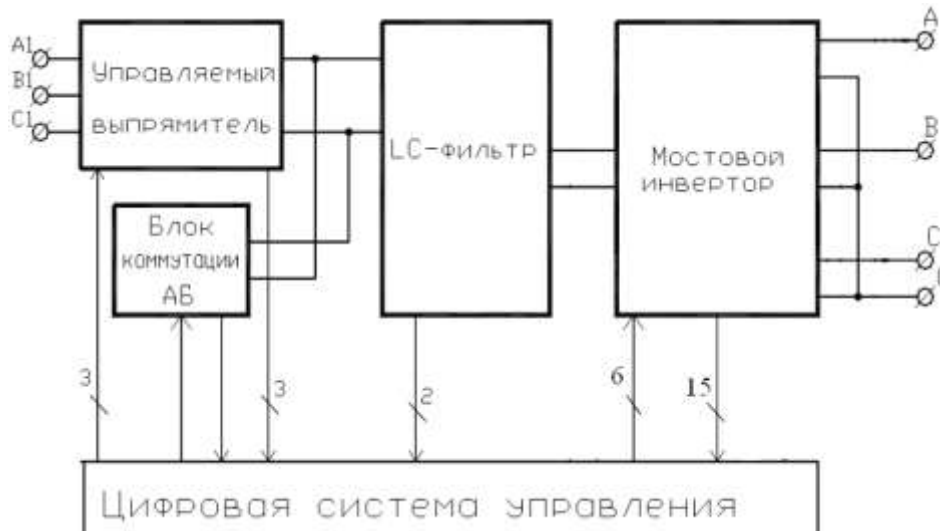


Рис. 1. Обобщенная схема трехфазного АБП

Трехфазный АБП состоит из управляемого выпрямителя, блока коммутации аккумуляторной батареи (АБ), LC-фильтра и трех однофазных мостовых инверторов с трансформаторной развязкой по выходу. Применение трех однофазных мостовых инверторов позволяет реализовать пофазную стабилизацию несимметричных нагрузок.

Системы управления АБП имеют большое число обратных связей с датчиков токов и напряжений, сигналы которых обычно имеют аналоговый вид (в данном случае до 21) и управляющих импульсных последовательностей (до 10). Часто возникает необходимость проверки и настройки ЦСУ до подключения их к силовой схеме, что позволяет избежать дорогостоящих аварийных ситуаций. В этом случае можно применить такой способ проверки и наладки системы управления, когда она подключается не к объекту управления, а к ЭВМ, моделирующей силовую схему в режиме реального времени (РВ). Этот способ упрощает процесс проверки и наладки, позволяет выявить недостатки алгоритма управления, дефекты программирования, производственные ошибки.

Тестируемая система управления подключается к ЭВМ через устройство сопряжения, выполняющее функции многоканального приемопередатчика и блока согласования форматов. На рис.2 представлена функциональная схема тестирующего комплекса.



Рис. 2. Функциональная схема тестирующего комплекса

К аппаратно-программному комплексу предъявляются следующие требования:

- наличие математической модели силовой схемы преобразователя, работающей в режиме реального времени;
- возможность управления процессом моделирования со стороны физической системы управления;

- обеспечение высокоскоростного ввода/вывода сигналов модели в требуемых форматах;
- доступная цена.

В качестве входящей в состав аппаратно-программного комплекса ЭВМ может использоваться любой персональный компьютер, у которого имеется COM-порт, а в качестве операционной системы установлена Windows. Расчет модели представляет собой набор простейших арифметических выражений, что не накладывает ограничений на быстродействие и вычислительные мощности ЭВМ.

При работе комплекса происходит двунаправленная передача данных между тестируемой системой управления и моделью силовой схемы. Устройство сопряжения выполнено на основе микроконтроллера TMS320F2811 фирмы Texas Instruments [4] и шести микросхем AD7305, с четырьмя цифро-аналоговыми преобразователями (ЦАП) в каждой. Данные на ЦАП поступают по шине данных, выбор микросхемы осуществляется с помощью шины управления (рис. 3).

Обмен данными между ЭВМ и устройством сопряжения организован через два COM-порта по протоколу RS232 и модули последовательного интерфейса микроконтроллера SCIA и SCIB. Ядро микроконтроллера (МП) управляет потоками данных (мультиплексирует сигналы управления и демultipлексирует сигналы обратных связей). Сигналы обратных связей с ЭВМ поступают в цифровом виде, а ЦСУ должна использовать аналоговые входные сигналы. Поэтому для сопряжения используются ЦАП.

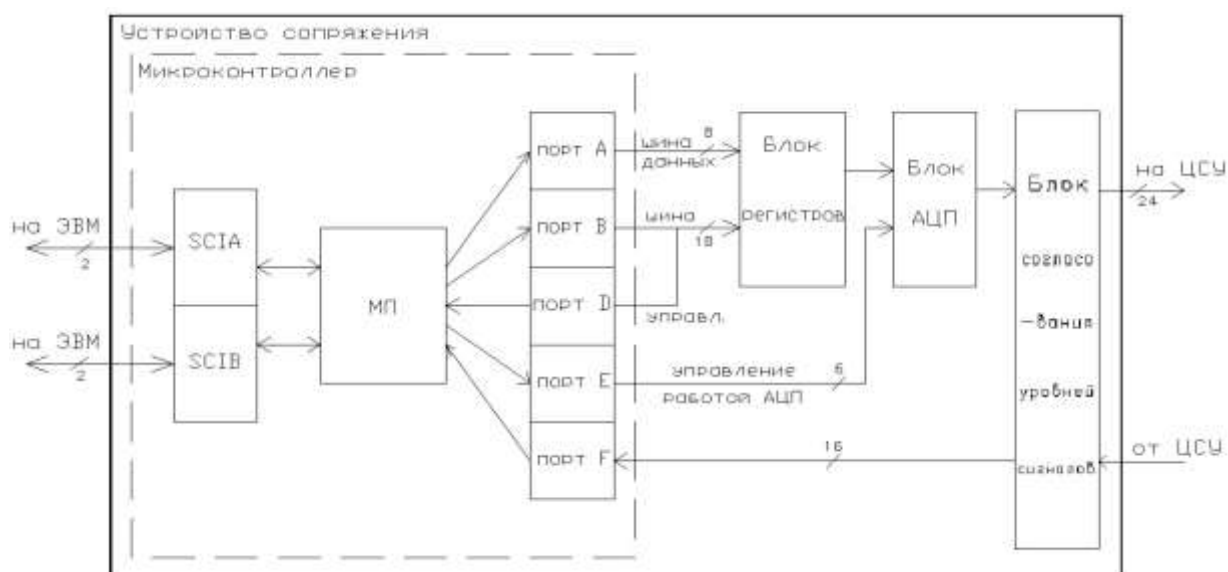


Рис. 3. Функциональная схема устройства сопряжения

Сложность работы в режиме замкнутых обратных связей заключается в привязке процесса моделирования к реальному времени. Привязка осуществляется микроконтроллером устройства сопряжения. Он настроен на прерывание от таймера с постоянной частотой 1кГц, при котором происходит одновременная передача на выходы ЦАП результатов моделирования и чтение состояний управляющих сигналов ЦСУ. Частота прерываний определяется разработчиком модели исходя из количества передаваемых сигналов обратных связей и максимальной скорости работы COM-порта.

Модель силовой части АБП разделена на три блока: выпрямитель, блок коммутации АБ и инвертор. Структура модели меняется посредством переключающих функций F_i . Для каждого блока аналитически решены системы дифференциальных уравнений и получены в явном виде уравнения сигналов всех обратных связей.

Блоки моделей выпрямителя и коммутации АБ используются только при первоначальном включении агрегата и уравнения обратных связей в них имеют вид:

$$\begin{cases} i_{\phi} = F_1 \cdot i_{\phi_{ВЫП}} + F_2 \cdot i_{АБ} + F_3 \cdot i_{АБО} \\ u_{C\phi} = F_1 \cdot u_{CВЫП} + F_2 \cdot u_{АБ} + F_3 \cdot u_{АБО}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь функции F_1, F_2, F_3 определяются режимом работы АБП и принимают значения 0 или 1; i_{ϕ} – ток дросселя фильтра; $u_{C\phi}$ – напряжение на выходе фильтра; $i_{\phi_{ВЫП}}$ – выходной ток выпрямителя; $u_{CВЫП}$ – напряжение на выходе фильтра при питании от выпрямителя; $i_{АБ}$ – ток дросселя фильтра при подключенной АБ; $u_{АБ}$ – напряжение на фильтре при подключенной АБ; $i_{АБО}$ – ток дросселя фильтра при отключенной АБ; $u_{АБО}$ – напряжение на выходе фильтра при отключенной АБ.

Для математического описания схемы инвертора применен метод переменных состояния [5]:

$$\frac{d}{dt} X = A \cdot X + B \cdot U. \quad (2)$$

Уравнение (2) называют обычно уравнением переменных состояния в нормальной форме. Здесь $U [m \times 1]$ – входной вектор, описывающий m независимых переменных; $X [n \times 1]$ – вектор переменных состояния; A и B – постоянные действительные матрицы соответствующего размера, причем A – всегда квадратная матрица порядка n ;

$$X = \begin{bmatrix} i_{ЛТРИ1} \\ i_{ЛH} \\ i_{ЛM} \\ u_C \end{bmatrix}, \quad U = [E], \quad (3)$$

где $i_{ЛТРИ1}$ – ток первичной обмотки трансформатора инвертора; $i_{ЛH}$ – ток нагрузки АБП; $i_{ЛM}$ – ток намагничивания трансформатора инвертора; u_C – напряжение на выходном конденсаторе инвертора; E – напряжение на входе инвертора.

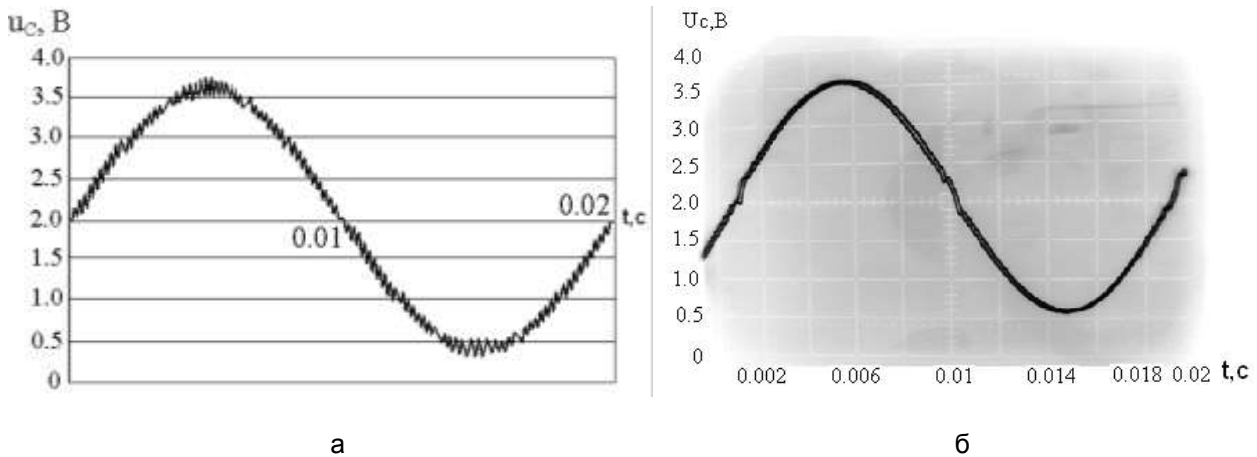


Рис. 4. Сигналы обратной связи по напряжению:
а – модели; б – устройства АБП-ТПТПТ-25-400-50-220-УХЛ4

При подстановке (3) в (2) уравнение переменных принимает вид:

$$X(t) = \frac{e^{AT}}{2} \sum_{H=1}^N (e^{-AH} B \cdot u + e^{-A(H-1)} B \cdot u) + e^{AT} X(0). \quad (4)$$

Здесь $X(t)$ – вектор решения системы; N – число итераций в одном шаге моделирования; H – номер итерации; $X(0)$ – вектор начальных условий; T – матрица главного сечения графа схемы.

Математическая модель реализована на ЭВМ с помощью языка C++. Основная программа состоит из модулей ввода исходных параметров и коэффициентов, связи с устройством сопряжения, записи результатов моделирования на жесткий диск. Модель силовой схемы выполнена в виде отдельного сменного модуля, что позволяет менять ее в зависимости от поставленной задачи.

В ходе модельного и натурального экспериментов с разработанным комплексом исследованы переходные и установившиеся режимы работы ЦСУ в АБП-ТПТПТ-25-400-50-220-УХЛ4. Так, на рис. 4 приведены диаграмма сигнала обратной связи по напряжению модели инвертора (а) и этот же сигнал при работе реального АБП-ТПТПТ-25-400-50-220-УХЛ4 (б).

Проведенное тестирование показало, что разработанный комплекс позволяет производить проектирование, тестирование и отладку ЦСУ в режимах реального времени, снижает затраты на проектирование и отладку, уменьшает себестоимость готовой продукции и повышает ее надежность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козаченко В.Ф. Практическое руководство по применению 16-разрядных микроконтроллеров Intel MCS-196/296 во встроенных системах управления / В.Ф. Козаченко. М.: ЭКОМ, 1997. 500 с.
2. Гук И.И. Цифровые сигнальные контроллеры TMS320C2000 / И.И. Гук // Компоненты ТИ: полный спектр применений. 2005. № 4. С. 4-11.
3. Трампер В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров / В. Трампер. Киев: МК-Пресс, 2006. 208 с.
4. TMS320F2810, TMS320F2811, TMS320F2812 Digital Signal Processors // Data Manual. Texas Instruments, SPRS174M, April 2001. 510 с.
5. Чуа Л.О. Машинный анализ электронных схем: алгоритмы и вычислительные методы / Л.О. Чуа, Пен-Мин Лин. М.: Энергия, 1980. 640 с.

Карасев Александр Вениаминович –
кандидат технических наук, доцент
Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск

Пустыльяк Иван Александрович –
преподаватель
Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, г. Саранск

Статья поступила в редакцию 10.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658.562.011.012

С.В. Мурин, В.П. Бирюков

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОСТАВОМ И ВЯЗКОСТЬЮ ВИСКОЗЫ

На основании анализа технологического процесса получения вискозы поставлена задача синтеза многомерной системы управления составом и вязкостью вискозы, разработан многомерный регулятор, проведено численное моделирование системы управления, показана ее эффективность.

S.V. Murin, V.P. Birukov

CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT AND RESEARCH BY VISCOSE STRUCTURE AND VISCOSITY

The article researches synthesis of a multivariate control system of the structure and viscosity of viscose based on the analysis of technological process of reception of viscose. A multivariate regulator was developed. The authors present numerical modeling of the control system, its efficiency is shown here.

Качественные показатели вискозы – содержание альфа-целлюлозы и щелочи в вискозе, вязкость вискозы во многом определяют устойчивость процесса формования и качественные показатели готовой продукции. Поэтому стабилизация данных параметров является актуальной задачей. Известны работы по разработке систем управления составом вискозы [1] и вязкостью вискозы [2, 3]. Но в данных работах задачи стабилизации состава и вязкости вискозы рассматриваются отдельно одна от другой, что, вследствие взаимосвязи этих параметров, не позволяет получить необходимой эффективности систем управления.

Данное положение показывает актуальность задачи разработки многомерной системы управления, позволяющей одновременно корректировать температуру процесса деструкции щелочной целлюлозы и дозировки компонентов в процессе ксантогенирования при отклонениях состава и вязкости вискозы от заданных значений.

На рис. 1 представлена функциональная схема технологического процесса как объекта управления содержанием альфа-целлюлозы и вязкостью вискозы. Система включает технологические переходы химического цеха: мерсеризацию М, предсозревание ПР, бункер-весы Б/В, ксантогенирование КС, растворение Р [4-5].

Основные возмущающие воздействия на содержание альфа-целлюлозы в вискозе приложены на начальной стадии процесса – на мерсеризации, вследствие нестабильности состава исходной целлюлозы, нарушений дозировки листов целлюлозы в мерсеризаторе, большой ошибки оценки содержания альфа-целлюлозы в щелочной целлюлозе и на ксантогенировании, вследствие нестабильности дозировок сероуглерода, растворительной щелочи и умягченной воды. На вязкость действуют возмущения по нестабильности степени полимеризации и реакционной способности исходной целлюлозы, изменения продолжительности обработки реагентов на стадиях мерсеризации и предсозревания при изменении производительности, изменения концентрации бета-целлюлозы в щелочной целлюлозе и констант кинетики деструкции щелочной целлюлозы. В качестве управляющих воздействий на состав вискозы используются объемы дозировок растворительной щелочи и воды на ксантогенировании, для управления вязкостью используется температура предсозревания [1-5].

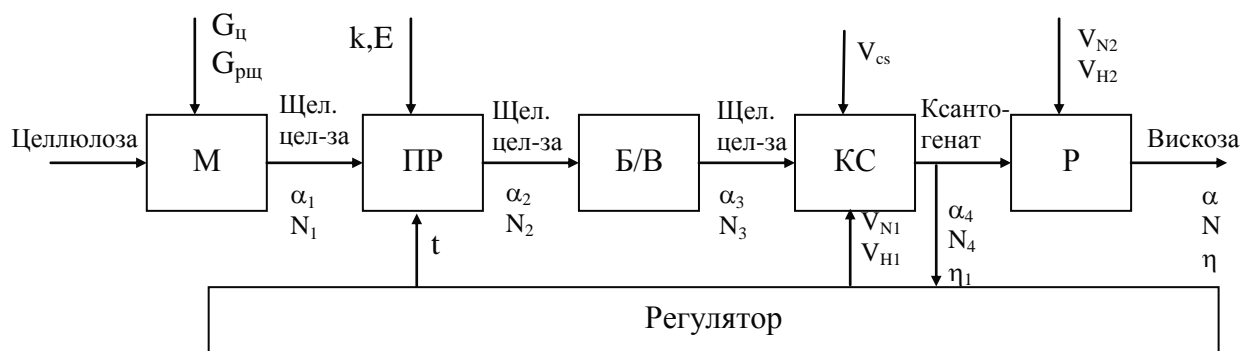


Рис. 1. Функциональная схема техпроцесса получения вискозы

Математическая модель объекта управления. Структурная схема математической модели объекта управления представлена на рис. 2. На схеме обозначено:

u_1 ($t_{дТА}$) — управляющее воздействие по каналу изменения температуры на пред-созревании; u_2 (ΔV_N), u_3 (ΔV_H) – управляющие воздействия по каналам объема дозировки щелочи и воды на ксантогенировании; η , α , N – управляемые параметры объекта – вязкость, содержание альфа-целлюлозы и щелочи в вискозе.

Для использования при синтезе регулятора аппарата калмановской фильтрации в систему введены формирующие фильтры, обеспечивающие получение возмущающих воздействий с требуемыми характеристиками из белого шума.

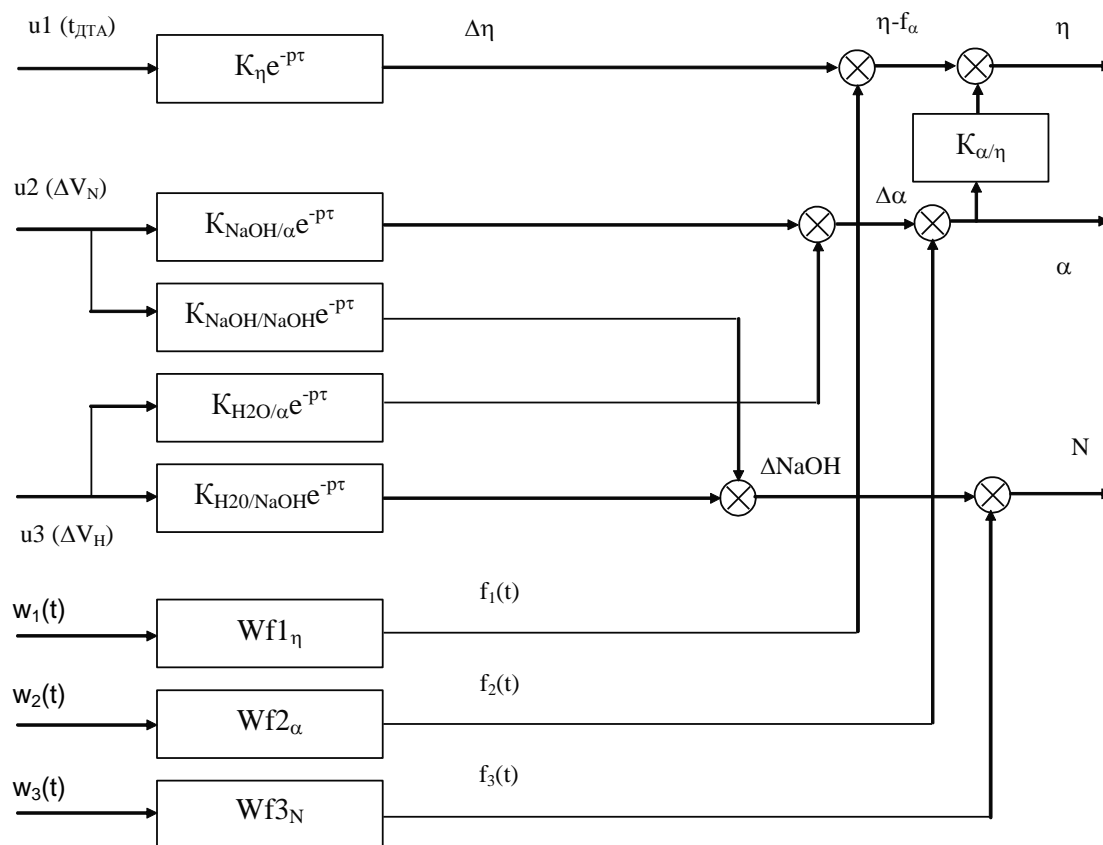


Рис. 2. Структурная схема объекта управления вязкостью и составом:
 $w_1(t)$ - $w_3(t)$ – случайные процессы типа «белый шум» с единичными дисперсиями в рабочем диапазоне частот; $Wf1_\eta$, $Wf2_\alpha$, $Wf3_N$ – формирующие фильтры для генерации возмущающих воздействий с характеристиками, имеющимися на технологическом процессе [6]

$$Wf1_\eta(p) = \frac{1.18p^2 + 1.57p + 1.18}{6.98p^2 + 1.45p}; \tag{1}$$

$$Wf2_\alpha(p) = \frac{0.06p^2 + 0.74p + 0.47}{15.2p^2 + 2.26p + 1.25}; \tag{2}$$

$$Wf3_N(p) = \frac{1.15p^2 + 0.39p + 0.23}{12.1p^2 + 0.52p + 0.27}. \tag{3}$$

$K_\eta(p)$, $K_{N/\alpha}(p)$, $K_{N/N}(p)$, $K_{H/\alpha}(p)$, $K_{H/N}(p)$ – передаточные функции по управляющим воздействиям, включающие транспортное запаздывание

$$K_\eta(p) = -4e^{-8p}, \tag{4}$$

$$K_{N/\alpha}(p) = -0.019e^{-4p}, \tag{5}$$

$$P = R_1 + A^T P A - A^T P B (R_2 + B^T P B)^{-1} B^T P A, \quad (14)$$

$$S = A S A^{-1} - A S C^T (Q_\beta + C S C^T)^{-1} C S A^T + Q_\alpha, \quad (15)$$

Q_α, Q_β – ковариационные матрицы белых шумов возмущающих воздействий и ошибок наблюдений.

Управляемость объекта управления.

Матрица управляемости объекта управления [7-15]

$$Q1 = C \cdot [B, AB, A^2 B, \dots, A^{n-1} B] \quad (16)$$

имеет ранг 27, что совпадает с размерностью вектора состояния расширенного (содержащего формирующий фильтр возмущающих воздействий) объекта управления и говорит о полной управляемости объекта управления.

Наблюдаемость объекта управления. Наблюдаемость системы определяется детерминированными характеристиками системы и не учитывает свойства случайных возмущающих воздействий и помех [11]. Матрица наблюдаемости объекта управления

$$Q2 = (C, CA, \dots, CA^{n-1}) \quad (17)$$

имеет ранг 27, что говорит о полной наблюдаемости объекта управления.

Синтез регулятора. Для построения оптимального линейного регулятора и наблюдателя Калмана используется пакет MatLab. С помощью функции lqr получена матрица регулятора, а с помощью функции kalman – модель наблюдающего устройства на основе фильтра Калмана для определения оценок пространства состояний объекта, как условных средних при заданных значениях управляющих воздействий и выходных переменных. Полученная матрица регулятора имеет вид

K=

-5E-02	-8E-02	-2E-03	2E-03	9E-03	2E-03	-2E+00	-2E+01	-3E+01	-1E+01	-2E+01	2E+02	7E+02	1E+03
-2E-09	-7E-10	-1E+01	-1E+01	9E+00	2E+01	-6E-08	-3E-07	-4E-07	-1E-07	-3E-07	-1E+04	-4E+04	-6E+04
-6E-05	5E-05	2E+01	2E+01	-2E+02	-4E+02	-2E-04	-2E-04	-8E-05	2E-05	-2E-04	-6E+06	-2E+07	-3E+07
1E+02	4E+01	6E+01	2E+01	5E+01	2E+01	3E+01	2E+01	1E+01	1E+01	1E+01	7E+00	5E+01	
9E+01	2E+04	1E+04	9E+03	9E+03	6E+03	6E+03	5E+03	3E+03	3E+03	4E+03	3E+03	5E+03	
4E+04	-4E+07	-3E+07	-2E+07	-2E+07	-1E+07	-1E+07	-1E+07	-7E+06	-6E+06	-8E+06	-6E+06	-1E+07	

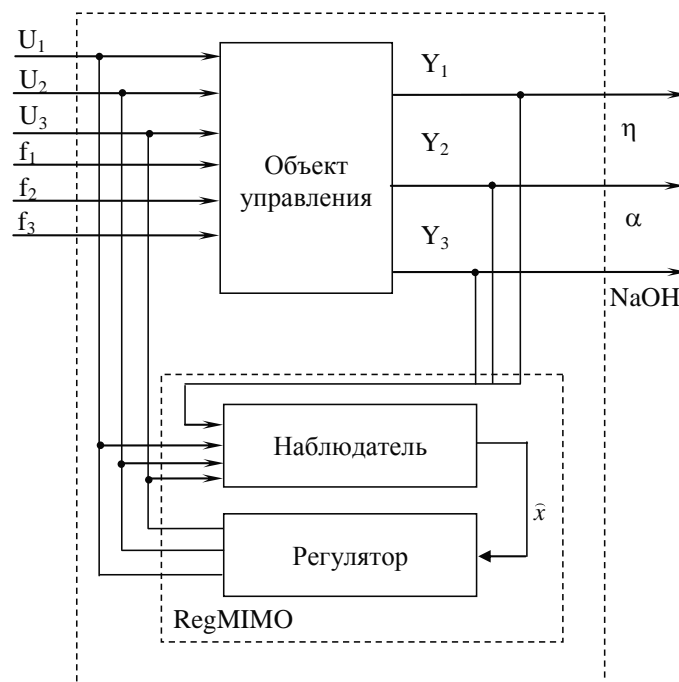


Рис. 3. Структурная схема объекта управления с регулятором

Формирование линейного квадратичного регулятора производится с помощью функции $lqgreg$, которая объединяет фильтр Калмана и регулятор. Результатом проектирования регулятора является схема, приведенная на рис. 3.

Анализ эффективности регулятора произведен методом математического моделирования работы системы при реальных возмущающих воздействиях, действующих на технологический процесс. Моделирование показало, что регулятор позволяет уменьшить дисперсию содержания альфа-целлюлозы и вязкости вискозы. Приведенные графики вязкости на рис. 4 и содержания альфа-целлюлозы в вискозе на рис. 5 для разомкнутых и замкнутых систем позволяют оценить эффективность работы системы. Количественные оценки эффективности приведены в таблице.

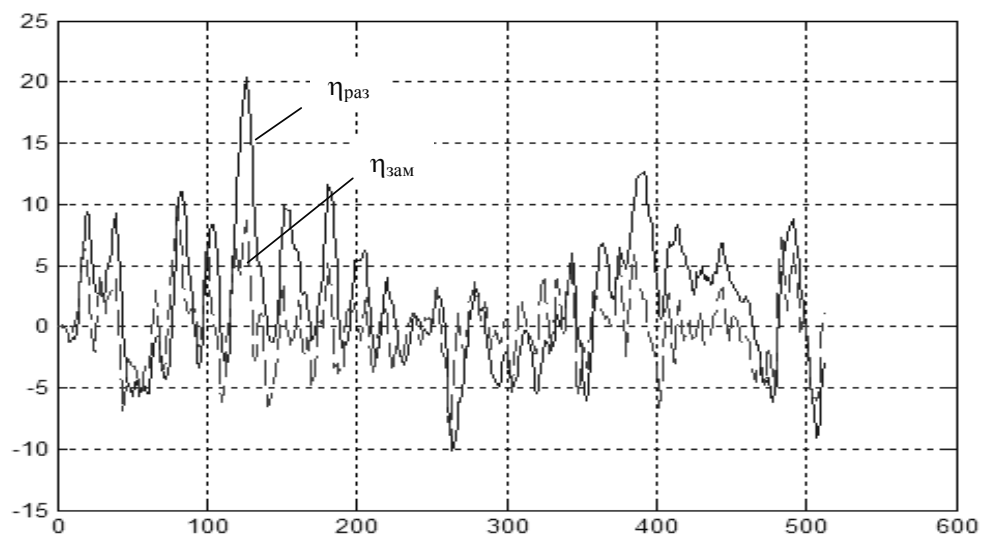


Рис. 4. Временные ряды вязкости в замкнутой и разомкнутой системах

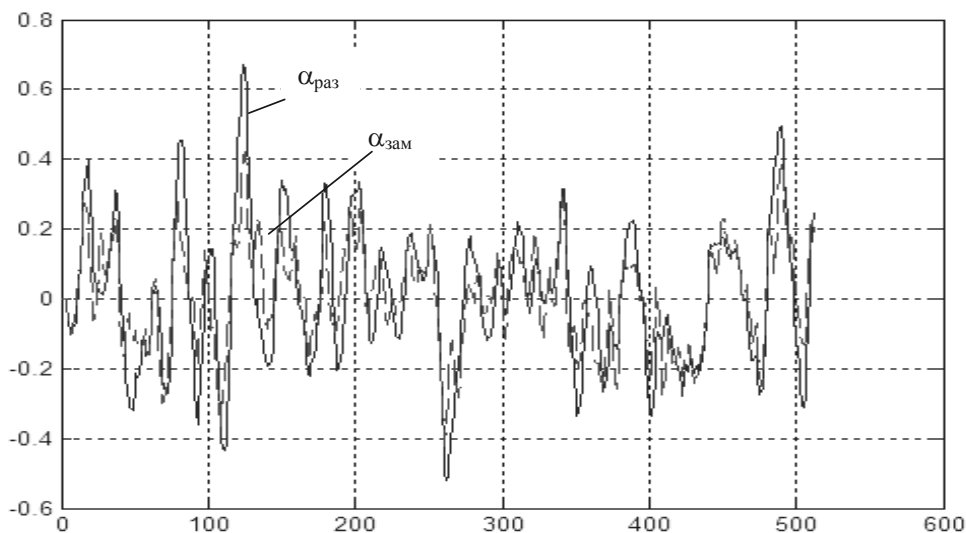


Рис. 5. Временные ряды альфа-вискозы для замкнутой и разомкнутой систем

Матрицы весовых коэффициентов, определяющие вклад выходных координат объекта в интегральную ошибку управления и соотношение между ошибкой системы и мощностью управляющих воздействий, подбирались в процессе синтеза регулятора из условия допустимости на технологическом процессе полученных коридоров изменения управляющих воздействий.

Количественные оценки эффективности системы управления (СУ)

Параметр	СКО разомкнутой СУ	Дисперсия разомкнутой СУ	СКО замкнутой СУ	Дисперсия замкнутой СУ	Коэффициент эффективности СУ
η	5.1304	26.3215	3.086	9.5234	2.76
α	0.2033	0.0413	0.1469	0.0216	1.91

Выводы

1. Разработана многосвязная система управления содержанием альфа-целлюлозы, щелочи в вискозе и вязкости вискозы, позволяющая разделять управляющие воздействия по температуре и дозировкам на ксантогенировании в зависимости от отклонений состава и вязкости вискозы от заданных значений.

2. Математическое моделирование показало эффективную работу системы, при этом влияние возмущающих воздействий на вязкость уменьшилось в 2,76 раза, на состав в 1,91 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сириус Т.Г. Стабилизация вискозы в производстве искусственных волокон / Т.Г. Сириус // Химические волокна. 1986. № 5. С. 25-26.
2. Ковальчук А.В. Адаптивная система управления вязкостью вискозы / А.В. Ковальчук // Химические волокна. 1986. № 5. С. 22-25.
3. Бирюков В.П. Некоторые принципы построения систем управления технологическими процессами с высоким уровнем неконтролируемых возмущений: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.П. Бирюков. Л., 1991. 20 с.
4. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон: в 2 т. / З.А. Роговин. М.: Химия, 1974. Т. I. 520 с.
5. Рязов А.Н. Технология производства химических волокон / А.Н. Рязов. М.: Химия, 1974. 512 с.
6. Мурин С.В. Построение формирующего фильтра для генерации случайного сигнала / С.В. Мурин, В.П. Бирюков // Проблемы прочности, надежности и эффективности: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2007. С. 222-225.
7. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления / Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребен, М.Э. Сальгадо. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 911 с.
8. Медведев В.С. Control System Toolbox / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. М.: Диалог МИФИ, 1999. 287 с.
9. Квакернак К. Линейные оптимальные системы управления / К. Квакернак, Р. Сиван; пер. с англ. М.: Мир, 1977. 654 с.
10. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы / А.Г. Александров. М.: Высшая школа, 1989. 263 с.
11. Рей У. Методы управления технологическими процессами / У. Рей; пер. с англ. М.: Мир, 1983. 368 с.
12. Острем К. Введение в стохастическую теорию управления / К. Острем; пер. с англ. М.: Мир, 1986. 324 с.
13. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 4. Теория оптимизации систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. М.: МГТУим. Н.Э. Баумана, 2004. 744 с.

14. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления / В. Стрейц; пер. с англ. М.: Наука, 1985. 294 с.

15. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы / П.В. Куропаткин. М.: Высшая школа, 1980. 287 с.

Мурин Сергей Валерьевич –

аспирант кафедры «Управление и информатика в технических системах»
Балаковского института техники, технологии и управления (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Бирюков Владимир Петрович –

доктор технических наук,
заведующий кафедрой «Технология и автоматизация машиностроения»
Балаковского института техники, технологии и управления (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 09.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.314.58

Ю.Б. Томашевский, В.В. Соломатин

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СТРУКТУР ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Представлена экспертная система модульного проектирования структур электротехнических комплексов, обеспечивающих оптимальное взаимодействие технологических нагрузок с генерирующими системами. Описан алгоритм оценки структур экспертами на основе лингвистического описания показателей. Предложен механизм оценки степени выполнения требований проектировщика по каждому показателю в случаях его конкретного и нечеткого задания.

Yu.B. Tomashevsky, V.V. Solomatin

**EXPERT SYSTEMS OF
ELECTROTECHNICAL COMPLEXES STRUCTURES MODULAR DESIGNING**

The expert system of modular designing of structures of the electrotechnical complexes providing optimum interaction of technological loads with generating systems is presented in this article. The algorithm of an estimation of structures by experts based on the linguistic description of parameters is described here. The mechanism of an estimation of a degree of performance of requirements of the designer on each parameter in cases of its concrete and fuzzy task is offered.

Задача формирования структуры электротехнических комплексов (ЭК), обеспечивающих оптимальное взаимодействие технологических нагрузок с генерирующими системами,

характеризуется двумя факторами: начальным этапом всего процесса проектирования, когда ее решение приобретает определяющее значение, а также тем, что информация о величине ряда показателей имеет неопределенный характер [1].

В работе [2] описана автоматизированная система структурного синтеза электротехнических комплексов (АСССЭК). Формальная процедура на основе стыкуемости интерфейсов модулей приводит к формированию большого числа возможных альтернатив. Как показал опыт проектирования, выбор структуры ЭК должен опираться на экспертную оценку синтезируемых вариантов. В качестве математического аппарата такой оценки в последнее время успешно используется теория нечетких множеств, так как на ее основе оказывается возможным представить опыт и интуицию экспертов. В [3] показано использование лингвистических переменных, описывающих выбранные показатели. Реализованные шаги позволяют перейти к созданию интеллектуальной системы синтеза структур ЭК. Основные компоненты системы, по сути являющейся экспертной [4], показаны на рис. 1.

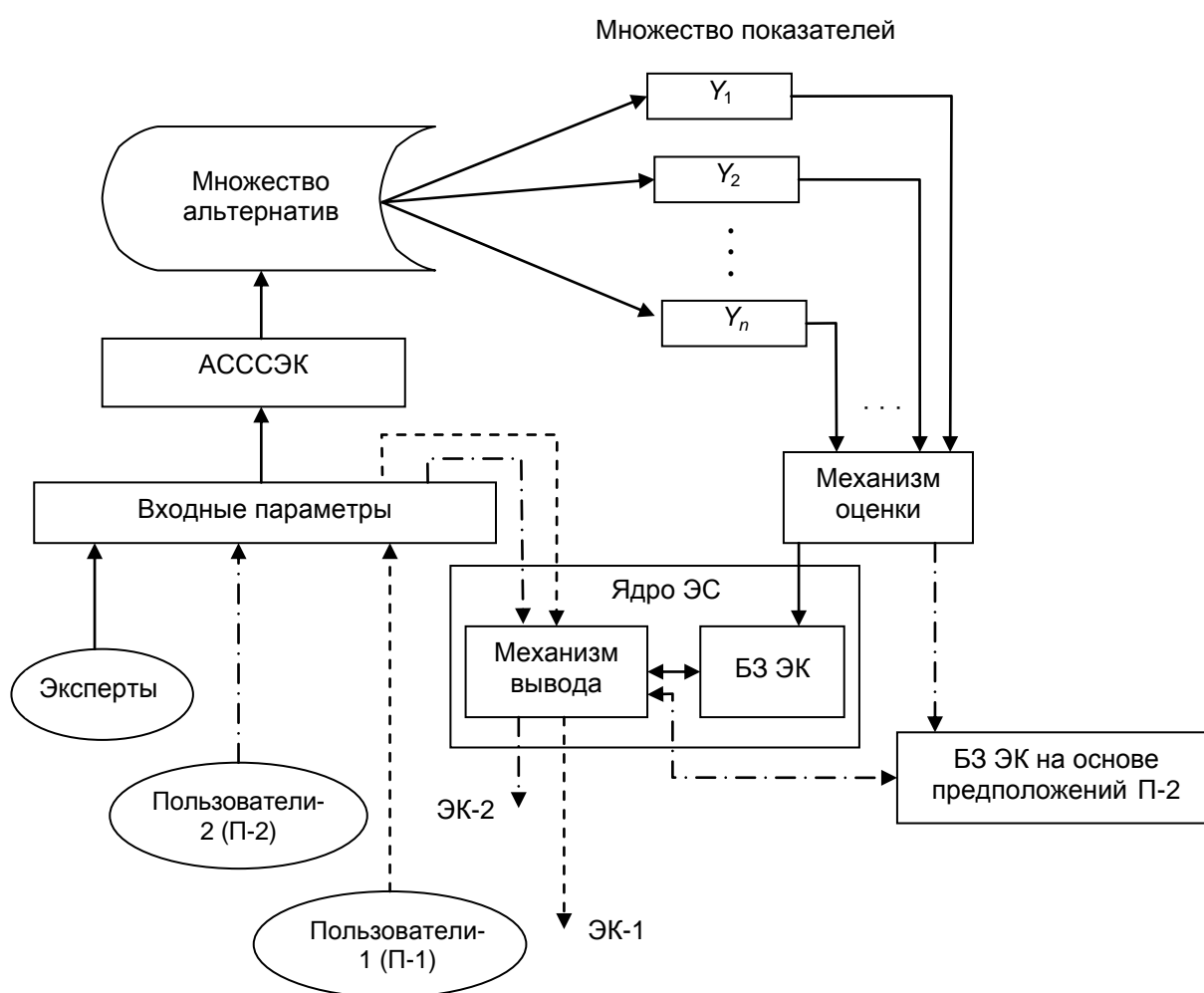


Рис. 1. Экспертная система синтеза структур электротехнических комплексов

В зависимости от вида решаемых задач в системе выделяются три группы пользователей: эксперты, знания которых используются для формирования базы знаний (БЗ) и механизма вывода, образующих ядро ЭС; пользователи первого уровня (П-1), которые используют ЭС как эксперта, формирующего по входным требованиям вариант структуры ЭК (ЭК-1); пользователи второго уровня (П-2), обладающие профессиональным уровнем экспертов, но не имеющих прав на внесение изменений в БЗ. Последней группе системой предоставляется

возможность формирования своей БЗ, на основании которой формируется вариант структуры ЭК-2. Подобным образом в ЭС сочетается здоровый консерватизм (формирование ядра системы на основе работы с экспертами) и процесс совершенствования знаний (внесение изменений в БЗ при существенном несовпадении ЭК-1 и ЭК-2).

В случае работы с экспертом система предлагает ему выбрать базовые термножества лингвистических переменных, описывающих выбранные показатели Y_1, Y_2, \dots, Y_n . В зависимости от целого ряда факторов, зависящих от конкретного эксперта, термножество может содержать 3-7 элементов. Например, выберем термножество, состоящее из 5 элементов {«очень высокий», «высокий», «средний», «низкий», «очень низкий»}.

Эксперт дает оценку каждого варианта из множества выбора по максимальному числу показателей. Как показывает практика проектирования структур ЭК на уровне видов и кратности преобразований, к ним могут быть отнесены следующие показатели:

- массогабаритный;
- КПД;
- качество электроэнергии по входу;
- качество электроэнергии по выходу;
- надежность.

В результате формируется база знаний по вариантам структур.

Пользователь первого уровня П-1 (как правило, разработчик ЭК) обращается к АСССЭК с количественными требованиями по каждому показателю, при этом он вправе выбрать их количество и определить важность, введя весовые показатели. В результате системой будет предложено несколько вариантов структур с максимальным и близким к нему значениями интегрального показателя, формируемого пользователем для конкретного случая электрических нагрузок.

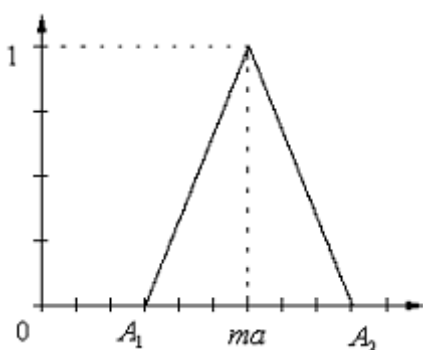


Рис. 2. Графическое представление нечеткого числа

Рассмотрим пример.

Разработчику необходимо выбрать структуру ЭК, обеспечивающую преобразование электроэнергии в виде $(U_1, f_1) \rightarrow (U_2, f_2)$. Здесь U_1, U_2 – линейные напряжения и f_1, f_2 – частоты соответственно на входе и на нагрузке. Предполагается использовать пять показателей с соответствующими весами, максимальная кратность преобразования $n = 2$ с допустимым количеством управляемых модулей $k = 1$. В качестве массогабаритного показателя выбрана удельная мощность преобразователя по массе (ВА/кг), а показателей качества электроэнергии по входу и выходу – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.

Соответствие термов лингвистических переменных треугольным нечетким числам (ТНЧ) приведено в табл. 1-5. Графическое представление ТНЧ показано на рис. 2. Три числа в соответствующих ячейках таблицы соответствуют кортежу $\langle ma, (ma-A_1), (A_2-ma) \rangle$, где ma – модальное значение ТНЧ; $(ma-A_1), (A_2-ma)$ – левый и правый коэффициенты нечеткости.

Таблица 1

Массогабаритный показатель (ВА/кг)

Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
550, 125, 0	425, 125, 125	300, 125, 125	175, 125, 125	50, 0, 125

Таблица 2

КГД

Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
0.99, 0.045, 0	0.945, 0.045, 0.045	0.9, 0.045, 0.045	0.855, 0.045, 0.045	0.81, 0, 0.045

Таблица 3

Коэффициент искажения синусоидальности кривой входного напряжения (%)

Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
0, 0, 2	2, 2, 2	4, 2, 2	6, 2, 2	8, 2, 0

Таблица 4

Коэффициент искажения синусоидальности кривой выходного напряжения (%)

Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
0, 0, 2.5	2.5, 2.5, 2.5	5, 2.5, 2.5	7.5, 2.5, 2.5	10, 2.5, 0

Таблица 5

Надежность

Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
0.999, 0.015, 0	0.985, 0.015, 0.015	0.97, 0.015, 0.015	0.955, 0.015, 0.015	0.94, 0, 0.015

В результате синтеза были получены пять вариантов структур ЭК, вид которых представлен на рис. 3.

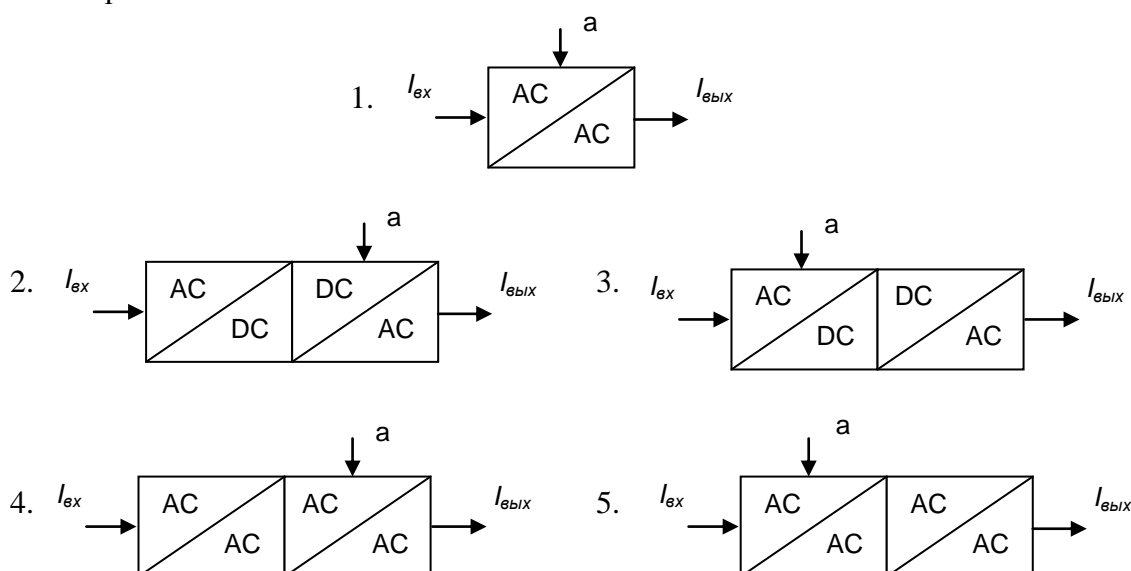


Рис. 3. Варианты синтезированных структур ЭК

Здесь помимо традиционного обозначения видов электроэнергии AC – Alternative Current (переменный ток), DC – Direct Current (постоянный ток) использованы обозначения входного $I_{вх}$ и выходного $I_{вых}$ интерфейсов, а также управляющего входа **a**.

Данные экспертной оценки показанных структур ЭК на основе лингвистического описания показателей приведены в табл. 6.

Оценки структур ЭК на основе лингвистического описания показателей

Показатели Номер структуры	Удельная мощность ЭК по массе	КПД	Коэффициент искажения синусоидальности кривой входного напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой выходного напряжения	Надежность
1.	С	С	С	Н	С
2.	С	В	В	В	В
3.	С	В	С	ОВ	В
4.	ОН	Н	В	Н	С
5.	Н	С	Н	В	С

Проектировщик обращается к системе, имея конкретные значения показателей или определяя диапазон их изменения $(x_i^-; x_i^+)$. Во втором случае характер «притязаний» пользователя по i -му показателю можно представить функцией $\mu_d(x_i)$. Типичные варианты этой функции показаны на рис. 4.

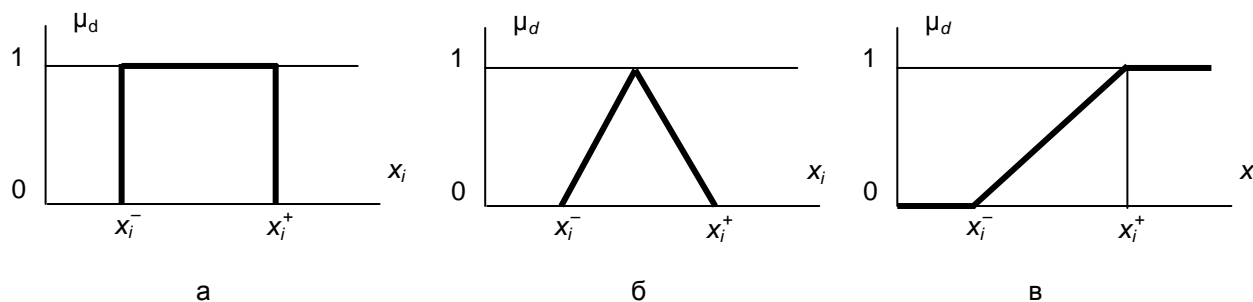


Рис. 4. Варианты функций принадлежности «притязаний» пользователя по i -му показателю

Оценка степени выполнения его требований в рамках конкретной структуры ЭК по i -му показателю определяется следующей величиной:

$$y_i = \frac{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \mu^*(x_i) dx_i}{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \mu(x_i) dx_i}, \tag{1}$$

где $\mu^*(x_i)$ определяется в зависимости от x_i^0 на основе функции принадлежности $\mu(x_i)$ ТНЧ, представляющего соответствующий терм i -го показателя в базе знаний.

В первом случае x_i^0 задается пользователем, а во втором случае определяется выражением $x_i^0 = \arg(\max_{x_i} \min(\mu_d(x_i), \mu(x_i)))$. При условии попадания x_i^0 в диапазон терма, определяемого экспертами в базе знаний, то есть $x_{\min} \leq x_i^0 \leq x_{\max}$, оценка y_i будет определяться формулой (1). При этом $\mu^*(x_i) = \mu(x_i)$ для $x_{\min} \leq x_i \leq x_i^0$ при минимизируемом показателе и для $x_i^0 \leq x_i \leq x_{\max}$ при максимизируемом. На рис. 5, а, б представлены соответствующие варианты определения $\mu^*(x_i)$ для первого и второго случаев.

Если x_i^0 не попадает в диапазон терма, то при $x_i^0 \leq x_{\min}$ для минимизируемого и $x_i^0 \geq x_{\max}$ для максимизируемого показателей имеем $y_i = 0$, а при $x_i^0 \leq x_{\min}$ для максимизируе-

мого и $x_i^0 \geq x_{\max}$ для минимизируемого показателей $y_i = 1$ соответственно. Например, при экспертной оценке удельной мощности структуры ЭК, определенной в базе знаний как средняя, для значений пользователя $x_i \leq 175$ ВА/кг этот уровень «притязаний» считается полностью достижимым ($y_i = 1$), а уровень значений $x_i \geq 425$ ВА/кг – недостижимым ($y_i = 0$) для данной структуры.

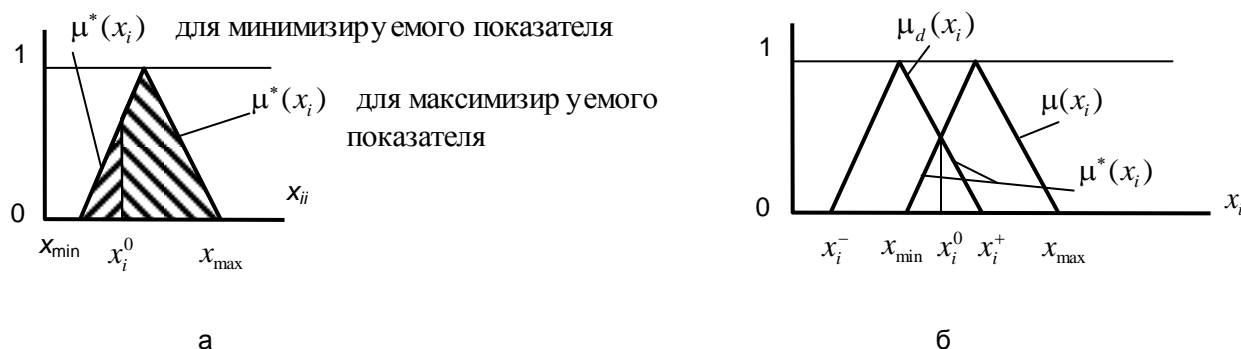


Рис. 5. Примеры определения функции $\mu^*(x_i)$: а – в случае конкретного значения i -го показателя x_i^0 ; б – в случае нечеткого задания пользователем i -го показателя, представленного $\mu_d(x_i)$

Для входных данных пользователя в виде конкретных значений показателей, например (по порядку), 200 ВА/кг, 0,95, 3%, 4,5% и 0,982, а также их весов (0,25, 0,15, 0,2, 0,1, 0,3) соответственно с использованием базы знаний на основе нечеткого описания показателей осуществляем переход к количественной оценке показателей по представленным правилам.

На основе полученных количественных оценок показателей определяется интегральный критерий по одному из алгоритмов (по выбору пользователя) оценки соответствующей структуры ЭК. Все результаты сведены в табл. 7.

Таблица 7

Количественные оценки показателей, определяющих интегральный критерий

Показатели Номер структуры	Удельная мощность ЭК по массе	КПД	Коэффициент искажения синусоидальности кривой входного напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой выходного напряжения	Надежность	Линейная свертка	Интеграл Сугено
1.	0,96	0	0,125	0	0,02	0,271	0,25
2.	0,96	0,4	0,875	0,98	0,68	0,777	0,68
3.	0,96	0,4	0,125	1,0	0,68	0,629	0,65
4.	0	0	0,875	0	0,02	0,181	0,2
5.	0,32	0	0	0,98	0,02	0,184	0,32
Веса	0,25	0,15	0,2	0,1	0,3	-	-

В качестве интегрального критерия в системе используются линейная свертка и интеграл Сугено, алгоритм выбора структур ЭК, на основе которого описан в [1].

Анализ результатов двух последних столбцов табл. 7, несмотря на их схожесть, указывает на обоснованность использования обоих методов. Обратим внимание на два показательных случая. При использовании интеграла Сугено структуры 2 и 3 оказались очень близкими, в отличие от результатов, полученных линейной сверткой. Напротив, структуры 4

и 5 практически неразличимы в случае линейной свертки, в отличие от использования интеграла Сугено.

Как видно, вариант 2 структуры ЭК является предпочтительным для конкретного пользователя и его данных.

Выводы

1. Методы проектирования структур ЭК, обеспечивающих оптимальное взаимодействие технологических нагрузок с генерирующими системами, дополняются лингвистическими моделями, построенными на положениях теории нечетких множеств и языковых средствах, близких к естественному языку, что позволяет при структурном синтезе ЭК оперировать не только количественными, но и качественными категориями.

2. Разработана экспертная система синтеза структур ЭК, в которой формирование ядра осуществляется традиционно на основе работы с экспертами, а внесение изменений в базу знаний (процесс совершенствования знаний) – с учетом результатов работы системы с высокопрофессиональными пользователями.

3. Описан алгоритм экспертной оценки структур ЭК на основе лингвистического описания показателей. Представлен механизм оценки степени выполнения требований проектировщика по каждому показателю в случаях его конкретного и нечеткого задания.

4. Показан пример выбора структуры ЭК для пяти широко используемых в инженерной практике показателей (массогабаритный; КПД; качество электроэнергии по входу; качество электроэнергии по выходу; надежность) с максимальной кратностью преобразования электроэнергии $n = 2$ и допустимым количеством управляемых модулей $k = 1$. Рекомендована двухмодульная структура ЭК с явным звеном постоянного тока с регулированием выходного модуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томашевский Ю.Б. Системный анализ адаптивных электротехнических комплексов / Ю.Б. Томашевский, Н.П. Митяшин. Саратов: СГТУ, 2006. 132 с.

2. Соломатин В.В. Автоматизированная система структурного синтеза электротехнических комплексов / В.В. Соломатин, Ю.Б. Томашевский // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления: материалы Междунар. конф. Саратов: ИПТМУ РАН, 2006. С. 227-230.

3. Соломатин В.В. Выбор структур электротехнических комплексов на основе лингвистического описания показателей / В.В. Соломатин, Ю.Б. Томашевский // Анализ, синтез и управление в сложных системах: сб. науч. трудов. Саратов: СГТУ, 2007. С. 67-72.

4. Джексон П. Введение в экспертные системы: учеб. пособие / П. Джексон. М.: Вильямс, 2001. 624 с.

Томашевский Юрий Болеславович –

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

Соломатин Виталий Викторович –

аспирант кафедры «Системотехника»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 22.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.942

З.Ш. Бабаева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ФОНДОВ

Рассматриваются сущность, цели, задачи когнитивной структуризации и моделирования и основные преимущества этого метода. Предлагается механизм когнитивного анализа и моделирования обосновываются возможность и актуальность его использования для принятия управленческих решений в инвестиционной сфере.

Z.Sh. Babaeva

USE OF COGNITIVE MODELING TECHNOLOGY FOR SUBSTANTIATION AND A CHOICE OF OPTIMUM FINANCING SOURCES OF FIXED CAPITAL REPRODUCTION

The purposes, problems cognitive structuring, modeling, and the basic advantages of this method are considered. The mechanism of the cognitive analysis and modeling opportunity and urgency of its use for acceptance of administrative decisions in investment sphere is offered here.

Сложность явлений, происходящих в процессе инвестирования воспроизводства основных фондов и принятия управленческих решений в инвестиционной сфере, обусловлена рядом особенностей:

- многоаспектностью происходящих в ней процессов (экономических, социальных и т.п.) и их взаимосвязанностью; в силу этого невозможны вычленение и детальное исследование отдельных явлений – все происходящие в ней явления должны рассматриваться в совокупности;
- отсутствием достаточной количественной информации о динамике процессов, что вынуждает переходить к их качественному анализу;
- изменчивостью характера процессов во времени и т.д.

В силу указанных особенностей экономические, социальные и другие системы называются слабоструктурированными системами, для изучения которых в настоящее время применяют когнитивный анализ и разрабатываемые на его основе когнитивные технологии – современные технологии системного анализа.

- во-вторых, использование метода когнитивного моделирования не требует от специалистов, проводящих анализ, специальных знаний в области математического моделирования;
- в-третьих, графическая форма представления элементов предметной области, связанной с источниками инвестиции в воспроизводство основных фондов, в качестве которых могут выступать отдельные технико-экономические показатели, факторы и тенденции, влияющие на экономическую эффективность конкретного проекта лизинга, характеристики отрасли, рынка и других элементов внешней среды, а также взаимосвязей между ними, дает возможность формализовать сущность проблемы в наглядной и понятной форме;
- в-четвертых, логика причинно-следственных взаимосвязей, используемая в когнитивном моделировании, хорошо понятна как руководителям, отвечающим за принятия решений, так и специалистам по экономическому анализу;
- в-пятых, использование специальных математических методов при анализе когнитивной карты позволяет выявлять наиболее значимые факторы с учетом их взаимовлияния;
- в-шестых, данный метод позволяет осуществлять моделирование и строить возможные сценарии реализации функционирования исследуемого объекта;
- в-седьмых, метод когнитивного моделирования позволяет решать «обратную задачу», то есть находить значения входных факторов, которые обеспечивают достижение заданных значений целевых критериев.

Основой для проведения когнитивного моделирования является когнитивная карта. Когнитивная карта есть умозрительное, когнитивное представление проблемы или предметной области в терминах элементарных семантических категорий, связанных отношениями. Под семантическими категориями понимаются признаки, факты, события, понятия и т.д., а отношения между ними – это, как правило, причинно-следственные связи семантических категорий.

В нашем случае построение когнитивной карты заключается в формировании и уточнении гипотезы о функционировании объектов, с которыми связано осуществление схемы инвестирования воспроизводства основных фондов.

Использование методологии когнитивного моделирования как инструмента инвестиционного проектирования обосновывается также тем, что данный подход позволяет наглядно представить сущность механизма формирования совокупности источников инвестирования и проанализировать факторы, оказывающие при этом наибольшее влияние.

Существует несколько методов построения когнитивных карт:

1. Когнитивную карту строит ответственное за разработку схемы поставленной задачи лицо на основе своих знаний и представлений без привлечений экспертов и справочных материалов. Эффективность этого метода определяется квалификацией руководителя: его знаниями и умением определять характер отношений между элементами модели проблемной области. При этом сам процесс построения когнитивной карты помогает руководителю яснее представить себе проблему, лучше понять роль отдельных элементов и характер отношений между ними.

2. Построение когнитивных карт привлеченными специалистами на основе изучения теоретических источников, нормативной документации.

3. Построение когнитивных карт на основе опросов группы экспертов, имеющих возможность оценивать причинные связи. Преимущество этого метода в возможности агрегировать индивидуальные мнения.

4. Построение когнитивных карт на основе интервьюирования экспертов или открытых выборочных опросов. Достоинство этого метода заключается в предоставлении исследователю возможности вести активный диалог с источниками информации и экспертами.

Формальный процесс построения когнитивной карты заключается в следующем. Два элемента проблемной области А и В, изображаемые на схеме в виде отдельных вершин, соединяют ориентированной дугой, если элемент А связан с элементом В причинно-следственной связью: где А – причина, В – следствие.

На математическом языке схема причинно-следственных связей (когнитивная карта) описывается знаковым (взвешенным) ориентированным графом. Наиболее существенные для рассматриваемой проблемы факторы (базисные факторы) считаются вершинами ориентированного графа.

От фактора i к фактору j проводится дуга, если изменение фактора i оказывает непосредственное существенное воздействие на фактор j . Эта дуга имеет знак «плюс», если воздействие является «усилением» (при прочих равных условиях увеличение фактора i приводит к увеличению фактора j и уменьшение фактора i приводит к уменьшению фактора j), и знак «минус», если воздействие вызывает «торможение» (при прочих равных условиях увеличение фактора i приводит к уменьшению фактора j и уменьшение фактора i приводит к уменьшению фактора j).



Рис. 2. Механизм причинно-следственных связей

Модель в виде знакового ориентированного графа предполагает все воздействия одинаковыми по силе, поскольку веса каждой дуги равны единице. Для уточнения когнитивной модели можно приписывать дугам различные веса, что приводит к появлению взвешенного ориентированного графа. Такой вес интерпретируется как относительная сила влияния одного фактора на другой и может быть положительной (для «усиливающих» воздействий) или отрицательной (для «тормозящих» воздействий). Значения весов могут определяться на основе процедуры экспертного опроса.

Таким образом, когнитивная карта представляется в виде ориентированного графа $G(X, W)$, где $X = \{x_i\}$ – семантические категории (факты события, процессы и т.д.) – вершины графа; $W = \{w_{ij}\}$ – множество отношений факторов x_i и x_j , $i, j = 1, \dots, n$; n – число факторов, имеющих отношение к рассматриваемой ситуации или проблеме.

Отношения $w_{ij} \in W$ – это семантические отношения влияния фактора x_i на фактор x_j . Значение w_{ij} интерпретируется как мнение (суждение) эксперта о силе влияния фактора x_i на фактор x_j .

Сила влияния факторов представляется как лингвистическая переменная E , с термножеством e_i . $E = \{e_i\}$ $i = 1, \dots, m$; m – число элементов термножества. Значение силы влияния факторов задается в терминах «Увеличивает», «Уменьшает».

Значения факторов ситуации X также задаются лингвистической переменной H – «Значение фактора» с термножеством h_i , $H = \{h_i\}$. Элементы термножества характеризуют значение фактора, либо значение скорости изменения фактора (динамику ситуации) и задаются в терминах «Растет», «Падает», «Большое», «Малое».

Одной из основных задач в процессе анализа источников инвестирования является определение значимости факторов, формирующих их эффективность.

Когнитивная карта позволяет решить задачу определения структурной значимости каждого из факторов с учетом их взаимного влияния друг на друга. Наиболее значимым с точки зрения комплексного влияния на проблему в целом является тот фактор, который входит в состав большего числа замкнутых циклов. Необходимо отметить, что когнитивная карта может использоваться и для моделирования процессов формирования эффективности. При этом сущность когнитивного моделирования заключается в решении двух задач: прямой и обратной. Решение прямой задачи (сценарного прогноза развития ситуации) позволяет ответить на вопрос «Что будет, если...?», а решение обратной – на вопрос «Что надо, чтобы...?». Для решения прямой и обратной задач в рамках когнитивного моделирования разработаны специализированные пакеты программ, такие как «КОМПАС», «СИТУАЦИЯ», «КИТ». Они позволяют непрофессиональному пользователю осуществлять построение прогнозных сценариев развития ситуации, рассматривать различные стратегии управления и ис-

кать возможные варианты решений, которые позволяли бы достигать заданных значений показателей эффективности.

В качестве шкалы для оценки влияний была принята лингвистическая шкала, используемая в рамках пакета программы «КОМПАС» (см. таблицу).

Лингвистическая шкала, используемая для оценки взаимосвязей факторов в рамках ПК «КОМПАС»

Очень сильно увеличивает	1	Слабо уменьшает	-0,18
Сильно увеличивает	0,89	Уменьшает меньше среднего	-0,36
Увеличивает больше среднего	0,71	Средне уменьшает	-0,53
Средне увеличивает	0,53	Уменьшает больше среднего	-0,71
Увеличивает меньше среднего	0,36	Сильно уменьшает	-0,89
Слабо увеличивает	0,18	Очень сильно уменьшает	-1
Не влияет 0			

Отбор базисных факторов проводится на основе PEST-анализа (Policy – политика, Economy – экономика, Society – общество, Technology – технология), выделяющего 4 основные группы факторов, посредством которых анализируются политический, экономический, социокультурный и технологический аспекты внешней среды вокруг исследуемого объекта (рис. 3). PEST-анализ – это инструмент исторически сложившегося четырехэлементного стратегического анализа внешней среды. При этом для каждого конкретного сложного объекта существует свой особый набор ключевых факторов, который непосредственно и наиболее существенным образом влияет на него. Анализ каждого из выделенных аспектов проводится системно, так как в жизни все эти аспекты между собой тесным и сложным образом взаимосвязаны. Значимое изменение любого из аспектов, как правило, влияет на всю цепочку. Такие изменения в каждом конкретном случае могут стать или угрозой развитию объекта, или, наоборот, новой стратегической возможностью его будущего успешного развития.

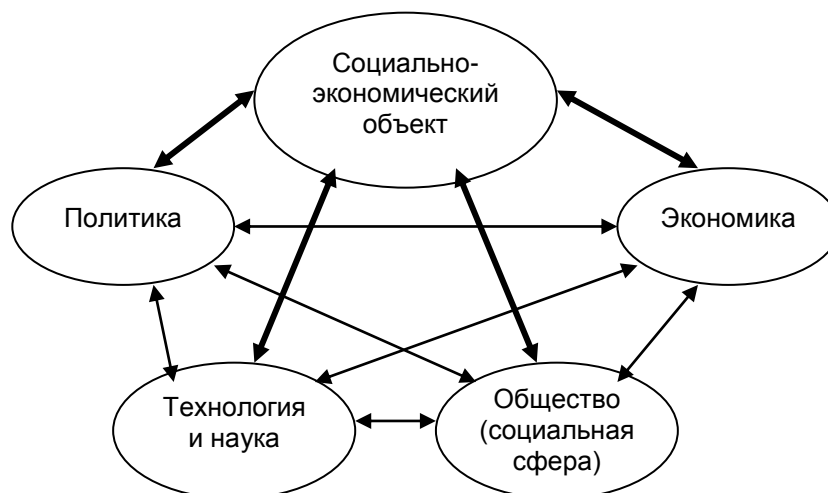


Рис. 3. Аспекты внешней среды исследуемого объекта

Следующий шаг – ситуационный анализ проблем, SWOT-анализ (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – недостатки, слабые стороны, Opportunities – возможности, Threats – угрозы). Он складывается из анализа сильных и слабых сторон развития исследуемого объекта в их взаимодействии с угрозами и возможностями внешней среды и позволяет определить актуальные проблемные области, узкие места, шансы, опасности, связанные с исследуемым объектом, с учетом факторов внешней среды (рис. 4).

Возможности определяются как нечто, способствующее благоприятному развитию объекта. Угрозы – это то, что может нанести ущерб объекту, лишить его существующих преимуществ.



Рис. 4. Структура ситуационного анализа проблемы

На основании анализа различных сочетаний сильных сторон с угрозами и возможностями, а также слабых сторон с угрозами и возможностями, формируется проблемное поле исследуемого объекта. Проблемное поле – это совокупность проблем, существующих в экономике, промышленности, в их взаимосвязи друг с другом и с факторами внешней и внутренней среды.

Наличие такой информации – основа для определения целей (направлений) развития и путей их достижения, выработки стратегии развития.

Резюмируя все вышеизложенное, можно предложить методiku определения оптимальных источников финансирования воспроизводства основных фондов и принятия управленческих решений в инвестиционной сфере.

Предлагаемая методика включает в себя последовательность выполнения отдельных составляющих расчетно-аналитических блоков, основными из которых являются:

- блок предварительной подготовки данных, включающий определение набора источников финансирования и схем их использования, формулирование критериев и ограничений, а также приведение исходных данных к требуемому виду (использование методологии когнитивного моделирования);

- блок проведения экспертного оценивания качественных критериев источников инвестирования и выбора наиболее приемлемых на основе агрегированного критерия;

- блок расчета всех условий и экономических показателей использования источников финансирования с целью определения их экономической эффективности и финансовой состоятельности для инвестиционного проекта;

- блок многокритериального ранжирования и выбора;

- блок дополнительных видов анализа (анализ результатов на чувствительность по стоимости используемых источников) и принятия окончательного решения относительно выбранного варианта;

- блок разработки портфельной стратегии на основе подбора оптимального с точки зрения риска портфеля различных инвестиционных источников. Окончательный выбор становится промежуточным результатом в рамках осуществления комплексного процесса инвестиционного планирования, поскольку дальнейшими шагами являются планирование и необходимая организационная и ресурсная поддержка выбранного оптимального сочетания источников финансирования воспроизводства основных фондов. А процесс исполнения сопровождается постоянно выполняемыми процедурами контроля, целью чего является определение возможности и необходимости продолжения инвестирования именно данными источниками, в том числе с учетом появления новых перспективных направле-

ний деятельности и изменения условий функционирования и стратегических приоритетов предприятия.

Проанализировав все вышесказанное, когнитивный анализ можно определить как один из эффективных методов к исследованию взаимодействия инвестиционного процесса с внешней средой, в основе которого лежит исследование когнитивной модели ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаева З.Ш. Основные фонды: теория и методология воспроизводства / З.Ш. Бабаева. Махачкала: НП «ДТИПБ», 2006. 162 с.
2. Гуртов В.К. Инвестиционные ресурсы / В.К. Гуртов. М.: Экзамен, 2002. 384 с.
3. Давыдов С.В. Выбор управляющих факторов при когнитивном моделировании различных вариантов решений / С.В. Давыдов // Когнитивный анализ и управление развитием ситуации (CASC-2002): труды 2-й Междунар. конф.: в 2 т. М.: ИПУ РАН, 2002. Т. 2. С. 51-68.
4. Ендовицкий Д.А. Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика / Д.А. Ендовицкий; под ред. проф. Л.Т. Гиляровской. М.: Финансы и статистика, 2001. 400 с.
5. Максимов В.И. Технология управления целенаправленным развитием ситуаций / В.И. Максимов, З.К. Адеева, Д.И. Макаренко // Когнитивный анализ и управление развитием ситуации (CASC-2002): труды 2-й Междунар. конф.: в 2 т. М.: ИПУ РАН, 2002. Т. 2. С. 92-109.

Бабаева Зоя Шапиулаховна –

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет»
Дагестанского государственного университета

Статья поступила в редакцию 12.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.385

И.М. Ткаченко, А.А. Захаров, В.А. Ткаченко, Т.Г. Сенокосова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕСТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Показано, что переход к более высокому уровню тестовых технологий должен сопровождаться углубленным пониманием вопросов отражения сущности объекта исследования через его параметры и характеристики, сопровождение этого отражения соответствующими информационными потоками, распознавание которых на уровне управления, принятия решения и является по существу предметом решения через логистические подходы.

I.M. Tkachenko, A.A. Zaharov, V.A. Tkachenko, T.G. Senokosova

INVESTIGATION OF POSSIBILITY FOR SHAPING COMPLEX TEST COMPOSITION OF THE SYSTEM OF ARTIFICIAL PERCEPTION ON BASE OF LOGISTIC STRUCTURES

The article proves that the transition for higher level of test technology must be accompanied deep understanding questions of reflection essence of object in-

vestigation by means of its parameters and features. Herewith the accompaniment of this reflection equal by information streams, where recognition on the level of control, the acceptance of decision essentially is appeared the subject of decision by means of logistic approaches.

Известно, что сложные тестовые композиции целесообразно рассматривать в совокупности как системы, имеющие признаки, реализуемые в экспертных системах и системах распознавания образов. Матричная форма тестовых структур различного типа, в том числе и с произвольным числом множеств, может быть также представлена с помощью метода логистических схем, являющейся основой в такой известной науке, как логистика. По мнению ряда западных ученых, логистика стала наукой благодаря военному делу. Создателем первых научных трудов по логистике принято считать французского военного специалиста начала XIX в. Джомини, который дал следующие определение логистики: «практическое искусство маневра войсками». Также он утверждал, что логистика включает не только перевозки, но и широкий круг вопросов, таких, как планирование, управление и снабжение, определение места дислокации войск, а также строительство мостов, дорог и т.д. Однако как военная наука логистика сформировалась лишь к середине XIX века. Логистика стала активно применяться в период Второй мировой войны, и, прежде всего в материально-техническом снабжении армии США на европейском театре военных действий. Четкое взаимодействие военной промышленности, тыловых и фронтовых снабженческих баз и транспорта позволило своевременно и систематически обеспечивать американскую армию поставками вооружения, горючесмазочных материалов и продовольствия в необходимых количествах, поэтому во многих западных странах логистику поставили на службу эффективности управления материальными потоками в экономике. Постепенно логистика, как и другие методы прикладной математики (исследование операций, математическая оптимизация, сетевые модели и т.д.), стала переходить из военной области в сферу хозяйственной практики. Первоначально она оформилась как новый вид теории о реализации управления движением товарно-материальных ресурсов в сфере обращения, а затем и производства. Так, профессор Г. Павеллек и сотрудники Национального совета США по управлению материальным распределением, определяя сущность логистики, акцентируют внимание на управленческом аспекте. Логистика, по их мнению, – это планирование, управление и контроль исследуемого объекта с дальнейшей его обработкой, а также возможной передачей **с сохранением соответствующего ему информационного потока.**

Итак, логистика (от греческого слова «logistike», что означает искусство вычислять, рассуждать) – это наука о планировании, организации, управлении, контроле и регулировании движения информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного.

Неотъемлемой частью всех видов логистики является обязательное наличие логистического информационного потока, включающего в себя сбор данных об объекте, их передачу, обработку и систематизацию с последующей выдачей готовой информации. Эту подсистему логистики часто называют компьютерной логистикой. Логистика является системой, содержащей функциональные области, между которыми существуют связь и взаимозависимость.

На основе вышеописанного можно провести аналогии подхода и в тестовых технологиях, что позволит рассмотреть последовательность действий, которые могут быть сформированы через построение логистической модели следующим образом:

1. Выделение объектов исследования в соответствии с рассматриваемой областью;
2. Определение перечня наиболее значимых категорий данных объектов;
3. Ранжирование признаков (свойств), входящих в составленный перечень, сосредоточение внимания на наиболее значимых для исследуемых объектов;

4. Оценка модели на достаточность, избыточность признаков, установление соответствий путем построения траекторий с дальнейшим определением уровня информативности данных цепочек, необходимого для обеспечения корректности схемы.

В педагогической практике, в частности, и в теории познания, в общем плане, мы постоянно сталкиваемся с наличием многочисленных информационных потоков, которые можно определенным образом классифицировать. Как показывает ситуация последнего времени, к традиционным информационным потокам, воздействующим на учебный процесс, можно добавить несформированные, но достаточно интенсивные, Интернет информационные потоки. Такие потоки, с одной стороны, находятся в синергетическом взаимодействии с более проверенными традиционными информационными потоками, например, связанными с учебниками, монографиями и т.д., а с другой стороны, они могут дезориентировать потребителей информации своей популярностью, недостаточностью и чрезмерной доступностью.

В учебной практике в последние годы получили широкое распространение тестовые технологии, которые можно отнести к таковым только в первом приближении и которые следует определить как тестирование в общепринятой форме.

Переход к более высокому уровню тестовых технологий должен сопровождаться углубленным пониманием вопросов отражения сущности объекта исследования через его параметры и характеристики, сопровождение этого отражения соответствующими информационными потоками, распознавание которых на уровне управления, принятия решения и является по существу предметом решения через логистические подходы.

В настоящее время в тестовых технологиях наибольший интерес вызывают структуры с большим числом множеств, одно из которых считается основным, а другие – вспомогательными. Основное множество, как правило, является множеством событий, явлений, конструкций и т.д., а вспомогательные множества фактически представляют собой множества признаков. При этом тестовая композиция превращается в экспертную систему или при определенных допущениях в систему распознавания образов, т.е. ее следует рассматривать через процедуры анализа и синтеза, продвигаясь от события к признакам, или наоборот, по признакам выявить само событие. Проблема результативности в образовании тесно связана с понятием «распознавания образов, рассуждая о сравнении полученных результатов в образовании с эталонными по оптимальному числу наиболее существенных параметров», которых должно быть достаточно для обоснованного суждения о соответствии результатов контроля тому или иному стандарту.

С помощью логистических моделей может быть решена задача о распознавании образов, являющаяся основой в освоении любой предметной области знаний, может быть решена проблема построения корректных новых тестовых структур различного типа и с разным уровнем сложности и т.д. Данный метод позволяет проанализировать исследуемый объект не только по траектории «признаки (свойства) – объект», но и в обратном направлении, двигаясь от объекта к признакам, что позволяет в процессе обучения (распознавания) наиболее глубоко исследовать материал с помощью воссоздания логических цепочек (связей) изучаемых объектов, категорий, т.е. изучения свойств объекта или воссоздания его образа через эти свойства. При этом различают такие виды логистических схем, как:

- несимметричная;
- симметричная.

Различие их состоит в конструктивной форме представления тестовых структур. Причем симметричная форма наиболее проста в интерпретации, наглядно представлены логистические цепочки воссоздания (распознавания) образов, когда все элементы востребованы для соответствия и используются только один раз. Однако, если необходимо исследовать тест на достаточность или избыточность признаков (свойств), то лучше использовать несимметричный подход. Так, при решении задачи о генерации лучше воспользоваться несимметричной моделью логистической схемы сложной тестовой композиции, т.к. достаточность и избыточность являются важнейшими показателями в процессе создания корректных структур.

Целесообразно рассмотреть данный подход в приложении к определенному тексту, который в общем случае может быть представлен в виде источника знаний по предмету, дисциплине. Остановимся на специальной дисциплине «Микроволновые приборы и устройства», в рамках которой изучаются различные конструкции и структуры, в частности «ЛБВ, ЛОВ-О или -М типа в генераторном или усилительном режиме» (см. таблицу).

Таблица 1

Тестовое задание «ЛБВ, ЛОВ -О или -М типа в генераторном или усилительном режиме»

А) Тип устройства	Б) Ввод энергии	В) Вывод энергии	Г) Поглочитель	Д) Фазовая и групповая скорости волны по направлению	Е) Групповая скорость направлена	Ж) Самовозбуждение устройств	З) Принцип передачи энергии	И) Направление магнитного поля относительно электронного потока
1. ЛБВу-О	1. На входе ЗС	1. На входе ЗС	1. На входе ЗС	1. Совпадают	1. Вдоль пучка	1. Принимаются меры для борьбы с самовозбуждением	1. Потенциальной	1. Совпадают
2. ЛБВу-М	2. На выходе ЗС	2. На выходе ЗС	2. В центре ЗС	2. Противоположны	2. Против пучка			
3. ЛОВу-О	3. Отсутствует		3. На выходе ЗС			2. Выполняются условия самовозбуждения	2. Кинетической	
4. ЛОВу-М								
5. ЛБВг-О								
6. ЛБВг-М								
7. ЛОВг-О								
8. ЛОВг-М								

Логика распознавания таких объектов может быть представлена в форме логистической схемы. Логистическая структура представляет собой совокупность специальных обозначений, в данном случае прямоугольными фигурами изображены устройства и их признаки, свойства, которые соединены между собой траекториями, выступающие в роли связи элементов в процессе воссоздания образов (A1, A, ..., A8) путем поэтапного присоединения признаков, свойств (рис. 1). Обобщенная модель достаточно сложна для интерпретации, поэтому, с целью упрощения, ее можно представить в симметричном виде (рис. 2), где видны все 8 цепочек соответствий.

Если вернуться к одному из понятий логистики, как «искусстве рассуждать, вычислять», то тестовые структуры, построенные на основе логистических цепочек, позволяют это сделать наиболее рациональным и познавательным способом. Причем сама структура тестовой композиции, наличие в ней различных элементов, дает возможность оценить полноту характеристик исследуемого объекта и объектов в их сопоставлении друг с другом.

Тестовое задание, представленное в таблице, имеет характерную особенность, а именно, для распознавания каждого из 8 приведенных элементов множества А необходимым является наличие минимум трех множеств, причем каждое из них выступает в роли идентификатора, выполняющего определенную функцию разграничения : одно разделяет элементы по роду устройств (ЛБВ или ЛОВ), другое – по режиму работы (генератор или усилитель), третье – по типу работы (-О или -М тип). Один из возможных вариантов представлен на рис. 3.

Обобщенная логистическая схема (рис. 1) несет наиболее полную информацию об изучаемых распознаваемых устройствах и позволяет наиболее широко исследовать их признаки и свойства, следовательно, структуры можно анализировать с позиций достаточности и избыточности характеристик, что лучше детализирует материал и способствует расширению воз-

возможности идентификации устройств, используя различные сочетания множеств. Обращаясь к структуре, видно, что у каждого элемента основного множества A имеется по одному выходу, который соответствует входу конкретного элемента вспомогательного множества B , характеризующего признак «ввод энергии». Оно интересно тем, что при распознавании элементов A_1, A_2, \dots, A_8 ведется не только разграничение по режиму работы (усилитель – б1, б2, генератор – б3), но и разделение усилителей по роду устройств (ЛБВу – б1, ЛОВу – б2), тогда у элементов б1, б2 по 2 входа, а у элемента б3 – 4 входа, причем каждому входу в данной структуре соответствует выход, находящийся на той же горизонтали, что позволяет наглядно проследить путь «развертывания» цепочки признаков каждого из распознаваемых устройств.

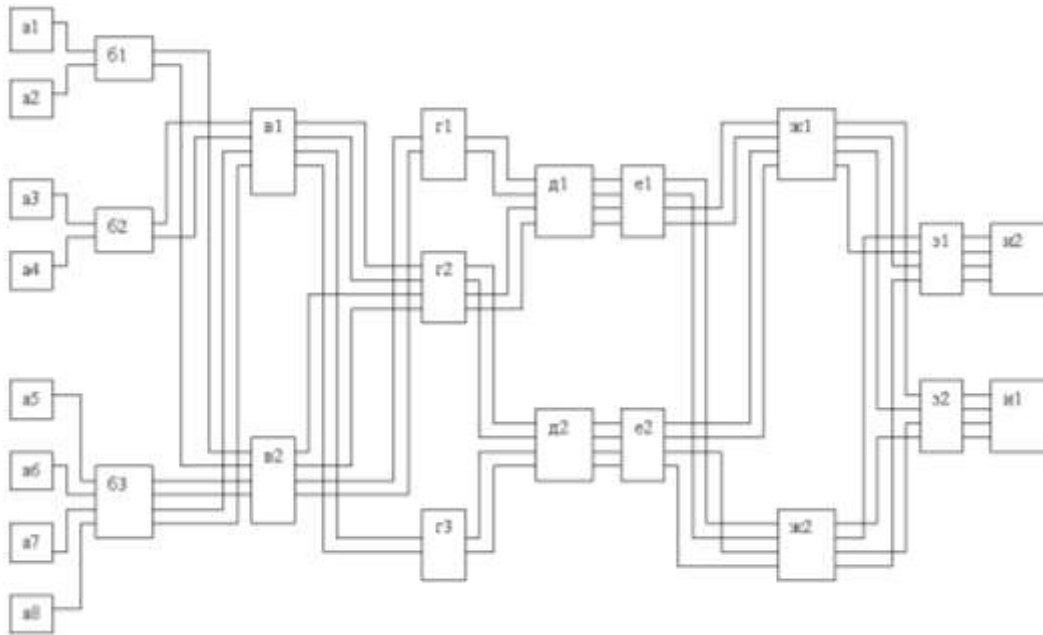


Рис. 1. Логистическая схема ТЗ «ЛБВ и ЛОВ -О или -М типа в генераторном или усилительном режиме»

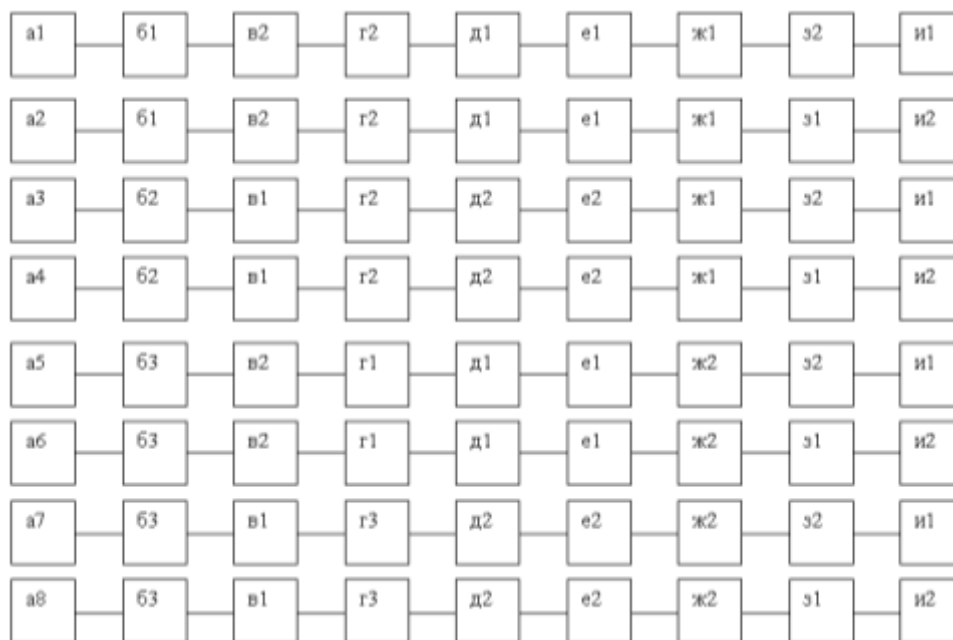


Рис. 2. Логистическая схема симметричной структуры ТЗ «ЛБВ и ЛОВ -О или -М типа в генераторном или усилительном режиме»

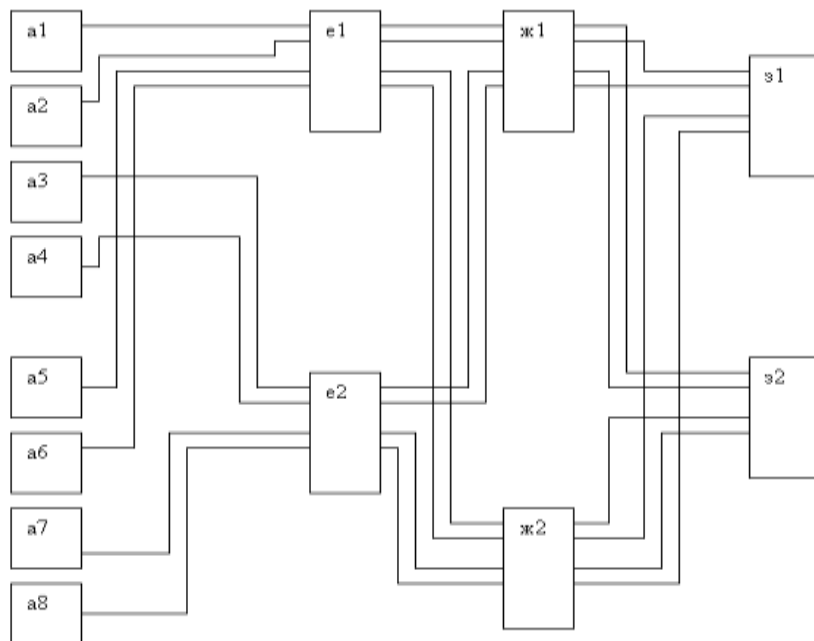


Рис. 3. Один из возможных вариантов логистической схемы ТЗ «ЛБВ и ЛОВ-О или -М типа в генераторном или усилительном режиме» с минимальным количеством вспомогательных множеств

Множество В характеризует признак «вывод энергии» и содержит 2 элемента (v_1, v_2), имеющих по 4 входа, что указывает на то, что разграничение ведется лишь в одном направлении, а именно, по роду устройств (ЛБВ или ЛОВ). Можно сделать вывод, что элементы вспомогательных множеств В, Д, Е, Ж, З, И тестового задания матричной формы «ЛБВ, ЛОВ -О или -М типа в генераторном или усилительном режиме» (см. таблицу), имеющие по 4 входа и выхода, играют роль функции разграничения лишь в одном направлении, что отличает их от элементов вспомогательных множеств Б и Г.

Множество Г включает 3 элемента (g_1, g_2, g_3), описывающих расположение поглотителя, которые, так же как и элементы вспомогательного множества В, разграничивают элементы основного множества А по режиму работы (генератор – g_1, g_3 , усилитель – g_2), однако разница между ними состоит в том, что признаки g_1 и g_3 делят по роду устройств генераторы (ЛБВг – g_1 , ЛОВг – g_3).

Элементы множеств Д, Е позволяют разделить элементы основного множества А по роду устройств, как и элементы множества В, тем самым в тестовом задании (см. таблицу) более детально исследуются физические процессы и особенности изучаемых устройств.

Элементы множества Ж, в отличие от элементов множеств Б и Г, разделяют устройства лишь по режиму работы (усилитель ж1, генератор ж2), что одновременно является их особенностью в рамках данной тестовой структуры.

Элементы множеств З и И взаимозаменяемы, т.к. роль их одинакова и состоит в разграничении устройств по типу работы (-О или -М тип). Одно из них может быть исключено из тестового задания, при этом цепочки воссоздания образов не нарушатся, а лишь сократятся, но для обеспечения наиболее полного содержания, более высокого уровня информативности необходимо наличие обоих множеств.

Анализ обобщенной логистической схемы тестового задания матричной формы «ЛБВ, ЛОВ -О или -М типа в генераторном или усилительном режиме» (см. таблицу) позволяет выделить варианты тестов, имеющие минимальное количество вспомогательных множеств для распознавания всех элементов основного множества А.

Проведенный анализ дает возможность сделать вывод о том, что основные логистические подходы в нашем случае реализуемы через:

- создание интегрированной эффективной системы регулирования и контроля информационных потоков, предоставляющие возможность наиболее детализированно изучить исследуемый материал;
- определение наиболее правдоподобных соответствий (связей) между объектами и информационными потоками (признаками, свойствами);
- предоставление возможности контроля за отдельными данными об объектах для обеспечения передачи наиболее полной и достоверной информации обучающемуся в процессе исследования;
- предоставление возможности развития навыков анализа и синтеза в соответствии со спецификой представления логистических цепочек (специальные обозначения основных и вспомогательных элементов в форме геометрических фигур с соединительными логистическими траекториями);
- предоставление возможности управления операциями движения по траекториям с выявлением наиболее коротких и информативных цепочек взаимосвязей (принцип достаточности, принцип избыточности), если они существуют.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров А.А. Измерительные системы в профессиональном образовании на основе тестовых технологий / А.А. Захаров. Саратов: СГТУ, 2003. 200 с.
2. Ткаченко И.М. Системы распознавания образов как основа тестовых технологий / И.М. Ткаченко, А.А. Захаров // Радиотехника и связь: материалы третьей Междунар. науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 2006. С. 120-127.

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

Ткаченко Владимир Александрович –
аспирант кафедры «Экономика и управление в строительстве»
Саратовского государственного технического университета

Сенокосова Татьяна Гурьевна –
доцент кафедры «Менеджмент, маркетинг и логистика»
Института бизнеса и делового администрирования
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 539.194

М.Д. Элькин, О.В. Колесникова, О.Н. Гречухина

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ GAUSSIAN В МОДЕЛИРОВАНИИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (GB-,GD-, GF- AGENTS)

На основании модельных неэмпирических расчетов электронной структуры на примере известных фосфорорганических соединений – зарина,

зомана и циклозарина (GB-,GD-, GF-Agents) показана возможность предсказательных расчетов ИК и КР спектров высокотоксичных фосфорорганических соединений в рамках информационной технологии Gaussian.

M.D. Elkin, O.V. Kolesnikova, O.N. Grechuhina

TECHNIQUE GAUSSIAN AND MODELING OF VIBRATIONAL SPECTRA OF GB-, GD-, GF-, AGENTS

The article describes the possibility of predictable calculations based on non-empiric calculations of electronic structure on the example of well-known organophosphorous compounds - sarin, soman, cyclosarin (GB-, GD-, GF-Agents).

Введение. Синтез высокотоксичных соединений, разрешенный в научных целях международной Конвенцией о запрещении химического оружия, широко использует спектральный эксперимент для идентификации соединений и построения их структурно-динамических моделей. В первую очередь это колебательная спектроскопия, в которой прослеживаются два обладающих предсказательными возможностями теоретических подхода.

Первый подход, заявленный в работе [1], опирается на известный фрагментарный метод [2] и использует библиотеку силовых постоянных изученных молекулярных фрагментов. До недавнего времени это был доминирующий теоретический метод ИК спектроскопии. На то были веские причины, главная из которых – недостаточная точность имеющихся квантовых методов в оценке таких параметров адиабатического потенциала, определяющего физические и химические свойства соединения. Уязвимым местом подхода являлась методика сшивки фрагментов, неизбежный произвол при формировании базы данных фрагментарных и силовых постоянных и электрооптических параметров. Подавляющее большинство указанных молекулярных параметров было получено путем решения обратных колебательных задач [3]. Для этого требовалось наличие полного набора экспериментальных данных по частотам и интенсивностям колебаний изотопозамещенных соединений при условии, что интерпретация спектров проведена надежно. Возникающие на этом пути трудности хорошо известны и подробно описаны в диссертации [3]. Тем не менее, для ряда соединений и фрагментов органической химии удалось получить оценку гармонических силовых постоянных и электрооптических параметров, что может служить ориентиром при построении структурно-динамических моделей вновь синтезируемых соединений.

Второй подход связан с привлечением неэмпирических квантовых методов расчета структуры и спектров многоатомных молекул. В настоящее время этот подход становится доминирующим в предсказательных расчетах колебательных спектров сложных молекулярных соединений, а получаемые результаты, представленные, к примеру, в работах [3-4], весьма обнадеживающие. Особенно это касается квантовых методов, связанных с использованием DFT (методов функционала плотности) подхода [5], реализованного в виде известной компьютерной технологии «GAUSSIAN».

Критические замечания в его адрес, высказанные в публикации [1], справедливы и учитываются разработчиками при создании очередной версии программного обеспечения. Основанием этому служит динамика развития данного направления в теоретической колебательной спектроскопии. В программных комплексах последнего поколения появилась возможность анализа ангармонизма колебаний [5].

Поскольку большинство фосфорорганических соединений имеют много одинаковых фрагментов, а следовательно и близкие по частотам фундаментальные колебания в различных диапазонах спектра, учет ангармонических резонансных эффектов просто необходим.

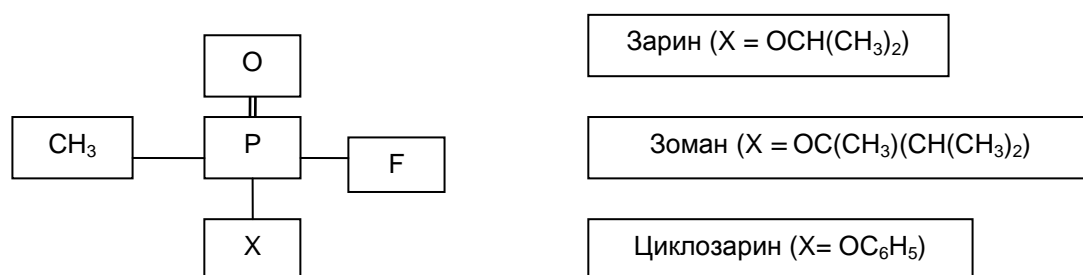
В данной работе, на примере известных высокотоксичных фосфорорганических соединений – зомана, зарина и циклозарина, имеющих общий токсичный фрагмент P-(F, O, CH₃), – показана возможность применения неэмпирических квантовых методов для предсказательных расчетов геометрической структуры и колебательных спектров фосфорорганических соединений с точностью, достаточной для спектральной идентификации этих соединений. Расчеты спектров осуществлены в ангармоническом приближении теории молекулярных колебаний. Предпочтение отдано неэмпирическому квантовому методу DFT/B3LYP / 6-31(6-311)G*(**) информационной технологии Gaussian [5]. Это позволит выяснить влияние корреляционных и поляризационных эффектов квантовой химии на поведение спектральных полос.

Результаты расчета и их обсуждение. Исходные молекулярные модели исследуемых соединений приведены на рисунке. При этом следует учесть наличие различных конформаций, связанных с внутренним вращением молекулярных фрагментов и определяемых взаимным расположением указанных фрагментов относительно «мостика» СРО. Заметим, что в классическом (первом) подходе внутреннее вращение относительно молекулярной связи считалось, как правило, свободным или почти свободным и при решении обратных задач не учитывалось. В квантовых расчетах это обременительное предположение не привлекается, а оптимизация геометрии и воспроизведение частот торсионных (крутильных) колебаний является одним из критериев достоверности предлагаемой структурно-динамической модели многоатомной молекулы.

Поскольку мы не располагаем достаточными литературными данными по структуре и спектрам исследуемых фосфорорганических соединений, то естественным является подход, связанный с моделированием адиабатического потенциала соединений, исходя из возможных конформационных моделей и применяя различные базисные наборы в методе функционала плотности [5].

Для молекулярных фрагментов, составляющих фосфорорганические соединения, мы ограничились четырьмя базисными наборами 6-31G*(**) и 6-311G*(**). Два первых набора хорошо зарекомендовали себя при расчете парафиновых, непредельных и ароматических углеводородов [4], остальные – в пробных расчетах ряда фосфорорганических соединений [7].

Описанная процедура моделирования структуры и спектров позволяет выяснить влияние базиса на структурные (длины валентных связей, валентных и двугранных углов между фрагментами, полученными при оптимизации геометрии) и динамические (частоты фундаментальных колебаний, интенсивности в спектрах ИК и КР) параметры соединений. Кроме того, исходя из теории характеристических колебаний указанных выше углеводородов, на этом пути появляется возможность оценить торсионные колебания отдельных фрагментов соединений, что в спектроскопии считается непростой задачей.



GD-, GF-, GB -AGENTS

Для атомов углерода и фосфора имеет место гибридизация SP₃. Атом кислорода образует мостик между фрагментами парафиновых углеводородов и фенольного кольца с фрагментом, центральный атом которого фосфор. Для парафиновых углеводородов и монозамещенных бензола геометрические параметры и частоты фундаментальных колебаний известны [6]. Они хорошо воспроизводятся неэмпирическими квантовыми расчетами в рамках ме-

тогда функционала плотности, если осуществлять расчеты в ангармоническом приближении теории молекулярных колебаний. Это подтверждается расчетами колебательных спектров табуна, зомана, зарина и бензофенона соответственно, представленными в работах [7, 8]. Однако указанные расчеты следует считать предварительным этапом построения структурно-динамических моделей рассматриваемых соединений. Анализ влияния базиса квантового метода, внутреннего вращения отдельных фрагментов и их взаимного расположения на результаты теоретического исследования колебательных спектров в указанных работах не проводился. Такой анализ необходим, поскольку экспериментальными данными в низкочастотной области спектра (ниже 400 см^{-1}) мы не располагаем.

Модельный гамильтониан, выбранный для решения ангармонической колебательной задачи во втором порядке теории возмущения, имеет следующий вид [6]

$$H^{(v)} = \frac{1}{2} \{ [P_a T^{ab} P_b] + F_{ab} Q^a Q^b + [F_{abc} Q^a Q^b Q^c] + [F_{abcd} Q^a Q^b Q^c Q^d] \}, \quad (1)$$

где T_{ab} – контравариантный метрический тензор; Q^a – естественные колебательные координаты; P_a – соответствующие им операторы импульсов; F_{ab} – квадратичные; F_{abc} – кубические; F_{abcd} – квартичные силовые постоянные.

Решение уравнения (1) приводит к известному выражению для колебательных уровней энергии, которое с математических позиций можно рассматривать как разложение энергии состояния в ряд по колебательным квантовым числам (ряд по дискретным переменным)

$$E^{(v)} = \omega_s (v_s + g_s / 2) + \chi_{sr} (v_s + 1/2) (v_r + 1/2) (1 + 1/2 \delta_{sr}), \quad (2)$$

где ω_s (см^{-1}) – частоты гармонических колебаний; χ_{sr} (см^{-1}) – поправки ангармонического приближения; v_s – квантовые числа колебательного состояния. Везде предполагается суммирование по индексам правой части соотношений.

Явный вид выражений для коэффициентов χ_{sr} , являющихся функциями гармонических частот колебаний, ангармонических силовых и кинематических постоянных, резонансных выражений вида $1/(\omega_s \pm \omega_r \pm \omega_l)$ приведен в монографии [4].

Анализ параметров адиабатического потенциала осуществлялся для различных конформеров исследуемых фосфорорганических соединений, отличающихся расположением тетраэдрических фрагментов относительно соединяющего их мостика СОР. Критерием выбора пространственной конфигурации фрагментов С-СН₃ являлось воспроизведение соответствующих крутильных колебаний.

Согласно проведенным расчетам выбор базиса и модели конформера несущественно влияют на длины связей общего фрагмента зарина, зомана и циклозарина: СО=1.46 – 1.47 Å, ОР=1.6 – 1.62 Å, РО=1.47 – 1.48 Å, РF=1.60 – 1.61 Å, РС=1.8 – 1.81 Å. Разброс в значении угла мостика СОР составляет 120.3 – 126.9° и определяется моделью конформера. Изменения остальных углов зависят от базиса и лежат в диапазонах: ОРО=114.1 – 118°, ОРF=101.8 – 102.8°, ОРС=100.9 – 106.7°; FPO=11.6 – 114.3°, СОР=116.2 – 118.6°, FPC=100.9 – 102.7°. Наибольший разброс имеет место для зарина. Отметим, что в исходных моделях все валентные углы для атомов с гибридизацией SP₃ полагались тетраэдрическими.

Расчетные значения двухгранных углов между плоскостью мостика СОР и плоскостями тетраэдрического фрагмента, содержащего атом фосфора, определяются как исходной моделью конформера, так и выбранным базисом для различных молекул. При задании исходных данных одна из связей РХ (X=F, O, C) полагалась компланарной плоскости мостика СОР, а остальные связи лежали в плоскостях, полученных поворотом на 120° относительно исходной. Исходная компланарность нарушается более чем на 9°. Изменение углов между плоскостями ОРХ и ОРУ (X, Y= F, O, C) от исходного значения $d 120^\circ$ достигает 15° лишь в зарине для одной из моделей в базисе 6-311G. В остальных молекулах остается в пределах 5°, а для метильных групп не превосходит 1,5°. Отступление от тетраэдрических значений валентных углов метильных групп лежит в пределах 1°.

Интересными представляются результаты моделирования геометрической структуры циклозарина. Исходные три модели определяются положением мостика СОР относительно плоскости фенильного кольца. Углы между плоскостями π , $\pi/2$, $\pi/4$ соответственно. С учетом описанных выше конформаций фрагмента, содержащего центральный атом фосфора относительно связи СО, имеем 32 исходные модели.

Оптимизация геометрии приводит к трем конформерам: одному для случая, когда в исходной модели компланарны связи СО, ОР, РО(РF), двум – в случае компланарности связей СО, ОР, РС. На длинах валентных связей и валентных углов обоих фрагментов это практически не сказывается ($\Delta Q \sim 0.005 \text{ \AA}$; $\Delta \beta \sim 1.2^\circ$) и является результатом накопления ошибок в численных методах оптимизации геометрии в неэмпирических расчетах методами функционала плотности. Для первой конформационной модели угол между плоскостью мостика СОР и фенильным кольцом лежит в интервале 41.3° - 42.6° . Для двух других конформеров: 48.1° - 49.1° (Модели π , базис 6-31 G) и 67.5° - 67.9° (Модели $\pi/2$, $\pi/4$, базис 6-31 G); 44.0° - 44.7° (Модели π , базис 6-311 G) и 66.1° - 67.8° (Модели $\pi/2$, $\pi/4$, базис 6-311 G).

Расчеты в ангармоническом приближении на значениях длин валентных связей и валентных углов практически не сказываются, изменения затрагивают третий знак мантиссы.

Рассчитанные минимумы адиабатических потенциалов для конформеров зарина, зомана, циклозарина и табуна попадают соответственно в интервалы: -750.18 – -750.33 ; -828.81 – -828.98 ; -863.29 – -863.46 ; -798.48 – -798.64 а.е. К понижению значения минимума адиабатического потенциала приводят переход к базису 6-311G и учет поляризационных эффектов.

Частоты фундаментальных колебаний второго фрагмента, отвечающего за токсичные свойства соединений, следует считать результатами предсказательного расчета в табл. 1-3, поскольку приведенные нами экспериментальные данные [7] являются весьма ограниченными и представлены в диапазоне 600 - 4000 см^{-1} в большинстве случаев лишь спектрограммами. Характер поведения интенсивности полос в ИК спектрах для одинаковых молекулярных фрагментов парафиновых углеводородов указывает на характеричность соответствующих колебаний для всех рассматриваемых соединений и хорошо согласуется с экспериментом. Специфичным является и характер спектра второго фрагмента. Здесь легко идентифицируются валентные колебания связей РО, РN, NC, РН. Что касается деформационных колебаний этого фрагмента, то их можно считать характеристическими по частотам и формам колебаний, однако использование этих полос для идентификации соединений проблематично ввиду слабой интенсивности в спектрах ИК и КР.

Анализ внутреннего вращения отдельных фрагментов относительно мостика РОС показывает на несущественное смещение фундаментальных состояний. Это смещение лежит в пределах ~ 10 - 15 см^{-1} и, согласно оценкам из работы [1], на процедуре идентификации соединений по их колебательным спектрам не сказывается. Однако интенсивность ряда полос парафиновых фрагментов изменяется существенно. Именно по ним можно судить о конформации метильных групп относительно мостика РОС. Более подробный анализ внутреннего вращения в соединениях данного класса является предметом дальнейшего исследования авторов.

Выводы

1. Неэмпирические расчеты колебательных спектров приведенных фосфорорганических соединений указывают на возможность их привлечения для предсказательных расчетов конформационной структуры и молекулярных параметров в колебательных спектрах и других молекул, принадлежащих к классу фосфорорганических соединений. При этом предпочтение следует отдать методу 6-311G(**). Квантовые расчеты позволяют оценить систему гармонических силовых постоянных, определяющих форму адиабатического потенциала.

2. Наличие большого количества атомов водорода требует проведения расчетов в ангармоническом приближении. Предсказать смещение колебательных состояний, обусловленное ангармоническими резонансными эффектами можно с помощью процедуры масштабирования, подробно описанной в диссертации [3].

3. Внутреннее вращение отдельных фрагментов парафинового остова незначительно сказывается на интенсивности полос в спектрах, однако частоты крутильных колебаний воспроизводятся лишь для трансконформаций относительно связи С – С.

4. Конформация фрагмента, содержащего атом фтора, относительно парафинового фрагмента заметно сказывается на расчетных значениях интенсивностей в низкочастотном диапазоне (ниже 600 см⁻¹).

5. Изменение длин валентных связей и значений валентных углов для парафинового фрагмента находится в границах, приведенных в монографии [6] для парафиновых углеводородов, и не сказывается на положении полос валентных и деформационных колебаний алкильных групп.

6. Идентификация исследуемых соединений может опираться на полосы, отнесенные к колебаниям связей Р-О, Р=О, Р-С, Р-Н. Интенсивность соответствующих полос значительна (табл. 1). Идентификация конкретного соединения производится по полосам, присущим алкильным группам и фенильному кольцу.

Таблица 1

Интерпретация колебательного спектра фрагмента СОР-СН₃FO
в молекуле зомана (С₇Н₁₂FO₂P)

Форма колебаний	ν_{exp}	ν_m	ИК	КР
Qp=о	1276	1272 - 1282	168 - 197	4.16 - 4.82
Qco	1016	991 - 1007	244 - 308	3.71 - 4.47
Qop	-	960 - 971	315 - 365	1.41 - 4.54
Qpf	840	796 - 832	82.5 - 114	1.92 - 3.92
Qpc	-	713 - 724	25.3 - 37.9	12.3 - 17.5
βоро	-	447 - 489	17.5 - 29.7	2.49 - 4.61
βорс	-	425 - 447	11.6 - 37.2	0.56 - 2.44
αорf	-	386 - 402	9.51 - 14.6	1.99 - 2.93
αорс	-	248 - 275	0.15 - 0.74	0.09 - 0.6
βорf	-	228 - 234	0.31 - 1.03	0.18 - 0.97
βсор	-	124 - 140	6.5 - 8.79	0.30 - 0.57

Примечание. Частоты колебаний (ν_m) в см⁻¹; Иитенсивности в спектрах ИК в Км/моль; интен-сивности в спектрах КР Å⁴/аем; обозначения форм колебаний соответствуют таковым, принятым в работе [6]

Таблица 2

Интерпретация фундаментальных колебаний фрагмента
СОР-СН₃FO в циклозарине (Оптимизированная модель 1)

Форма колебаний	6-31G*			6-31G**			6-311G*			6-311G**		
	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР
Qp=о	1274	142	5.54	1272	135	5.39	1270	154	6.28	1268	145	6.23
Qop	941	168	1.02	938	342	1.14	936	338		931	406	1.29
Qpf	836	90.6	2.30	834	86.7	2.33	804	128	2.05	803	127.4	1.97
Qpc	751	37.3	2.53	751	37.9	2.55	745	36.9	2.20	744	40.3	2.16
βорf	446	41.8	4.67	446	42.4	4.72	445	47.7	4.98	445	47.7	4.98
βоро	412	32.6	3.13	412	30.4	2.89	413	19.2	1.40	413	15.6	1.11
βфpo	371	7.90	1.79	370	7.70	1.76	366	8.55	2.07	366	8.50	2.03
βcco	309	3.76	1.37	309	3.85	1.38	309	3.97	1.35	309	3.96	1.34
βcro	258	3.19	2.78	259	3.29	2.79	258	3.56	2.84	258	3.66	2.85
βорс	222	0.93	0.96	222	0.93	0.99	225	1.00	1.31	225	0.99	1.31
βсор	111	5.99	0.77	112	6.10	0.73	108	6.61	0.71	108	6.66	0.70

Таблица 3

Интерпретация фундаментальных колебаний фрагмента
COP-CH₃FO в циклозарине (Оптимизированные модели 2 и 3)

Форма колебаний	6-31G*(**)						6-311G*(**)					
	Модель π2, π/4			Модель π			Модель π2, π/4			Модель π		
	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР	ν_m	ИК	КР
Qp=о	1292	120	4.68	1278	128	5.33	1293	281	9.73	1274	148	6.57
Qop	936	302	1.84	942	395	2.18	937	229.	1.66	938	383	1.52
Qpf	819	48,9	3.03	846	82.4	3.78	792	123	1.75	819	63.3	0.89
Qpc	746	2,63	1.82	750	12.4	1.75	742	10.4	0.89	751	37.3	2.53
βopf	455	30,1	1.52	465	53.4	3.99	457	31.9	1.54	464	60.7	4.40
βfro	411	26,4	2.04	414	29.1	2.13	409	30.6	2.27	412	34.5	2.38
βcco	336	9,93	1.28	325	6.36	1.30	335	11.6	1.25	324	5.34	1.23
βоро	317	5,88	4.07	303	5.52	1.75	319	5.25	4.09	298	7.70	2.14
βорс	257	1,26	1.51	264	2.58	2.17	259	1.91	1.62	262	2.75	1.96
βсоо	242	0,53	1.24	240	0.06	1.50	243	0.61	1.52	243	0.05	1.74
βсоp	102	0,22	1.92	114	2.98	1.44	172	0.10	0.28	178	0.30	0.79

Таблица 4

Предсказательный спектр фундаментальных колебаний зарина (C₄H₁₀FO₂P)

Форма	ν_{exp}^*	ν_h	ν_{anh}	ИК	КР	Форма	ν_{exp}^*	ν_h	ν_{anh}	ИК	КР
β _{CH3}	1487	1538	1481	5.8	3.3	β _{PCN}	-	940	908	31	4.2
β _{CH3}	1468	1525	1470	5.1	25	Q _{CC}	867	896	871	8.7	7.4
β _{CH3}	1468	1516	1460	0.1	16	Q _{PF}	-	847	821	96	2.1
β _{CH3}	1460	1511	1459	1.2	12	Q _{PC}	-	770	769	18	2.7
β _{CH3}	1452	1492	1438	4.1	13	Q _{CO}	-	723	684	21	21
β _{CH3}	1452	1491	1434	7.2	16	β _{ORO}	-	499	475	31	5.8
β _{CH3}	1390	1449	1399	10	3.9	β _{CCC}	-	475	461	16	0.6
β _{CH3}	1372	1437	1381	15	2.9	β _{OPF}		424	429	8.1	1.7
β _{CH3}	1335	1399	1357	3.9	4.5	β _{CCC}	375	404	395	15	1.7
β _{OCH}	-	1395	1336	11	11	α _{OPC}	-	370	354	12	0.8
β _{PCN}	-	1382	1328	35	1.7	β _{OCC}	-	307	302	3.3	1.1
Q _{PO}	1292	1306	1312	179	4.2	xx	-	260	264	1.4	0.4
β _{CCC}	1152	1215	1181	10	2.2	α _{FPC}	-	253	258	0.7	0.7
β _{OCC}	-	1172	1134	12	3.7	β _{OPC}	-	239	236	2.3	1.1
β _{CCN}	-	1145	1108	46	2.7	xx	207	222	222	0.1	0.1
Q _{OP}	-	1010	989	500	3.4	xx		173	146	0.1	0.1
β _{PCN}	974	963	936	78	0.9	β _{COF}		142	141	8.8	0.5
β _{CCN}	923	960	931	4.4	1.5	xx		64	56	1.4	0.1
β _{PCN}	-	950	926	1.3	2.2	xx		33	33	1.6	0.2

* Примечание. Приведены частоты фундаментальных колебаний соответствующих фрагментов из монографии [6]

ЛИТЕРАТУРА

1. Мясоедов Б.Ф. Фрагментарные методы расчета ИК спектров фосфорорганических соединений / Б.Ф. Мясоедов, Л.А. Грибов, А.И. Павлючко // Журнал структурной химии. 2006. Т. 47. № 1. С. 449-456.

2. Грибов Л.А. Методы и алгоритмы вычислений в теории колебательных спектров молекул / Л.А. Грибов, В.А. Дементьев. М.: Наука, 1981. 356 с.

3. Березин К.В. Квантово-механические модели и решение на их основе прямых и обратных спектральных задач для многоатомных молекул: дис. ... доктора физ.-мат. наук / К.В. Березин. Саратов, 2004. 246 с.

4. Пулин В.Ф. Исследование динамики молекулярных соединений различных классов / В.Ф. Пулин, М.Д. Элькин, В.И. Березин. Саратов: СГТУ, 2002. 546 с.

5. Caussian 03, Revision B.03 / M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel et al. Pittsburg PA, 2003. 680 p.

6. Свердлов Л.М. Колебательные спектры многоатомных молекул / Л.М. Свердлов, М.А. Ковнер, Е.П. Крайнов. М.: Наука, 1970. 550 с.

7. Элькин П.М. Методы оптической физики в экологическом мониторинге фосфорорганических соединений / П.М. Элькин, В.Ф. Пулин, А.С. Кладиева // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007. № 2 (25). С. 177-182.

8. Элькин П.М. Электронная структура и колебательные спектры бензофенона / П.М. Элькин, В.Ф. Пулин, И.И. Гордеев // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007. № 2 (25). С. 51-56.

Элькин Михаил Давыдович –

доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Информатика»
Саратовского государственного технического университета

Колесникова Ольга Васильевна –

ассистент кафедры «Информатика»
Саратовского государственного технического университета

Гречухина Оксана Николаевна –

ассистент кафедры «Прикладная математика и информатика»
Астраханского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 07.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.372

А.В. Волошкин, В.Ю. Косолап**НАДЕЖНОСТЬ – ОДИН ИЗ ГЛАВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КОМПЛЕКСИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

Предложены способы уточнения расчетов на надежность и обеспечение надежности комплексированных СВЧ на этапах проектирования и производства за счет учета внезапных отказов при воздействии внешних дестабилизирующих факторов и выбора времени необходимого прогона в процессе производства изделий.

A.V. Voloshkin, V.Yu. Kosolap**RELIABILITY – ONE OF THE PRINCIPAL PARAMETERS
OF COMPLEX PRODUCTS IN RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT**

Methods of reliability computation specification and reliability providing of microwave complex products during design and production stage by taking into account sudden refusals, caused by external destabilization factors, and design train time selecting are proposed.

Введение

Технический прогресс во всех областях предполагает самое широкое использование радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), которая должна надежно выполнять возложенные на нее задачи. Можно смело утверждать, что будущее РЭА в значительной степени зависит от ее надежной работы, стабильности. В настоящее время параметры надежности стали одним из главных параметров устройств, изделий радиоэлектронной аппаратуры и обеспечить их – довольно сложная задача.

Одной из главных причин возникновения проблемы надежности является значительное расширение круга задач, решаемых ими, и отсюда непрерывный рост сложности РЭА, который выражается в прогрессирующем увеличении количества используемых элементов, входящих в РЭА. Создаются сложные системы управления, в которых число деталей (элементов) доходит до миллиона штук. Трудность обеспечения высокой надежности обусловлена, кроме того, сложными условиями ее эксплуатации. Действительно, РЭА, работающая, например, в самолетах, как правило, работает в условиях интенсивных внешних воздействующих факторов (ВВФ). Это внешние температуры и давления и их перепады, вибрации и удары и т.п.

Нетрудно понять, что если одновременно с усложнением РЭА и отдельных изделий не будут повышаться надежность характеристики входящих в нее элементов ($K_{ВВФ}$) или не будут приняты специальные меры повышения надежности схемного или конструктивного характера, то аппаратура практически окажется неработоспособной из-за очень частых отказов в работе, что приводит к тому, что стоимость новой аппаратуры во много раз (5 и более) превысит стоимость эксплуатации [1].

В настоящее время темпы роста сложности аппаратуры (появление в 70-е годы XX века новых классов изделий РЭА – комплексированных изделий СВЧ) опережают рост ее надежности. В связи с этим начало создаваться несоответствие между ними.

Например, не установлены зависимости интенсивности отказов $\lambda(t, K_{ВВФ})$ от многих воздействующих факторов в процессе эксплуатации, что не позволяет оценить надежность изделия на этапе проектирования.

К вопросам обеспечения требуемой надежности относятся также: установление научно обоснованных норм предварительного прогона (тренировок) изделия на этапе выпуска (производства), отчего время прогона колеблется в интервале от 50 до 200 часов; отсутствие оперативности передачи наработки изделий из эксплуатации на предприятие-изготовитель, отчего на предприятии накапливаются данные (банк данных) лишь по отказам изделий. Данные о наработках изделий в эксплуатации позволят сравнивать плановые показатели надежности с фактическими экспериментальными в эксплуатации. Такая информация поможет своевременно принимать решения о мерах по повышению надежности в эксплуатации.

В настоящей работе обсуждаются эти вопросы.

Комплексированные изделия СВЧ

Усложнение задач, решаемых современными средствами локации, навигации, управления и связи, требует все более сложных по своей структуре СВЧ-сигналов. Их формирование и первичная обработка осуществляется СВЧ-частью приемопередатчиков, генерирующих, преобразующих и усиливающих СВЧ-сигнал, соединенных между собой различными регулирующими и развязывающими пассивными СВЧ-элементами.

Функциональное усложнение этой части РЭА при традиционных методах конструирования привело к значительному росту ее массы и габаритных размеров, что стало серьезным препятствием в решении многих конкретных задач, в том числе надежности, особенно бортовой аппаратуры.

Это привело к созданию (в начале 70-х годов XX века) в нашей стране, а затем и за рубежом нового типа изделий электронной техники – комплексированных изделий (КИ) СВЧ. [2]. В соответствии с принятым в нормативных документах электронной промышленности определением – «КИ СВЧ представляет собой изделие, состоящее из нескольких (двух и более) активных элементов, в т.ч. электровакуумных приборов СВЧ, функциональных узлов и (или) модулей, а также элементов тракта, отдельных комплектующих электрорадиоизделий, несущей конструкции, ремонтпригодное, взаимозаменяемое, в котором конструктивно-технологическими решениями осуществляется оптимальное согласование, включая селективный подбор входящих в его состав элементов и отдельных узлов, обеспечивающее повышение технических и эксплуатационных параметров, характеристик как самого комплексированного изделия, так и аппаратуры в целом» [4]. К сожалению, в работах [2, 3] не приведены конкретные значения параметров надежности, достигнутые в описанных КИ СВЧ.

Методика расчета надежности, приведенная в работе [5], дает расчет показателей надежности РЭА при учете лишь постепенных отказов элементов.

В работе [2] предложены все КИ СВЧ, которые можно условно разделить на три типа:

- 1) мощные КИ СВЧ (МКИ СВЧ);
- 2) твердотельно-вакуумные (ТВКИ СВЧ);
- 3) твердотельные КИ СВЧ, (ТТКИ СВЧ).

1-2-й типы КИ СВЧ описаны в работе [2]. Третий тип (ТТКИ СВЧ) описан в работе [3]; такие КИ, в основном, являются возбудителями для вакуумных МКИ или используются самостоятельно. К ним можно отнести синтезаторы частот [3].

К сожалению, показатели надежности в этих работах представлены неполно, как в части требований по надежности, так и в части реализации (обеспечения) их в представленных конструкциях. Следует отметить также, что КИ СВЧ могут рассматриваться уже и как составные части (СЧ) конструкций РЭА, поэтому требования по надежности к ним должны соответствовать комплексу стандартов «Мороз-6» в отличие от классических методов конструирования СВЧ-приборов (изделий), которые проектировались в соответствии с комплексом стандартов «Климат-7».

Расчет надежности КИ СВЧ с учетом внезапных отказов на этапе проектирования

Под расчетом надежности обычно понимают определение числовых значений показателей надежности по тем или иным исходным данным (приближенные и полные расчеты [5]).

В качестве основного метода расчета надежности КИ СВЧ должен быть принят полный метод расчета, при котором необходимо знание принципиальной схемы изделия (до элемента); $\lambda_n(t)$ – характеристики элементов (для постепенных отказов) и $\lambda_e(t, K_i)$ – при внезапном воздействии на изделие внешних воздействующих факторов $K_{ВВФ}$; их (элементов) режимы работы; сведения о количестве групп и типов комплектующих элементов, количество мест соединения элементов конструкции (сварки, пайки, винтовых соединений и т.д.).

Сущность расчета сводится к определению показателей надежности изделия по известным (базовым) данным λ_n на основании справочных данных или специально спланированных экспериментов.

В настоящее время такие расчеты можно проводить с помощью появляющихся компьютерных систем типа [8]. Вероятность безотказной работы изделия с учетом внезапных и постепенных отказов определяется выражением [5]:

$$P_{\Sigma}(t) = P_B(t) \cdot P_{II}(t) = e^{-t \sum_i^n n_i \lambda_i} \cdot \prod_{j=1}^L P_{nj}(t), \quad (1)$$

где n_i – общее число элементов, подверженных внезапным отказам; L – общее количество элементов, подверженных постепенным отказам.

Под внезапными отказами понимают отказы, характеризующиеся скачкообразными изменениями одного или нескольких заданных параметров изделия (при воздействии, например, ВВФ). Под постепенными отказами – постепенное изменение значений одного или нескольких заданных параметров (например, напряжения, мощности и др.).

Внезапные отказы часто происходят на первом этапе эксплуатации изделия, показанном на рис. 1 (на этапе тренировки, воздействии внешних факторов).

В этом случае внезапные отказы ликвидируются, в основном, конструктивными методами, либо с помощью применения специальных защитных мер, позволяющих снижать опасные для конструкции воздействия (вибродемпфирование, виброизоляция, специальные и т.д.). Постепенные отказы происходят в основном на третьем этапе эксплуатации и характеризуют старение изделия. В этом случае необходима замена стареющих элементов на новые элементы.

Для оценки надежности изделий с учетом воздействия внешних дестабилизирующих факторов (внезапные отказы) используется соотношение:

$$P_B(t) = e^{-t \sum n_i \lambda_i(K_i)}, \quad (2)$$

в котором значение λ_i зависит от воздействующего фактора K_i .

Так, в работе [9] определены $\lambda_i(K_i)$ в случае воздействия вибрационных нагрузок, а в работе [10] предложено соотношение общего вида для учета всех ВВФ, заданных на изделие.



Рис. 1. Характерная зависимость интенсивности отказов $\omega(t)$ от времени наработки изделия в эксплуатации

Для времени наработки при воздействии ВВФ для БИС [10] получено соотношение:

$$T(t) = CK_1^{\alpha_1} \cdot K_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot K_n^{\alpha_n} \quad (3)$$

Выражение (3) получено с применением метода размерностей и подобия [11, 12], где K_i – фактор внешнего воздействия; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – показатели степени; C – постоянная величина.

Соотношение (2) может быть использовано и для оценки $\lambda_i(K_i)$, приняв

$$\lambda_i(K_i) = \lambda_{\text{баз}} K_1^{\alpha_1} \cdot \dots \cdot K_n^{\alpha_n}, \quad (4)$$

где $\lambda_i(K_i)$ – искомая функция от воздействующего фактора; $\lambda_{\text{баз}}$ – базовая величина интенсивности отказов без влияния K_i (справочная, известная величина для элемента); K_1, K_2, \dots, K_n – заданные значения величины ВВФ, влияющие на интенсивность отказов (безразмерная функция); $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – показатель степени.

Например, в случае воздействия вибрации элементов в качестве K_i может быть принят коэффициент динамичности, определяемый по формуле [13]:

$$K_{\text{дин}} = A^{(0)} = \frac{y_a}{y_{\text{ст}}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\Omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + 4 \frac{\Omega^2}{\omega_0^2} D^2}}; \quad (5)$$

– для амплитудных колебаний, перемещений, или

$$K_{\text{дин}} = A^{(2)} = \frac{\ddot{y}_a}{\ddot{y}_z} = \frac{\Omega^2 / \omega_0^2}{\sqrt{\left(1 - \frac{\Omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + 4 D^2 \frac{\Omega^2}{\omega_0^2}}}; \quad (6)$$

– для амплитудных ускорений, где обозначено:

$A^{(0)}$ – коэффициент увеличения (динамичности), показывающий, во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний y_a превышает статическое смещение $y_{\text{ст}}$, которое получилось бы при статическом приложении силы F_a к массе M ; $A^{(2)}$ – коэффициент чувствительности системы к силе по ускорению (безразмерная величина); Ω – вынужденная частота, Гц или об/с; ω_0 – круговая собственная частота, Гц или об/с; D – коэффициент затухания (безразмерная величина).

Таким образом, интенсивность отказов при учете воздействий вибрационных нагрузок (вибропрочность) будет определяться соотношением для амплитуд ускорения:

$$\lambda_i \cdot (K_{\text{вибр}}) = \lambda_{\text{баз}} \cdot K_1 = \frac{\Omega^2 / \omega_0^2}{\sqrt{\left(1 - \frac{\Omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + 4D^2 \frac{\Omega^2}{\omega_0^2}}} . \quad (7)$$

Виброустойчивость изделия является более тонким параметром и поэтому для этого параметра $\lambda_i(K_{\text{вибр}})$ предлагается принять как

$$\lambda_i \cdot (K_{\text{вибр}}) = \lambda_{\text{баз}} \cdot K_1^2 . \quad (8)$$

Аналогичные соотношения могут быть найдены и для других видов внешних воздействий (тепло, повышенная влажность и др.).

Удобство выбора $K_{\text{дин}}$ заключается и в том, что он может быть определен экспериментально путем снятия амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) практически для любого изделия и элемента конструкции современными способами, изложенными, например, в [7].

В этом случае $K_{\text{вибр}}^{\text{экс}}$ будет определяться как

$$K_{\text{вибр}}^{\text{экс}} = \frac{I_{\text{Д,а}}}{I_{\text{З,а}}} , \quad (9)$$

где $K_{\text{вибр}}^{\text{экс}}$ – коэффициент динамичности, определяемый экспериментально; $I_{\text{Д,а}}$ – величина ускорения на исследуемом элементе КИ СВЧ; $I_{\text{З,а}}$ – величина ускорения при заданном ускорении на КИ СВЧ в соответствии с ТУ, ТЗ.

Способы снижения интенсивности отказов на этапе изготовления изделия в производстве

Известно, что надежность изделия закладывается на этапе разработки изделия, обеспечивается при изготовлении его в производстве и поддерживается в эксплуатации. Поэтому обеспечение надежности имеет важное значение и состоит из следующих операций [4]:

- 1) выбор соответствующей технологии и ее соблюдение;
- 2) входной контроль материалов и элементов изделия;
- 3) предварительная тренировка элементов и основных узлов изделия (модулей) и изделия в целом;
- 4) выбор методики настройки и налаживания изделий;
- 5) текущий и выходной контроль.

Предварительная тренировка сокращает этап приработки изделия, позволяет оценить правильность выбранного коэффициента нагрузки, отбраковать малонадежные элементы. Выбирая нужное значение коэффициентов нагрузки (например, с учетом коэффициентов запасов, заложенных в конструкцию изделия), при тренировках создают необходимые условия для ускоренных испытаний, соответствующие его длительной работе в эксплуатации. Все описанные мероприятия позволяют уменьшить вероятность появления внезапных отказов. Важным моментом при выборе тренировок являются режимы и продолжительность тренировок. Вопросы режимов тренировок рассмотрены в работе [11], а продолжительность их, на наш взгляд, зависит от теоретического значения средней наработки на отказ, определяемой по λ -характеристикам элементов изделия. Продолжительность периода приработки (участок 1 на рис. 1) зависит от типа аппаратуры и составляет обычно десятки и сотни часов. Этот участок определяется распределением отказов Вейбулла [4] и вероятностью безотказной работы:

$$P(t) = e^{t(\Delta t / a)^b} , \quad (10)$$

где a , b ($b < 1$) – параметры заданного распределения отказов, определяющие качество и стабильность производства для конкретных изделий.

Примем $a = T_0$, $b = 1/2$, Δt – рассматриваемый промежуток времени (время прогона)

$$\Delta t = t_2 - t_1. \quad (11)$$

Интенсивность отказов для 1-го участка в этом случае определяется соотношением:

$$\omega(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a} \right)^{b-1}, \quad (12)$$

откуда

$$\omega(t) = \frac{1}{2T_0} \left(\frac{T_0}{t_{mp}} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\lambda_0}{2} \left(\frac{1}{\lambda_0 t_{mp}} \right)^{M_2}. \quad (13)$$

При этом должно соблюдаться неравенство $0 \leq \Delta t < T_0$, где T_0 – известное из расчетов на надежность значение средней наработки на отказ (ч); t_{mp} – необходимое время тренировки (ч).

За оптимальное значение продолжительности тренировки следует принять условие равенства

$$\omega(t) = \lambda_0. \quad (14)$$

В этом случае $t_{mp} \leq T_0/4$ (ч) и тренировка проводится по методу НИТМЦ [11]. Циклограмма тренировки модулей изделия типа «О» показана на рис. 2.

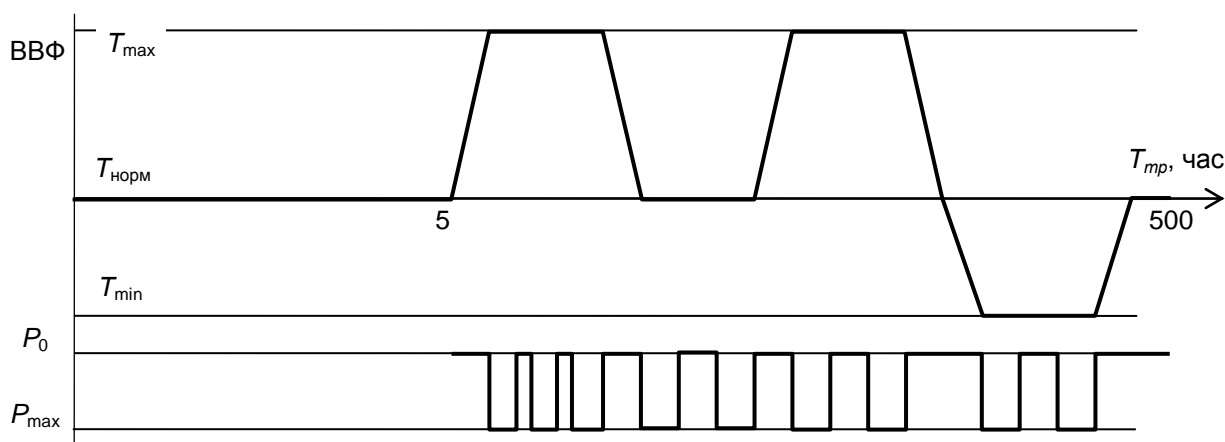


Рис. 2. Циклограмма тренировки модуля

Заключение

В данной работе предлагаются способы уточнения расчетов на надежность и обеспечения надежности КИ СВЧ на этапах проектирования и производства за счет:

- учета внезапных отказов при воздействии внешних дестабилизирующих факторов (вибрация);
- выбора времени необходимого прогона (тренировки) в процессе производства изделий.

Исследования влияния других воздействующих факторов для одного типа (ТТКИ СВЧ) описаны в работах [12, 13]. Вместе с оргмероприятиями по налаживанию информационной связи «эксплуатация-изготовитель», касающейся учета наработок КИ СВЧ в эксплуатации, могут быть получены хорошие результаты по поддержанию высокой надежности КИ СВЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и эффективность в технике: справочник в десяти томах / под ред. В.С. Авдеевского. М.: Машиностроение, 1987. Т. 1. 480 с.

2. Гельвич Э.А. Комплексируемые изделия СВЧ: основные особенности и тенденции развития / Э.А. Гельвич, А.С. Котов // Радиотехника. 2004. № 2. С. 31-33.
3. Семенов Э.А. Основные принципы модульного построения и результаты разработок СВЧ-синтезаторов для радиолокационных систем / Э.А. Семенов, Э.В. Мичурин, В.С. Посадский // Радиотехника. 2002. № 2. С. 66-70.
4. Основы эксплуатации радиотехнической аппаратуры / под ред. В. Лавриненко. М.: Высшая школа, 1978. 622 с.
5. Жаднов В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных систем / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. М.: Солон-Пресс, 2004. 464 с.
6. Коненков Ю.К. Вопросы надежности радиоэлектронной аппаратуры при механических нагрузках / Ю.К. Коненков, И.А. Ушаков. М.: Советское радио, 1975. 322 с.
7. Кейджян С.А. Прогнозирование надежности микроэлектронной аппаратуры на основе БИС / С.А. Кейджян. М.: Радио и связь, 1987. 140 с.
8. Астраханский Ю.Л. Аналитическая модель миграционной поляризации МОП-структур / Ю.Л. Астраханский // Электронная техника. 1981. Сер. 8. Вып. 4(90). С. 12-15.
9. Волков С.И. Моделирование коррозионных отказов интегральных схем / С.И. Волков, Ю.Е. Григорошвили // Электронная техника. 1981. Сер. 8. Вып. 4 (90). С. 24-27.
10. Иориш Ю.И. Виброметрия / Ю.И. Иориш. М.: ГАТИ машиностроительной литературы, 1963. 308 с.
11. Горелов М.И. Тренировка ИЭТ и электронных блоков с их применением / М.И. Горелов, П.Ю. Коваленко // Петербургский журнал электроники. 2001. № 2. С. 22-27.
12. Волошкин А.В. К вопросу оценки надежности комплексируемых изделий модульного построения / А.В. Волошкин, Ф.З. Хамидуллин // Радиотехника и связь: материалы третьей Междунар. науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 2006. С. 390-396.
13. Волошкин А.В. Стойкость изделий электронной техники к внешним воздействиям. Термоциклирование / А.В. Волошкин, Е.А. Куриленко // Радиотехника и связь: материалы второй Междунар. науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 2005. С. 348-352.

Волошкин Александр Владимирович –
ведущий инженер ЗАО «НПЦ «Алмаз-Фазотрон», г. Саратов

Косолап Вадим Юрьевич –
аспирант кафедры «Радиотехника»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 12.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.373.002

В.И. Воронин, А.А. Лемякин, О.А. Зоркина

ГНЕЗДОВАЯ ОТКАЧКА ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ С ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ОЧИСТКОЙ ЭЛЕКТРОДОВ

Разработан технологический процесс откачки электровакуумных приборов с ионно-плазменной очисткой электродов. Исследованы режимы и критерии очистки электродов в тлеющем разряде постоянного тока.

V.I. Voronin, A.A. Lemyakin, O.A. Zorkina

JACK EVACUATION OF ELECTRICAL VACUUM DEVICES WITH ION-PLASMA ELECTRODES CLEANING

Technological process of transmitting of electrical vacuum devices evacuation with ion-plasma electrodes cleaning is developed. Modes and criteria of electrode cleaning in smoldering d.c. discharge are researched.

На предприятиях электронной промышленности проведено большое количество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, позволяющих определить основные направления усовершенствования технологических процессов откачки электровакуумных приборов (ЭВП), приводящих к сокращению длительности цикла откачки и улучшению их вакуумных и электрических характеристик.

Целью работы является исследование и усовершенствование технологического процесса откачки ЭВП за счет применения гнездовой откачки и ионно-плазменной очистки (ИПО) электродов.

Для крупногабаритных приборов такие исследования не проводились. В случае применения ИПО при откачке мощных приборов важную роль играют вопросы равномерной очистки всех поверхностей в разряде, активного контроля степени очистки электродов в процессе откачки, влияния параметров разряда на степень очистки электродов и длительность технологического процесса откачки.

Объектом исследований является ЭВП с карбидированным торированным вольфрамовым катодом и цилиндрической геометрией электродов и технологический процесс его откачки.

Экспериментальные исследования процесса гнездовой откачки с очисткой в разряде газов проводились на модернизированной откачной позиции поста типа ВЭ-702 (рис. 1).

Электрическая схема блока зажигания разряда на электродах прибора приведена на рис. 2. Общее включение осуществляется выключателем V_1 и тумблером V_2 . Постоянное по величине напряжение на выходе регулируется автотрансформатором Tr_1 с повышающим трансформатором Tr_2 . Напряжение источника измеряется киловольтметром kV_1 .

Напряжение разряда измеряется киловольтметром kV_2 . Ток разряда измеряется миллиамперметром $Ип_3$ типа М24. Балластное сопротивление R типа ПЭВ-100-7500 Ом $\pm 5\%$. При токе разряда более 0,1А срабатывает реле P_4 и замыкает нормально разомкнутый контакт Kp_4 . Срабатывает реле P_3 , размыкая нормально замкнутый контакт Kp_3 . Устройство отключается от сети. Повторное включение осуществляется с помощью тумблера V_2 .

Откачка ЭВП по существующей технологии производится через стеклянный штенгель диаметром 8 мм, расположенный в торцовой части анода, с последующей герметизацией огневой заваркой. Эффективная быстрота откачки не превышает 10^{-3} м³/с. Цикл откачки по существующей технологии составляет 16 ч.

Исследования режимов очистки электродов в газовом разряде проводились в аргоне и среде остаточных газов.

После откачки системы до давления 10^{-4} Па через нее пропускаться стационарный поток рабочего газа и в приборе устанавливалось постоянное давление 10-100 Па. Затем последовательно производилась очистка отдельных электродов и арматуры за счет изменения на них напряжений.

Общее количество газов-загрязнителей (G_3), выделившихся при очистке данного электрода, определяется по площади под кривой газовой выделенности Q_3 :

$$Q_3 = \int f(t) dt = [P_d(t) - P_{pr}] \cdot S_{\text{эф}}, \quad (1)$$

$$\Gamma_3 = \int_0^{t_0} [P_D(t) - P_{PG}] \cdot S_{\text{ЭФ}} dt, \quad (2)$$

где $P_D(t)$ – текущее давление в сечении датчика во время очистки в разряде, Па; P_{PG} – давление рабочего газа в сечении датчика перед началом очистки, Па; $S_{\text{ЭФ}}$ – быстрота откачки в сечении датчика, л/с.

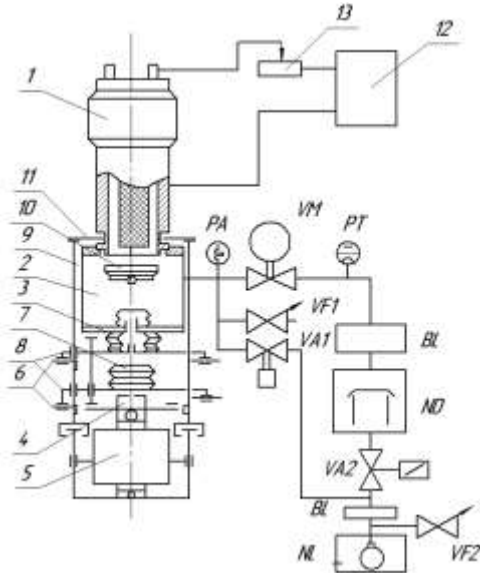


Рис. 1. Схема позиции для гнездовой откачки ЭВП с герметизацией ДС: 1 – прибор; 2 – откачное гнездо; 3, 4 – блоки тарельчатых пружин; 5 – механизм герметизации; 6 – опорные элементы; 7 – сильфон; 8 – площадки; 9 – направляющие; 10 – заглушка; 11 – уплотняющий разъемный фланец; 12 – устройство для зажигания разряда; 13 – балластное сопротивление

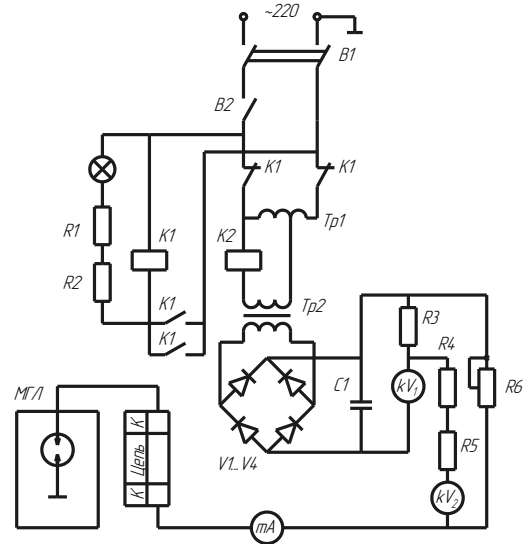


Рис. 2. Электрическая схема для зажигания разряда в ЭВП

Значение $S_{\text{ЭФ}}$ определялось при калибровке путем пропускания через систему известного потока воздуха или аргона через течь (натекатель):

$$S_{\text{ЭФ}} = \frac{Q_T}{P_D}, \quad (3)$$

где Q_T – поток воздуха или аргона через течь, л·Па/с.

Для вязкостного режима [3]:

$$Q_T = C \cdot (P_0^2 - P_{PG}^2) \approx C \cdot P_0^2, \quad (4)$$

где P_0 – давление на входе натекателя, Па; C – постоянная натекателя.

Так как $[P_D(t) - P_{PG}]$ меньше единицы, то значение $S_{\text{ЭФ}}$ в этих пределах остается практически постоянным и применение формулы (2) оправдано.

После очистки всех участков в разряде систему откачивали до давления 10^{-4} Па и прибор прогревали при температуре 450°C за счет электродной системы в течение 2 ч с одновременной тренировкой электродов. Затем производилась герметизация заглушкой способом диффузионной сварки.

Степень обезгаженности лампы контролировалась по ионному току в ЭВП, включенной в манометрический режим.

В работе исследованы следующие зависимости процесса очистки электродов ЭВП в газовом разряде:

а) зависимость между параметрами зажигания разряда (напряжение зажигания разряда U_3 , давление рабочего газа P_{PG});

б) зависимость между параметрами горения разряда (ток разряда I_P , давление рабочего газа P_{PG} , параметры внешней цепи);

в) зависимость времени очистки от внешних параметров разряда и условий откачки.

На рис. 3 показаны зависимости напряжения зажигания разряда U_3 от давления рабочего газа P_{PG} в приборе для промежутков сетка – катод (С-К) и сетка-анод (С-А). Процесс измерения был следующим. При постоянном P_{PG} увеличивали напряжение на разрядном промежутке до момента зажигания разряда и снимали показания вольтметра перед моментом зажигания разряда. Затем напряжение снижали до нуля и повторяли измерение. В качестве результата измерения брали среднее арифметическое четырех наблюдений. Погрешность не превышала $\pm 5\%$.

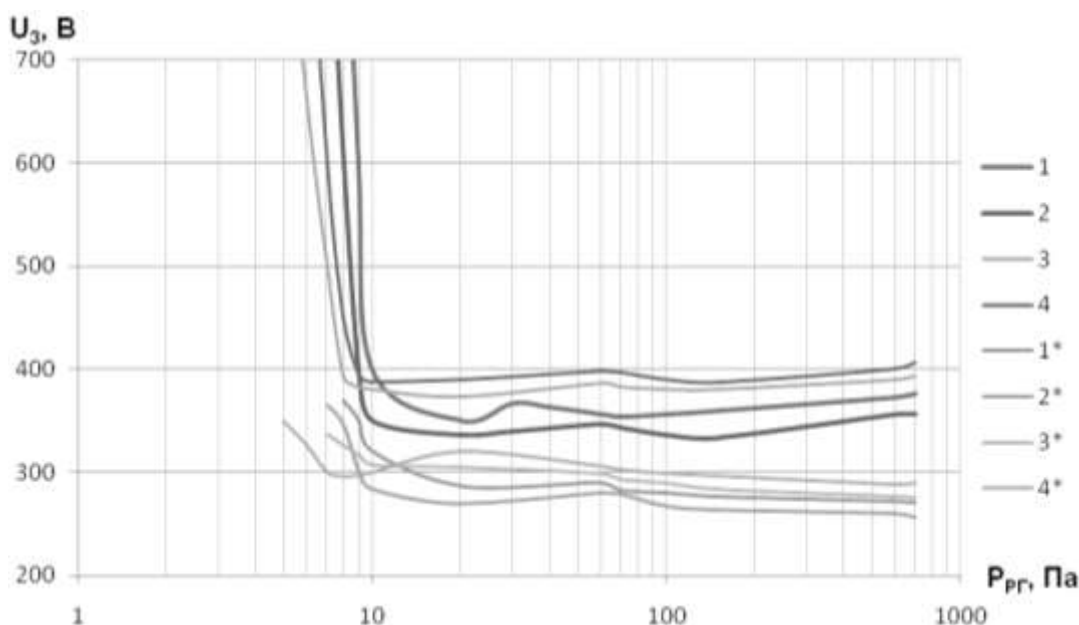


Рис. 3. Зависимость напряжения зажигания разряда в лампе от давления рабочего газа: 1, 1* – С₊К₋; 2, 2* – С₋К₊; 3, 3* – С₋А₊; 4, 4* – С₊А₋; 1-4 – воздух (N_2); 1*-4* – Ar

Для каждого межэлектродного промежутка U_3 слабо зависит от материала электрода и в основном определяется родом рабочего газа. При давлениях $P_{PG} > 40$ Па разряд зажигается в области анода, при $P_{PG} < 40$ Па – в области катодной ножки. При $P_{PG} < 10$ Па U_3 резко возрастает с уменьшением P_{PG} , при этом разряд зажигается на одном и том же участке, соответствующем максимальному расстоянию на соответствующем межэлектродном промежутке.

После зажигания разряда на одном из участков межэлектродного промежутка на электроде устанавливается нормальная плотность тока тлеющего разряда, определяемая давлением P_{PG} и материалом электродов. При увеличении напряжения источника питания U_H или уменьшения балластного сопротивления R_b ток в цепи возрастает, однако плотность тока разряда остается постоянной. Это приводит к распространению разряда по всей поверхности электрода. На рис. 4 показаны зависимости тока в цепи разряда I_P от напряжения источника питания U_H для разных участков межэлектродных промежутков при $P_{PG} = \text{const}$.

Начальное увеличение тока определяется величиной балластного сопротивления R_b . При увеличении U_H ток разряда I_P увеличивается до насыщения. При этом напряжение на разрядном промежутке повышается, что соответствует переходу нормального разряда в аномальный. Это повышение напряжения может служить критерием покрытия разрядом всей

площади обрабатываемого участка. Дальнейшее увеличение U_{II} (или уменьшение I_p) приводит к переходу тлеющего разряда в дуговой на малом участке электрода.

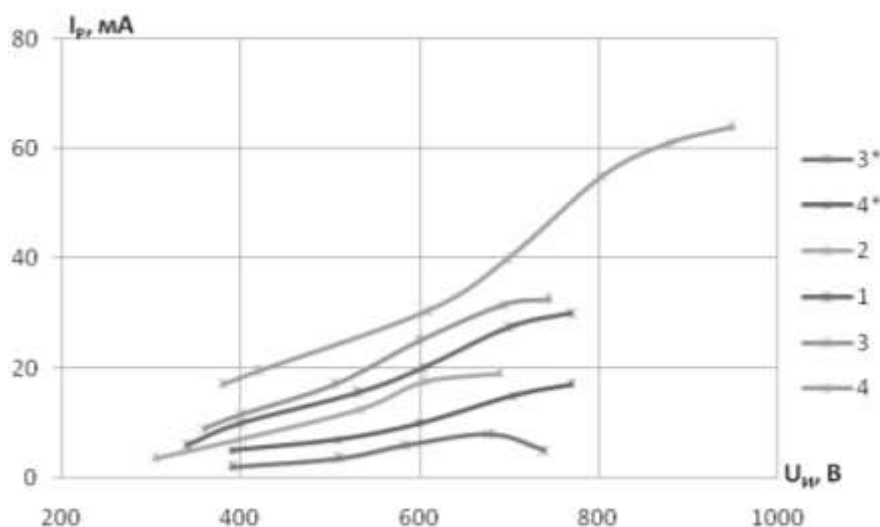


Рис. 4. Зависимость тока разряда в лампе от напряжения источника питания: 1 – C_+K_- ; 2 – C_-K_+ ; 3, 3* – C_+A_- ; 4, 4* – C_+A_+ ; 1-4 – $P_{Ar} = 30$ Па; 3*, 4* – $P_{Ar} = 10$ Па; 1, 2, 3, 4* – $R = 7,5$ кОм; 4 – $R = 5$ кОм

Таким образом, каждому участку обрабатываемого электрода соответствует ток разряда I_{pH} , определяемый точкой перехода I_p в область насыщения.

На рис. 5 показана зависимость тока I_{pH} от давления P_{pT} для разных участков межэлектродных промежутков.

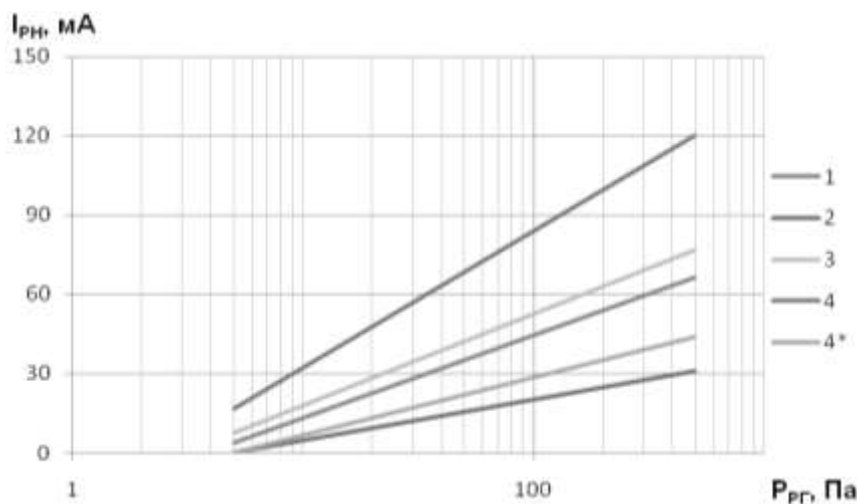


Рис. 5. Зависимость тока насыщения от давления рабочего газа: 1 – C_-K_+ ; 2 – C_+K_- ; 3 – C_-A_- ; 4, 4* – C_+A_+ ; 1-4 – область анода; 4* – область арматуры

На рис. 6 показаны зависимости общего давления P_O в системе от времени горения разряда на различных участках обрабатываемых электродов при токе разряда I_{pH} , $P_{pT} = \text{const}$ и расстоянии до заглушки $h = 10$ мм.

Наблюдаемые пики давления соответствуют десорбции загрязнений с поверхностей электродов при обработке разрядом. Критерием длительности очистки в разряде может служить время стабилизации общего давления в системе на первоначальном уровне (точки t_{oi}). На этом же рисунке показаны зависимости потока газов-загрязнений Q_3 от времени t горения разряда.

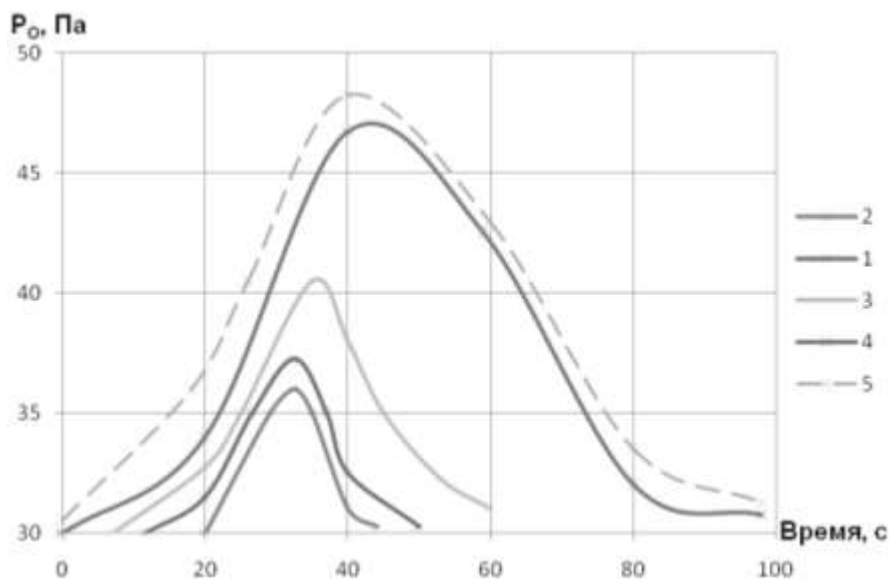


Рис. 6. Зависимость общего давления и потока загрязнений в системе от времени горения разряда: 1 – С_К₊; 2 – С₊К₊; 3 – С_А₊; 4 – С₊А₊; 1-4 – $P_{Ar} = 30$ Па, $h = 10$ мм; 5 – поток газов-загрязнений

Полученные значения Q_3 , определенные по формуле (2), соответствуют данным по газосодержанию поверхностей, взятым из работы [3].

На рис. 7 показаны зависимости времени очистки t_0 от давления рабочего газа P_{PG} для разных участков межэлектродных промежутков при токе разряда I_{PH} и разнесения заглушки на $h = 10$ мм. Наблюдаемый минимум на кривых объясняется тем, что при увеличении давления P_{PG} увеличивается плотность тока разряда, т.е. поток десорбции загрязнений с поверхности и поток газов-загрязнений, но одновременно увеличивается обратный поток газов-загрязнений к поверхности. Это определяет оптимальное давление рабочего газа P_{PG} , при котором время очистки минимально при заданной скорости откачки газов из прибора.

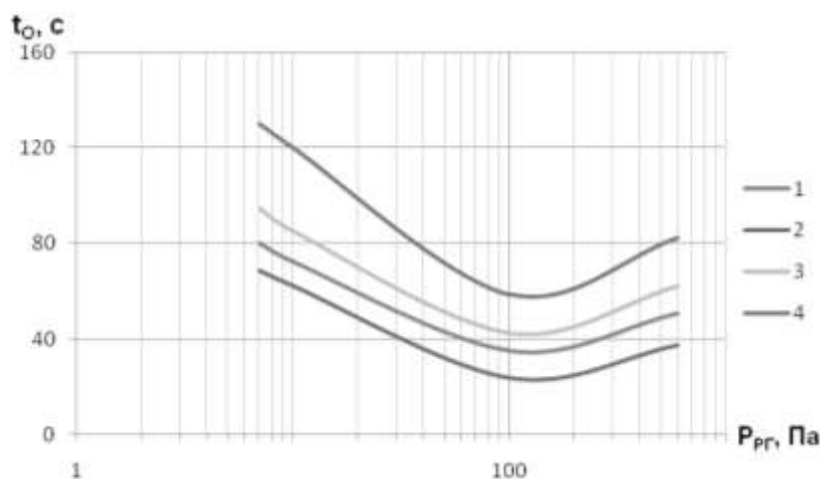


Рис. 7. Зависимость времени очистки в разряде от давления рабочего газа: 1 – С_К₊; 2 – С_К₊; 3 – С_А₊; 4 – С₊К₊; 1-4 – $h = 10$ мм

На рис. 8 показаны зависимости времени очистки различных участков обрабатываемых электродов t_0 от величины разнесения заглушки h или от скорости откачки из прибора $S_{ПР}$. Величина разнесения h однозначно определяет величину $S_{ПР}$.

Как видно из рис. 8, с увеличением эффективной скорости откачки прибора время очистки уменьшается. При $h > 10$ мм $S_{ПР}$ остается постоянной, при этом t_0 также не меняется.

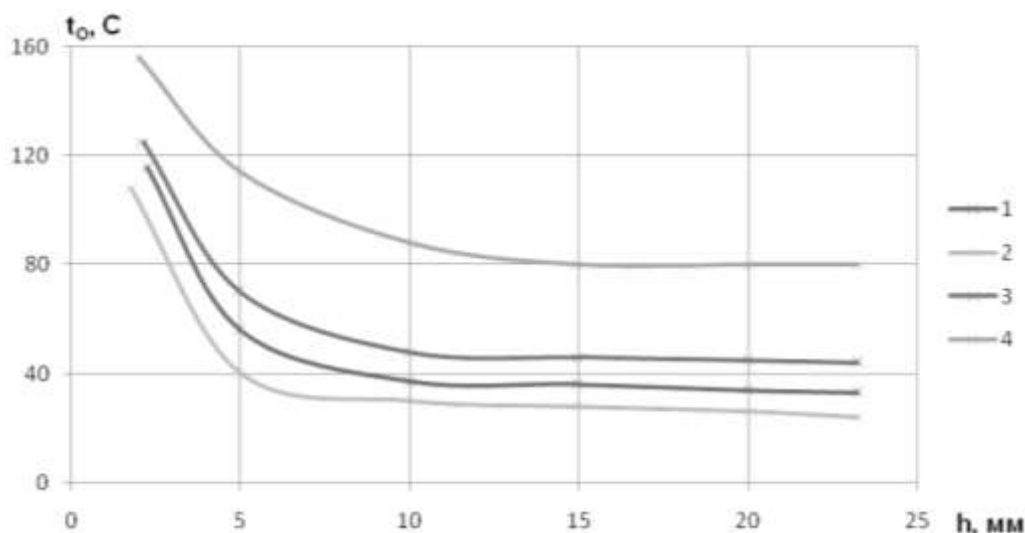


Рис. 8. Зависимость времени очистки в разряде от разнесения заглушки анода:
1 – C.K₊; 2 – C.A₊; 3 – C₊A₋; 4 – C₊K₋; 4 – $P_{Ar} = 30$ Па

Проведенные исследования позволили установить для всех участков межэлектродных промежутков параметры разряда (напряжения зажигания, давление рабочего газа и время очистки в разряде), а также условия откачки, обеспечивающие очистку в тлеющем разряде всех поверхностей электродов (оптимальное расстояние между анодом и заглушкой и давление в системе).

Разработанные режимы и критерии очистки электродов ЭВП в тлеющем разряде постоянного тока (U_z , I_p , t_0 , P_{pF} , h) позволяют проводить очистку в разряде всех участков электродов и внутренней арматуры при оптимальных значениях P_{pF} и минимальных значениях t_0 . Это позволяет удалить из прибора в начале откачки основную массу загрязнений и в дальнейшем вести ускоренный нагрев лампы за счет электродной системы без прогрева в печи обезгаживания, что приводит к экономии энергоресурсов.

Обработка в разряде способствует ускорению термического обезгаживания в высоком вакууме при последующей обработке прибора и улучшению общей обезгаженности прибора.

Проведенные исследования позволили разработать технологический процесс гнездовой откачки прибора с ионно-плазменной очисткой электродов при откачке и герметизацией диффузионной сваркой, позволяющий сократить длительность откачки в 2-2,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Змиевский Ю.Н. Очистка деталей ПУЛ ионным травлением / Ю.Н. Змиевский, В.С. Токарев // Вопросы радиоэлектроники. 1996. Сер. 4. Вып. 1. С. 56-61.
2. Токарев В.С. Влияние ионной обработки деталей ЭВП на их параметры / В.С. Токарев // Электронная техника. 1966. Сер. 10. С. 41-46.
3. Пипко А.И. Конструирование и расчет вакуумных систем / А.И. Пипко, В.Я. Плисковский, Е.А. Пенченко. М.: Энергия, 1970. 505 с.
4. Патент 2185676 РФ. МКИ Н 01J 9/38. Способ откачки электровакуумных приборов / А.Я. Зоркин, Г.В. Конюшков, А.С. Семенов. 4 с.
5. Патент 1508465 РФ. МКИ Н 01J 9/38. Способ очистки электродов электровакуумных приборов / Г.В. Конюшков, А.Я. Зоркин, В.С. Укрупинский, А.П. Пиденко, В.И. Воронин. 4 с.

Воронин Валерий Иванович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронное машиностроение и сварка» Саратовского государственного технического университета

Лемякин Андрей Алексеевич –
ассистент кафедры «Электронное машиностроение и сварка»
Саратовского государственного технического университета

Зоркина Ольга Александровна –
аспирант кафедры «Электронное машиностроение и сварка»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 02.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.372

В.А. Коломейцев, В.С. Ремнёв, А.Э. Семёнов

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА СВЧ-УСТАНОВОК РЕЗОНАТОРНОГО ТИПА С МНОГОЩЕЛЕВЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Проведено исследование конструкции СВЧ-установки резонаторного типа с целевой системой возбуждения, направленное на достижение требуемого уровня равномерности нагрева в рабочей камере чисто электродинамическим путем, без применения механического перемещения обрабатываемого материала, позволяющей достичь требуемого распределения удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала, а также обеспечить заданный электротехнологический процесс термообработки.

V.A. Kolomeytsev, V.C. Remnev, A.E. Semenov

ELECTRODYNAMIC AND THERMAL PROPERTIES OF MICROWAVE RESONATOR WITH MULTISLOT SYSTEM EXCITATION

The research of the design of microwave resonator with multislot system of excitation is done here. It is directed to achieve the necessary level of the equability heating in the work cell without using mechanically shift processing material allowing to attain demanding assignment of the specific density warm sources in volume of the processing material and also to secure given electro technological process of the heat processing.

В современных микроволновых нагревательных установках возбуждение осуществляется однощелевым способом с применением вращения поддона с обрабатываемым материалом. Однако данный подход не позволяет обеспечить требуемую равномерность нагрева, поскольку вращательная обработка диэлектрического материала при данном способе возбуждения электромагнитного поля не позволяет обеспечить радиальную однородность теплового поля в объеме обрабатываемого материала. При этом радиальная составляющая неоднородности теплового поля не устраняется чисто механическим путем. В данном случае указанная задача может быть решена принципиально другим способом, а именно модернизацией и совершенствованием системы возбуждения резонаторных структур, то есть созданием распределенных систем возбуждения (многощелевое возбуждение) с электронным управлением подачи

СВЧ-мощности в рабочую камеру. Данное положение принципиально важно для СВЧ-нагревательных установок резонаторного типа, поскольку позволяет создать новый перспективный класс микроволновых нагревательных установок, обеспечивающих заданный электро-технологический процесс термообработки различных диэлектрических материалов [1, 2].

В данной работе проводится исследование собственных электродинамических параметров и структуры электромагнитного, а также теплового полей в рабочих камерах СВЧ-нагревательных установок резонаторного типа при различной конфигурации распределенных источников электромагнитного поля. Учитывая произвольность габаритов и электрофизических свойств обрабатываемого материала, исследование электродинамических свойств резонаторных структур, распределения удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала и соответственно теплового поля целесообразно проводить на основе численных методов: метода конечных элементов с применением принципа Галеркина и взвешенных невязок (программы «Meloss» и «WGTA») и метода конечных разностей с использованием быстрого преобразования Фурье [2, 3, 4, 5]. Однако данный подход не исключает аналитического решения внутренней краевой задачи электродинамики и теплопроводности для стандартных ситуаций (прямоугольный образец в прямоугольном резонаторе; цилиндрический образец в цилиндрическом резонаторе), что позволяет протестировать эффективность предложенной системы возбуждения резонаторной камеры с частичным диэлектрическим, поглощающим СВЧ-мощность, заполнением.

Необходимо отметить, что применение численных методов решения внутренней краевой задачи электродинамики и теплопроводности (ВКЗЭиТ) позволяет определить геометрию рабочей камеры в области расположения обрабатываемого материала, обеспечивающую требуемое распределение удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала, а, следовательно, заданный электротехнологический процесс термообработки. Изменение геометрии рабочей камеры в области расположения обрабатываемого материала – весьма эффективный способ обеспечения требуемого технологического процесса термообработки произвольных диэлектрических материалов в электромагнитном поле СВЧ. Заметим, что наибольший эффект при этом достигается, если образец находится в ближней зоне возбуждения (прямое возбуждение резонаторных структур камер со стороны нижней стенки, на которой располагается обрабатываемый материал), когда изменение свойств возбуждающей электромагнитное поле системы наиболее влияет на распределение удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала. Автоматическое управление системой возбуждения резонаторной камеры также весьма эффективно и позволяет повысить уровень равномерности нагрева произвольных диэлектрических материалов.

Заметим, что исследование процесса термообработки различных диэлектрических материалов в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа и эффективности распределенных систем возбуждения целесообразно проводить как на основе решения совместной внутренней краевой задачи электродинамики и теплопроводности, так и чисто экспериментально, что представляет наибольший интерес. Это связано с тем, что исследование электродинамических и тепловых свойств рабочих камер резонаторного типа – в аналитическом плане чрезвычайно трудоемкая задача, поскольку конструкция СВЧ-нагревательных установок резонаторного типа представляет собой взаимосвязанную электродинамическую систему (волновод – резонатор), в которую включен генератор СВЧ-мощности с его резонансными свойствами (генератор магнетронного типа). Учитывая взаимосвязь данных структур через многощелевую решетку возбуждения, данная ВКЗЭиТ становится чрезвычайно сложной, даже при численном её решении с помощью программ «Meloss» и «WGTA». Экспериментальный метод в данном случае удобен тем, что определяет интегральный эффект процесса нагрева обрабатываемого материала в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа. При этом необходимо заметить, что численное моделирование данных нагревательных структур позволяет оценить эффективность систем возбуждения в достижении требуемого

режима электротехнологии термообработки различных диэлектрических, поглощающих СВЧ мощность, материалов.

На рис. 1 приведены результаты численного решения внутренней краевой задачи электродинамики для резонаторных структур прямоугольной формы с частичным диэлектрическим заполнением. При возбуждении рабочей камеры, посредством прямоугольных щелей, расположенных на широкой стенке волновода перпендикулярно узкой стенке волновода, расстояние между щелями составляет половину длины доминантной волны прямоугольного волновода. Результаты анализа приведены для различного размещения щелей по ширине резонаторной камеры. При этом расчет проводится при неизменности положения магнетронного возбуждения рабочей камеры, а также при постоянстве продольной системы возбуждения. Такое положение позволяет определить влияние перемещения возбуждающих щелей в направлении распространения доминантной волны прямоугольного волновода на структуру электрического поля и соответственно на распределение удельной объемной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала. Однако данные результаты численного расчета демонстрируют возможности решения внутренней краевой задачи электродинамики при сторонних источниках электромагнитного поля, но не позволяют оптимизировать систему возбуждения, обеспечивающую заданный электротехнологический процесс.

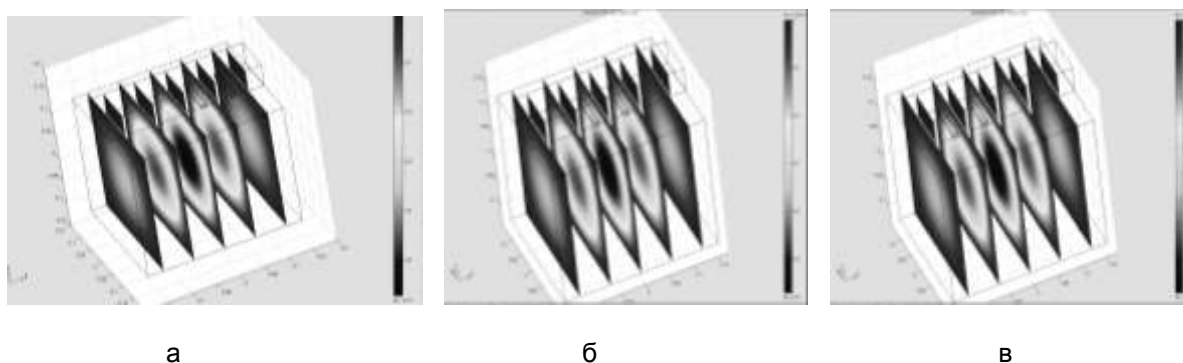


Рис. 1. Результаты численного решения внутренней краевой задачи:

- а – щель, расположенная справа, находится на расстоянии $\lambda_{e_рез}/2$ от правой стенки волноведущей системы, 1-й тип колебаний при $k^2 = 389,815$; б – щель, расположенная справа, находится на расстоянии λ от правой стенки волноведущей системы, 1-й тип колебаний при $k^2 = 389.762$;
- в – щель, расположенная справа, находится на расстоянии $1,5\lambda$ от правой стенки волноведущей системы, 1-й тип колебаний при $k^2 = 389.763$

Также структура электрического поля в резонаторной рабочей камере существенно зависит от положения торцевых поверхностей (поршней) [4] волновода (система возбуждения) относительно положения системы возбуждения.

На рис. 2 приведены результаты анализа для фиксированного положения щелей по ширине резонаторной камеры. При этом расчет проводится при изменении положения торцевых поверхностей волновода. Такое положение позволяет определить влияние перемещения короткозамыкающих поршней на распространение доминантной волны прямоугольного волновода, на структуру электрического поля и соответственно на распределение объемной удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала.

На рис. 3 и в таблице приведены экспериментальные данные исследования теплового поля рабочей камеры микроволновой установки LG-192 при различных распределенных системах возбуждения электромагнитного поля (многощелевое возбуждение), без вращения обрабатываемого материала. В качестве поглощающего материала используется вода, разлитая в определенной пропорции в 16 стаканах на нижней стенке резонатора. В ходе эксперимента определяются – коэффициент неравномерности нагрева η , коэффициент стоячей вол-

ны рабочей камеры с частичным диэлектрическим заполнением, поглощающим СВЧ-мощность и резонансные свойства камеры.

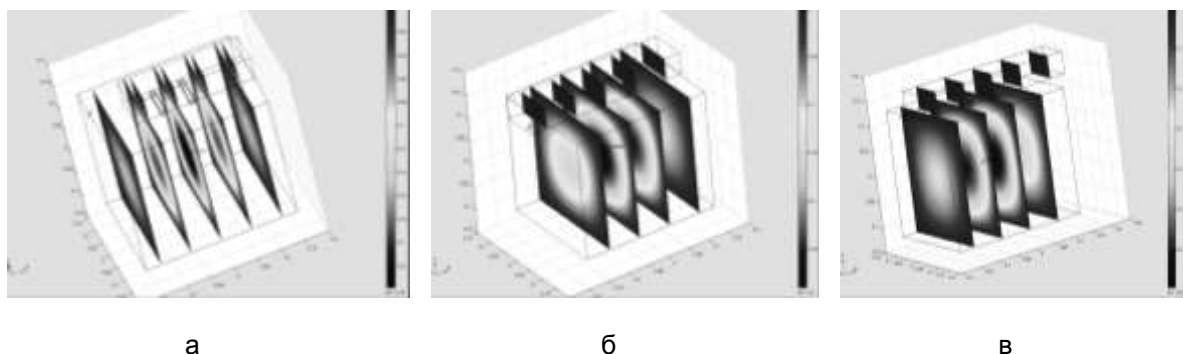


Рис. 2. Результаты анализа для фиксированного положения щелей: а – поршень слева находится на расстоянии $0,5\lambda$ от центра ближайшей щели. Амплитуда продольной компоненты по оси $x = 0,23771^*$ (* – шкала на рисунке); б – поршень слева находится на расстоянии $1,5\lambda$ от центра ближайшей щели. Амплитуда продольной компоненты по оси $x = 0,28957^*$; в – поршень справа находится на расстоянии $0,5\lambda$. Амплитуда продольной компоненты по оси $x = 0,69554^*$

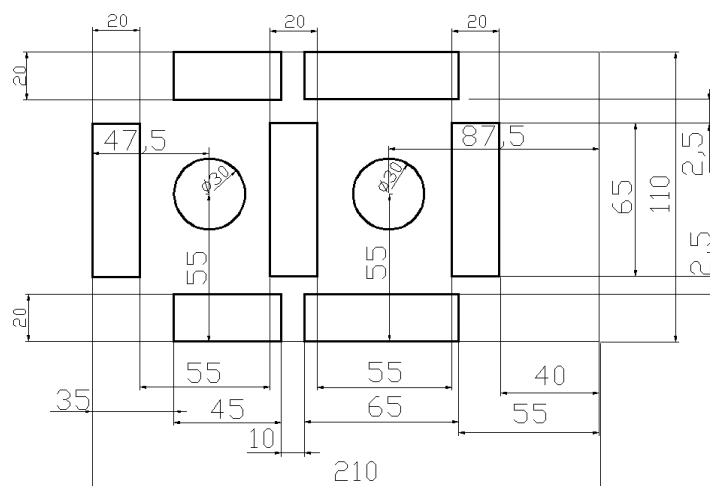


Рис. 3. Многощелевая система возбуждения. $\Pi_{\Gamma} = 2,2$ см, $\Pi_{\Lambda} = 0$ см

Распределение температур по 16 зонам

ΔT	13	14	10	5		T_{CP}	36,9
2	32	31	32	30	125	T_0	22
11	42	41	41	31	155	ΔT	14,9
10	40	45	41	35	161	η	1,0
14	45	41	31	33	150	T_{max}	45,0
	159	158	145	129	T_{Σ}	T_{min}	30,0

Исследуются различные режимы термообработки как по подводимой мощности, времени термообработки, а также при вариации объема и места положения обрабатываемого материала. Данный подход позволяет более полно оценить эффективность распределенных систем возбуждения резонаторных рабочих камер СВЧ-нагревательных установок [2, 3]. Таким образом, в ходе экспериментальных исследований определяются: распределение температурного поля в обрабатываемом материале, уровень поглощаемой образцом СВЧ-

мощности, КСВ рабочей камеры и коэффициент равномерности нагрева. При этом коэффициент η определяется по температуре нагрева образца (вода), расположенного в 16 диэлектрических стаканах. Необходимо отметить, что на рис. 3 приведена конструкция распределенной, многоцелевой системы возбуждения, которая подлежит рассмотрению в данном эксперименте. В правой колонке таблицы приведены значения средней температуры нагрева материала, начальная температура нагрева материала, приращение температуры нагрева образца $\Delta t = t - t_{CP}$, коэффициент неравномерности нагрева, максимальная температура нагрева обрабатываемого материала t_{max} , а также минимальная температура нагрева t_{min} и P – поглощаемая образцом СВЧ-мощность. Исследования проводились при различных положениях поршня, фиксирующих расстояние до вывода электромагнитной мощности (магнетрона) – Пп, а также до первой щели возбуждения – Плл.

В данной работе проводится численное исследование собственных электродинамических параметров и собственных электродинамических функций совместной внутренней краевой задачи электродинамики и теплопроводности для произвольных диэлектрических материалов, поглощающих СВЧ-мощность, в рабочих камерах резонаторного типа. Данный подход весьма эффективен при распределенных системах возбуждения простейшей формы (прямоугольного сечения) в прямоугольных резонаторах, то есть когда конструкция рабочей камеры и габариты обрабатываемого материала представляют собой образцы сходной простой конфигурации. Численное решение внутренней краевой задачи электродинамики и теплопроводности для произвольных диэлектрических материалов с учетом характера изменения электрофизических и тепловых свойств обрабатываемого материала, а также геометрии рабочей камеры в области расположения образца при распределенных системах возбуждения требует достаточно высоких вычислительных затрат и времени счета.

Наибольший эффект дает экспериментальное исследование электродинамических и тепловых свойств резонаторных рабочих камер с частичным диэлектрическим, поглощающим СВЧ-мощность, заполнением для произвольных систем возбуждения электромагнитного поля и систем управления направленной передачей СВЧ-мощности в обрабатываемом материале. В данной работе приведено комплексное исследование различных систем возбуждения, позволяющих достичь требуемого распределения удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала, а также обеспечить заданный электротехнологический процесс термообработки. Данные исследования направлены на достижение требуемого уровня равномерности нагрева в резонаторных структурах чисто электродинамическим путем без применения механического перемещения обрабатываемого материала и использования диссекторов, влияющих на электромагнитное поле в зоне возбуждения (ближняя зона возбуждения) [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Салимов И.И. Плавные нелинейные согласующие переходы между стандартными волноводами и волноводами сложных поперечных сечений / И.И. Салимов, А.Э. Семенов, И.И. Новрузов // Электроника и вакуумная техника. Приборы и устройства. Технология. Материалы: материалы науч.-техн. конф. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. С. 181-187.
2. Салимов И.И. Плавные линейные согласующие переходы между стандартными волноводами и волноводными структурами сложного поперечного сечения / И.И. Салимов, А.Э. Семенов, А.М. Сухов // Электроника и вакуумная техника: Приборы и устройства. Технология. Материалы: материалы науч.-техн. конф. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. С. 176-180.
3. Железняк А.Р. Распределение тепловых источников в термопараметрических, поглощающих СВЧ-мощность, материалах в пространстве взаимодействия микроволновых систем равномерного нагрева конвейерного типа / А.Р. Железняк, А.С. Козлов // Электротехнология на рубеже веков: материалы науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 2001. С. 14-16.

4. Коломейцев В.А. Взаимодействие электромагнитных волн с поглощающими средами и специальные СВЧ-системы равномерного нагрева: дис. ... доктора техн. наук / В.А. Коломейцев. Саратов, 1999. 439 с.

5. Коломейцев В.А. Микроволновые системы с равномерным объемным нагревом / В.А. Коломейцев, В.В. Комаров. Саратов: СГТУ, 1997. 160 с.

Коломейцев Вячеслав Александрович –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиотехника»
Саратовского государственного технического университета

Ремнёв Вадим Сергеевич –

аспирант кафедры «Радиотехника»
Саратовского государственного технического университета

Семёнов Александр Эдгарович –

зам. генерального директора ЗАО НПЦ «АЛМАЗ-ФАЗОТРОН»

Статья поступила в редакцию 12.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 621.373.002

Я.В. Перевозникова, В.И. Воронин, Г.В. Конюшков

КАМЕРНО-ШТЕНГЕЛЬНАЯ ОТКАЧКА ВАКУУМНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Проведены теоретические и экспериментальные исследования, в результате которых была увеличена эффективная быстрота и сокращено время откачки вакуумных конденсаторов за счет использования камерного способа. По сравнению с конденсаторами, откачанными штенгельным способом, электрическая прочность между обкладками повысилась на 10-15%, а длительность откачки сократилась в 4-5 раз, что привело к снижению энергозатрат на 33,7 кВт·ч при изготовлении одного прибора.

Ya.V. Perevoznikova, V.I. Voronin, G.V. Konyushkov

CHAMBER-EXHAUST TUBE EVACUATION OF VACUUM CAPACITORS

The article presents theoretical and experimental researches because of which effective pumping speed increased and time of vacuum capacitors evacuation at the expense of the exhaust tube method was reduced. In comparison with capacitors evacuated by chamber-exhaust method, electrical strength of insulating gasket reduced four...fivefold, resulting in power consumption of 33.7 kW/h reduce for one device.

Откачка является одной из основных операций, формирующих выходные параметры электровакуумных приборов (ЭВП). Обезгаживание оболочки и внутренней арматуры является длительным и ответственным процессом, в результате которого должно быть не только получено заданное разрежение в приборе, но и обеспечены условия, исключающие повышенные давления при его эксплуатации и хранении.

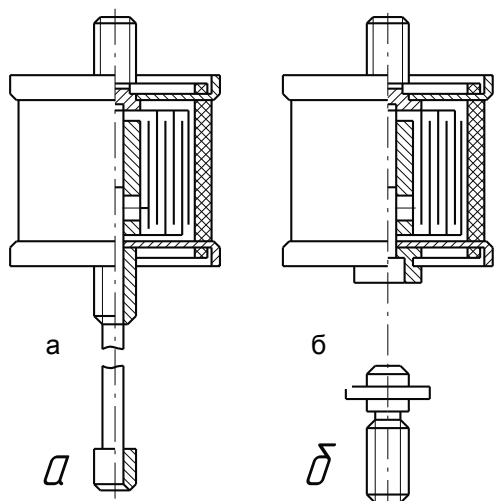


Рис. 1. Схематическое изображение вакуумного конденсатора при откачке через штенгель обычной длины (а) и через короткий штенгель (б)

Вакуумный конденсатор представляет собой ЭВП, состоящий из медных и керамических деталей (рис. 1).

Емкость конденсатора зависит от площади обкладок. Уменьшение размеров конденсатора приводит к уменьшению расстояния между обкладками. Так, в исследуемом типе конденсатора расстояние между обкладками составляет 0,3 мм при общей площади обкладок около 0,1 м². Столь малые расстояния и большие напряжения обуславливают использование сверхвысокого вакуума во внутренней полости конденсатора, исключающего возможность его ухудшения при эксплуатации прибора. Добиться этого можно лишь при достаточном обезгаживании внутренних обкладок и корпуса конденсатора.

Одним из эффективных способов улучшения степени обезгаженности внутренней арматуры является камерная откачка приборов с разнесением частей или через короткий штенгель [1] с герметизацией

в конце процесса откачки диффузионной сваркой или пайкой. Авторы работ [2, 3] теоретически и экспериментально исследовали возможность использования камерного способа откачки (через короткий штенгель) вакуумных приборов с целью улучшения их качества и сокращения времени обработки прибора на откачном посту.

По существующему технологическому процессу предусматривается откачка конденсатора через штенгель диаметром 2 мм и длиной 40 мм и два отверстия диаметром 4 мм (рис. 1, а). Условия эвакуации газов из пространства между обкладками конденсатора крайне неудовлетворительные, даже если не учитывать сложную траекторию движения частиц газа при эвакуации.

Из вакуумной техники известно, что эффективная быстрота откачки объекта $S_{эф}$ зависит от проводимости вакуумной системы U_C и быстроты откачки насоса S_H . При условии $S_H \gg U_C$, которое обычно имеет место в вакуумных системах установок, эффективная быстрота откачки объекта зависит от проводимости вакуумной системы и эвакуационных каналов, т.е. $S_{эф} \approx U_C$. Увеличивая проводимость эвакуационного канала, можно увеличить и эффективную быстроту откачки объекта. Проводимость эвакуационного канала при откачке конденсатора через штенгель составляет 0,03 л/с [4].

Для применения камерной откачки была изменена конструкция вакуумного конденсатора (рис. 1, б). Проводимость эвакуационных каналов при откачке конденсатора через короткий штенгель составляет около 3 л/с: короткий штенгель диаметром 5 мм и три отверстия диаметром 5 мм каждое.

Таким образом, эффективная быстрота откачки конденсатора через короткий штенгель увеличивается примерно в 100 раз.

Давление в приборе, создаваемое в процессе откачки, зависит от соотношения между величиной газового потока Q_3 через зазор U_3 и величиной суммарного потока газовой выделений Q_2 во внутреннюю полость прибора. Наилучшие условия создаются в том случае, когда проводимость зазора обеспечивает отвод всех газов, выделяющихся из внутренней арматуры прибора.

При заданных допустимых значениях давления в приборе $P_{пр}$ в период его обработки на откачном посту это отношение может быть определено из условия [1]:

$$Q_2 = Q_3. \quad (1)$$

Проводимость зазора при камерном способе откачки определяется следующим образом:

$$U_3 = \frac{U_c \cdot Q_\Sigma}{U_c \cdot P_{ПР} - Q_\Sigma} \quad (2)$$

Это уравнение позволяет определить оптимальную проводимость зазора между оболочкой и заглушкой конденсатора при известных температуре обезгаживания прибора, времени подъема температуры и допустимом давлении в приборе $P_{ПР}$. Учитывая, что после удаления воздуха из прибора основным источником газовой выделению являются внутренние детали прибора, можно считать, что суммарный газовый поток равен потоку газовой выделению из этих деталей Q_d . Величина газового потока составляет примерно $8 \cdot 10^{-2}$ л·Па/с [5].

Время подъема температуры обычно определяется конструктивными особенностями изделия, в данном случае – наличием металлокерамических спаев и тонких пластин обкладок, подвергающихся деформации при большом градиенте температур. Для таких узлов скорость подъема температуры составляет 10-15 град/мин, т.е. время подъема температуры от 293 до 873 К равно примерно 3600 с. Максимальный газовый поток наблюдается обычно при максимальной температуре обработки прибора, поэтому время достижения максимальной температуры подставляется в расчетную формулу. Допустимое повышение давления в конденсаторе $P_{ПР}$ определяется из условия отсутствия пробоя, повышения давления и отсутствия окисления внутренней арматуры. Это давление может быть принято равным $5 \cdot 10^{-2}$ Па. Проводимость вакуумной системы установки около 400 л/с.

Подставляя полученные значения в формулу (2), определяем проводимость зазора, при которой все газы, выделяющиеся из прибора, будут откачиваться вакуумной системой. Она составляет примерно 1,6 л/с. Разработанная схема камерной откачки конденсатора через короткий штенгель (рис. 2) обеспечивает величину проводимости U_3 около 3 л/с, что создает оптимальные условия эвакуации газов из внутренней полости конденсатора.

Оболочка конденсатора и заглушка короткого штенгеля изготавливаются из меди МБ. Разработаны режимы диффузионной сварки образцов меди [3]. Диффузионная сварка образцов конденсаторов (рис. 2) осуществлялась в камере серийной установки УДС-2 (рис. 3).

Учитывая, что предельное давление в технологической камере обеспечивается параметрами вакуумной системы установки, а максимальная температура обусловлена конструкцией конденсатора, режим диффузионной сварки оптимизировался за счет изменения удельного давления сварки в пределах 15-25 МПа. При этом вакуум в сварочной камере достигал $(2-5) \cdot 10^{-3}$ Па, температура сварки составляла 873 ± 10 К.

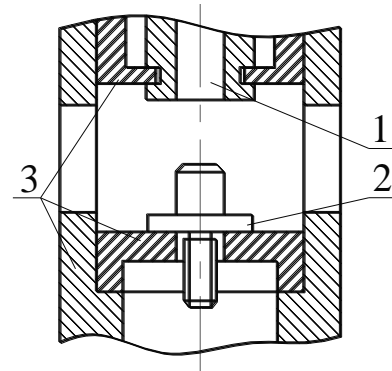


Рис. 2. Образец для отработки режима герметизации конденсатора диффузионной сваркой:
1 – макет оболочки; 2 – заглушка;
3 – детали технологической оснастки

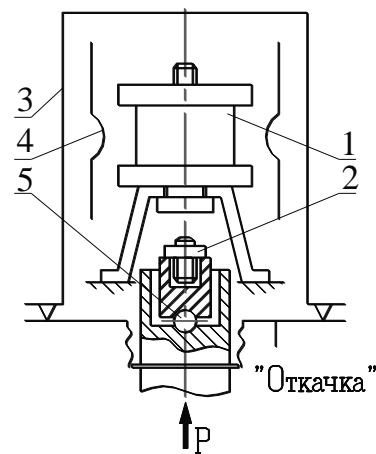


Рис. 3. Схема технологического процесса откачки вакуумного конденсатора через короткий штенгель:
1 – вакуумный конденсатор;
2 – заглушка; 3 – технологическая камера;
4 – нагреватель; 5 – механизм сварки;
 P – усилие сварки

За критерии оптимальности режима сварки принимались достаточная прочность соединения и деформация короткого штенгеля и заглушки конденсатора не более 15-20%. Прочность сварного соединения оценивалась путем разрыва образцов.

После определения оптимального режима диффузионной сварки деталей конденсатора производилась откачка опытной партии изделий. Во время обезгаживания конденсаторов периодически (через 30 мин) измерялась величина газового потока из конденсатора методом накопления [6]. Общее время, необходимое для обезгаживания конденсатора, определялось расчетно-экспериментальным путем. Критерием годности откачанных приборов служила величина напряжения на обкладках (до пробоя межэлектродного промежутка). Напряжение на обкладки конденсатора подавалось плавно.

Удельное давление сварки 15-22 МПа приводит к получению прочного и вакуумно-плотного соединения (вакуумная плотность образцов проверялась на течеискателе ПТИ-10). При времени сварки 20 мин прочность образцов на растяжение составляла 180-230 МПа. Увеличение удельного давления до 25 МПа приводит к увеличению прочности соединения образцов (выше прочности основного материала), но при этом значительно увеличивается деформация образцов (до 30-40%). Наблюдается также деформация технологической оснастки, изготовленной из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Разнесение частей прибора позволяет провести процесс диффузионной сварки при пониженной температуре. Это объясняется тем, что поверхности свариваемых деталей очищаются за счет частичной возгонки окислов при нагреве в вакууме.

За оптимальный для данного прибора был принят следующий режим герметизации: температура 873 К, удельное давление 20 МПа, время сварки 20 мин, давление в технологической камере $1,2 \cdot 10^{-3}$ Па.

Технологический процесс вакуумно-термической обработки конденсаторов состоит из операций нагрева, обезгаживания, герметизации и охлаждения (рис. 4). После загрузки прибора, герметизации камеры и откачки ее до давления $5 \cdot 10^{-3}$ Па производился нагрев прибора до температуры 923 К со скоростью около 10 град/мин. В процессе откачки наблюдалось незначительное повышение давления при температурах 473 и 873 К, что объясняется удалением адсорбированных паров воды и газов с поверхностей технологической оснастки и прибора.

При температуре 923 К прибор обезгаживался. Общее время, необходимое для обезгаживания прибора, рассчитывалось по формуле [3].

$$\tau_{\text{ОБЩ}} = \tau_1 \cdot \lg \frac{P_0 - P_{\text{ПРЕД}}}{P_{\text{ОСТ}} - P_{\text{ПРЕД}}}, \quad (3)$$

где τ_1 – постоянная времени обезгаживания, представляет собой время уменьшения газового потока из прибора на порядок; P_0 – начальное равновесное давление, устанавливающееся в камере при полностью или частично прекращенной откачке; $P_{\text{ПРЕД}}$ – предельное давление, достигаемое в вакуумной системе установки (в технологической камере); $P_{\text{ОСТ}}$ – допустимо остаточное давление в приборе в конце процесса откачки.

Время уменьшения потока газов из прибора на порядок составляло примерно 0,8 ч, равновесное давление имело значение $3 \cdot 10^{-2}$ Па, предельное давление в технологической камере $1 \cdot 10^{-3}$ Па. С учетом этих значений общее время обезгаживания конденсатора равно примерно 2,4 ч. Эта величина практически совпадает с оптимальным временем обезгаживания, определенным экспериментальным путем (рис. 4).

При вакуумно-термической обработке конденсатора через каждые 0,5 ч прекращалась откачка и методом накопления определялась величина газового потока.

Экспериментальным путем находились сначала величина газового потока из технологической оснастки $Q_{\text{ФОН}}$, затем величина газового потока при откачке конденсатора $Q_{\text{Д}}$:

$$Q_{\text{Д}} = Q_{\text{ОБЩ}} - Q_{\text{ФОН}}. \quad (4)$$

При этом делалось допущение, что весь измеренный поток газа выделяется из внутренней арматуры прибора, площадь которой более чем в 100 раз превышает площадь внешней поверхности прибора.

Достаточным считалось время обезгаживания, при котором градиент газового потока $\Delta Q/\Delta\tau=0$, т.е. при двух последующих измерениях уменьшения газового потока ΔQ_D и $\Delta Q_{ФОН}$ будут равны. Как для прибора, так и для технологической оснастки, оптимальное время обезгаживания составило около 3 ч.

После окончания обезгаживания температура снижалась до 873 К и прибор герметизировался в течение 20 мин при удельном давлении сварки 20 МПа. Затем нагревательная система отключалась и происходило естественное охлаждение прибора и оснастки. Усилие сварки снималось при температуре 573 К, выгрузка прибора из камеры при температуре 373-400 К.

Откачка и испытание опытной партии конденсаторов показали, что применение разработанной технологии позволяет получить конденсаторы с высокой электрической прочностью между обкладками (см. таблицу) при сокращении цикла откачки в 4-5 раз. Таким образом, при установленной мощности установки 12,5 кВт при откачке двух конденсаторов одновременное снижение энергозатрат составило 33,7 кВт·ч на изготовление одного прибора.

Результаты откачки конденсаторов через короткий штенгель представлены в таблице.

Температура сварки, К	Время нагрева, мин	Время обезгаживания, мин	Время сварки, мин	Удельное давление сварки, МПа	Напряжение пробоя, кВ
873	65	180	20	25	22
873	68	180	20	20	24
873	55	180	20	22	23
873	70	180	20	22	20

Выводы

1. Теоретически и экспериментально обосновано применение камерного способа откачки вакуумных конденсаторов через короткий штенгель.
2. Камерный способ откачки вакуумных конденсаторов через короткий штенгель позволяет на два порядка улучшить условия эвакуации газов из прибора (при откачке и герметизации диффузионной сваркой на серийном оборудовании).
3. Использование разработанных режимов позволило повысить электрическую прочность вакуумного промежутка конденсатора на 10-15% при одновременном сокращении

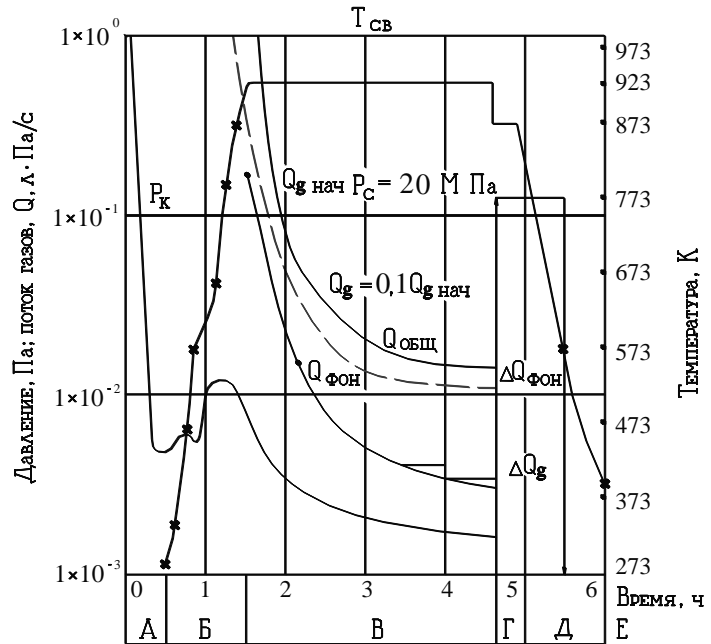


Рис. 4. Изменение давления в технологической камере P_k , температуры $T_{св}$, удельного давления сварки P_c , газовых потоков из технологической оснастки $Q_{фон}$ и прибора Q_g при откатке конденсатора: А – откачка; Б – нагрев; В – обезгаживание; Г – герметизация; Д – охлаждение; Е – выгрузка

длительности откачки в 4-5 раз, что привело к снижению энергозатрат на 33,7 кВт·ч при изготовлении одного прибора.

4. Для оборудования с диффузионным насосом оптимальным режимом откачки и герметизации является следующий: $T_{CB}=873$ К, время нагрева – 68 мин, время обезгаживания – 180 мин, время сварки – 20 мин, давление сварки – 20 МПа, давление в технологической камере – $1,2 \cdot 10^{-3}$ Па.

ЛИТЕРАТУРА

1. О некоторых особенностях камерной откачки электровакуумных приборов с разнесением частей / В.И. Воронин, В.А. Антонов, Д.С. Дудников, Р.А. Полякова / ЦНИИ «Электроника». Саратов, 1974. 9 с. Деп. в ВИНТИ № 2606/74.

2. Конюшков Г.В. Диффузионная сварка в электронике / Г.В. Конюшков, Ю.Н. Копылов. М.: Энергия, 1974. 167 с.

3. Воронин В.И. О применении низкотемпературной диффузионной сварки для герметизации электровакуумных приборов / В.И. Воронин, В.А. Антонов, В.В. Заветный // Электронная техника. Сер. Технология и организация производства. 1968. Вып. 8 (25). С. 41-45.

4. Дэшман С. Научные основы вакуумной техники / С. Дэшман. М.: Мир, 1964. 715 с.

5. Пипко А.И. Конструирование и расчет вакуумных систем / А.И. Пипко, В.Я. Плисковский, Е.А. Пенчко. М.: Энергия, 1970. 504 с.

6. Волчkevич А.И. Кинетика обезгаживания материалов в вакууме ДЭ-712 / А.И. Волчkevич. М.: ЦНИИ «Электроника», 1973. 15 с.

Перевозникова Яна Валерьевна –

ведущий инженер-технолог ООО «СЭПО-ЗЭМ», г. Саратов

Воронин Валерий Иванович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронное машиностроение и сварка» Саратовского государственного технического университета

Конюшков Геннадий Владимирович –

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Электронное машиностроение и сварка»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 12.10.07, принята к опубликованию 15.01.08

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 536.24

О.Ю. Косова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРУБЧАТОГО РЕАКТОРА ТИПА «ГАЗОВЗВЕСЬ» ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Предложена математическая модель теплогидравлических процессов в горизонтальном трубчатом реакторе типа «газовзвесь» для закалки газов пиролиза твердого топлива. Обсуждаются результаты расчетов по модели.

O.Yu. Kosova

MATHEMATICAL MODEL OF THE TUBULAR REACTOR OF THE «GAZOVZVESI» TYPE FOR TEMPERING OF PYROLYSIS GASES OF SOLID FUEL

The mathematical model of heat and hydraulic processes are offered here in horizontal tubular reactor for cooling gas thermal conversion of the solid fuel. The article presents results of calculations of the model.

В составе предложенной нами установки [1] для термической обработки измельченного твердого топлива одним из важных ее элементов являются трубчатые закалочные устройства, назначение которых состоит в быстром охлаждении газов, получаемых из твердого топлива в процессе его термической обработки.

В данной работе предлагается математическая модель закалочного трубчатого реактора, горизонтально ориентированного, с вертикальной подачей в поток горячего пиролизного газа холодных частиц пылевидного твердого топлива, направляемого на переработку. Модель учитывает резкую переменность свойств газовой и твердой фаз потока газозвеси по длине реактора и влияние на характеристики переноса тепла процесса сушки частиц при их нагреве.

Схема для анализа приведена на рис. 1. В поток газа, имеющего на входе в трубу диаметром D удельный расход g_2 кг/кг сухой массы материала, температуру $t_{2,н}$ и влагосодержание X кг/кг сухого газа, подается материал с температурой $t_{Т,н}$ и влажностью W кг/кг сухой массы (%). Частицы материала имеют средний размер d_T , их фактор формы Φ . Ставится задача определения длины трубчатого теплоутилизатора при заданной конечной разности δt осредненных в сечении потока газозвеси температур газа $t_{2,к}$ и частиц $t_{Т,к}$.

Наличие линейного участка кривой $t_T(x)$ на рис.1 обусловлено высушиванием частиц при температуре t_m мокрого термометра (период постоянной скорости сушки). Величина t_m для рассматриваемых условий может быть определена по эмпирической зависимости [2]

$$t_m = (134,5 \ln J - 1546) / (\ln J - 9,677) , \quad (1)$$

где $J = 1000 t_2 + (249 \cdot 10^4 + 1,97 \cdot 10^3 t_2) X$.

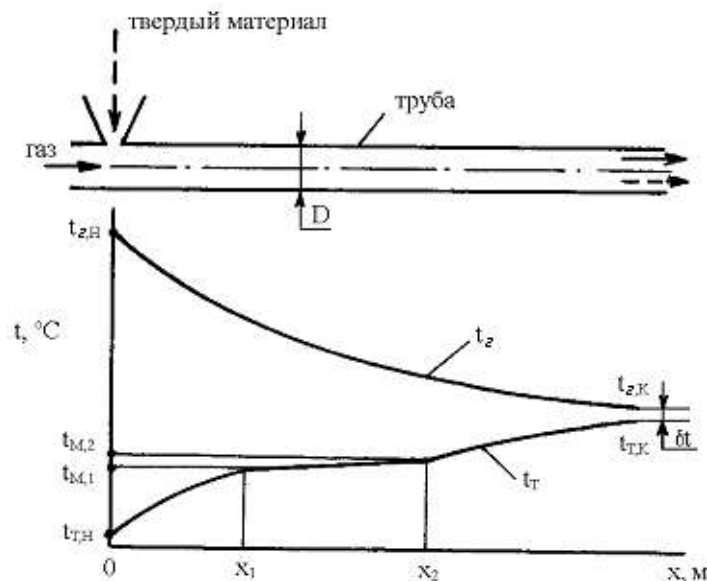


Рис. 1. Изменение температур газа t_g и частиц материала t_p по длине x трубы

Для термически тонких пылевидных частиц материала и адиабатического потока газовзвеси тепловой расчет теплоутилизатора будет сводиться к решению задачи межфазного теплообмена.

Согласно [3], для движущихся частиц неправильной формы при числе Рейнольдса $Re_T = [(w-u)d_T] / \nu = 0 \div 39$ число Нуссельта

$$Nu_T = \alpha_T d_T / \lambda = 2 / \sqrt{\Phi} + 0,16 Re_T^{2/3} \quad (2)$$

и при

$$Re_T = 37 \div 480 \quad Nu_T = 0,186 Re_T^{0,8}, \quad (3)$$

где w и u – скорости движения газа и частиц; ν и λ – коэффициенты вязкости и теплопроводности газа; α_T – коэффициент теплообмена частиц.

Рабочую скорость газа w_n на входе в трубу можно назначать равной скорости взвешивания частиц $w_{вз}$, которая определяется по формуле Зуева [4]

$$w_{вз} = 0,83 \vartheta_g \left[\frac{0,65 f^{0,5}}{d_T^{1,7}} + \frac{19}{\vartheta_g} (D/g_c)^{0,2} \right], \quad (4)$$

где ϑ_g – скорость витания частиц; f – коэффициент трения твердых частиц о сталь, равен $0,7 \div 0,9$.

Расход газа на входе в трубу

$$G_n = 0,785 D^2 \rho_{z,n} w_n, \quad (5)$$

влажных частиц –

$$G_{T,n} = G_n / [g_c(1+W)]. \quad (6)$$

В процессе высушивания частиц и перехода влаги в газ его расход G увеличивается, а расход дисперсной фазы G_T уменьшается по длине трубы. В условиях переменности состава газа и его физических свойств расчет проводится поинтервально для последовательности участков трубы длиной Δx . Площадь поверхности частиц (площадь теплообмена) на участке

$$F_{T,\Delta x} = 4,71 D^2 \Delta x G_T \rho_c \Phi^{1,5} / (G \varphi_g \rho_m d_T), \quad (7)$$

где фактор скоростного скольжения частиц $\varphi_g = u/w$ находится по модифицированному нами выражению [5]

$$\varphi_g = \left[1 + (2\rho_T d_T / (10^3 \rho_c D)) \frac{w}{1 - 0,845 / \lg Re} (g(x + 0,5\Delta x))^{-0,5} \right]^{-1}; \quad (8)$$

ρ_g и ρ_T – плотности газа и частиц; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение в поле тяжести.

Физические свойства фаз и параметры потока на участке Δx определяются при начальных температурах t'_2 и t'_m . Конечные температуры фаз на рассматриваемом участке Δx вычисляются по уравнениям

$$t''_2 = [2 t'_T + t''_2 (B + A - 1)] / (1 + A + B), \quad (9)$$

$$t''_T = A (t'_2 - t''_2) + t'_T, \quad (10)$$

где $A = G c'_p / (G_T C''_T)$; $B = G c'_p / (0,5 \alpha_T F_{T,\Delta x})$; c_p и c_T – теплоемкости газа и материала.

При мере роста t_2 , когда становится $t_T < t_m$, принимается $t''_T = t_m$ и вычисляется количество испарившейся из материала влаги

$$\Delta W = 10^{-3} Q_{\Delta x} / [2250 + 2,5 (t''_2 - t_m)], \quad (11)$$

где $Q_{\Delta x} = G c'_p (t'_2 - t''_2)$ – тепловой поток, переданный от газа к материалу на участке Δx . При полном испарении исходной влаги материала ($\sum \Delta W \leq W$) конечная температура t''_T частиц вновь начинает увеличиваться по длине трубы в соответствии с уравнением (10). Условием завершения расчета является достижение $\delta t = t''_2 - t''_T$ заданного значения. При этом длина теплоутилизатора x определится суммой длин Δx всех рассмотренных участков трубы.

Совокупность уравнений (1)-(11) составляет основу математической модели процесса нагрева влажного материала в потоке газозвеси. Некоторые характерные результаты расчетов по разработанному алгоритму приведены на рис. 2-8.

Варьирование длины Δx участков показало на одинаковость рассчитываемых величин при $\Delta x \leq (2 \div 4) D$.

Из представленных рисунков следует, что интенсивное тепловое взаимодействие между газом и частицами осуществляется на относительно коротком входном участке трубы, составляющем около 0,1 м. Частицы на этом участке приобретают максимальную скорость, после чего их скорость снижается по x вместе со скоростью газа (рис. 4). Снижение последней обусловлено уменьшением удельного объема газа с температурой. Относительная скорость газовой и твердой фаз потока ($w - u$) за входным участком остается практически постоянной и низкой (рис. 6), что приводит к спаду интенсивности теплообмена.

Длина трубы $x_{\delta t}$, на которой достигается заданная разность температур фаз $\delta t = t_2 - t_T = 10^\circ\text{C}$, в зависимости от W проходит через максимум (рис. 5). Это связано с влиянием двух одновременно действующих факторов. За входным участком температура t_T влажных частиц становится равной температуре t_m мокрого термометра и весьма слабо растет по x . Поэтому газ при $W > 0$ и заданной δt должен охладиться до более низкой температуры, чем при $W = 0$, и это приводит к росту $x_{\delta t}$. Вместе с этим, при $W > 4\%$ происходит увеличение по x расхода газовой фазы за счет парообразования при высушивании частиц и тем большее, чем больше W . Данный процесс интенсифицирует межфазный теплообмен. С ростом влагосодержания газа увеличивается значение t_m . Все это способствует понижению $x_{\delta t}$ с увеличением W .

Можно полагать, что при $W < 4\%$ преобладающее влияние на $x_{\delta t}$ имеет первый из отмеченных факторов, а при $W > 4\%$ – второй из них.

Увеличение w , g_2 , $t_{2,n}$, d_T , D приводит к росту $x_{\delta t}$, причем особенно сильное влияние оказывает d_T .

С увеличением g_2 величина G_{Cp} становится соизмеримой и даже выше значения $G_T c_T$. В этом случае передаваемого частицам тепла оказывается достаточно для полного высушивания влаги материала. Поэтому при высоких g_2 конечная температура $t_{T,K}$ материала может быть существенно выше температуры t_m мокрого термометра.

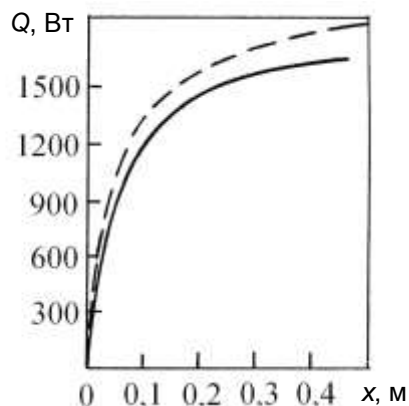
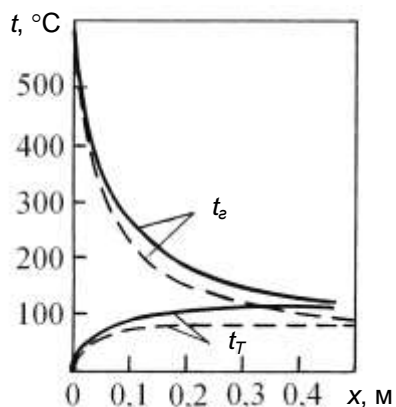


Рис. 2. Изменение температур t_g и t_r по длине x трубы: $D = 0,02$ м; $d_T = 160$ мкм; $\rho_T = 1500$ кг/м³; $\Phi = 1$; $t_{T,H} = 0^\circ\text{C}$; $t_{g,H} = 600^\circ\text{C}$; $g_g = 0,15$ кг/кг сухого материала; $w = 20$ м/с; $\delta t = 10^\circ\text{C}$; $\Delta x = 0,02$ м; сплошные линии – абсолютно сухой материал ($W = 0$); пунктирные – $W = 16\%$

Рис. 3. Передаваемое тепло Q на длине x : условия, как на рис. 2

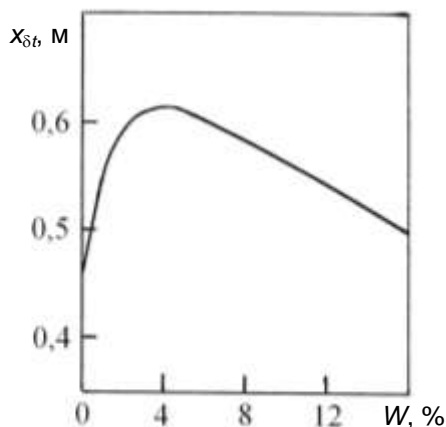
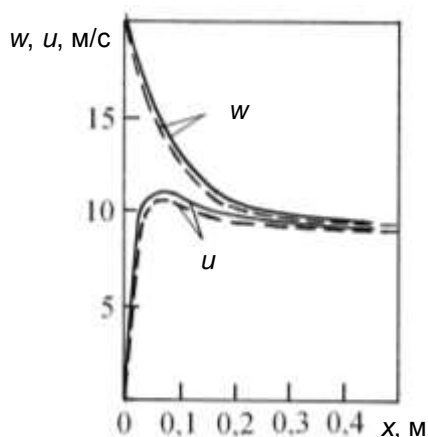


Рис. 4. Изменение скоростей газа w и частиц u по длине x трубы: условия, как на рис. 2

Рис. 5. Изменение длины $x_{\delta t}$ трубы в зависимости от влажности W подаваемого материала: условия, как на рис. 2

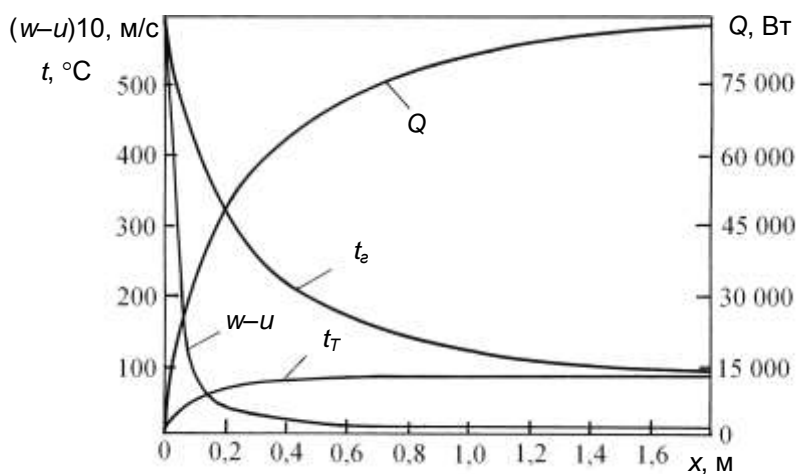


Рис. 6. Изменение относительной скорости $(w-u)$, передаваемого тепла Q , температур газа t_g и частиц t_r по длине трубы x : условия, как на рис. 2, кроме $D = 0,08$ м; $w = 60$ м/с; $W = 8\%$

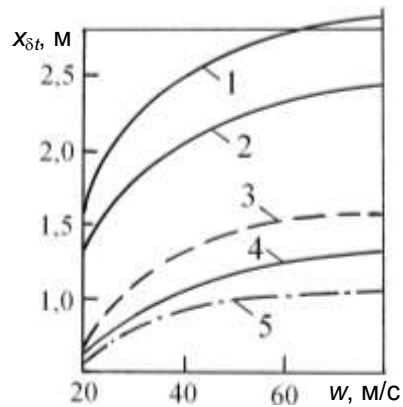


Рис. 7. Изменение длины $x_{\delta t}$ трубы в зависимости от скорости w газа на входе: $D = 0,02$ м; $d_T = 160$ мкм; $\rho_T = 1500$ кг/м³; $\Phi = 1$; $t_{T,H} = 0^\circ\text{C}$; $\delta t = 10^\circ\text{C}$; $\Delta\Delta x = 0,02$ м; $W = 8\%$; 1 – $t_{e,H} = 700^\circ\text{C}$; $g_e = 0,75$ кг/кг сухого материала; 2 – 700, 0,45; 3 – 800, 0,15; 4 – 700, 0,15; 5 – 600, 0,15

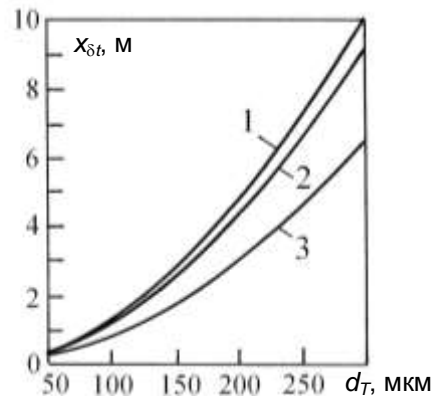


Рис. 8. Изменение длины $x_{\delta t}$ трубы в зависимости от диаметра частиц d_T : $\rho_T = 1500$ кг/м³; $\Phi = 1$; $t_{T,H} = 0^\circ\text{C}$; $t_{e,H} = 600^\circ\text{C}$; $\delta t = 10^\circ\text{C}$; $\Delta x = D$; $W = 8\%$; $g_e = 0,3$ кг/кг сухого материала; $w = 40$ м/с; 1 – $D = 0,1$ м; 2 – 0,06; 3 – 0,02

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2315910. Установка для термической обработки измельченного твердого топлива / О.Ю. Косова. Бюл. № 3.27.01.2008.
2. Муштаев В.И. Конструирование и расчет аппаратов со взвешенным слоем / В.И. Муштаев, А.С. Тимонин, В.Я. Лебедев. М.: Химия, 1991. 344 с.
3. Горбис З.Р. Теплообмен и гидромеханика дисперсных сквозных потоков / З.Р. Горбис. М.: Энергия, 1970. 424 с.
4. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях / Ф.Г. Зуев. М.: Колос, 1976. 344 с.
5. Баланин Б.А. О разгоне твердых частиц в канале / Б.А. Баланин // Инженерно-физический журнал. 1990. Т. 58. № 2. С. 16-20.

Косова Ольга Юрьевна – инженер ОАО «ВНИПИГаздобыча», г. Саратов

Статья поступила в редакцию 28.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

ЭКОЛОГИЯ

УДК [553.981: 550.83] (571.1)

О.Д. Смилевец, Н.В. Хаюк, К.А. Кравцова, Е.Н. Волкова, А.В. Иванов, А.Г. Кузин

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА БОВАНЕНКОВСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

Приводятся данные геофизических работ при геоэкологическом обследовании технических сооружений на территории Бованенковского газоконденсатного месторождения полуострова Ямал.

O.D. Smilevets, N.V. Hajuk, K.A. Kraftsova, E.N. Volkova, A.V. Ivanov, A.G. Kuzin

GEOPHYSICAL METHODS APPLICATION AT GEO-ECOLOGICAL RESEARCHES OF THE TOP PART CUT OF BOVANENKOVSKY GAS-CONDENSATE FIELD OF YAMAL PENINSULA

The article researches the data of geophysical works at geo-ecological inspection of technical constructions in territory of Bovanenkovsky gas-condensate field of peninsula of Yamal.

В течение 2003-2005 гг. на территории Бованенковского газоконденсатного месторождения (ГКМ) проводились инженерно-геологические изыскания с целью литологического расчленения верхней части разреза (ВЧР) многолетнемерзлых пород (ММП) до глубины 10-15 м. Исследовались переходы через водные преграды для определения максимальной глубины протайки под их руслами, а также состояние автодорог и технических сооружений, находившихся в эксплуатации.

В геологическом строении полуострова Ямал принимают участие отложения палеозойской, мезозойской и кайнозойской систем. Коренные породы залегают на глубине от 2-3 м до 50-70 м под чехлом четвертичных отложений. В составе отложений преобладают переслаивающиеся слои глин, суглинков, песков и глин с прослоями суглинков (рис. 1).

В связи с интенсивным освоением полуострова геофизические аспекты изучения ММП приобретают помимо теоретического большое практическое значение.

Особенностями Ямала являются: повсеместное распространение легко разрушаемых напочвенных растительных покровов; чрезвычайно высокая (до 50-70%) льдистость верхнего 50-80-метрового слоя ММП; широкое распространение вблизи поверхности (1,5-6 м) различных крупных форм подземного льда до 30-40 м толщиной и до 300-600 м в поперечнике; высокая увлажненность и заболоченность почти всех форм рельефа; широкое развитие засоленных пород, соленых подмерзлотных вод.

В геологическом строении территории Ямала принимают участие коренные отложения, перекрытые сверху чехлом преимущественно суглинистых четвертичных осадков различного генезиса. В геокриологическом отношении характерно развитие сплошной низкотемпературной мерзлоты с широким развитием подземных льдов и криогенных процессов.

Учитывая сложные геокриологические условия Ямала, необходимо выполнение опережающих геокриологических, инженерно-геологических и геофизических исследований на осваиваемых территориях.

Комплекс геофизических исследований включал в себя следующие виды работ: микроэлектрические зондирования (МКВЭЗ) с $AB/2 \leq 50$ м; круговые микроэлектрические зондирования (Кр МКВЭЗ); измерения на контрольных участках (КУ); сейсморазведочные работы в модификации метода преломленных волн (МПВ); бурение и термокаротаж инженерно-геологических скважин.

МКВЭЗ проводились по линейным трассам с шагом 300 м, с разносами питающих линий $AB/2$, равными 0,70; 0,93; 1,23; 1,64; 2,30; 2,90; 3,90; 5,20; 6,85; 9,10; 12,10; 16,10; 21,50; 26,00; 31,00 (м). Использование предлагаемой методики позволяет получать повышенную точность интерпретации кривых ВЭЗ и ускорить процесс интерпретации благодаря применению упрощенных методов.

Геоэлектрические характеристики верхней части разреза отличаются большой изменчивостью. На форму кривых ВЭЗ оказывают влияние многие факторы – литологические, влажность, льдистость, наличие в разрезе наклонных и вертикальных границ раздела, поверхностные и внутренние неоднородности [2]. Полученные кривые ВЭЗ (308 шт.) распределяются следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Типы кривых ВЭЗ верхней части разреза Бованенковского ГКМ

А – 13	Н – 24	Q – 4	К – 3
АА – 53	НА – 54	QH – 10	КН – 3
АК – 27	НК – 27	QHK – 3	КQ – 2
ААА – 32	НАА – 9		КНК – 6
ААК – 26	НАК – 11		
АКН – 4	НКН – 2		

Основная масса кривых ВЭЗ относится к четырехслойному разрезу (57,1%). К пяти-слойному и трехслойному разрезам соответственно относятся 28,7 и 14,2% кривых ВЭЗ. Результаты сопоставления литологических данных и электрического сопротивления пород представлены в табл. 2.

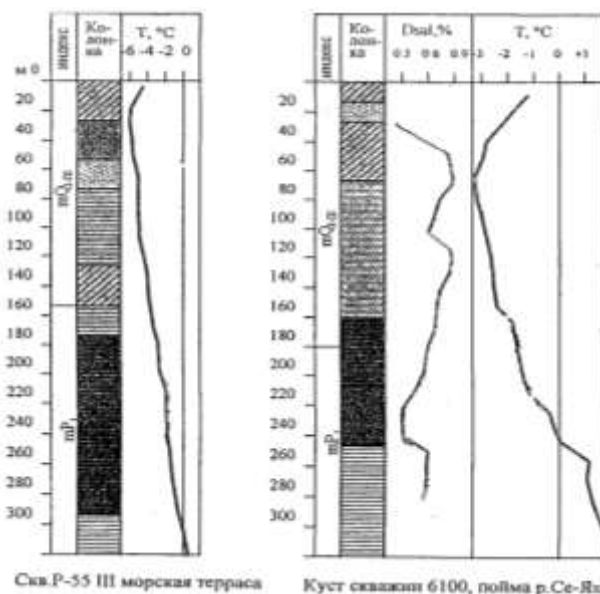
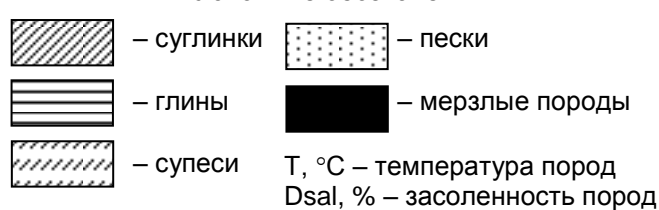


Рис. 1. Литолого-стратиграфическая колонка Бованенковского ГКМ



Видно, что породы района Бованенковского месторождения достаточно четко дифференцируются по сопротивлениям в зависимости от дисперсности и криолитологического состояния.

Как отмечалось выше, УЭС пород зависит от их влажности, засоленности и температуры. На рис. 2 и 3 представлена серия графиков зависимости влажности и электрического сопротивления пород от их температуры.

Таблица 2

Сопоставление литологических данных и электрических сопротивлений талых и мерзлых пород (Бованенковское ГКМ)

Порода	Сопротивление пород (в Ом.м)				Отношение сопротивления мерзлых и талых пород
	талых		мерзлых		
Торф	10-30		$i=0,45$	180-300	18-30
Суглинок	Обводненный	10-15	$i=0.1-0.15$	60-70	6-80
	Мягкопластичный	20-60	$i=0.1-0.15$	100-160	
	Пластичный	60-80	$i=0.20-0.25$	140-200	
			$i=0.25-0.35$	170-240	
	Тугопластичный	80-100	$i=0.4-0.45$	300-400	
$i>0.5$			250-450 500-600		
Супесь	30-50		$i=0.1$	50-60	2-24
			$i=0.3$	400-740	
			$i=0.5$	600-800	
Песок	40-100		100-200 400-500 2000-3000		2-60
			Оторфованный	400 - 600	
Лед			>200-400 ледогрунт 800-5000		

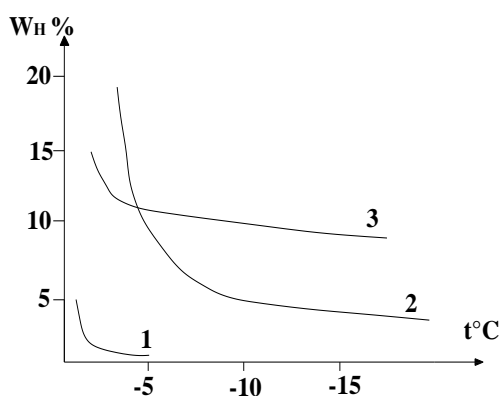


Рис. 2. График зависимости содержания незамерзшей воды от температуры мерзлых пород: 1 – песок; 2 – глина; 3 – суглинок

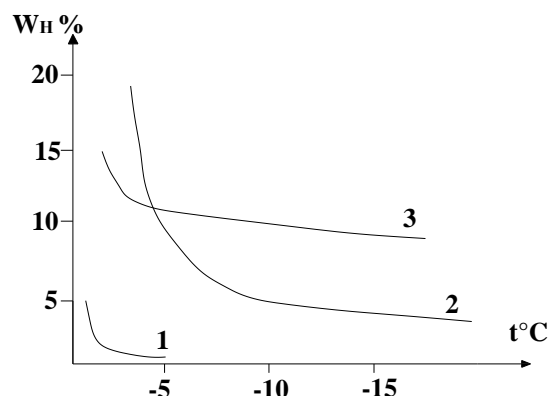


Рис. 3. График зависимости удельного электрического сопротивления от температуры пород: 1 – песок; 2 – глина; 3 – суглинок

На рис. 4 представлен график зависимости УЭС пород от их температуры для территорий Харасавейского и Бованенковского месторождений полуострова Ямал, построенный по методике А.Н. Боголюбова.

На графике видно возрастание значения УЭС пород в зависимости от увеличения их дисперсности и понижения температуры.

В табл. 3 приведены типичные для Бованенковского ГКМ кривые ВЭЗ с характеристикой мерзлотно-геологических условий. Типы кривых ВЭЗ являются важным критерием при районировании территории по геоэлектрическим условиям. По результатам исследований была построена карта ареалов распространения типов кривых ВЭЗ (рис. 5). Преобладающими по ареалам распространения являются кривые ВЭЗ типа А (НА), Н, НК, К (КН). Статистический анализ $\rho_{уд}$ и данных бурения инженерно-геологических скважин позволяет сделать вывод о том, что для разреза типа А опорный горизонт с высоким сопротивлением представлен сильнольдистыми суглинками, а для разреза типа К – мерзлыми песками. Участки, соответствующие ареалам распространения кривых ВЭЗ типа *Н, Q*, приурочены к зонам понижения рельефа, руслам рек и ручьев, сложенным суглинками, сменяющимися по разрезу более грубодисперсными породами, – супесями и песками.

Карта ареалов распространения (рис. 5) типов кривых ВЭЗ представляет собой наглядное отображение основных особенностей мерзлотных условий изучаемого разреза.

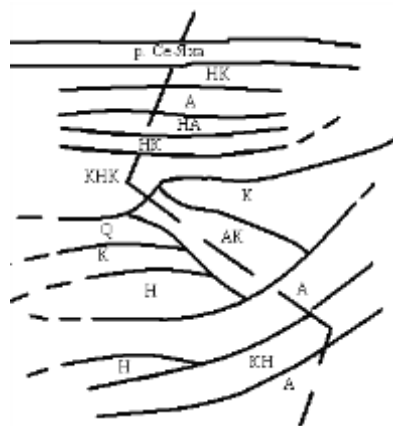


Рис. 5. Карта схема ареалов распространения типов кривых ВЭЗ верхней части разреза (левый берег р. Се-Яха):
 ⋯ – вариант прокладки трубопровода и автодорог

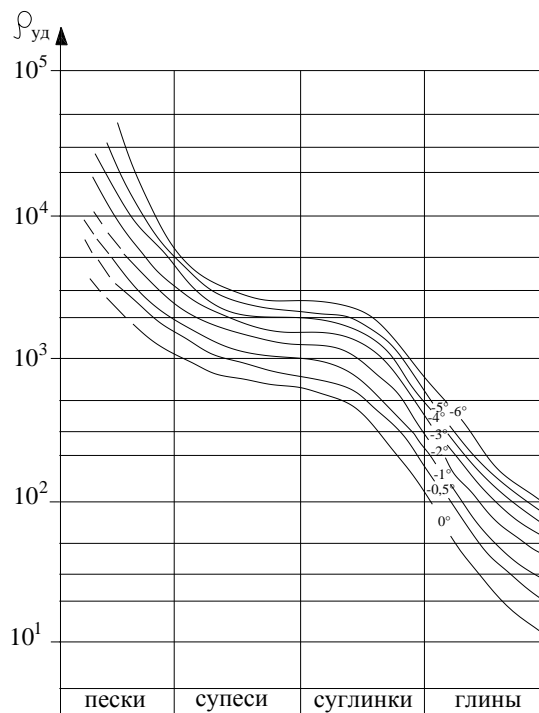


Рис. 4. Графики зависимости $\rho_{уд}$ пород от температуры для территории Харасавейского и Бованенковского газовых месторождений (данные ОАО «ВНИПИгаздобыча», составил О.Д. Смилевец)

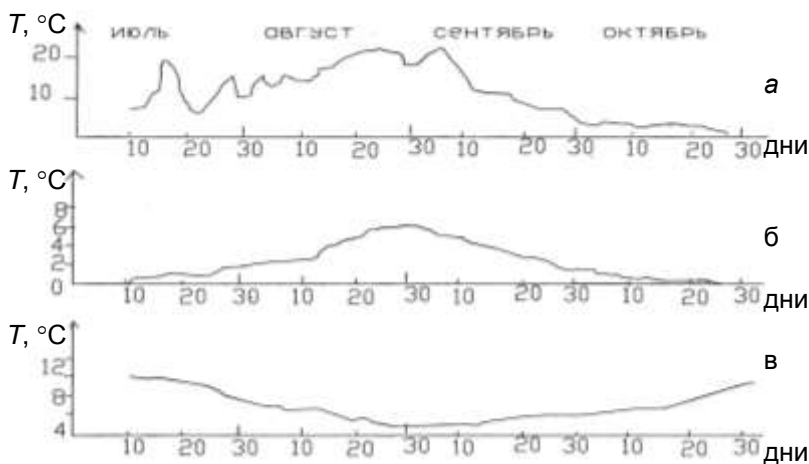


Рис. 6. Результаты геофизических исследований на контрольном участке: а – изменение температуры воздуха; б – изменение температуры поверхностного слоя земли; в – изменение $\rho_{уд}$ (суглинки)

На рис. 5 пунктирной линией обозначен наиболее безопасный (надежный) вариант прокладки автодороги и трубопровода высокого давления на исследуемом участке. Трубо-

провод и автодороги с насыпным основанием и бетонным покрытием предлагается прокладывать по участкам распространения кривых ВЭЗ типа А, АК, КН, НК, КНК, которые соответствуют наиболее устойчивым (и менее подверженным внешним воздействиям) многолетнемерзлым породам.

Таблица 3

Типы кривых ВЭЗ Бованенковского ГКМ и их мерзлотно-геологическая характеристика

Форма кривой МКВЭЗ	Краткая характеристика кривых ВЭЗ	Краткое описание особенностей литологии разреза	Примечание
	<p>Кривые типа А, АА, с частыми осложнениями в начальной (левой) части кривой ВЭЗ</p> <p>$\rho_H^{\min}=10-80 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ $\rho_H^{\max}=300-2000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$</p>	<p>Песчано-суглинистые толщи</p>	<p>Этот тип кривых ВЭЗ получен при обследовании технических сооружений (автодорог), искажение в левой ветви кривой ($\alpha > 45^\circ$) связано с наличием наклонных границ раздела и «блоков» талых и мерзлых пород</p>
	<p>Кривые типа Н, НА с частыми осложнениями в начальной (левой) части кривой ВЭЗ</p> <p>$\rho_H^{\min}=20-60 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ $\rho_H^{\max}=400-600 \text{ Ом}\cdot\text{м}$</p>	<p>Перекрытые тонким слоем торфа песчано-глинистые обводненные толщи пород, сменяющиеся мерзлыми песками</p>	<p>Водотоки небольшой мощности (ручьи). Осложнения на кривой ВЭЗ связаны с поверхностными неоднородностями, искривлением русла ручья</p>
	<p>Кривые типа КН</p> <p>$\rho_H^{\min}=40-80 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ $\rho_H^{\max}=400-600 \text{ Ом}\cdot\text{м}$</p>	<p>Толщи мерзлых песчаных пород</p>	<p>Этот тип кривой получен при исследовании технических сооружений (автодорог)</p>
	<p>Кривые типа Q, QN с частыми осложнениями в левой части ветви ВЭЗ</p> <p>$\rho_H^{\min}=10-15 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ $\rho_H^{\max}=80-100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$</p>	<p>Песчано-суглинистые толщи, сменяющиеся по разрезу водоносными песками, ниже мерзлыми породами</p>	<p>Водотоки (реки). Осложнения, показанные на кривой ВЭЗ, связаны с поверхностными неоднородностями</p>

В течение полевого сезона 2003 года на контрольных участках (Ку) проводилось ежедневное измерение температур воздуха и поверхностного слоя земли на глубине 0,3 м, где была закреплена установка AMNB (AB=0,6 м) для измерения УЭС пород. Проводились контрольные измерения установкой МК ВЭЗ по всему изучаемому разрезу. Результаты исследований представлены на рис. 6. Графики свидетельствуют об увеличении УЭС пород при уменьшении их температуры.

На основе этих исследований были рассчитаны сезонные коэффициенты (Кс) [3, 4]. Следует отметить, что основные изменения величины Кс происходят на разностях $AB/2 = 0,70-6,86$ (м), соответствующих глубине исследований пород, примерно 3-4 м. Это связано, по всей видимости, с изменением литологического состава пород, слагающих ВЧР. Наличие больших величин Кс в июне и июле связано с тем, что основная масса изучаемых пород находится в мерзлом состоянии и процесс протаивания только начинается.

При комплексной интерпретации электроразведочных и сейсморазведочных данных сопоставлялись значения УЭС пород и значения скоростей продольных волн (V_p), полученные на одних и тех же участках исследований. Для этого на скоростные разрезы в соответствующем масштабе были вынесены величины УЭС и мощности (h) геоэлектрических горизонтов, полученные в результате интерпретации. По результатам исследований были получены соответствия, которые приводятся ниже (табл. 5). Представленные единичные примеры свидетельствуют о том, что увеличению значений УЭС соответствует возрастание величины значений скоростей продольных волн (V_p) и, соответственно, увеличение глубины исследований пород. Увеличение УЭС и значений V_p связано с изменением литологии пород, уменьшением значений их температуры, возрастанием льдистости и плотности мерзлых пород.

Таблица 4

Значения сезонных коэффициентов Кс для Бованенковского ГКМ

AB/2	Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
0,70	3,4/1,7	2/1,4	1,8/1,3	1,6/1,2	1,3/1,2	1,2/1,1	1,15/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0	1,3/1,1	1,4/1,2
0,93	3,4/1,7	2/1,4	1,8/1,3	1,6/1,2	1,3/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0	1,2/1,1	1,3/1,2
1,23	3,4/1,7	2/1,4	1,7/1,3	1,6/1,2	1,2/1,1	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0	1,2/1,1	1,3/1,2
1,64	3,2/1,6	2/1,3	1,7/1,3	1,5/1	1,2/1,1	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0	1,2/1,1	1,3/1,1
2,30	3,0/1,6	1,8/1,3	1,6/1,3	1,5/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,1/1,1	1,2/1,1
2,90	2,7/1,6	1,8/1,3	1,6/1,3	1,4/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0	1,2/1,1
3,90	2,6/1,6	1,8/1,2	1,5/1,3	1,4/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0
5,20	2,4/1,5	1,7/1,2	1,5/1,3	1,3/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
6,86	2,2/1,5	1,6/1,2	1,5/1,2	1,3/1,2	1,1/1,0	1,1/1,0	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
9,10	2/1,5	1,6/1,2	1,4/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
12,10	1,8/1,4	1,6/1,2	1,4/1,2	1,2/1,1	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
16,10	1,7/1,4	1,5/1,2	1,3/1,2	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
21,50	1,5/1,3	1,4/1,2	1,2/1,1	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
26,00	1,5/1,3	1,4/1,2	1,2/1,1	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
31,00	1,5/1,3	1,4/1,2	1,2/1,1	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0

В процессе проведения геофизических работ по обследованию полотна автодорог, находящихся в эксплуатации, представилась возможность определить его конструкцию (рис. 7). Положение кровли ММП под полотном автодороги на кривых ВЭЗ четко фиксировалось характерным перегибом, обычно соответствующим глубине 1,2-1,6 м в зависимости от конструкции земляного полотна. Для контроля определения кровли мерзлых пород использовался специальный щуп длиной 1-1,5 м. Определение глубины проводилось в цен-

тральной части полотна, на обочине (на берме) и на некотором от нее удалении. Полученные глубины учитывались при интерпретации кривых ВЭЗ, являлись дополнительной информацией, тем самым повышая точность интерпретации.

Таблица 5

Сопоставление значений УЭС и V_p на контрольных участках

ВЭЗ 6142		ВЭЗ 6140	
$P_{уд}$ (Ом·м)	V_p (м/с)	$P_{уд}$ (Ом·м)	V_p (м/с)
8-23	0-500	160-250	0-500
44	500-1500	280	500-1500
100	1500-2500	640	1500-3500
260	2500-4000	1000	>3500
ВЭЗ 6139		ВЭЗ6236	
$P_{уд}$ (Ом·м)	V_p (м/с)	$P_{уд}$ (Ом·м)	V_p (м/с)
380	500	260	0-800
640	500-1000	170	800-1200
820	1000-2000	290	1200-1600
1200	2000-4000	360	1600-2000
1500	>5000	480	2000-3000
		740	>5000

По результатам повторных (проведенных в 2003 г.) геофизических исследований, зафиксировано поднятие кровли ММП под основанием насыпи автодороги, на 1-1,5 м после ее эксплуатации автотранспортом, что полностью соответствует принятым ранее прогнозным геоэкологическим решениям [4].

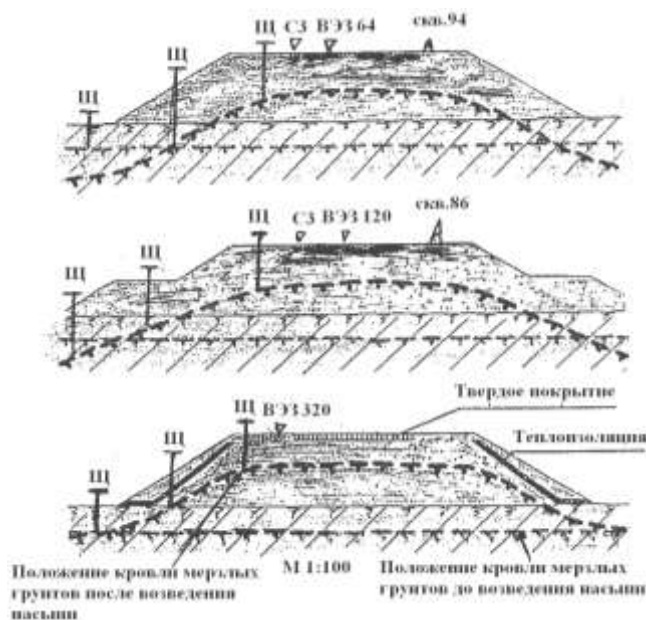


Рис. 7. Конструкция земляного полотна
Условные обозначения:

- ВЭЗ 321 ∇ – точки ВЭЗ
- Щ \perp – замеры щупом
- СЗ ∇ – точки сейсмозондирований
- СКВ. 64 \blacktriangle – инженерно-геологическая скважина и ее номер

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- Вертикальные электрические зондирования дали удовлетворительные результаты при определении глубины залегания кровли многолетнемерзлых пород и литологического расчленения разреза. Применение метода ВЭЗ позволило определить техническое состояние автодорог, находящихся в эксплуатации в зонах развития ММП.

- Удельное электрическое сопротивление ММП зависит, в основном, от температуры, льдистости, засоленности пород и времени проведения замеров. Для данного региона отмечается уменьшение значений УЭС пород, связанное с их засолением. Эта зависимость установлена полевыми геофизическими работами, результаты которых обобщены в этой статье.

- Изучение изменения атмосферного давления, температуры окружающего воздуха, поверхностного слоя почвы и его ρ_k позволило выявить закономерности, связанные с процессами промерзания, и значительно дополнить статистические данные об изменении величины сезонных коэффициентов (K_c).

- Инженерно-геологические условия района месторождения, в целом, разнообразны и сложны. Это обусловлено широким развитием как многолетнемерзлых, так и талых пород, разнообразием криогенных форм рельефа, развитием торфяных массивов с ярко выраженным бугристым рельефом и с заболоченными термокарстовыми понижениями. На рассматриваемой территории отмечается широкий диапазон температур пород: от положительных до отрицательных.

- Разработана методика наблюдений за состоянием природных сред и инженерных сооружений. Проведены наблюдения и контроль за состоянием многолетнемерзлых пород криогенными процессами в зоне взаимодействия с инженерными объектами и за ее пределами.

- Необходимо продолжить работы по наблюдениям за состоянием опытного участка автомобильной дороги с целью составления прогноза изменения ее эксплуатационного состояния; оценить морозостойкость и водопроницаемость песчаных и супесчаных грунтов. Для обеспечения безаварийной эксплуатации технических сооружений в зонах развития ММП необходим круглогодичный контроль как контактными, так и бесконтактными геофизическими методами исследований пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геокриология СССР. Западная Сибирь / под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра, 1989. 454 с.
2. Смилевец О.Д. Использование логарифмических бланков с модулем 10 см вместо 6,25 при построении кривых вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) / О.Д. Смилевец, В.Н. Олешев // Изобретения и рацпредложения в нефтегазовой промышленности. 2002. Вып. 5. С. 3.
3. Смилевец О.Д. Методика и технология геофизических исследований верхней части геологического разреза при проектировании технических сооружений в нефтегазоносных районах криолитозоны: автореф. дис. ... доктора геолого-минералог. наук / О.Д. Смилевец. Саратов, 2003. 45 с.
4. Смилевец О.Д. Комплексные геофизические исследования верхней части геологического разреза при проектировании технических сооружений в нефтегазоносных районах криолитозоны / О.Д. Смилевец. Саратов: Научная книга, 2003. 167 с.

Смилевец Олег Демьянович –
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры «Производство строительных изделий и конструкций»
Саратовского государственного технического университета

Хаюк Нина Васильевна –

аспирант кафедры «Производство строительных изделий и конструкций»
Саратовского государственного технического университета

Кравцова Ксения Александровна –

студентка 3-го курса специальности «Производство строительных изделий и конструкций»
Саратовского государственного технического университета

Волкова Елена Николаевна –

доцент, кандидат геологических наук, декан геологического факультета
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Иванов Алексей Викторович –

профессор, заведующий кафедрой «Геоэкология»
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Кузин Андрей Геннадиевич –

аспирант кафедры «Геоэкология»
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 12.07.07, принята к опубликованию 15.01.08

ЭКОНОМИКА

УДК 355:336.6

С.С. Баранова

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В АПК

Рассматривается эконометрическая модель влияния инфляционных процессов на неопределенность цен в будущем. Модель позволяет наметить основные тенденции развития экономической конъюнктуры, оценить эффективность управления агропромышленным комплексом в краткосрочном и долгосрочном периодах.

S.S. Baranova

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF INFLATIONARY PROCESSES ON ECONOMIC CONTROL IN AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

The econometric model of influence of inflationary processes on indeterminacy of the prices of the future is studied in the article. The model allows scheduling the basic tendencies of development of an economic conjuncture, to evaluate management efficiency agriculture in short-term and long-term phase.

Агропромышленный комплекс способен развиваться только в условиях проведения рациональной политики управления. На начальных этапах стратегического управления проводится анализ общего положения отрасли. Со стороны АПК здесь изучается состояние производственных фондов, кадрового состава, продукции, финансов и конкурентоспособности сельскохозяйственных производителей и аграрных рынков. При этом непосредственной средой функционирования сельскохозяйственных отраслей являются технологическая база, конкуренты и потенциальные покупатели, и самое важное, экономический фон, включающий законодательную базу, государственную экономическую политику, инфляционные процессы.

Одной из функций теории управления является планирование и прогнозирование развития тенденций рынка, адаптация конкретных предприятий и всего агропромышленного комплекса к изменяющимся рыночным условиям. В современной рыночной экономике при проведении экономических расчетов нельзя исключать показатель инфляции, так как по своей природе понятие инфляции носит и экзогенный, и эндогенный характер одновременно. Несмотря на то, что за период 2000-2008 гг., как показано на рис. 1, инфляция в России замедлилась и стабилизировалась, проблема роста уровня цен не потеряла своей актуальности.

Для изучения проблемы влияния инфляции на развитие и функционирование АПК можно использовать эконометрическое моделирование. И хотя в дискуссиях по поводу российской инфляции зачастую речь идет о проблемах эмпирического характера, для их разрешения эмпирические методы применяются достаточно редко в силу того, что одна только статистическая информация без интерпретации не может говорить сама за себя [1].



Рис. 1. Динамика индексов потребительских цен

Говоря об эффективной аграрной политике в условиях постоянно меняющейся экономической конъюнктуры, можно рассмотреть параметры влияния инфляционных процессов на неопределенность уровня цен в будущем. Мерой неопределенности уровня цен может служить ошибка прогноза, основанного на прошлой динамике наблюдаемых показателей. В качестве переменной, на основе которой можно построить прогноз, следует использовать сам уровень цен. Учитывая также наличие существенной связи цен и денег, можно предположить, что ценную информацию могут представлять собой данные о прошлой динамике денежной базы (H) [3].

Прогнозы построены при помощи авторегрессионной модели с распределительным лагом:

$$P_t = \sum_{i=1}^p a_i P_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_i H_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где P_{t-i} – изменение цен за период t ; H_{t-i} – изменение денежной базы за период t ; ε_t – дисперсия ошибки прогноза – независимый случайный процесс по типу «белого шума»; p – максимальный временной лаг для изменения цен в прошлом; q – максимальный временной лаг денежной базы (для данной модели $p = q = 4$ мес.).

Неопределенность с точки зрения такого способа прогнозирования измеряется дисперсией ошибки прогноза ε_t . Таким образом, динамику неопределенности можно изучать, рассматривая изменение дисперсии ε_t .

$$\sigma_t^2 = \text{var}(\varepsilon_t | P_{t-1}, \dots, P_{t-p}, H_{t-1}, \dots, H_{t-q}). \quad (2)$$

Один из способов моделирования изменения дисперсии во времени — представление ее логарифма с помощью полиномиального тренда:

$$\ln \sigma_t^2 = \sum_{k=0}^K \alpha_k t^k, \quad (3)$$

где степень многочлена $k = 6$.

С точки зрения эконометрического моделирования, мы получаем тем самым регрессионную модель с мультипликативной гетероскедастичностью.

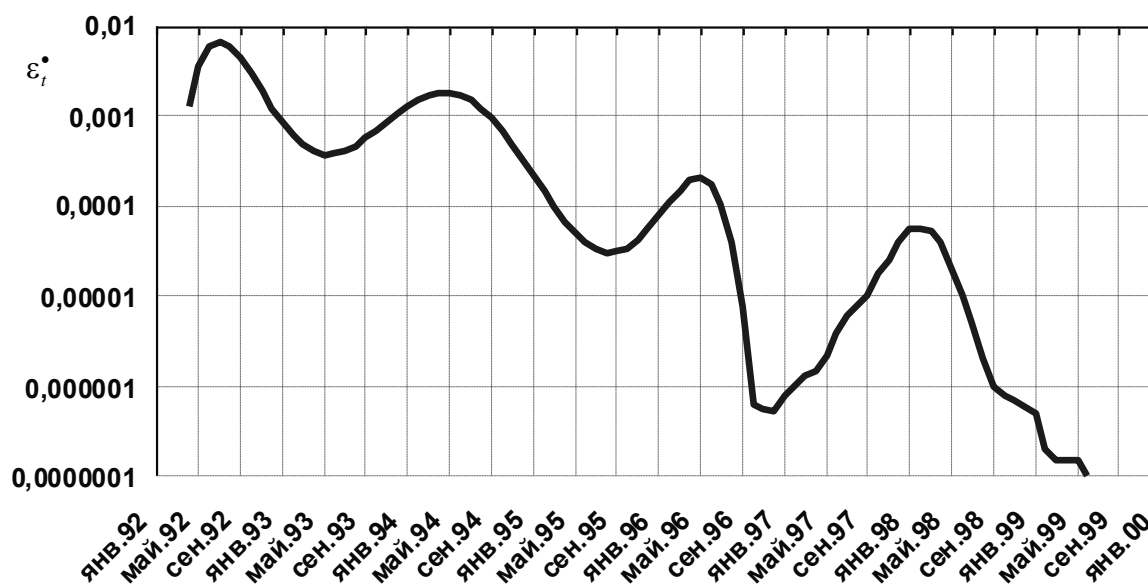


Рис. 2. Оценка дисперсии ошибки прогноза ε_t с помощью полиномиального тренда за период 1992-2000 гг.

Можно высказать предположение, что это снижение неопределенности вызвано снижением темпа инфляции. Действительно, в течение этого же периода наблюдалась тенденция к падению темпа инфляции.

Еще один способ моделирования изменения дисперсии, примененный А.А. Цыплаковым, – использование процесса обобщенной авторегрессионной условной гетероскедастичности [2]. Из рис. 3 видно, что рассматриваемый период характеризовался заметной тенденцией к падению инфляционной неопределенности, причем в целом оценки не очень сильно отличаются от тех, которые получены с использованием полиномиального тренда. На рис. 3 показаны динамика логарифма условной дисперсии и динамика темпа инфляции. Как мы видим, тенденции к падению имеются в обоих показателях, однако краткосрочная динамика существенно различна.

Отмеченное несоответствие краткосрочной динамики исследуется при помощи построения регрессии логарифма условной дисперсии по текущему темпу инфляции и нескольким его лагам, с добавлением в нее временного тренда. В результате мы получаем отрицательный коэффициент детерминации.

На этой основе сделан вывод, что динамику условной дисперсии нельзя объяснить динамикой темпа инфляции. В этой связи можно утверждать, что в краткосрочном периоде при переходе от более высокого к более низкому уровню инфляции адекватная изменчивость уровня цен не наблюдается.

Исходя из приведенного анализа применительно к аграрной политике можно сделать следующие выводы:

1. Экономическая конъюнктура, как среда и способ существования агропромышленного комплекса, оказывает непосредственное влияние на развитие сельскохозяйственного

товаропроизводства и доходность производителей. Однако нельзя однозначно интерпретировать влияние инфляционных процессов на ценовую стабильность в отрасли.

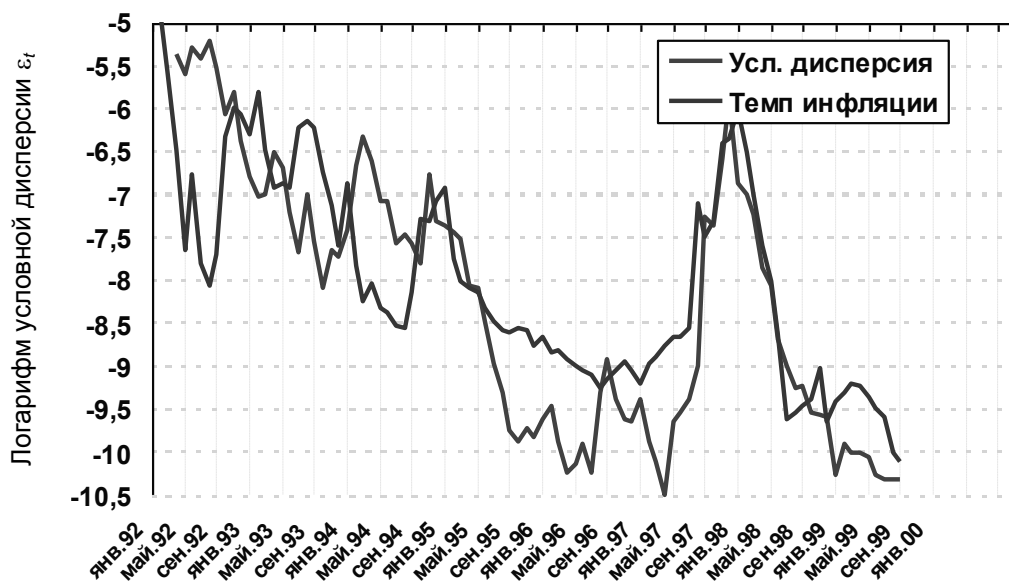


Рис. 3. Сравнение динамики логарифма условной дисперсии ошибки прогноза ε_t и темпа инфляции за период 1992-2000 гг.

2. Если мы говорим о долгосрочном периоде, то, как показывает модель ошибки прогноза цен, чем выше показатель инфляции, тем выше будущая ценовая неопределенность. Эту закономерность необходимо учитывать при проведении долгосрочных программ целевого финансирования развития сельского хозяйства. В то же время можно отрицать наличие связи между ценовой неопределенностью и инфляцией в краткосрочном периоде.

Иными словами, стабилизированный уровень инфляции за период с 2000 по 2008 гг. не говорит об отсутствии резких ценовых колебаний в ближайшее время, здесь имеются в виду колебания, не связанные напрямую с инфляционной нестабильностью.

Об этом свидетельствуют данные Министерства сельского хозяйства по рынку зерна за 2007 год [4]. В мае-августе прошлого года рост цен на зерно, закупаемое перерабатывающими предприятиями для продовольственных нужд, составил 34,2%, при общем индексе инфляции за данный период 1-1,5% в месяц. По словам консультанта отдела свода, анализа и прогнозирования Департамента экономики Г.Н. Бондаренко, рост закупочных цен произошел исключительно на фоне инфляционных ожиданий, а не динамики самого показателя инфляции.

3. Возникает еще один важный для политики управления АПК аспект – это учет, в том числе и количественный, воздействия инфляционных ожиданий, которые могут внести сложность в интерпретацию причинных связей в экономике. Государство, как правило, быстро реагирует на изменение цен на продовольственные товары. Так, последствием роста цен на зерно в середине прошлого года стали незамедлительное проведение товарной интервенции и ввод дополнительных вывозных пошлин на пшеницу и ячмень. Предпринятые меры остановили внутренний рост цен по данной группе товаров, при этом в целом индекс инфляции остался стабильным.

Подводя итог, следует отметить, что при проведении сбалансированной политики управления в АПК эконометрическое моделирование способствует правильному пониманию природы инфляционных процессов, сущности причинных связей роста цен и других экономических показателей и выявлению основных закономерностей развития экономической конъюнктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров Н.П. Эконометрика / Н.П. Тихомиров, Е.Ю. Дорохина. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2002. 640 с.
2. Цыплаков А.А. Означает ли более низкая инфляция меньшую неопределенность / А.А. Цыплаков. М.: РПЭИ, 2000. 35 с.
3. Аналитические группировки счетов органов денежно-кредитного регулирования. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.cbr.ru/>
4. Рынок зерна в третьем квартале 2007 года. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.mcx.ru/>

Баранова Светлана Сергеевна –
аспирант кафедры «Экономическая кибернетика»
Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова

Статья поступила в редакцию 04.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658.652

О.Ю. Гордашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИКИ ВНЕДРЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Приводятся результаты исследования проблемной ситуации в области качества на машиностроительных предприятиях в разрезах создания, внедрения и совершенствования системы менеджмента качества (СМК). Выявлены особенности внедрения систем менеджмента качества на предприятиях крупного и малого бизнеса. Рассмотрены пути решения проблем СМК.

O.Yu. Gardashnikova

INTRODUCTION PRACTICE RESEARCH AND SYSTEM FUNCTIONING OF THE QUALITY MANAGEMENT IN MACHINE BUILDING ENTERPRISES

The article researches problematic situations in quality control at machine building enterprises through the point of creation, introduction and improvement of quality management system – QMS. The peculiarities of the introduction of QMS at the enterprises of small & big businesses are revealed. The ways of QMS problems solving are described here as well.

Анализ производственной деятельности машиностроительного предприятия, осуществляемый в рамках системы менеджмента качества, позволяет выявлять различные проблемные ситуации, т.е. устанавливать проблемы и определять ситуации, в которых возникают или могут возникнуть диспропорции в качественных преобразованиях.

По мнению автора, исследования проблемной ситуации в области качества на машиностроительных предприятиях следует проводить в разрезах создания, внедрения и совершенствования СМК.

Проблемы создания систем менеджмента качества должны решаться как на уровне отдельных предприятий, так и на государственном уровне, что составляет основу национальных экономических программ. Для решения проблем повышения качества и конкурентоспособности отечественной машиностроительной продукции необходимо сконцентрировать усилия органов федерального и местного управления, научно-технических объединений и организаций на изменение действовавших ранее механизмов управления научно-техническим развитием организации в рамках действовавших в регионах систем менеджмента качества. Данную проблему на сегодняшний день решают органы Госстандарта России – центры стандартизации, метрологии и сертификации.

На уровне отдельных предприятий многие системы менеджмента качества создавались и создаются «по образу и подобию», что предполагает активное использование «систем-аналогов», применяемых на других предприятиях. В данных случаях следует говорить о низкой эффективности таких систем, которые также характеризуются постепенным изменением структуры и характеристик отдельных ее элементов. Данный подход не эффективен для предприятий, выпускающих наукоемкую продукцию. Это связано с организационными, техническими, технологическими, социальными и другими особенностями.

К примеру, для малого производственного предприятия это степень документированности и детализации документов, это отсутствие четкости в разделении функций и взаимодействия подразделений и служб [1, с.69]. Это связано с громоздкостью и недостаточной адаптивностью к современным условиям систем управления предприятием. Сложными вопросами при создании SMK являются вопросы миссии, политики, целей в области качества и анализа SMK со стороны руководства. При создании SMK также необходимо обратить внимание на документы, регламентирующие требования к продукции, так как не всегда малое предприятие имеет возможность доказать соответствие всем критериям качества продукции.

Крупным предприятиям необходимо также затрачивать большие усилия на подготовку «среды» для внедрения SMK, основанной на принципах международных стандартов. Это требование необходимой компетентности в вопросах качества всего персонала. Функционирование SMK на предприятиях не может быть эффективным и без единой информационной системы управления качеством. Необходимо также отметить, что на предприятиях, выпускающих продукцию широкого потребления, сложными являются задачи оценки удовлетворенности потребителей.

Несмотря на значительные успехи машиностроительных предприятий в направлении внедрения зарубежных систем сертификации, следует отметить, что процесс внедрения систем качества, проведение добровольной сертификации производства идет медленно. Сказываются сложное экономическое положение, недостаточная заинтересованность самих предприятий. Сегодня крайне необходимо создание системы экономических мер, стимулирующих машиностроительные предприятия выпускать качественную и конкурентоспособную продукцию. Нужно дать возможность предприятиям-изготовителям использовать часть прибыли, получаемой за счет увеличения объемов производства, на финансирование работ по повышению технического уровня и качества продукции, проведение сертификации продукции и систем управления качеством, развитие сервисного обслуживания.

В этой связи показателен опыт предприятий машиностроения и металлообработки, на которых были осуществлены за последние два года новые проекты по модернизации производства и вводу новых мощностей:

– на Энгельском ОАО «Трансмаш» введен новый корпус для организации вагонного производства;

– на Саратовском ОАО «СЭПО» произведено техническое переоснащение конвейера по производству холодильников, введены в эксплуатацию линия пайки печатных плат в водородной среде, а также автоматизированный участок оцинкования изделий, что увеличило производительность труда и повысило качество продукции для АвтоВАЗа;

– на Саратовском ГНПП «Контакт» создан фонд развития, на средства которого разработаны и освоены в производстве новые типы приборов; введены в строй новые объекты: водородно-кислородная станция, технологическая линия порошковой окраски, комплект оборудования для лазерного раскроя листового материала.

Опыт разработки и внедрения СМК на машиностроительных предприятиях показал, что зачастую эта работа не приводит к достижению ожидаемой результативности и тем более эффективности в производственной деятельности. Хотя следует заметить, что система менеджмента качества на машиностроительном предприятии является механизмом, гарантирующим повышение организационно-технического уровня управления производством, улучшение качества создаваемой продукции, повышение конкурентоспособности. Следовательно, возникает необходимость постоянного исследования функционирования системы менеджмента качества, проведение которого обеспечит объективную основу для разработки мероприятий, направленных на улучшение работы и самой системы, и предприятия в целом.

В ходе работы проведено исследование по оценке функционирования систем менеджмента качества на 15 машиностроительных предприятиях крупного и среднего бизнеса Саратовской области. Сводные результаты исследования даны в таблице.

Результаты оценки функционирования СМК
машиностроительных предприятий Саратовской области

Общие требования	Результаты, %		
	Предложен инструмент, позволяющий выполнить соответствующее требование	Частично предложен инструмент, позволяющий выполнить соответствующее требование	Отсутствует инструмент, позволяющий выполнить соответствующее требование
Разработка политики и целей в области качества	100	–	–
Установление процессов СМК предприятия	73,3	26,7	–
Разработка методики оценки удовлетворенности потребителей	66,7	20,0	13,3
Разработка методики оценки удовлетворенности персонала	46,7	40,0	13,3
Разработка методики оценки результативности и эффективности внутрипроизводственных процессов	66,7	33,3	–
Разработка методики оценки финансовых результатов предприятия	93,3	6,7	–
Разработка методики оценки результативности СМК	53,3	40,0	6,7
Разработка методики оценки эффективности СМК	52,1	46,6	1,3

Кроме того, анализ практической деятельности машиностроительных предприятий Саратовской области позволил сделать следующие выводы:

- 1) предприятия испытывают реальную нехватку опытного и квалифицированного персонала;
- 2) персонал вовлекается в систему управления качеством принудительно;

3) в полном объеме система поощрения, внесения персоналом инноваций, предложений в совершенствование работы по качеству отсутствует;

4) обучение персонала на регулярной основе отсутствует.

Практика показывает, что среди наиболее важных причин появления проблем при оценке эффективности СМК следует выделить проблемы информационного, технического и организационного характера [2, с.54].

Так, «узкими местами» в системе менеджмента качества Саратовского машиностроительного предприятия ОАО «Проммаш» являются:

- организация досуга и отдыха на предприятии;
- уровень заработной платы;
- социальная политика предприятия;
- возможность продвижения по службе.

По мнению опрошенных нами работников, основные причины сбоев в работе СМК вызваны формальным подходом руководства, недостаточной мотивацией. Здесь можно выделить две группы машиностроительных предприятий с различной мотивацией высшего руководства. Суть различия состоит в направленности их деятельности: приобретению сертификата и совершенствованию управления качеством, соответственно.

1. Предприятия, руководство которых ориентировано на стандарт ISO 9001 непосредственно для сертификации системы качества. Тип мотивации связывается с ожиданиями быстрого эффекта от сертификации системы качества по ISO 9001. Данный тип мотивации в меньшей степени ориентирован на совершенствование работы по качеству, и потому развертывание стратегии перехода на международные стандарты ISO серии 9000 осуществляется труднее, ибо оно не отражает общей стратегии развития предприятия.

2. Предприятия, руководство которых ориентировано на стандарт ISO 9004 для учета рекомендаций по постоянному совершенствованию. Основным мотивом топ-менеджмента предприятий, внедряющих ISO 9004, является самореализация через постоянное улучшение, стремление к совершенству. Эта мотивация во многом обращена внутрь организации. Поэтому наиболее результативным и эффективным методом освоения этого стандарта является самооценка.

Анализ анкет также показал, что необходимо тщательнее прорабатывать вопросы материального стимулирования труда. Это необходимо для того, чтобы принцип СМК – удовлетворенность персонала – работал на повышение качества труда и эффективности системы менеджмента качества в целом, т.е. система материальной заинтересованности должна выстраиваться как система инвестирования в качество машиностроительной продукции. На взгляд автора, необходимо развитие общих принципов построения системы мотивации руководителей среднего звена.

На предприятиях необходимо усилить действия вовлеченности персонала в управление качеством:

- 1) прохождение обучения на внешних курсах;
- 2) ознакомление рядовых сотрудников с документацией по качеству;
- 3) выполнение исследования удовлетворенности работников.

Основываясь на данных высказываниях, следует отметить, что от компетентности и квалификации высшего руководства машиностроительного предприятия, а также от мотивации персонала различных уровней непосредственно зависит успех внедрения систем качества по ISO. Высокой результативности СМК можно добиться, сосредоточив внимание на потребностях и ожиданиях каждого сотрудника.

Проведенный автором анализ системы менеджмента качества предприятия ОАО «Электротерм-93» показал, что предприятие ведет планомерную и активную работу в этом направлении. На предприятии разработана, задокументирована, внедрена и поддерживается в рабочем состоянии единая система менеджмента качества. Все требования стандарта ИСО 9001:2000 учтены.

Среди недостатков действенности СМК следует назвать:

- 1) небольшое количество внутренних аудиторов;
- 2) недостаточный входной контроль на материалы и комплектующие изделия из-за нехватки денежных средств на приобретение необходимого оборудования для проведения испытаний;
- 3) недоступность в электронной базе данных документов о СМК для всех подразделений предприятия.

На основе проведенного исследования по макроокружению и выявлению сильных и слабых сторон во внутренней среде предприятия, с использованием сводной матрицы выявлены те цели, которые предприятию необходимо незамедлительно достичь с учетом своих преимуществ и недостатков для повышения эффективности и действенности системы менеджмента качества на предприятии.

1. Провести обучение персонала предприятия для внутренних проверок состояния СМК на предприятии. Основными формами повышения квалификации следует считать производственно-технические курсы, школы по изучению передовых методов труда, курсы по овладению вторыми и совмещаемыми профессиями и специальностями, курсы целевого назначения на предприятиях, институты и факультеты повышения квалификации ИТР и др.

Повышение квалификации в области качества становится в современных условиях объективно необходимой частью производственной деятельности и уже не рассматривается только как желательная, необязательная форма этой деятельности. Нежелание работников повышать свою квалификацию расценивается как нарушение производственной дисциплины со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Обучение персонала в области качества должно находиться в центре внимания руководителей предприятия и его подразделений. Именно они осуществляют систематическую оценку соответствия приобретенных работниками знаний и умений потребностям предприятия в обеспечении качества. Результаты обучения учитываются при аттестации.

Основными причинами, обуславливающими необходимость обучения и переподготовки кадров непосредственно на Саратовском предприятии ОАО «Электротерм-93», являются:

- конкуренция, требующая сокращения затрат и более эффективного использования трудовых ресурсов;
- появление новых производственных процессов;
- технологические изменения, требующие овладения новыми знаниями и переподготовки работников;
- недостаток квалифицированной рабочей силы на национальном уровне;
- социальная ответственность предприятия за своих работников и др.

Таким образом, эффективное внедрение системы менеджмента качества требует обучения руководителей различных уровней машиностроительного предприятия. Обучение должно проходить в свете объяснения смысла современных концепций управления качеством, необходимости обеспечения эффективности и гибкости реального управления качеством.

Решение данной проблемы невозможно без эффективного управления, которое предполагает сосредоточение внимания и сил на основных направлениях – повышении качества и конкурентоспособности отечественного машиностроения. В связи с этим необходимо использовать весь опыт и потенциал науки, техники, промышленности, все знания и умения.

2. Изыскать необходимые средства на приобретение оборудования для проведения испытаний материалов и комплектующих изделий.

На предприятии необходимо внедрить новые средства измерения, которые имеют особое значение, так как многие сведения о готовности материалов, производственном про-

цессе зависят от экспериментальных замеров. К источникам этих замеров относят приборы, размещенные на технологическом оборудовании или вблизи от него, а также испытательную аппаратуру по управлению качеством и испытательные лаборатории.

На предприятии необходимо разработать и поддерживать в рабочем состоянии документированные процедуры статистического регулирования, технического обслуживания, калибровки и проверки контрольного, измерительного и испытательного оборудования.

Для каждого средства измерений, используемого в целях обеспечения качества, на предприятии должна быть установлена документированная процедура его калибровки с отдельными сведениями: о типе средства, объеме калибровки, интервалах и методах калибровки, критериях выдачи разрешения на его использование и о проведенных с ним мероприятиях при его неудовлетворительном техническом состоянии. Предприятие должно обеспечить соблюдение этой процедуры на протяжении всего срока службы средства измерений. Неисправные или с истекшим сроком калибровки средства измерений должны быть изолированы и защищены от доступа к ним неуполномоченных лиц.

3. Внедрить электронный документооборот в связи с медленным прохождением документов по службам предприятия.

4. Разработать и внедрить статистические методы контроля качества.

5. Разработать и провести комплекс мер по повышению культуры производства на предприятии, соблюдению порядка, производственной санитарии, техники безопасности и охране труда.

6. Разработать систему мотивации и материального стимулирования на предприятии.

В целом можно отметить, что совершенствование системы менеджмента качества на Саратовском машиностроительном предприятии ОАО «Электротем-93» позволит:

- во-первых, упорядочить работу структурных подразделений, улучшить взаимодействие работников предприятия;
- во-вторых, повысить ответственность персонала высшего и среднего звена;
- в-третьих, улучшить трудовую дисциплину;
- в-четвертых, повысить эффективность машиностроительного производства;
- в-пятых, повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции и открыть доступ на международные рынки.

Авторский анализ требований стандартов ISO серии 9000 позволяет предложить ряд мероприятий в целях устранения вышепредставленных недостатков, повышения эффективности СМК на машиностроительных предприятиях, которые можно рассматривать как на макро-, так и на микроуровне по отношению к предприятию.

В первом случае это разработка и внедрение в действие концепции национальной политики в области качества, учет сертифицированных СМК при заключении контрактов на закупку и поставку продукции для федеральных, муниципальных государственных нужд или госзаказа.

Во втором случае это соблюдение требований к персоналу, т.е. введение в практику требования наличия дополнительного образования в области управления качеством, а также разработка системы мотивирования персонала.

Проведенное автором исследование на ряде машиностроительных предприятий свидетельствует, что неотъемлемым элементом стратегии развития современных машиностроительных предприятий является решение проблемы внедрения и совершенствования системы менеджмента качества. Рассмотрение теоретических вопросов повышения эффективности СМК, реализация их на практике позволит машиностроительным предприятиям добиться значительных успехов в области повышения качества выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галеев В. Менеджмент качества в малых организациях / В. Галеев, В. Устинов // Стандарты и качество. 2007. № 3. С. 68-70.
2. Киселев Э.В. Возможности использования информационных технологий при оценке эффективности системы менеджмента качества / Э.В. Киселев, Е.Н. Смирнова // Качество. Инновации. Образование. 2005. № 2. С. 51-57.

Гордашникова Ольга Юрьевна –

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Маркетинг»
Саратовского государственного социально-экономического университета

Статья поступила в редакцию 04.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 338.33

М.Л. Ермакова

ПРЕОДОЛЕНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Существенное влияние на развитие трудовых отношений оказывают характер протекания трудовых процессов, их устойчивость и степень изменчивости. Инерционность обуславливает как характеристики устойчивости, так и изменчивости, поскольку проявляется как через сохранение существующих характеристик трудовых отношений (накопленные приемы планирования, управления, контроля и корректировки, способы найма, организации труда, нормирования, мотивации), так и через воспрепятствование складыванию новых трудовых отношений (существующий на предприятиях уровень техники и технологий, профессионально-квалификационный состав работников). Таким образом, усиление инерционных характеристик будет препятствовать развитию трудовых отношений, вызывать застойные явления, тормозить внедрение новаций.

M.L. Yermakova

OVERCOMING OF INERTIAL CHARACTERISTICS OF LABOUR RELATIONS AT RUSSIAN ENTERPRISES

The history of labor processes, their stability and level of variability influence greatly the development of labor relations. Inertia stipulates both stability and variability characteristics since it shows itself by retaining of existing characteristics of labor relations, i.e. cumulative methods of planning, management, control and correction, ways of hiring, labor management, norm-fixing, motivation and by means of prevention to get new , labor relations, i.e. standard of equipment and technology existing at the enterprises, professional-qualified staff. Thus, intensification of inertial characteristics hinders the development of labor relations, causes stagnant phenomena, retards introduction of innovations.

Трудовые отношения – это отношения хозяйствующих в обществе субъектов, отношения людей, различных социальных институтов, вовлечённых в общественное производство, в его организацию. Данные отношения существуют в определённом пространстве общественного хозяйства, формируют это хозяйство, образуют его ткань, делают его системой, ему принадлежат и сами из него возникают.

В современную эпоху научно-технического прогресса одни отношения изменяются, другие отмирают, сроки действия третьих сокращаются. При этом ломаются устаревшие традиции, которые в новых условиях препятствуют научно-техническому прогрессу. Ломка устаревших отношений сопровождается формированием новых, которые в свою очередь постепенно рутинизируются, набирают собственную инерцию, становятся инерционными.

Инерция не является специфической особенностью трудовых отношений микроуровня экономики, она характерна для трудовых отношений вообще (по достижении ими определённого уровня развития). Инерция – показатель целостности. Для того чтобы система (трудовых отношений) имела способность к сохранению и воспроизводству, кроме выполнения определенных функций необходима способность к сохранению накопленных положительных тенденций. С этих позиций инерцию можно определить не как продолжение ненужного функционирования или сохранение отжившей структуры, а как показатель устойчивости системы, способности к продолжению развития. Следовательно, инерция несет в себе потенцию развития, предполагает устойчивость системы, ее воспроизводство. Новое, если оно претендует на сохранение и распространение, должно иметь исходную основу отношений, поведения, сознания. Таким образом, инерция – это условие движения, развития. Силой, которая ведет к прерыванию (преодолению) инерционности, выступают инновации. Они воплощаются в экономическую жизнь как в материализованном виде (новые или улучшенные изделия, технологии, оборудование, материалы, источники энергии и т.п.), так и в нематериализованном виде в качестве улучшения организации труда и управления, как экономикой в целом, так и отдельным предприятием, повышения квалификации работников и т.д.

Скорость экономических изменений в настоящее время настолько велика, а инерция трудовых отношений настолько сильна, что современные российские предприятия в ряде случаев просто не успевают за текущими изменениями. В результате возникает конфликт между старыми трудовыми отношениями и новой реальностью. Трудовые отношения могут характеризоваться значительным запасом инерции: привычное содержание, удобный режим работы, устоявшийся психологический климат. Все это способствует закреплению работников на традиционных производствах. Например, на предприятиях легкой промышленности – это низкие затраты на оплату труда, обучение и поддержание квалификации, тем не менее работницы (старшего и среднего возрастов) обеспечивают необходимый уровень квалификации, дисциплины и лояльности. Традиционные нормы культуры труда не препятствуют достижению успеха [12, с.96]. Сохраняются традиционные методы управления, нет преобразования сложившейся культуры управления трудовыми ресурсами. Инерционное развитие характеризует процесс рутинизации трудовых отношений во времени, консервирующий и поддерживающий достигнутый уровень [4, с.6]. В ходе инерционного развития происходящие в трудовых отношениях резкие перемены наталкиваются на соответствующие тормозящие, стабилизирующие, смягчающие ограничения и механизмы.

Необходимо заметить, что инерционность в сфере труда обнаруживается гораздо чаще и сильнее в переходных, кризисных условиях, чем в стабильной и относительно устойчивой ситуации. Наиболее ярко это проявилось в 1991-1993 гг. – период основных институциональных преобразований, полной свободы экономической деятельности, бурного развития нового частного сектора, которые тем не менее не вызвали радикальных изменений в области трудовых отношений. Так, в первые несколько лет начавшейся в России рыночной реформы значительная часть директоров предприятий, считая, что осуществляемые общественные преобразования недолговечны, использовали в системе управления и организации производства традиционные ме-

тоды, характерные для советского периода, и лишь с развитием рыночных отношений инерционная стратегия стала постепенно преодолеваться. Инерция экономического мышления опасна тем, что негативные экономические стереотипы, сформировавшиеся в 90-е годы, могут быть перенесены в будущее. В первую очередь речь идет о небрежном, а порой и откровенно безразличном отношении к человеку труда. Проблемы профессионального образования, кадровой политики, занятости и безработицы оказались вытесненными на периферию экономического и в целом общественного сознания. Это выразалось, например, в нежелании руководителей многих предприятий всерьез заниматься вопросами подготовки квалифицированных работников в надежде, что проблему удастся решить за счет возвращения «старых» кадров или привлечения работников из стран СНГ. Кадровые службы предприятий оказались существенно ослабленными и зачастую сужали свою деятельность до регистрации приема и увольнения работников. Сохранение и далее подобной негативной тенденции грозит нехваткой профессионально подготовленных кадров, что станет серьезным препятствием росту производительности труда.

Таким образом, переходная среда, кризисные условия чаще вызывают необходимость смены типа, формы инерционности, чем это имеет место в относительно стабильной среде, когда сами условия определяют целесообразность использования традиционных подходов к организации и управлению производственными процессами (иначе говоря, устойчивая среда априори определяет действие стереотипов, т.е. инерционность хозяйственного мышления).

Условием устойчивого развития современного предприятия, несомненно, является инновационное развитие, которое, наряду с совершенствованием технологий, предполагает создание и новых трудовых отношений, базирующихся на новых требованиях, как со стороны работодателя, так и со стороны работника. Однако в соответствии со стандартным определением Госкомстата России инноваций, как «воплощение результатов НИОКР в новом (усовершенствованном) продукте или технологическом процессе», в стране всего 6% инновационно активных предприятий (для сравнения: в развитых странах – 80%). Доля предприятий, выполнявших собственные исследования и разработки – 1%. Инновации в сфере труда – это и новое в организации и оплате труда, найме, мотивации и т.д. В рейтинге целей инновационной деятельности сокращение затрат на рабочую силу – на последнем месте; на первом – расширение ассортимента, далее – цели, сопряженные с продвижением продукции на рынке [11].

Любая организация находится в процессе непрерывных изменений, так как в противном случае ее способность к выживанию в динамичной обстановке ставится под угрозу. Реформирование производственных отношений на принципах рыночной экономики внесло кардинальные изменения во взаимоотношения работодателей и рабочих по поводу производства, распределения, обмена и потребления материальных и духовных благ в обществе. По сути, речь должна идти об изменении мышления людей, находящихся в зоне сотрудничества друг с другом, когда человек из пассивного объекта, управляемого со стороны государства и общества, превращается в человеческий творческий потенциал, который должен быть раскрыт в полной мере. Однако этому процессу до сих пор препятствует проявление инерционности в сфере труда: отсутствие творческой активности; инертность людей; индифферентность работников к делам предприятия; низкий уровень экономических знаний; сопротивление приверженцев «старого»; разочарование, пессимизм работников; старая материальная база; отсутствие справедливой оценки труда, личного вклада, в том числе оценка стремления к обучению, новаторству; преобладание авторитарного стиля управления.

Развитие электроники и информационных технологий коренным образом изменило содержание труда в целом ряде производств, превратив его из жестко регламентированного в творческий и познавательный. Гибкие технологии освободили человека от целого ряда рутинных задач. В целом ряде сфер производства происходит переход от труда, направленного на объект, к труду, направленному на систему и включающему в себя существенную экономическую и управленческую компоненту. Современный труд во все большей степени состоит в кооперации и обучении, в использовании коллективных знаний для производства новой

информации, материализующейся в машинах, процессах и продуктах. На смену регламентированной, рутинной работе приходит квалифицированный труд, основанный на использовании творческого потенциала работников. Новые технологии позволяют все с возрастающей интенсивностью замещать рабочую силу, прежде всего, в направлении избавления от рутинных, машиноподобных операций, причем не только в производстве материальных благ, но и все более в сфере услуг. С другой стороны, они требуют большей интеллектуальной емкости имеющихся знаний, многократного переучивания в процессе жизни, и в связи с этим смены творческой парадигмы, повышения индивидуальности при одновременном увеличении значимости общечеловеческих ценностей. Времена, когда можно было получить квалификацию и полагаться на нее всю жизнь, или, по крайней мере, в течение нескольких десятилетий, прошли. Существует мнение о том, что 25-летний инженер должен проходить курс переподготовки 8 раз в течение своей 40-летней карьеры. «Современному обществу, – пишет Т. Стоуньер, – необходима новая система образования человека в течение всей его жизни. При быстрых изменениях информационной среды люди должны иметь возможность время от времени получать новое образование. В будущем, периоды рабочей деятельности человека будут чередоваться с периодами его переподготовки» [7, с.394]. Ежегодно обесценивается 20-30% знаний, норма устаревания профессий в индустриально развитых странах составляет около 8 лет, а в некоторых странах – 5 лет (в том числе в металлургии – 3,9 года, в машиностроении – 5,2 года, в химической промышленности – 4,8 года) [8]. Многие профессии требуют от работников постоянного повышения квалификации (59% работающих отметили данный факт) [15]. С развитием технологического базиса производства живой труд перестал быть основным источником затрат и ныне составляет от 1/4 до 1/10 себестоимости, а требования к обслуживанию и использованию современной техники стали так высоки, что профессионально-квалификационные характеристики труда качественно изменили и функциональное, и социальное «лицо» современных работников.

Замещение живого труда более производительной техникой может оказать двоякое воздействие на трудовые отношения, в зависимости от того, какой эффект будет предпочтительнее для работодателя. Возможны два варианта: первый – эффект замещения, т.е. сокращение числа работников при неизменном или возрастающем выпуске продукции в результате внедрения новой техники. Таким образом, высвобождающиеся работники увеличивают предложение труда, что в совокупности ухудшает условия найма и возможности повышения заработной платы. Второй вариант – эффект роста объема выпуска в результате применения высокопроизводительной техники, который значительно снижает средние издержки производства и повышает его выгодность. В результате может возрасти потребность предприятия в более квалифицированных кадрах для обслуживания сложного оборудования. С одной стороны, вследствие быстрых технических изменений и постоянно меняющегося характера производимой продукции работодатели нуждаются в готовых специалистах, обладающих конкретными знаниями и способных быстро приступить к работе. С другой стороны – усиливается конкуренция между работниками за наиболее престижные и высокооплачиваемые должности.

На тех предприятиях, где рост происходит на новой технологической основе, требования к профессионально-квалификационному составу работников существенно изменяются: требуются кадры, обладающие новыми профессиями или существенно более высокой квалификацией в рамках имеющихся профессий. Новые требования обусловлены изменениями в содержании трудового процесса и повышенными стандартами качества продукции, особенно на производствах, продукция которых выходит на мировой рынок. Там, где рост происходит на старой технологической основе, спрос на рабочую силу значительно увеличивается. Появляются вакансии по уже существующим профессиям и специальностям, но речь идет не просто о повторении пройденного, а скорее о старых технологиях в новой «обертке». Предприятия, даже если производят продукцию на базе старых технологий, действуют в новой рыночной среде, а значит, нуждаются в таких работниках, которые обслуживают сферу

обращения производимых товаров, т.е. имеют маркетологов, специалистов по рекламе и т.д. В условиях обострения конкуренции с зарубежными, а теперь и с отечественными товаропроизводителями (даже в случае использования старых технологий) резко повышаются требования к качеству продукции, а значит, и к качеству труда. Можно ожидать, что постепенное улучшение технико-технологического обеспечения повлечет за собой соответствующий квалификационный рост работников [14].

Революционное развитие технологического базиса современной экономики привело к тому, что качественно изменились объективные требования к содержанию и квалификационному цензу труда. Новое наполнение трудовых функций потребовало от работников определенной диверсификации их знаний и умений, повышения образования, более творческого и ответственного подхода к своей производственной деятельности, необходимости принятия оперативных решений. Организационное обеспечение этой новой свободы и ответственности работающих реализуется в управленческой модели «автономии труда», участии работников в доходах и собственности, перераспределении управленческой власти. Начал реально развиваться социальный процесс демократизации управления.

Применительно к промышленному производству у нас сохраняется деление персонала на два типа: квалифицированные и неквалифицированные (малоквалифицированные) работники. Соответственно учитываются вакансии и потребности предприятий по обеспечению кадрами. Но сегодня этого мало. Нельзя забывать о новом уровне требований к качеству рабочей силы. Нарастание противоречий в использовании труда и хроническая незаполняемость вакансий требуют новых подходов, причем как со стороны службы занятости, так и предприятий (например, в Саратовской области потребность предприятий в работниках, заявленная в службы занятости, составила в августе 2007 года – 20420 человек, а в целом по России – 1006,9 тыс. чел.) [13]. Прежние методы подбора работников через отделы кадров безнадежно устарели.

Актуальным остается вопрос о материальном и моральном стимулировании трудовой деятельности наемных работников. В современных условиях мотивация труда работников отличается большей гибкостью, наряду с использованием традиционных (инерционных) установок, к которым можно отнести: увеличение зарплаты, ее регулярность, улучшение условий труда, все больше используются новации в виде элементов самоуправления – автономность труда (выполнение порученного задания), участие в прибыли, самостоятельность в принятии решений, перспектива должностного роста. Инерционность в существенной степени проявляется в том, что мотивация несет в себе устойчивые исторически-самобытные традиции России, для которой – в отличие от индивидуализма западных обществ – характерно преобладание коллективных, общих ценностей (опыт СССР по мобилизации трудовых ресурсов во время войны). Инерционна и иерархия мотивов. Она предопределяется семейными традициями, местом проживания, влиянием окружающих людей, зависимостью от материальной обеспеченности.

В период трансформационного кризиса на первый план выдвинулись материальные интересы, при этом человек основную массу сил и энергии вынужден был затрачивать на поддержание жизни на социально приемлемом уровне. При этом заработок как мотивация очень часто подразумевал совмещение максимизации оплаты с минимизацией трудовых усилий. Труд стал восприниматься как средство, а не как цель. Мотивация, основанная на зарплате, акцентирует внимание на распределении и перераспределении уже созданного. Зарплата как источник реализации потребностей при этом теряет свое значение, утрачивает в большинстве случаев зависимость от качества и сложности труда [10, с.153].

В централизованной экономике государственное регулирование в различных своих формах пронизывало все элементы организации заработной платы. Самоустранение же государства из сферы организации оплаты труда, ничем не компенсированное, не могло не привести к самым отрицательным последствиям. В контексте указанного необходимо подчеркнуть, что, как считает О. Меньшикова: «Основная проблема в том, что получаемая заработная плата

все больше отрывается от стоимости и цены рабочей силы. Чтобы правильно оценить этот процесс, достаточно сопоставить реальный размер заработной платы с ее основным предназначением, определение которому в свое время дал академик С.Г. Струмилин: «Заработная плата по своему назначению – служит источником средств для воспроизводства рабочей силы – должна обеспечить, по крайней мере, следующие элементы: 1) производство сырой рабочей силы работника, т.е., говоря проще, его личное содержание, 2) обработку этой сырой рабочей силы в более квалифицированную, т.е. школьное и профессиональное обучение рабочего, 3) текущий и капитальный ремонт его рабочей силы, т.е. нормальный отдых и лечебную помощь, 4) «амортизацию» нормального износа, т.е. содержание семьи и подготовку себе смены в лице детей и 5) «страхование» от преждевременного износа, например ранней инвалидности во вредных производствах и всякого рода иных несчастных случаев – в форме некоторых сбережений «на черный день». А если иметь в виду расширенное воспроизводство рабочей силы, то в тех областях труда, где оно требуется, заработная плата, во всяком случае, должна покрыть и дополнительный расход по воспитанию добавочной рабочей силы» [6, с.99]. Понятно, что с нынешней средней заработной платой (в октябре 2007 года она составила 13540 руб., в Саратовской области – 8954,1 руб. [13]) у большинства не только капитальный, то и текущий ремонт рабочей силы невозможен, не говоря уже об амортизации и сбережениях. Зарплата как экономическая категория в 90-е годы практически перестала выполнять свои основные функции – воспроизводства рабочей силы и стимулирования труда. Она превратилась фактически в вариант социального пособия, не связанный с результатом трудовой деятельности. Несмотря на то, что реальная заработная плата в 2007 г. увеличилась на 23,3% по сравнению с 2006 г., тем не менее, задача нормализации заработной платы не решена. Инерционность проявляется в сохранении несоответствия ее прожиточному минимуму, уравниловки, отсутствия зависимости между оплатой и результатами, качеством труда, дифференциации между различными категориями работников (в 2006 г. в 15,1 раз) [9, с.49].

На самом деле так называемый дешевый труд на деле очень дорого обходится обществу. Он малопроизводителен, воспроизводит неразвитого работника, невосприимчивого к возможности зарабатывать больше путем роста производительности труда, убивает инициативу и тем самым препятствует НТП, консервирует низкий уровень организации и условий труда. В советский период низкая цена труда оказывала дестимулирующее влияние на процесс замещения труда капиталом. Однако при централизованных инвестициях значение этого фактора было не столь ощутимо, как в настоящее время. Теперь же в полном соответствии с законами рыночной экономики низкая цена труда ведет к ослаблению стимулов технологических преобразований, а, следовательно, к закреплению диспропорций, консервации отсталой структуры производства, накоплению подавленной безработицы внутри предприятий [11]. Такое положение ведет к чрезмерному износу здоровья и понижению работоспособности человека. Результатом отчуждения труда стал рост трудовой пассивности. Получившая широкое распространение трудовая пассивность на государственных предприятиях обусловлена недостатками хозяйственного механизма, сформированного в условиях так называемой командно-административной экономики и поддерживаемого некоторыми социальными институтами (идеологией, культурой, моралью).

Преодоление инерционных факторов в данной сфере в первую очередь предполагает снятие тех тормозов, которые подавляют инициативу и предприимчивость. Административно-командная система опиралась на работника исполнительного, ориентированного на коллективную ответственность, тяготеющего к консервативным формам трудовой деятельности, не связывающего свой социальный статус с собственными достижениями в труде. Примечательной его чертой, кроме низкой продуктивности, являлось неразвитое подсознание, ориентация на «справедливого» начальника, который обеспечит ему необходимые блага при условии беспрекословного послушания. Ответственность за собственное благосостояние перекладывалась на «верх».

В современных условиях наряду с экономическими (материальными) интересами начинают выделяться неэкономические (моральные) стимулы.

Все большее значение приобретают элементы социального и коллективного признания тех или иных достижений работника. Они не обязательно должны сопровождаться повышением его заработной платы или продвижением по служебной лестнице; возрастает авторитет человека и его влияние на происходящие в организации процессы. Все большая часть работников предпочитает сотрудничать с предприятием, а не работать на него в качестве наемных работников. Однако это не означает вытеснение материальной мотивации, но фиксируется тот факт, что увеличение денежных доходов уже не оказывает прежнего воздействия на поведение работника. Носителями новых ценностей являются в основном представители молодого поколения. Их характеризует не столько очевидный недостаток, но и высокий уровень образованности, а также выраженное стремление к деятельности, обеспечивающей общественное признание. Переход к новым ценностям при наличии материальных предпосылок осуществляется в той мере, в которой старое поколение замещается новым [2, с.109].

Однако, несмотря на новые тенденции в сфере мотивации в целом, система мотивации на предприятиях носит инерционный характер. Обесценивание труда, ущемление материальных интересов работников одновременно с понижением их социального статуса приводят к усилению безразличия к результатам работы, демотивации эффективного труда. Инерция мотивации характеризуется здесь общей трудовой пассивностью, низкой значимостью общественных мотивов труда, служебного, профессионального и квалификационного роста.

Основными методами стимулирования остаются материальное и моральное поощрение, участие в управлении, капитале, прибыли. Однако участие в капитале не дает трудящимся ни дивидендов, ни возможности продать акции по достойной цене, ни усиления их доли в управлении бизнесом, а потому формальное обладание долей капитала в фактор мотивации не превратилось. Так же обстоит дело и с системой участия в прибыли. Многие предприятия остаются убыточными, а те, кто получает прибыль, стремятся направить ее на развитие, при этом о дивидендах и речи не идет. Пока многие собственники не готовы делиться прибылью с персоналом, а неразвитость, инерционность рынка труда не позволяет ему полноценно выполнять одну из своих функций – наказывать таких собственников утечкой лучших работников.

На сегодняшний день прослеживается тенденция повышенного спроса на высококвалифицированные кадры, это привело к тому, что раньше работодатели выбирали сотрудников, сейчас кандидаты выбирают компании. Если раньше на 1 вакансию было 5-8 специалистов, то сейчас – наоборот – у одного реально стоящего специалиста одновременно 5-7 предложений от предприятий. Таким образом, нынешний работодатель осознает свою зависимость от ценных сотрудников, понимает, что дешевле имеющемуся специалисту обеспечить достойное существование, чем потратить силы, время и деньги на поиск, привлечение и адаптацию нового сотрудника.

Резкие преобразования отношений собственности в современном российском обществе привели к проявлению инерционности, связанной с адаптацией к новым отношениям собственности. Так, в 2005 г. среднегодовая численность занятых на государственных и муниципальных предприятиях составила 22,5 тыс. человек (или 33,7%), на частных предприятиях – 36,2 тыс. человек (54,1%) [13]. Это не могло не вызвать изменений в трудовых ценностях населения, мотивации трудовой деятельности, трудовой этики. Трудовая деятельность утратила обязательный характер, который она имела в плановой экономике, исключительное право распоряжаться своими способностями к труду было признано за самими работниками. Труд из обязанности превратился в право, значительно расширился диапазон допустимых форм занятости, существенно изменились социально санкционированные мотивы трудовой

деятельности, идеологически возродилось оправдание индивидуального богатства и частной собственности. Это приводит к постепенному формированию новой иерархии трудовых ценностей и приоритетов, моделей социально-трудового поведения.

На первых порах вынужденная материальная зависимость, угроза безработицы, страх потерять работу и профессиональную квалификацию под натиском технологических новшеств смещает ценность труда в инструментальную часть ценностной шкалы современного работника, причем, прежде всего как средства выживания, а не как условия жизненного успеха, и выводит на первостепенные позиции внешние к человеку, принудительные мотиваторы его труда. На фоне этих тенденций неизбежно разрушается традиционный трудовой этос, подвергается общей деструкции сама культура профессионального труда и существенно снижается субъективная значимость общественной пользы труда, его социальная направленность, поскольку у труженика (как и у большинства работодателей) преобладает прагматический настрой. Наиболее значимой ценностью для занятого населения остается хороший заработок (64,8%), второе место занимает гарантия стабильной занятости (36,8%), третье – интересная творческая работа (34,9%) [3, с.35].

В условиях переходного периода возростала доля работников, для которых труд являлся средством выживания. Труд в определенной мере потерял свои консолидирующие начала. Он скорее стал выступать как фактор, определяющий маргинализацию человека труда, появление у него не только чувства неудовлетворенности, дискомфорта, но и признания «труда» как неэффективного вида деятельности. Масса работников сменила занятость, «перелилась» из сферы производства в сферу обращения, услуги. При этом «труд» стал восприниматься как другая деятельность.

Развивается косвенное экономическое принуждение к труду на базе реального отчуждения труда от собственности и формирования армии наемных работников в результате приватизации. Дополнительными факторами экономического принуждения к труду стали рост безработицы и соответственно страх потерять работу как основной источник средств к существованию, а также усиление бедности и резкое увеличение доли населения, имеющего доходы ниже величины прожиточного минимума (значимость «надежного места работы» отметили 73% респондентов) [5]. Негативную роль играет и крайне неэффективная система социальной защиты. Если в прежние времена степень социальной защиты была достаточно высокой, уволить работника из-за профессиональной непригодности по советскому КЗоТУ было сложно, то теперь стали возможны «неплатежи» и административные неоплачиваемые отпуска, постепенно исчезли профсоюзные льготы.

Сохраняется и даже усиливается технологическое принуждение к труду. В монозаводских городах работники все больше превращаются в «придаток производственного процесса», так как с развитием рынка жилья смена места жительства для них оказалась практически невозможной (примером технологического принуждения к труду может служить исключительно узкая профессиональная специализация работника, а также отсутствие возможности перемены труда). Стагнация производства, устаревание оборудования, кризисное состояние многих предприятий производственной сферы способствуют резкому ухудшению условий приложения труда работников, обеднению его содержания.

Появление новых высокотехнологичных секторов и гибкого производства с укороченным циклом, формирование новой квалифицированной и образованной рабочей силы, имеющей индивидуалистические ценности, а также наличие массовой безработицы, распространение нестандартных форм занятости, изменение гендерной структуры рабочей силы и др. имеют существенное влияние на изменение трудовых отношений, замену прежней инертности в их состоянии на новое качество.

В такой ситуации традиционные подходы к регулированию трудовых отношений устаревают, требуются новые нестандартные подходы, способствующие формированию и развитию новой системы трудовых отношений, в основу которой были бы положены – об-

щественная поддержка профессионализма и повышения квалификации, стимулирование и обеспечение экономико-правовой базы предпринимательства, углубление самоуправления на производстве, множественной занятости и самозанятости.

Условиями преодоления инерционности, вовлечения работников в процесс развития, изменения существующих трудовых отношений могут стать: технико-организационное развитие предприятия; достойные условия труда; забота о здоровье; создание условий для личной творческой активности; достойная оплата труда; постоянное повышение уровня образования, квалификации работников; стимулирование труда по результатам; информированность работников; моральное и материальное поощрения инициативы, инноваций, экспериментирования, творчества и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инерционность и инновационность в развитии трудовых отношений современной России / В.Л. Сиднина, Е.А. Орехова, Л.В. Мурзова и др.; под ред. В.Л. Сидниной. Саратов: Научная книга, 2007. 184 с.
2. Иноземцев В. За пределами экономического общества / В. Иноземцев. М.: Наука, 1998. 267 с.
3. Попова И.М. Изменилась ли мотивация труда рабочих в 1990-е годы? / И.М. Попова, Г.П. Бессекирная // Мир России. 2005. № 4. С. 105-137.
4. Ламперт Х. Социальная рыночная экономика. Германский путь / Х. Ламперт. М.: Наука, 1993. 196 с.
5. Магун В. Как меняются российские трудовые ценности / В. Магун // Отечественные записки. 2007. № 3. С. 37-49.
6. Меньшикова О. Экономически активное население как объект социального менеджмента / О. Меньшикова // Проблемы теории и практики управления. 1999. № 6. С. 98-103.
7. Новая технократическая волна на Западе / под ред. П.С. Гуревича. М.: Знание, 1986. 463 с.
8. Подвербных О. Переподготовка рабочих кадров: роль мотивации / О. Подвербных // Человек и труд. 2007. № 4. С. 76-78.
9. Сергеев И. Развитие социальной сферы: приоритеты регулирования / И. Сергеев, Н. Кирсанова, И. Кирсанова // Экономист. 2007. № 1. С. 46-55.
10. Сиднина В.Л. Инерционность в экономической системе / В.Л. Сиднина. Саратов: СГСЭУ, 2002. 232 с.
11. Соболева И. Недоиспользование трудового потенциала страны: путь в направлении, обратном общемировому / И. Соболева // Человек и труд. 2003. № 6. С. 34-39.
12. Трудовые отношения на новом частном предприятии (социологический анализ данных трех исследований) / отв. ред. А.Л. Темницкий. М.: Изд-во ИС РАН, 2000. 186 с.
13. Федеральная служба государственной статистики / <http://www.gks.ru/gis/tables/UROV-8.htm>.
14. Чернейко Д. Прогноз воспроизводства человеческого капитала – необходимый элемент экономической стратегии / Д. Чернейко // Человек и труд. 2001. № 3. С. 26-32.
15. Шмерлина И. Отношение россиян к работе / И. Шмерлина // Отечественные записки. 2007. № 3. С. 50-53.

Ермакова Марина Львовна –
аспирант кафедры «Экономика и менеджмент»
Энгельсского технологического института (филиала)
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 11.07.07, принята к опубликованию 15.01.08

Я.В. Кириллов

ВНУТРИОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФИНАНСОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ИННОВАЦИЙ В ЖКХ

Статья посвящена источникам финансирования инноваций на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства. В связи с высокой степенью износа оборудования, используемого при производстве жилищно-коммунальных услуг, возникает необходимость использования всех существующих механизмов привлечения инвестиций. Автор делает акцент на финансировании инноваций с использованием определённой части тарифа на жилищно-коммунальные услуги, направляемого в последующем на финансирование инноваций и капитальные затраты.

Ya.V. Kirillov

INTRAORGANIZATIONAL FINANCIAL SOURCES OF INNOVATIONS IN A HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

The article is devoted to sources of financing of innovations at the housing and communal services. In connection with a high degree of deterioration of the equipment used by manufacture housing and communal services there is a necessity of use of all existing mechanisms of attraction of investments. The author makes an accent of financing of innovations with use of the certain part of the tariff on the housing and communal services directed in the subsequent on financing of innovations and capital expenses.

Использование предприятиями собственных средств в качестве основного источника инноваций происходит не потому, что таких средств достаточно, а оттого, что других источников мало или их сложно найти и получить. Как показывают результаты опросов, 2/3 российских предприятий в той или иной степени имели дело с инвесторами, изучали спрос и получили отрицательный результат.

Вместе с тем, возможности использования данных источников финансирования инноваций сегодня ограничены, т.к. большинство хозяйствующих субъектов российской экономики имеют недостаток оборотных средств. Из-за этого они вынуждены использовать прибыль и амортизационные отчисления на текущие нужды, подрывая тем самым свою стратегическую конкурентоспособность. Собственные средства организаций (предприятий) складываются из уставного капитала, резервного и амортизационного фондов и части нераспределенной прибыли. Эти средства остаются основным источником финансирования инновационной деятельности. Наиболее существенным внутренним источником финансирования инноваций является прибыль, получаемая от хозяйственной деятельности. Остающаяся после уплаты налогов прибыль может быть целиком использована для собственного развития предприятия. Для высокорентабельных организаций это мощный источник инвестиций в форме самофинансирования, не приводящий к возникновению долговых обязательств. Однако при этом необходимо также учитывать, что из чистой прибыли образуются также фонды организаций: резервный, премиальный, социальный. В результате, используя чистую прибыль целиком в качестве источника инвестиций, организация вынуждена отказаться от других направлений её использования, например, от выплаты дивидендов акционерам.

Существующая система финансирования работ по совершенствованию технической базы отрасли, внедрению инноваций не только не стимулирует предприятия ЖКХ к совершенствованию технической базы, внедрению инноваций, но и приводит к консервации физического и морального износа инженерных и коммунальных сетей. В качестве возможных механизмов стимулирования предприятий к осуществлению капитальных затрат следует рассмотреть тарифную политику.

Капитальные расходы могут осуществляться за счет тарифа, причем, как непосредственно – определенная часть тарифа изначально полностью направляется на финансирование основных фондов, так и в форме оплаты за счет тарифов расходов по обслуживанию и погашению долга в случае, когда предприятие берет кредит под инвестиционные цели. Однако для обеспечения целевого использования инвестиционных средств механизм тарифного регулирования должен предусматривать инструменты контроля над формированием и расходованием инвестиционных ресурсов. Такую возможность даёт Федеральный закон № 210-ФЗ от 30.10.2004 г. «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса». Наглядно схему формирования тарифа, методы контроля со стороны органов местного самоуправления с включением инвестиционной составляющей, направляемой на внедрение инноваций, можно увидеть из рисунка:



Схема формирования тарифа

Из рисунка видно, что на I этапе органы местного самоуправления в соответствии с документами территориального планирования муниципальных образований разрабатывают программу комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры, которая утверждается представительным органом муниципального образования. Программа комплексного

развития систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования – программа строительства и (или) модернизации систем коммунальной инфраструктуры и объектов, используемых для утилизации (захоронения) твердых бытовых отходов, которая обеспечивает развитие этих систем и объектов в соответствии с потребностями жилищного и промышленного строительства, повышение качества производимых для потребителей товаров (оказываемых услуг), улучшение экологической ситуации на территории муниципального образования. Затем глава местной администрации утверждает техническое задание, разработанное на основании программы комплексного развития коммунальной инфраструктуры.

На II этапе организация коммунального комплекса, в соответствии с условиями технического задания, готовит проект инвестиционной программы и расчет финансовых потребностей для ее реализации. Подготовленные программа и расчет представляются в орган регулирования муниципального образования для проверки соответствия проекта условиям технического задания и обоснованности расчета финансовых потребностей, необходимых для реализации программы. По окончании проверки в случае, если расчёты признаны необоснованными, финансовые потребности не соответствующими проекту, тарифы с учётом надбавки недоступными для потребителей, орган регулирования муниципального образования может вернуть указанный проект для устранения замечаний, изменить техническое задание, либо принять проект, компенсировав часть затрат, связанных с его реализацией, из местного бюджета.

На III этапе для начала реализации инвестиционной программы представительный орган муниципального образования устанавливает на срок реализации данной программы (ее этапа) надбавку к ценам (тарифам) для потребителей. Затем органы местного самоуправления заключают с организацией коммунального комплекса договор в целях развития системы коммунальной инфраструктуры, определяющий условия реализации утвержденной инвестиционной программы данной организации.

Итак, прибыль должна включаться в тарифы не как установленный заранее процент рентабельности, а в соответствии с согласованной муниципалитетом и предприятием инвестиционной программой, мониторинг выполнения которой должен быть неотъемлемой частью регулирования коммунальных предприятий.

Включение инвестиционных затрат в тарифы при прочих равных условиях уменьшит прямые бюджетные расходы на капиталовложения в коммунальную инфраструктуру. Однако, в то же время, в связи с ростом тарифов возрастут бюджетные расходы на льготы, жилищные субсидии, а также расходы на оплату коммунальных услуг бюджетных учреждений. По мнению автора, данный способ финансирования инноваций в ЖКХ является наиболее действенным, в нём одновременно учитывается социальная составляющая, выраженная в плавном и обоснованном повышении тарифов, а для предприятий-поставщиков услуг созданы условия для планомерной работы по замене морально и физически устаревшего оборудования.

Альтернативным вариантом финансирования технико-технологических нововведений является выведение инвестиционных расходов из структуры тарифа и осуществление их непосредственно из бюджета в виде целевых программ. В этом случае потенциал обновления основных фондов ЖКХ будет ограничен ресурсными возможностями бюджета. Бюджетное финансирование капитальных расходов, в том числе с привлечением средств федерального бюджета, может быть оправдано при ограниченной платежеспособности населения, а также в том случае, когда потребность в инвестициях существенно превышает локальные возможности, а их объекты недостаточно привлекательны для частного инвестора. Примером может служить, в частности, масштабная модернизация котельных в сельской местности. Привлечение заемных ресурсов малыми частными компаниями ограничивается масштабами их собственных капиталов, и недостаточной развитостью региональных и муниципальных рынков публичных заимствований.

Как инструмент финансового регулирования тариф должен включать в себя инвестиционную составляющую, направляемую на инновации. Его можно разбить на две составля-

ющие. Одна часть тарифа зависит от текущего потребления, а другая представляет собой капитальные затраты, средства, направляемые на внедрение новой техники, оборудования, применение новых материалов. Таким образом, двухставочный тариф состоит из переменной и постоянной частей. Переменная часть определяется фактическим потреблением, а постоянная часть – максимальной заявленной мощностью коммунальных сетей.

Именно постоянная часть двухставочного тарифа выступает источником инвестиционных средств, направляемых на внедрение технико-технологических инноваций. Идея двухставочных тарифов, включающих в себя инвестиционные затраты, возникла на рубеже девяностых – двухтысячных годов, и отдельные эксперименты по внедрению таких тарифов проводились в нескольких городах. Анализ последствий внедрения полноценного двухставочного тарифа в г. Оренбурге позволяет выявить некоторые негативные моменты, закладываемые самой схемой тарифного ценообразования.

В городе по инициативе администрации провели установку домовых счетчиков тепла как приборов коммерческого учета, в результате чего потребители оплачивали фактическое потребление тепла (условно-переменные расходы) и условно-постоянные расходы независимо от показаний счетчиков. Проведенное сравнение фактического потребления тепла населением и оплачиваемых мощностей привели к выводу, что активы тепловой компании существенно превышают максимальную потребность города в обеспечении теплом. Таким образом, потребители регулярно оплачивали избыточные мощности коммунального предприятия с чрезвычайно низким коэффициентом полезного действия.

Очевидно, указанный недостаток не означает нерациональность самой идеи, а лишь указывает на необходимость четкого расчета потребностей территории в энергетических и иных коммунальных мощностях, а также подтверждает необходимость внедрения системы мониторинга и контроля над установленными тарифами. Только в случае соответствия системы тарифного ценообразования фактическому потреблению и потребностям территории компании – производители и поставщики коммунальных услуг будут заинтересованы в повышении качества своей работы и эффективности энерго- и ресурсосбережения. Следует подчеркнуть, что переход к двухставочным тарифам представляется стратегически необходимым условием для создания благоприятного инвестиционного климата в отрасли ЖКХ.

При обоснованном регулировании инвестиционной составляющей в ходе роста стоимости жилищно-коммунальных услуг, этот инструмент позволит адекватно регулировать соотношение интересов производителей и потребителей, позволяя населению оплачивать фактически потребленные ресурсы, а производителям – получать соответствующую экономию при изменении объемов потребления и снижении ресурсных потерь, доля которых в жилищно-коммунальной сфере продолжает оставаться чрезвычайно высокой.

Во многом это обусловлено тем, что в послевоенный период ставилась задача решения жилищной проблемы посредством предоставления семьям отдельных квартир с горячим и холодным водоснабжением, газом и канализацией.

С этой целью в большинстве городов начали строить жилые дома по типовым проектам первых массовых серий. В настоящее время они занимают, как правило, престижные, приближенные к центрам городов территории с удобными и надежными транспортными связями и полным комплексом объектов инженерной и социальной инфраструктуры. Значительную часть этого жилищного фонда составляют 4-5-этажные жилые дома, построенные из панелей, блоков и кирпича по типовым проектам первого поколения. Количество таких домов в жилищном фонде городов в настоящее время составляет до 20%, а в некоторых городах и выше. Прочностные характеристики и надежность большинства этих зданий специалисты оценивают как удовлетворительные. Однако практика их эксплуатации выявила ряд серьезных недостатков, ухудшающих условия проживания: промерзание верхних частей стеновых панелей, протечки и промерзание стыков панелей, дефекты конструкций и недостаточная герметизация и теплозащита оконных и балконных проемов. Все это приводит к зна-

чительным тепло- и энергопотерям при эксплуатации зданий. В результате здания имеют энергоемкость в 1,5 раза выше нормативов.

Существующие системы отопления жилых домов не дают возможности влиять на процесс теплопотребления. Однотрубная разводка не приспособлена к поквартирному регулированию теплового режима. В связи с этим жильцы приспособляются и регулируют температурный режим произвольно путем переделки в квартирах систем отопления с добавлением секций радиаторов, сжиганием природного газа в газовых плитах для повышения температуры, открыванием форточек в осенне-весенний период для предотвращения перегрева помещений. Все это приводит к разрегулированию систем отопления и перерасходу теплоносителей.

Если учесть, что жилые дома являются крупнейшими потребителями энергетических ресурсов (на энергоснабжение жилых и общественных зданий в России ежегодно расходуется 27% суммарного расхода энергоресурсов) и при этом около трети расходуется впустую, то с уверенностью можно сказать, что жилищная сфера вносит большой вклад в снижение эффективности использования энергетических ресурсов в России. Неудовлетворительная ситуация с непроизводительными расходами энергоресурсов складывается не только из-за несовершенства конструктивных решений зданий первых массовых серий (высокая теплопроводность стен, недостаточное утепление оконных, дверных проемов, кровель, подвалов, устаревшие системы вентиляции и др.), но и из-за отсутствия налаженной системы учета тепла, воды по всей цепочке снабжения жилых зданий.

В результате неизвестно, какая часть задолженности потребителей накоплена за тепло, воду, которые они реально не получали. Отсутствие учета расходов тепла, воды по всей цепочке, в том числе в жилых домах, приводит к тому, что все потери включаются в стоимость оплаты коммунальных услуг. Кроме того, большие расстояния между зданиями, малоэтажность и неиспользование подземного пространства обусловили весьма низкую, в 2-3 раза по сравнению с современными нормами, плотность застройки.

В результате нерационального использования городских земель увеличиваются расходы на обслуживание инженерных коммуникаций и благоустройство территорий, на содержание магистралей и транспортных сетей. По оценкам специалистов, сегодня около 50% тарифа на услуги ЖКХ составляют непроизводительные затраты, обусловленные высокой изношенностью коммунальных сетей и низкой производительностью оборудования. На наш взгляд, инвестиционную составляющую в двухставочном тарифе целесообразно ограничить определенной величиной, не зависящей от нормы прибыли, и эту величину необходимо закрепить законодательно.

Уровень тарифа должен определяться не на основе нормативов, а в результате детального постатейного анализа расходов предприятия за несколько последних лет. Для изучения механизма ценообразования на предприятиях-монополистах, производящих коммунальные услуги (тепло-, электро-, газо-, водообеспечение), должны привлекаться аудиторские компании. Между тем, и это обстоятельство является существенным недостатком Закона о регулировании тарифов, глава «Мониторинг и контроль в области регулирования тарифов и надбавок» упомянутого закона не устанавливает исчерпывающего перечня форм и методов осуществления мониторинга, фактически отдавая эти крайне важные функции на откуп исполнительной власти.

В этой связи было бы целесообразно, чтобы инвестиционные средства из тарифа поступали на специальные счета и расходовались целенаправленно на обновление и капитальный ремонт сетей и оборудования в соответствии с долгосрочным планом. Учет расходованных данных средств, а также контроль за направлением их инвестирования мог бы осуществляться местной администрацией с привлечением представителей Федерального агентства по строительству и ЖКХ.

Ещё одной проблемой ЖКХ, которая, несомненно, сказывается на интенсивности замены морально и физически изношенного оборудования на новое надёжное и высоко техноло-

гичное, является заниженная стоимость основных фондов. В результате либерализации в 1991 г. цены на товары и услуги выросли во много раз. Однако соответствующей переоценки имущества предприятий сделано не было. Кроме того, не был в достаточной степени проработан механизм определения экономически обоснованных затрат. В условиях несовершенного законодательства многие предприятия не имели экономических возможностей воспользоваться правом на переоценку основных фондов в необходимых размерах. Вследствие этого реальная стоимость работ и материалов, которые требуются для обновления и поддержания в рабочем состоянии основных фондов, стала значительно превышать их бухгалтерскую стоимость.

Единственным источником реновации имущественного комплекса предприятия остаются амортизационные отчисления, которые рассчитываются на основе бухгалтерской восстановительной стоимости. Они учитываются в себестоимости реализуемых услуг и при формировании «экономически обоснованных» тарифов. Однако балансовая стоимость основных средств не соответствует их реальной цене. В итоге собственных средств предприятиям, источником которых являются амортизационные отчисления, не хватает для обновления имущественного комплекса. Например, бухгалтерская стоимость участка трубы длиной 100 м составляет 100 тыс. руб. Исходя из этой суммы, начисляется амортизация. В то же время реальная стоимость его замены в текущих ценах составляет 1 млн руб. Таким образом, к моменту выхода из строя данного участка трубы накопленные амортизационные отчисления позволят переложить всего лишь 10 м вместо необходимых 100 м. С другими видами оборудования ситуация складывается аналогичным образом.

Чтобы исправить сложившуюся ситуацию, необходимо произвести переоценку основных фондов и довести их стоимость до рыночной величины. При этом возникают две серьезные проблемы. Во-первых, разовая переоценка вызовет резкий рост тарифов. Этот показатель может превысить предельные индексы изменения установленных тарифов, что противоречит принципу доступности услуг.

Во-вторых, налоговое законодательство не позволяет предприятиям относить сумму амортизационных отчислений, которая начислена в результате переоценки, на затраты, учитываемые в целях налогообложения. В результате искусственно завышается размер налогооблагаемой прибыли. Вследствие этого неоправданно увеличивается налог на прибыль и уменьшается объем инвестиций на величину налога. Для решения данных проблем предлагается ввести обязательную постепенную переоценку основных фондов до реальной стоимости, определяемой независимыми экспертами. В дальнейшем следует ежегодно индексировать ее на величину инфляции. Определяя срок переоценки, нужно сохранять доступность услуг предприятий ЖКХ для потребителей. Данные меры позволят обеспечить предприятия ЖКХ необходимыми средствами для инвестиций, позволят более активно внедрять инновации. При этом сохранится существующий темп роста тарифов.

Кроме того, важным представляется формирование долгосрочных правил установления тарифов и принципов их пересмотра на регулярной основе. Привлечение частного бизнеса в отрасль ЖКХ будет зависеть от способности муниципальных властей разработать четкие правила регулирования тарифов и предоставления нормативно подтвержденных гарантий стабильной тарифной политики с учетом инфляционной составляющей, как минимум, в среднесрочном периоде (на три года).

Периодичность тарифного регулирования может составлять один год. В правилах должны быть прописаны четкие формальные основания для пересмотра тарифа в течение этого периода, определен пакет документов, необходимых для пересмотра тарифа. Например, тарифы должны изменяться, когда меняются цены на энергоносители. Целесообразно также ограничить срок принятия решения по пересмотру тарифов после подачи заявки. Формирование четкого механизма тарифного регулирования позволит создать основу для взаимоприемлемых отношений и сотрудничества коммунальных предприятий и городской администрации. Гармонизация интересов будет обуславливаться двухсторонними преимуществами:

– коммунальные компании избавляются от нерегламентированных популистских действий власти по пересмотру тарифов и могут строить долгосрочную стратегию на более предсказуемой основе;

– муниципалитет получает возможность более жестко контролировать выполнение инвестиционной программы предприятий и ее соответствие общегородским целям.

Анализ динамики основных показателей развития отрасли жилищно-коммунального хозяйства показывает, что, несмотря на положительные тенденции последних лет, жилищно-коммунальный комплекс России по-прежнему испытывает хронический дефицит финансовых ресурсов, эксплуатирует критически изношенные основные фонды. Эти факты подтверждают необходимость реформирования ЖКХ при помощи перехода на путь повсеместного использования инноваций. Ведь главным фактором конкурентоспособности продукции или услуги является способность удовлетворять потребности покупателей, а для этого необходимо внедрять инновации, улучшающие потребительские свойства товаров и услуг. Для решения этой задачи необходимо эффективное использование всех существующих механизмов привлечения инвестиций для внедрения инновационных продуктов на предприятиях ЖКХ. Важнейшим источником финансирования инноваций в ЖКХ по-прежнему остаются платежи потребителей, величина которых напрямую зависит от величины тарифа. Поэтому именно обоснованность и целевое использование части тарифа на финансирование капитальных затрат и технико-технологических инноваций позволит организациям ЖКХ более интенсивно внедрять инновационную технику, технологию и материалы при оказании жилищных и производстве коммунальных услуг.

Кириллов Ярослав Валерьевич –

аспирант кафедры «Экономика и управление на автомобильном транспорте»

Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 04.07.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658.652

Т.К. Куангалиева

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, В УНИВЕРСИТЕТАХ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В условиях конкурентной среды развитие всех отраслей необходимо ориентировать на удовлетворение потребителя, расширение производства качественной продукции и услуг. Одним из эффективных путей решения этой проблемы могут служить разработка и внедрение системы менеджмента качества, ориентированной на потребителей, в основе которой лежит международная методология всеобщего менеджмента качества – TQM (Total Quality Management). Такая система, основываясь на системном подходе к менеджменту, позволяет добиваться постоянного совершенствования процесса предоставления образовательных услуг, достигать современного уровня подготовки специалистов посредством обеспечения качества самого образовательного процесса, а также более эффективно использовать имеющийся кадровый, материально-технический, информационный и финансовый потенциал образовательного учреждения.

T.K. Kuangalieva

INTRODUCING THE SYSTEM OF MANAGEMENT QUALITY, ORIENTED ON CONSUMERS IN UNIVERSITY ZKO: ECONOMIC ASPECT

This article considers conditions of competitive environment and development of all branches, supporting orients of satisfaction consumers, extending quality of products and services in manufacture. One of the effective ways of solving this problem is development and creation of the systems of management quality, orienting of base consumers, consisting of international methodology total quality management. This system is based on the system of ways to management, regular improving of process, educational service, to achieve modern level of training specialists.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению в вузах системы менеджмента качества (СМК). Образовательное учреждение должно разработать, задокументировать, внедрить СМК образовательных услуг, постоянно повышая ее результативность. Для этого необходимо выделить все процессы системы, определить их последовательность, разработать критерии и методы для оценки результативности и управления процессами, обеспечить ресурсами и информацией, проводить мониторинг и анализ процессов, принимать меры для постоянного совершенствования процессов. Именно с помощью сети процессов образовательное учреждение создает, улучшает и обеспечивает качество образовательных услуг. Для эффективного функционирования СМК необходимо обеспечить координацию и совместимость составляющих ее процессов, а также четко определить их взаимодействие.

С точки зрения процессного подхода образовательную организацию можно рассматривать как целенаправленную бизнес-систему, которая реализует свою деятельность через процессы. В этом случае главная задача – выделение процессов и организация деятельности по их непрерывному совершенствованию.

Любая организация, в том числе и университет, является открытой системой, то есть имеет свой «вход», «выход» и «обратную связь». Но в отличие от товаропроизводителей, вуз не имеет при «входе» материальных ресурсов, в их качестве выступают абитуриенты; вуз не выпускает товар, а готовит высококвалифицированных специалистов, оказывая образовательные услуги. А, следовательно, он обязательно должен учитывать мнение студентов, так как они являются основными потребителями. Уровень удовлетворенности потребителей – один из важнейших показателей эффективности работы вуза. Именно в расчете на потребителя университет должен определять цель своей деятельности и ставить задачи для ее достижения. К потребителям продукции образовательного учреждения относятся предприятия, на которые устраиваются выпускники после окончания вуза. Их основным требованием к вузу является выпуск молодых специалистов, уровень подготовки которых отвечает условиям работы на данном предприятии.

Для руководства важно приобрести такие трудовые ресурсы, с помощью которых можно достичь эффективной деятельности организации. Поэтому при приеме на работу руководство в первую очередь оценивает уровень трудового потенциала будущего работника. Трудовой потенциал человека складывается из шести основных элементов, оценить которые можно с помощью системы качественных показателей:

1) уровень знаний, определяемый в каждом конкретном случае, степенью соответствия уровня образования, уровня квалификации, в том числе перечня изученных в учебном заведении предметов, требованиям рабочего места;

2) уровень умений, который определяется степенью формирования этого качества в процессе практической подготовки специалиста при выполнении расчетных, курсовых и дипломных работ, прохождении производственных практик;

3) уровень физического здоровья, характеризуемый степенью соответствия уровня здоровья будущего работника требованиям рабочего места;

4) уровень психологического здоровья личности, оцениваемый степенью соответствия типа личности, темперамента и интеллекта молодого специалиста требованиям рабочего места;

5) наличие нравственных качеств, к которым относятся, в том числе, такие качества, как отзывчивость, способность воспринимать критику, доброжелательность, внимательность, преданность, культурность, порядочность, честность, скромность, справедливость и т.д.;

б) наличие деловых качеств, оцениваемых степенью проявления, в том числе, таких качеств, как дисциплинированность, самостоятельность, пунктуальность, трудолюбие, хозяйственность, коммуникабельность, исполнительность, умение доводить начатое дело до конца, настойчивость, целеустремленность, умение слушать людей и т.д.

Для реализации принципа непрерывного совершенствования образовательное учреждение должно планировать и применять процессы мониторинга для демонстрации соответствия системы управления качеством образовательных услуг и постоянного совершенствования.

При выполнении задач мониторинга необходимо иметь адекватные методы сбора, обработки, анализа и интерпретации результатов, формировать управляющие воздействия (корректирующие и предупреждающие), направленные на улучшение продукции и повышение результативности системы менеджмента качества. Все процедуры, имеющие отношение к измерению, анализу и улучшению, должны быть документированы.

Объектами мониторинга в университете являются внутренние потребители (абитуриенты, студенты, выпускники, преподаватели и сотрудники университета), внешние потребители (работодатели, родители).

Процедура мониторинга включает следующие этапы:

1. Определение потребности и ожиданий потребителей;
2. Составление анкеты и программы ее обработки;
3. Проведение непосредственно полевого исследования;
4. Обработка первичных данных и составление отчета;
5. Доведение результатов исследования до заинтересованных сторон и последующая выработка предупреждающих и корректирующих действий.

Процесс мониторинга и измерения качества образовательной услуги может включать процессы: анализ содержания подготовки выпускников; анализ качества подготовки специалистов; анализ условий, определяющих качество подготовки специалистов; анализ качества ключевых процессов; оценка остаточных знаний студентов; оценка качества организации и проведения зачетно-экзаменационных сессий, межсессионных аттестаций; анализ качества выполнения дипломных работ; мониторинг востребованности выпускников.

Для повышения эффективности и результативности данного процесса рекомендуем в вузе создать службу мониторинга качества образовательных услуг, которая бы осуществляла свою деятельность на всех уровнях образовательных подразделений вуза – от отдельного студента, преподавателя до общевузовских структур.

Социологическое исследование ожиданий и требований потребителей к качеству образовательных услуг должно проводиться в несколько этапов:

1. Изучение различных подходов к проблеме подготовки специалистов, обнаруженных среди различных групп потребителей услуг высшей школы.
2. Изучение тенденций в социально-профессиональных и трудовых намерениях выпускников вузов.

3. Изучение мнения преподавателей, аспирантов, сотрудников о качестве высшего образования, различных подходов к проблеме подготовки специалистов, эффективности государственных программ, о социальном самочувствии, потребности в повышении квалификации.

4. Изучение установок выпускников средних школ на получение профессионального образования.

В ходе исследования доказано, что система менеджмента качества образовательных услуг должна создаваться таким образом, чтобы удовлетворять установленным требованиям потребителей образовательных услуг. Таким образом, потребитель должен быть уверен в том, что вуз способен обеспечить его услугой требуемого качества и поддерживать достигнутый уровень качества образовательной услуги.

Куангалиева Турзынзада –

аспирант кафедры «Государственное регулирование»

Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана, г. Уральск

Статья поступила в редакцию 16.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 331

Е.Ю. Летавина, Л.В. Санкова

БАРЬЕРЫ НА РЫНКЕ ТРУДА В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

Вводится понятие барьеров на рынке труда, предлагается их классификация. Особое внимание уделяется действию институциональных, информационных и социально-психологических барьеров на российском рынке труда в условиях трансформации социально-экономической системы России. По результатам исследования обосновывается целесообразность мер, способствующих снижению негативного воздействия барьеров на рынок труда.

E.Yu. Letavina, L.V. Sankova

LABOR MARKET BARRIERS IN CONDITIONS OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM TRANSFORMATION IN RUSSIA

The concept of labor market barriers is introduced in the article, its classification is offered. The special attention is given to the action of institutional, information and social and psychological barriers on the Russian labor market in conditions of economy transformation. According to the results of the research, the expediency of the measures promoting decrease of negative influence of labor market barriers is proved.

Современная социально-экономическая система России характеризуется интенсивностью и определенной разбалансированностью трансформационных процессов на фоне высокой экономической динамики в целом. Несмотря на то, что экономика вступила в стадию восстановительного подъема и макроэкономическая политика приобретает достаточно зре-

лые черты, ситуацию на многих рынках, в том числе и на рынке труда, можно охарактеризовать как неравновесную. В связи с этим актуализируется проблема исследования барьеров на рынке, анализ специфики и результатов их воздействия на субъекты рынка труда.

Мы рассматриваем рынок труда в широком понимании – как систему социально-экономических отношений, норм и институтов, обеспечивающих воспроизводство рабочей силы, включая ее использование и обмен по цене, определяемой соотношением спроса и предложения. Под барьерами на рынке труда мы понимаем определенные ограничения, способствующие ослаблению действий конкурентных сил на рынке труда, препятствующие его эффективному функционированию, саморегулированию, гибкости. «Эффективному» рынку труда без провалов присущи следующие функции: координация решений агентов, подача сигналов об относительной дефицитности различных типов труда, обеспечение стимулов (для усилий, профессиональной подготовки) и т.д. С точки зрения агентов, эффективность рынка труда совпадает с эффективным функционированием конкурентного рынка, когда его провалы скорректированы подходящими институтами. Поскольку рынок по определению есть свободная купля-продажа, то в идеальной модели рынка экономические барьеры отсутствуют, каждый покупатель, равно как и продавец, свободно участвует в рыночной деятельности. При анализе барьеров на современном рынке труда необходимо принимать во внимание его существенное отличие от других рынков, связанное, прежде всего, с неотделимостью продаваемых услуг труда от их носителя (работника). В связи с этим возникают специфические барьеры, обусловленные социально-психологическими, социокультурными особенностями индивидов, анализ и возможности преодоления которых значительно осложняется их скрытым и неявным характером и длительным действием во времени. Объективный характер существования барьеров на рынке труда ведет к сегментации рынка труда, разделению на устойчивые замкнутые сектора со своими специфическими характеристиками и особенностями установления равновесия.

Барьеры на рынке труда осложняют стремление рынка труда к равновесию и саморегулированию, увеличивают издержки подстройки рынка при возникающих «шоках», затрудняют достижение экономического оптимума. В современной рыночной экономике эти издержки достаточно высоки и требуют особого внимания к их величине и влиянию на эффективное функционирование рынка труда при проведении и разработке государственной политики на рынке труда. К сожалению, в экономической теории проблема возникновения и преодоления барьеров на рынке труда еще недостаточно разработана. В свете вышесказанного, многие экономисты идентифицируют барьеры на рынке труда с барьерами мобильности, которые затрудняют свободное перемещение работников на рынке труда. Однако это лишь одна группа барьеров.

Мы предлагаем классифицировать барьеры на рынке труда по следующим критериям:

1) барьеры входа на рынок труда (например, получение необходимого уровня образования, лицензии на занятие определенными видами деятельности, состояние здоровья и др.), барьеры выхода и барьеры функционирования;

2) по уровням действия – барьеры мегауровня; макроуровня; мезоуровня (барьеры, связанные с социально-экономическими особенностями региона, действие которых проявляется на региональном, отраслевых, внутрифирменных рынках труда), барьеры микроуровня (внутрифирменные) и наноуровня (отдельного индивида);

3) по содержанию – экономические, технологические, институциональные, социально-психологические, информационные барьеры и др.;

4) по характеру возникновения – барьеры объективного (существующие для всех субъектов рынка) и субъективного (ограничивающие деятельность отдельного субъекта, например, барьеры удовлетворенности, скепсиса, конформизма, стереотипа) характера;

5) по направлениям воздействия – барьеры спроса, предложения и взаимодействия спроса и предложения. Действия барьеров спроса могут обуславливать не только количественную сторону спроса на труд, но и его неэффективную структуру, вызывать эффекты

замещения, негативные сдвиги в межотраслевом перераспределении трудовых ресурсов. Вместе с тем барьеры предложения труда могут генерировать структурную безработицу, дефицит трудовых ресурсов, низкую трудовую мобильность и др. Наличие барьеров спроса и предложения на рынке труда и их последствия для установления равновесной ставки заработной платы и занятости можно анализировать в рамках известных моделей несовершенного рынка труда: монополии и монополии, монополистической конкуренции, олигополии;

б) по возможностям преодоления – самоустраимые (например, исчезающие в процессе функционирования рынка труда, в ходе изменения качественных параметров предложения труда и др.), устранимые под действием государственной политики (институциональные, информационные, организационные, социально-экономические) и неустраимые барьеры (ряд социально-психологических барьеров и др.).

Классификация барьеров представлена на рис. 1. Действие названных видов барьеров может быть крайне противоречивым и разнонаправленным. Так, ряд барьеров способствуют стабилизации структурного состава рынка труда и сохранению его системного качества. Разнонаправленное действие барьеров, с одной стороны, может способствовать защите инсайдеров на рынке труда, но с другой стороны, породить серьезные внутренние и внешние противоречия и проблемы. В частности, это касается значительного увеличения издержек развития и трансформации, нарушения устойчивости рынка труда, а также затруднения адаптации субъектов рынка труда к изменениям внешней среды и перехода их в новое системное качество, что может приводить к дестабилизации или дисфункциональности системы рынка труда. Следствием барьеров на рынке труда в условиях трансформации экономики становится неоптимальное распределение ресурсов труда между предприятиями, отраслями, секторами и регионами, рост безработицы (в том числе структурной), расширение сегмента неформальной занятости.

Безусловно, действия барьеров ограничивают конкуренцию, прежде всего, работников и порождают дополнительные издержки для них. В то же время ослабление конкурентных сил в результате существования барьеров на рынке труда испытывают на себе и работодатели (особенно законопослушные). К примеру, практика использования одними работодателями неформальных социально-трудовых отношений приводит к снижению конкурентных преимуществ законопослушных работодателей, несущих на себе все издержки исполнения трудового и налогового законодательства.

При исследовании барьеров рынка труда в России необходимо учитывать, что большинство из них являются: а) следствием нерешенных проблем в сфере социально-трудовых отношений в дореформенный период и, соответственно, отражением инерционных тенденций; б) порождением реформ; в) отражением новых тенденций в социально-трудовой сфере на этапе макроэкономической стабилизации. Современный рынок труда России представляет собой социально-экономическую систему, сложившуюся в период глубоких трансформационных изменений социально-экономической системы, путем интеграции уже существующих элементов «старого» и импортированных элементов «развитого» рынков труда. Основы рынка труда закладывались еще в начальный период трансформации (отмена обязательности труда, развитие самозанятости и предпринимательства, развитие инфраструктуры рынка труда и др.). Реформирование системы социально-трудовых отношений по западным образцам без учета специфики России и адекватности проводимых изменений потребностям и критериям справедливости экономических субъектов привело к противоречивым результатам.

В целом основными механизмами приспособления российского рынка труда к шокам переходного периода являлись скорее гибкость цены труда и рабочего времени, нежели изменения в занятости. Это нашло отражение в использовании инструмента вынужденных отпусков, росте неполной и неформальной занятости, сохранении трудоизбыточной занятости на значительной части российских предприятий. Отмеченный феномен рынка труда достаточно описан в современной отечественной литературе как «адаптация без реструктуриза-

ции» [1]. Необычная черта российского рынка труда на протяжении всех лет реформ – «теневизация» легальной составляющей рынка труда. Вместе с экономическим ростом увеличилась и занятость. В целом позитивная динамика среднероссийского показателя уровня безработицы (рис. 2) в последние годы сосуществует с усилением ее структурной компоненты, высокой его региональной и внутрирегиональной дифференциацией, проблемами в системе защиты от безработицы. Однако согласно официальным данным и результатам обследований, на средних и крупных предприятиях рост занятости происходил более быстрыми темпами. При этом сектор малого бизнеса недостаточно «генерировал» рабочие места. В последние годы среди численности безработных, зарегистрированных в органах ГСЗН, существенно увеличилась доля лиц, проживающих в сельской местности.

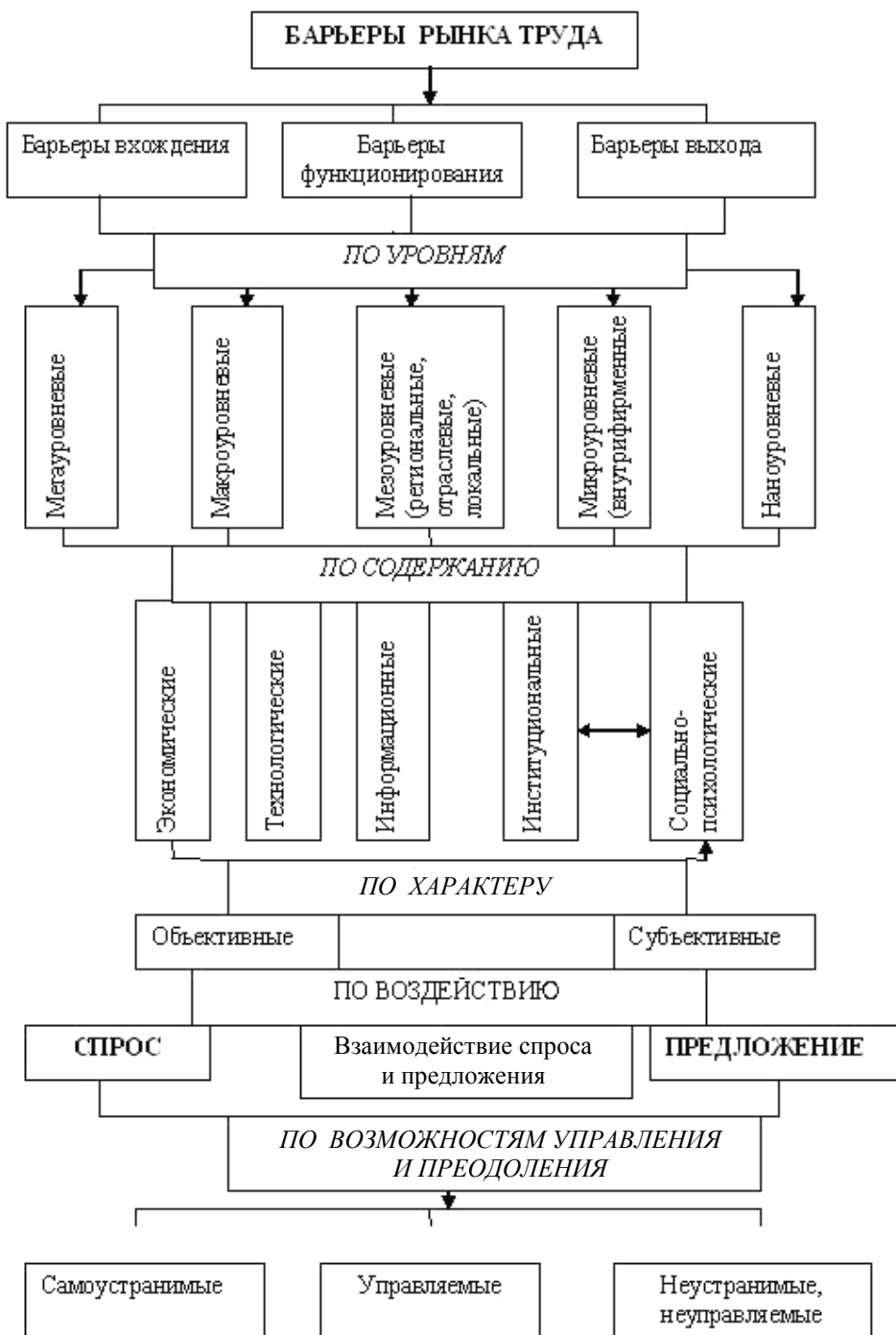


Рис. 1. Классификация барьеров на современном рынке труда

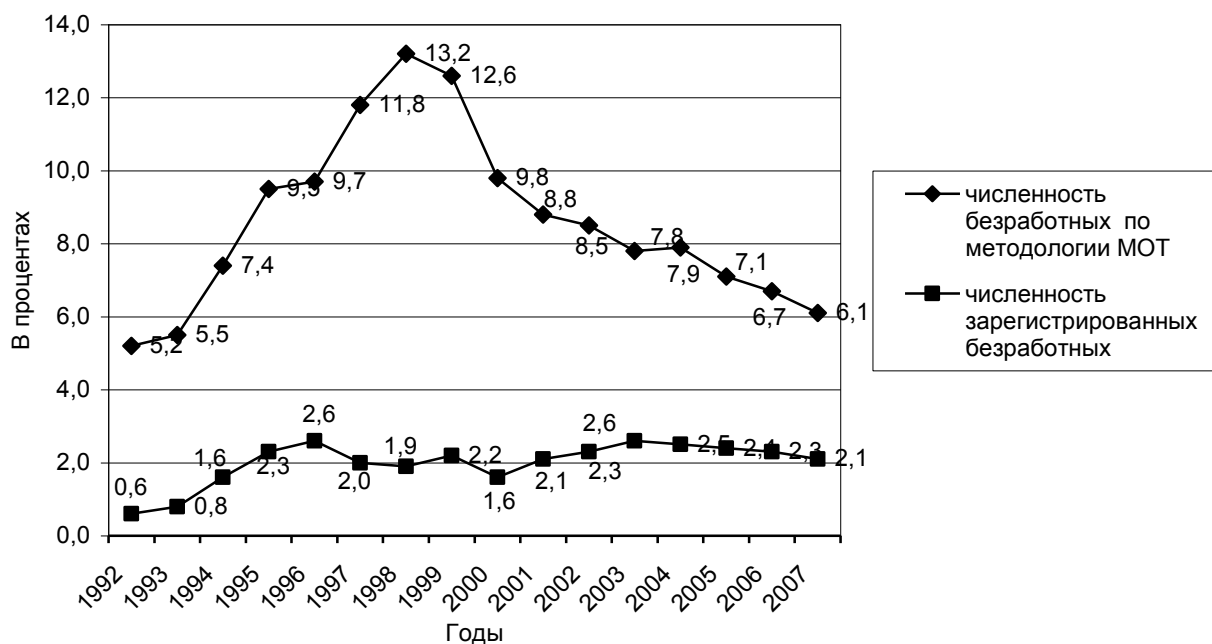


Рис. 2. Динамика уровня безработицы в России в 1992-2007 гг.¹

Несмотря на позитивную динамику потребности в кадрах, заявленную предприятиями в службу занятости во всех федеральных округах, остаются актуальными проблемы качества вакансий. Заявленная потребность предприятий в 0,9 млн. работников в 2007 г. относится, прежде всего, к рабочим специальностям, тогда как информация о свободных высокооплачиваемых и высококвалифицированных рабочих местах практически отсутствует. Таким образом, специфичной для российского рынка труда проблемой становится проблема «безработица-дефицит кадров». Важным ограничением развития рынка труда в России выступает несогласованность развития основных факторов (отраслевые и региональные сдвиги в структуре ВВП, численности занятых и других факторов производства не сопряжены по интенсивности и направленности).

Неотъемлемым атрибутом рынка труда является заработная плата работников. В последние годы отмечается позитивная динамика средней заработной платы работающих. Однако в настоящее время накопился целый спектр проблем в сфере оплаты труда: неоправданная дифференциация заработной платы по видам деятельности (лидеры – ТЭК, финансовая деятельность, аутсайдеры – сельское хозяйство, обрабатывающая промышленность, образование, здравоохранение и предоставление социальных услуг); по регионам (в марте 2007 г. при средней зарплате по стране 12 448,0 руб. территориальный разброс составил 6,5 раза – от 34 563,6 руб. в Ямало-Ненецком автономном округе до 5 321,5 в Дагестане); на внутрифирменном уровне (разрыв составляет до 10-15 раз и более); необходимость реформирования оплаты труда работников бюджетной сферы; низкий уровень МРОТ. Решение названных проблем непосредственно связано как с проведением государственной политики на рынке труда, социальным партнерством, так и с механизмом рыночного регулирования сферы труда. С 1 декабря 2008 г. планируется повысить МРОТ до величины прожиточного минимума трудоспособного населения, что давно обсуждается и рекомендуется ученым сообществом и ФНПР. По нашему мнению, одновременно с увеличением МРОТ необходимо снизить налоговую нагрузку с фонда оплаты труда, в противном случае рост минимальной

¹ Построено по данным: Труд и занятость в России: стат. сб. М.: Госкомстат России, 2001. С. 162; Основные показатели деятельности органов Минтруда России по вопросам занятости населения: стат. бюл. Минтруда России за 1992-2000 гг.; www.gks.ru.

заработной платы может привести к росту уровня безработицы. Кроме того, с целью обеспечения воспроизводственной функции заработной платы необходимо и дальнейшее повышение МРОТ с учетом величины прожиточного минимума не только самого работника, но и ребенка. Подобные меры направлены на преодоление бедности, социального неравенства, сохранения человеческого потенциала. С увеличением оплаты труда непосредственно связана проблема стимулирования роста производительности труда.

Современное состояние рынка труда предполагает формирование новой модели управления им. Так, в разработанной Минздравсоцразвития Концепции действий на рынке труда в 2007-2010 гг. новая модель управления процессами на рынке труда предполагает реализацию таких направлений, как создание гибкого рынка труда, повышение мобильности рабочей силы; развитие производственной среды; введение социального страхования от безработицы; развитие институтов социального партнерства и регулирование трудовой миграции. Реализация этих направлений связана с преодолением барьеров рынка труда.

В последние годы центр тяжести в осуществлении политики на рынке труда перемещается на уровень региона. Так, согласно Федеральному закону № 199-ФЗ от 31.12.2005 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий», с 1 января 2007 г. из состава полномочий федеральных органов государственной власти в области содействия занятости населения исключено осуществление мер активной политики занятости (мероприятия по содействию трудоустройству населения; профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации, психологическая поддержка безработных, профессиональная ориентация граждан). Они (дополненные и детализированные) переданы субъектам РФ.

Ограниченный объем статьи не позволяет нам более подробно рассматривать все виды барьеров, поэтому мы проанализируем действие таких барьеров, как социально-психологические, институциональные и информационные.

Информационные барьеры на рынке труда – определенные препятствия, мешающие восприятию, передаче информации о конъюнктуре рынка труда, о качественных характеристиках рабочих мест и человеческого капитала, и ведущие к дополнительным временным и денежным издержкам, затрудняющие достижение эффективных равновесий на рынке труда. Информационные барьеры связаны с недостаточной информированностью о новых формах занятости, о «качественных» вакансиях и потенциальных потребностях в рабочей силе; неразвитостью общенациональной и региональной систем информации (баз данных) о рынках труда; слабой информированностью работников об их трудовых правах и др. Дополнительные трансакционные издержки от действия информационных барьеров на рынке труда для работодателя обусловлены сложностью и даже невозможностью предварительно выявить склонных к оппортунизму работников, оценить потенциал каждого сотрудника, подобрать «подходящего» кандидата, а, следовательно, необходимостью проведения дополнительного контроля и мониторинга за деятельностью уже принятых сотрудников; а также несения издержек текучести кадров при выявлении «плохих» работников. Для работника же эти издержки связаны с социально-психологическими трудностями, временными и материальными (упущенный заработок, расходы на поиск информации) потерями в процессе поиска «подходящего» места работы, удовлетворяющего потребностям и возможностям самого соискателя; а также возможностью заниженной оплаты труда «хорошего» работника вследствие уравнивания заработной платы сотрудников. Издержки каждого работника и работодателя увеличивают общественные издержки от действия информационных барьеров на рынке труда.

В условиях информационной асимметрии на рынке труда возрастает значимость «сигналов» (образование, репутация и др.). Однако сегодня в России значимость такого традиционного сигнала, как образование, уменьшается, что ведет к дополнительным затратам работодателей на определение «истинного» качества потенциальных сотрудников. Сове-

менная система слабо реагирует на потребности и сигналы рынка труда, что отражается не только в нарастающем дисбалансе между количеством и качеством рабочей силы и возможностями ее трудоустройства. Разрыв между потенциальной и фактической эффективностью использования трудовых ресурсов приводит к появлению феномена «чрезвычайного образования», «утечке мозгов» за границу, потерянными инвестициям в образование [2]. Кроме того, «тенденция к превращению высшего образования в практически всеобщее рано или поздно может привести к резкому снижению его экономической ценности». Адаптация системы профессионального образования к реальным потребностям экономики требует помимо мер организационно-экономического характера (расширения участия работодателей в формировании политики в области профессионального образования; независимой оценке качества образования; стимулирования участия работодателей в развитии профессионального образования и организации внутрипроизводственного профессионального обучения) и преодоления информационных барьеров. В частности, разработка прогнозов потребности экономики России в трудовых ресурсах в отраслевом, профессионально-квалификационном и региональном разрезе с учетом отраслевых и региональных стратегий развития нуждается в достоверном и своевременном информационном обеспечении.

В настоящее время существует широкий круг источников статистики труда, однако информация из этих источников зачастую различается. Качество, достоверность и полнота информации о процессах на современном рынке труда во многом определяют успех краткосрочного и долгосрочного прогнозирования, оценку приоритетных направлений развития рынка труда и его регулирования. В целях преодоления или снижения негативного воздействия информационных барьеров на рынке труда требуются дополнительные меры. Например, в рамках Генерального соглашения между Общероссийскими объединениями профсоюзов, работодателей и Правительством РФ на 2008-2010 годы рассматривается переход на долгосрочное прогнозирование социально-экономического развития, включая прогноз развития трудовых ресурсов и существенное повышение качества прогнозирования. С этой целью предполагается развитие общенациональной системы информации о состоянии и динамике рынка труда; подготовка информационно-аналитического сборника «Атлас профессий»; формирование регистра получателей (граждан и работодателей) государственных услуг в сфере занятости; совершенствование национального классификатора профессий, модернизация единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКС). Расширение информационного пространства системы трудоустройства позволит улучшить клиринг рынка труда, сократить издержки на поиск информации о кандидатах и вакансиях. Наиболее известны следующие сайты: www.job.ru, www.km.ru, www.rdw.ru, www.job.rbc.ru, www.joblist.ru, www.hro.ru, www.pointjob.ru, www.profy.ru, www.newjob.ru, www.nj.ru, http://staffwell.ru, www.human-capital.ru. Сайты, как правило, больше внимания уделяют проблемам кадрового рынка в целом, публикуют результаты маркетинговых исследований, ведут мониторинг уровня заработных плат, отслеживают спрос на специалистов, а также динамику предложений.

С рассмотренными видами барьеров на рынке труда тесно связаны институциональные барьеры. Под ними понимаются неадекватные потребностям субъектов рынка, социально и экономически неэффективные и недейственные «правила игры» на рынке труда, приводящие к увеличению транзакционных издержек и снижению конкурентоспособности субъектов рынка труда, снижающие эффективность функционирования рынка труда. При анализе институциональных барьеров необходимо отметить, что институциональный каркас рынка труда встроен в институциональную конструкцию всей экономики. На рынке труда проявляется действие как непосредственно самих институтов рынка труда, так и других институтов экономики. Выделяют следующие институты рынка труда: институты определения и распределения прав собственности на услуги труда; институты поиска контрагентов (работни-

ков/работодателей), отбора; институты заключения контрактов, ведения переговоров; институты контроля за соблюдением контрактов; институты, определяющие мобильность на рынке; институты внутрифирменного, административного распределения ресурсов (нормы и административные правила и процедуры функционирования внутреннего рынка труда) и институты государственного регулирования рынка труда. Институты рынка труда, компенсируя провалы рынка, влияя на аллокацию трудовых ресурсов, сами способны конструировать организационную жесткость, генерировать провалы рынка. Стандартный экономический анализ утверждает, что такие институты труда, как законы о защите занятости, минимальной заработной плате, пособия по безработице, активная политика на рынке труда не способствуют созданию новых рабочих мест и увеличивают безработицу. Поэтому их часто считают «жесткими». Жесткость институтов рынка труда позволяет инсайдерам монополизировать рынок на уровне экономики в целом даже при том, что их сила в переговорном процессе на уровне фирмы может быть существенно ограничена. Сложившаяся институциональная структура экономики и рынка труда, в частности, очень специфична и обуславливает различную динамику и направления развития рынка труда в разных странах. Либеральное или жесткое трудовое законодательство, системы поддержки безработных, развитость коллективно-договорного регулирования трудовых отношений, институты внутрифирменного административного распределения трудовых ресурсов и институты поиска контрагентов на рынке труда во многом определяют как уровень безработицы в стране, эффективность использования трудовых ресурсов в целом (в том числе на внутрифирменном уровне), их качество, так и гибкость рынка труда. Опыт развитых стран свидетельствует, что жесткое трудовое законодательство не оправдывает возложенных на него задач поддержания занятости, а приводит к снижению спроса на дополнительную рабочую силу, обострению структурных проблем безработицы, снижению конкурентоспособности некоторых групп работников и росту неформальной занятости. Поэтому в последние годы в странах ОЭСР проведены реформы трудового права, мотивированные экономической целесообразностью, необходимостью повышения производительности труда и качества работы, усиления эффективности экономики. Например, в законодательстве отражены вопросы регулирования нестандартных форм занятости, проявляющиеся в разработке нормативной базы для гибкой регламентации сферы занятости и, прежде всего, для защиты прав и интересов работников, занятых в этой сфере. В странах с развитой рыночной экономикой расширяется сегмент нестандартных форм занятости, в частности, расширяется практика использования заемного труда, легализованного Конвенцией МОТ № 181 «О частных агентствах занятости». Применение такой модели трудовых взаимоотношений в России законодательно не регламентировано, но фактически уже осуществляется некоторыми компаниями.

В качестве причин возникновения институциональных барьеров на рынке труда можно отметить создание и поддержание институтов, неадекватных потребностям и критериям справедливости большинства субъектов рынка, которые блокируют эффективные с точки зрения рынка труда и экономики в целом трансакции и решения и приводят к формированию «институциональных ловушек» (институциональная ловушка – приобретение устойчивого характера негативных последствий тех или иных, изначально продиктованных благими намерениями макроэкономических решений) [3]. Институциональные барьеры на рынке труда выступают в качестве барьеров, вызванных действием формальных (законы и писанные правила) и неформальных институтов (обычай, общепринятые условности, этические кодексы поведения людей и неписанные нормы). Под административными барьерами на рынке труда мы понимаем определенные формальные институты (законы, правила, нормы), устанавливающие обязательные для всех субъектов рынка правила ведения деятельности на нем, соблюдение которых способствует ослаблению действий конкурентных сил, препятствуют эффективному функционированию рынка труда. С одной стороны, к ним относятся лицензирование определенных видов деятельности, усложненность процедуры создания новых предприятий, высокие налоги с фон-

да оплаты труда, которые создают дополнительные преграды для создания новых рабочих мест, снижают спрос на рабочую силу и ослабляют действие конкуренции на рынке труда. С другой стороны, к административным барьерам можно отнести такие нормы и правила (законы), которые теряют свою эффективность, результативность и действенность [4].

В отличие от формальных неформальные институты рынка труда носят неявный характер, инерционны и наименее подвержены изменению «сверху». Традиции, правила, нормы поведения людей, человеческой деятельности вырабатываются и складываются постепенно в результате смены многих поколений. Например, постсоветский механизм складывания трудовых отношений на основе связей и рекомендаций во многом сдерживает более широкое использование современных каналов трудоустройства. Это подтверждается современными исследованиями каналов поиска работы и работников на российском рынке труда [5]. Результаты нашего исследования также подтверждают данную зависимость. Так, согласно проводимому нами опросу работодателей и работников предприятий частного и государственного секторов, 75% опрошенных трудоустроивались посредством использования такого канала, как личные связи и рекомендации, через объявления в Интернете искали работу 3% опрошенных; через частные агентства по трудоустройству – 9%; через обращение в учебные заведения – 14%; через государственную службу занятости – 24% и по объявлениям в СМИ о требуемой вакансии – 30% опрошенных).

Противоречивое воздействие барьеров, вызванных действием неформальных норм на рынке труда, очень трудно оценить из-за их скрытого и неявного характера. Также чрезвычайно сложно его преодолеть, так как одного только волевого желания «сверху» недостаточно. Отсутствие доверия выступает основным барьером при выстраивании эффективных для всех субъектов рынка труда социально-трудовых отношений и приводит к их еще большей деформализации. По нашему мнению, необходимо создать такие социально-экономические условия, при которых это воздействие будет ослабевать и нейтрализовываться. Кроме того, необходимо на государственном уровне решать проблему воспитания трудовой морали, особенно среди молодежи. Механизм формирования отношения к труду, как главному источнику благосостояния, должен быть запущен на всех стадиях (дошкольное воспитание, среднее и высшее образование, трудовая ориентация) и во всех «средах» (семья, образовательное учреждение, рабочее место) развития личности.

Трудовое законодательство выступает основным институтом рынка труда. Современное российское законодательство в сфере трудовых отношений и социального партнерства на рынке труда незначительно отличается от аналогичного законодательства любого цивилизованного государства как по перечню законов, деклараций, постановлений, решений, договоров участников рынка труда, так и по их содержанию. Трудовой кодекс 2001 г., будучи прогрессивным по сравнению со старым КЗоТом, не снижал асимметрию сторон трудовых отношений: не прописывал четко обязанности субъектов рынка труда, сужал права профсоюзов, заметно расширял права работодателей в области увольнения работников, заключения срочных контрактов. В результате в стране создалась целая система теневых правил, порожденных новыми формами саботажа, отличными от формы открытых конфликтов. С 2006 г. Трудовой кодекс РФ действует в новой редакции. Основные новеллы Кодекса связаны с существенным сокращением участия государства в регулировании труда и почти полным переходом на договорные отношения. Это соответствует общепризнанному принципу свободы труда. Россия движется тем же путем, что и другие рыночные страны, хотя с некоторым опозданием и по-своему [6]. В частности, изменения состояли в уточнении статуса органов государственной власти и органов местного самоуправления как сторон социального партнерства; повышении роли социального диалога и механизмов социального партнерства в принятии нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права; подверглись существенной редакционной доработке статьи Кодекса, касающиеся защиты трудовых прав работников и др. С января 2007 г. действуют новые правовые акты, регламентирующие оформление права иностранцев

на пребывание и трудовую деятельность в России. Изменения коснулись и таких важных для работника вопросов, как заработная плата и гарантии ее выплаты, расчеты отпускных, охрана труда и др. В целом они направлены на повышение требований к работодателю, обеспечение более благоприятных условий труда и соблюдения трудовых гарантий. Однако важной проблемой остается контроль за соблюдением законодательства.

Непосредственное влияние на состояние рынка труда оказывает современное налоговое законодательство. Высокое налоговое бремя негативно сказывается на предложении труда, сокращает спрос на труд, является и причиной ухода работодателей в «тень». Так, один работодатель очень точно выразил позицию многих других работодателей: «Никакой Трудовой кодекс не защитит моих сотрудников от меня, – только Налоговый кодекс» [7]. Современная налоговая политика не учитывает интересов конкурентоспособности наукоемких отраслей, специфику занятости в них. Снижение барьеров на рынке труда предполагает и оптимизацию налогового бремени его субъектов (предоставление «налоговых каникул» для новых предприятий, повышение размера и введение дополнительных налоговых вычетов при исчислении налога на доходы физических лиц и др.).

С институциональными барьерами рынка труда тесно связаны социально-психологические барьеры, часть из которых можно рассматривать как неформальные институты. Социально-психологические барьеры – субъективные факторы (стереотипы) или реакция, зависящие от индивидуальных требований, возможностей, ожиданий и потребностей, обусловленные негативным отношением или предубеждением агентов рынка труда, действие которых ослабляет конкурентоспособность (как их самих, так и других агентов рынка труда). Определяющими факторами такого поведения являются: стереотипы и предпочтения, социально-психологические характеристики, ценности, мотивация, потребности и возможности. Социально-экономические и политические трансформации в российской экономике в 90-е годы привели к изменениям в трудовых ценностях россиян. Исследование динамики трудовых ценностей россиян в годы реформ показало, что большинство трудовых ценностей подверглось многочисленным изменениям под влиянием как институциональных изменений, так и специфических форм адаптации населения к шокам трансформационного периода. Результатом происходящих процессов стала система трудовых ценностей, в которой такие элементы, как инициативная самореализация, трудолюбие, социальная ответственность и социальное признание находятся на периферии.

Социально-психологические барьеры рынка труда могут наблюдаться как при входе на рынок труда, трудоустройстве, в процессе поиска работы (работников), выборе вида и формы занятости, времени работы, трудовой мобильности, продвижении работников на внутрифирменном рынке труда, увольнении, необоснованной дифференциации заработной платы, инвестициях в человеческий капитал и др. Как показывают исследования, социально-психологические барьеры работодателей, в частности, тормозят развитие сектора дистанцированного труда в России, расширение сектора формальных каналов поиска работников и др. В большей степени субъективный и завуалированный характер социально-психологических барьеров осложняет определение их истинных размеров и направлений и затрудняет возможность их устранения. Преодоление социально-психологических барьеров требует изменения существующих стереотипов, предубеждений и убеждений в обществе. Этот процесс очень сложный, длительный. В частности, несмотря на наличие экономических барьеров, дискриминация тех или иных групп субъектов на рынке труда во многом вызвана существованием социально-психологических барьеров. Так, в вопросах формального (законодательного) обеспечения равенства различных групп работников, особенно женщин, Россия не отстает от развитых стран мира. Для России характерен в отличие от многих стран высокий уровень занятости женщин (в 2006 г. – 49,4%); высокий уровень образования женщин (27,9% имеют высшее образование); высокий уровень занятости в промышленности и секторе услуг; невысокий разрыв в оплате труда. Фактическое же обеспечение равенства женщин наталки-

вается на достаточно устойчивый стереотип социальной роли женщины, прежде всего, как матери и супруги, а не конкурентоспособного работника и успешного руководителя. Преодоление такого стереотипа – очень сложный процесс, предполагающий не только контроль за соблюдением законодательства, но и целый комплекс мер экономического и социально-психологического характера.

Таким образом, снижение барьеров и повышение эффективности функционирования российского рынка труда связано с разработкой целого комплекса нормативно-правовых и организационно-экономических мер, реализуемых как непосредственно на рынке труда, так и в других сферах экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капелюшников Р. Российский рынок труда: адаптация без реструктуризации. М.: ГУ ВШЭ, 2001. 309 с.
2. Капелюшников Р. Записки об отечественном человеческом капитале / Р. Капелюшников // Отечественные записки. 2007. № 3. <http://www.strana-oz.ru/?numid=37&article=1469>.
3. Полтерович В. Институциональные ловушки и экономические реформы / В. Полтерович // Экономика и математические методы. 1999. Т. 35. № 2. С. 3-20.
4. Олейник А. Институциональная экономика / А. Олейник. М.: ИНФРА-М, 2005. 416 с.
5. Козина И. Подбор персонала для промышленных предприятий и посредники на рынке труда / И. Козина // Отечественные записки. 2007. № 3. <http://www.strana-oz.ru/?numid=37&article=1482>.
6. Тодэ Н. О новом Трудовом кодексе и проблеме нарушений прав работника / Н. Тодэ // Отечественные записки. 2007. № 4. <http://www.strana-oz.ru/?numid=37&article=1504>.
7. Заславская Т.И. Неправовые трудовые практики и социальные трансформации в России / Т.И. Заславская, М.А. Шабанова // Экономическая социология. 2002. № 6. С. 3-17.

Летавина Елена Юрьевна –

аспирант кафедры «Экономическая теория и учения»
Саратовского государственного технического университета

Санкова Лариса Викторовна –

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и учения»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 20.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 331.104

Г.С. Мерзликина, С.В. Волков

ФОРМИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В современной российской экономике в условиях обострения конкурентной борьбы, с одной стороны, непредсказуемости и нестабильности среды – с

другой, одним из слагаемых эффективности отечественных предприятий является наличие у них динамических способностей быстро адаптироваться к изменяющемуся рынку. В рамках осуществления предпринимательской деятельности практически перед каждым руководителем хозяйствующего субъекта рано или поздно встаёт вопрос о создании и выпуске нового продукта. Но как рынок отреагирует на появление нового продукта? Будет ли производство нового продукта прибыльным для предприятия? Ответы на эти сложные вопросы можно получить, если воспользоваться системой калькулирования по целевой (заданной) себестоимости (Target-costing).

G.S. Merzlikina, S.V. Volkov

DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF TARGET-COSTING FOR EFFECTIVE BUSINESS

In modern Russian economy in conditions of competitive struggle in a business sphere, on the one hand, and unpredictability and instability of the social environment, on the other hand, one of the components of domestic enterprises' efficiency is considered to be their dynamic abilities to adapt for various markets. Under such circumstances, nearly each manager of an enterprise has to think about the creation and launch of a new product. Nevertheless, what will the reaction of the market be? Will it be profitable for the enterprise? We can reply these complicated questions applying the system of Target-costing account into practice.

Родиной концепции «таргет-костинг» считают Японию [2]. Она была впервые применена в корпорации Toyota в 1965 г. [4], хотя некоторые ранние, более примитивные её формы ещё в 1947 г. использовала североамериканская компания General Electric. Полномасштабное же внедрение «таргет-костинг» в промышленных корпорациях США началось лишь в конце 1980-х годов, причём – что весьма примечательно – за образец была взята именно японская модель, достаточно отработанная и эффективная к тому времени. Сама идея, положенная в основу концепции «таргет-костинг», нова и революционна. Японские менеджеры традиционную затратную формулу ценообразования:

$$\text{Цена} = \text{Себестоимость} + \text{Прибыль}$$

в концепции «таргет-костинг» трансформировали в равенство:

$$\text{Себестоимость} = \text{Цена} - \text{Прибыль} .$$

Это новое решение позволило получить прекрасный инструмент опережающего контроля и экономии затрат ещё на стадии принятия решения о модернизации или выпуске нового продукта.

Система «таргет-костинг», предусматривает расчёт целевой себестоимости изделия, исходя из предварительно установленной цены реализации. Эта цена определяется с помощью маркетинговых исследований, т.е. фактически является ожидаемой рыночной ценой продукта или услуги. Затем «обратным счётом» определяют приемлемую целевую себестоимость, обеспечивающую достаточный уровень целевой прибыли, т.е. разницу между доходами и расходами предприятия, удовлетворяющую владельцев компании. Далее все участники производственного процесса – от менеджера до простого рабочего – трудятся над тем, чтобы спроектировать и изготовить изделие, себестоимость которого уже заранее рассчитана.

Система калькулирования по целевой (заданной) себестоимости предполагает расчет базовой себестоимости при проектировании нового продукта или при его модерниза-

ции с целью определения его стоимости производства с учётом имеющейся (целевой) рыночной цены и целевой прибыли.

Себестоимость продукции – стоимостная оценка используемых в процессе производства продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на её производство и реализацию. *Цена* – денежное выражение стоимости единицы товара, означающее количество денег, за которое продавец согласен продать, а покупатель готов купить единицу товара. *Прибыль* – разница между доходами и расходами предприятия за определённый период. Под *целью* понимаются конкретные конечные результаты, которые отвечают требованиям измеримости, совместимости, сопоставимости.

Целевая себестоимость рассматривается не как заранее рассчитанный по нормативам показатель, как в «стандарт-костинг» (standard-costing), а как величина, к которой должна стремиться организация, чтобы предложить рынку конкурентный продукт. Поэтому основная задача расчёта целевой себестоимости проста: ориентация на потребителя заставляет компанию рассчитывать, по какой цене покупатель готов приобрести товар, а в дальнейшем разработать и произвести изделие именно по этой цене.

Ценообразование – это процесс формирования цен на товары и системы цен в целом вследствие управленческих решений по поводу того, какие затраты включить в цену продукта или услуги, которые производит компания. Эти решения влияют на количество продаваемой продукции, а следовательно, и на его прибыльность [3, с.500]. Как уже ранее отмечалось, цена на продукт или услугу – это результат взаимодействия между спросом на них и предложением. Следовательно, ценообразование всегда должно быть основано на прогнозах изменения спроса и предложения. Три основных фактора, влияющих на цену продукта, – это покупатель, конкуренты и затраты.

Покупатели. Покупатели влияют на цену продукта через спрос на него. Производители должны всегда изучать цену на продукт и с точки зрения потребителя. При слишком высокой цене потребитель может отказаться от покупки продукта и выбрать продукт конкурента или аналог, способный заменить его.

Конкуренты. Предприятия должны всегда помнить о конкурентах при ценообразовании. С одной стороны, альтернативный или замещающий продукт конкурента может воздействовать на спрос и привести к снижению цен. Производитель, знающий технологию конкурента, объём его производственных мощностей и политику управления, способен оценить затраты конкурента, что является важной информацией при установлении цены на свой продукт. С другой стороны, отсутствие конкурентов ведёт к установлению более высоких цен.

Затраты. Направление деятельности на оптимизацию затрат дает возможность предприятию установить такую цену на продукт, которая сделала бы его привлекательным для покупателя и максимизировала прибыль. Формируя себестоимость с точки зрения ценообразования, менеджер должен принимать во внимание затраты во всей цепочке ценностей – от научно-исследовательских разработок до поставки покупателю.

Полезность продукта с точки зрения покупателей и цены конкурентов на подобный продукт влияют на спрос, а затраты на производство и доставку продукта влияют на предложение. Даже если конкурентов станет меньше, ключевым фактором при установлении цены на продукт будет желание покупателя приобрести продукт, а не затраты конкурентов.

Известны два подхода к ценообразованию [3, с.508]. Отправной точкой для установления цены продукта может быть:

- 1) рыночный метод;
- 2) затратный метод («затраты + прибыль»).

Рыночный метод определяется следующими вопросами: в чем нуждаются потребители, как конкуренты будут реагировать на наши действия и какую цену устанавливать на свой продукт? Затратный метод ценообразования определяется вопросами: во что нам обойдется

производство данного продукта и, следовательно, какую цену назначить, чтобы она покрывала затраты, и как достичь определенного уровня прибыли на инвестированный капитал? Некоторые хозяйствующие субъекты в первую очередь ориентируются на уровень своих затрат и лишь потом на своих потребителей и конкурентов (затратный метод). Другие ориентируются на своих потребителей и конкурентов и лишь потом на уровень своих затрат (рыночный метод). Оба подхода в любом случае ориентируются на покупателей, конкурентов и затраты. Различаются только их отправные точки, сила рынка всегда играет определенную роль независимо от специфики установления цены.

Одним из основных этапов рыночного ценообразования является установление *целевой (заданной) цены*, для определения которой требуется специальная методика. Рассмотрим её основные положения.

Целевая (заданная) цена, рассчитываемая с использованием данных о расходах как покупателей, так и конкурентов, формирует основу для расчета целевых затрат. *Целевые затраты на единицу продукции* – это целевая цена минус целевая операционная прибыль на единицу. *Целевая операционная прибыль на единицу продукции* – это операционная прибыль, которую компания планирует получить от производства дополнительной единицы продукции или услуги за определённый период времени. Целевые затраты на единицу рассчитываются как долгосрочные затраты на единицу продукта (или услуги), которые позволяют компании получить целевую операционную прибыль при продаже по заданной цене. В долгосрочном периоде цены и выручка компании должны покрывать все ее затраты. В противном случае рано или поздно, но предприятие начнёт нести убытки, что неминуемо приведет его к банкротству. Целевые затраты на единицу продукции чаще всего ниже, чем текущие затраты. Целевые затраты – цель, то, к чему должна стремиться компания. Чтобы достичь целевых затрат и целевой операционной прибыли на единицу продукции, компания должна снизить свои затраты не только на продукт, но и на процессы.

Рассмотрим практическую реализацию методики формирования и управления *целевой себестоимостью* при производстве нового продукта на примере ЗАО «Михайловский завод силикатного кирпича» (ЗАО «МЗСК»). Основной продукцией производства предприятия являются белый силикатный кирпич и силикатная масса. Силикатный кирпич производится из трех компонентов: песок кварцевый, известь, вода и относится к группе автоклавных вяжущих материалов. Силикатный кирпич применяют для кладки стен и столбов в гражданском и промышленном строительстве, он является экологически чистым продуктом.

Процесс изготовления кирпича проходит через несколько стадий производства. Соответственно, для исчисления себестоимости готового продукта применяется традиционная попроцессная система калькулирования. При *попроцессной системе калькулирования себестоимости* (process-costing) объектами калькулирования и накопления затрат являются отдельные процессы как составные части всего процесса производства.

Несмотря на то, что ЗАО «МЗСК» выпускает качественный белый силикатный кирпич, который имеет высокую прочность, четкие углы и ребра, стабильные геометрические размеры и благодаря этим характеристикам очень многие строители используют его для облицовки зданий, основные акционеры и руководители приняли решение о необходимости изучения конъюнктуры рынка в сегменте продаж цветного силикатного кирпича и возможности производства цветного кирпича с целью расширения и укрепления своего присутствия на рынке строительных материалов.

Прежде чем приступить к выпуску нового продукта, возникла необходимость более глубоких и тщательных маркетинговых исследований на предмет:

- 1) характеристики нового продукта, который необходим потребителям;
- 2) необходимого объема продаж;
- 3) цены, которую потребители должны заплатить за него.

Понимание того, что ценно для покупателя, – ключ к его привлечению. Чтобы определить возможную реакцию конкурентов, ЗАО «МЗСК» необходимо знание конкурентных продуктов и технологий их изготовления. Это позволит предприятию сориентироваться, насколько его продукт будет выделяться на рынке, и в соответствии с этим устанавливать свою возможную цену.

В результате проведенных маркетинговых исследований среди потенциальных покупателей (крупные строительные компании и частные застройщики) менеджеры определили их требования к будущему цветному силикатному кирпичу (см. табл. 1).

Таблица 1

Приоритетность требований потребителей к продукции.

№	Требования	Приоритет (вес)
1.	Стабильность геометрических размеров	0,3
2.	Стойкость красителя	0,3
3.	Наличие чётких углов и ребер	0,2
4.	высокая прочность и пустотелость	0,1
5.	Удобная упаковка	0,1
	ИТОГО:	1

Для эффективного осуществления предпринимательского проекта по производству цветного силикатного кирпича менеджерам предприятия необходимо определиться: какой способ расчета себестоимости необходимо выбрать? Важность фактора себестоимости в ценообразовании объясняется тем, что для коммерческих организаций прибыль возможна, только если выручка превышает затраты. Некоммерческие организации преследуют несколько иные цели: безубыточность, минимизация текущего дефицита и т.д. [1, с.335].

Принимая во внимание рассмотренные выше методы ценообразования, становится очевидным выбор рыночного подхода к установлению цены нового продукта, то есть расчет целевой себестоимости при проектировании нового продукта с целью определения его стоимости производства с учётом имеющейся (целевой) рыночной цены и целевой прибыли.

Для решения этой задачи необходимо, для начала, произвести выбор целевой цены. После проведения маркетинговых исследований руководство акционерного общества приняло решение установить цену реализации цветного силикатного кирпича не выше 11,5 руб. за единицу упакованного кирпича, с учетом доставки до объекта строительства. В связи с тем, что продажи строительной продукции носят ярко выраженный сезонный характер (в зимнее время наблюдается спад активности строительной деятельности), доля операционной прибыли в выручке в первый год реализации проекта должна составлять в среднем 10%, исходя из объёма выпуска на уровне 14,4 млн. шт. в год или 1,2 млн. шт. в месяц.

Далее, необходимо установить целевые затраты путём вычитания целевой операционной прибыли на единицу из целевой цены.

1. Целевая цена реализации с налогами, с учётом доставки в радиусе ~ 200 км за единицу = 11,5 руб.

2. Целевая цена кирпича на заводе =

= целевая цена реализации – стоимость доставки за единицу = 11,5 руб. – 2 руб. = 9,5 руб.

3. Целевая стоимость кирпича на заводе без НДС 18% =

= 9,5 руб. – 18% = 8,05 руб.

4. Общая целевая выручка от продаж =

= 8,05 руб. * 14 400 000 ед. = 115 920 000 руб.

5. Общая целевая операционная прибыль =

= 10% · 115 920 000 руб. = 11 592 000 руб.

6. Целевая операционная прибыль на единицу =
= 11 592 000 руб. / 14 400 000 ед. = 0,8 руб. на единицу.

7. Целевая себестоимость единицы продукции =
целевая цена – целевая операционная прибыль на единицу =
= 9,5 руб. – 0,8 руб. = 7,25 руб.

Итак, установленная целевая себестоимость одной единицы цветного силикатного кирпича составила 7,25 рублей. Следующий этап – это определение целевых затрат.

Выпуск нового продукта потребует внести изменения в технологию производства на этапе прессования силикатного кирпича и, как следствие, возникают дополнительные затраты – это цветной пигмент, проектирование, установка и испытания нового оборудования, формовочных пластин, затраты, связанные с дополнительной наладкой и обслуживанием агрегатов.

Дополнительные планируемые косвенные затраты, связанные с комплексным проведением мероприятий по производству цветного силикатного кирпича, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Дополнительные планируемые косвенные затраты

Маркетинговое исследование рынка, руб.	250 000
Проектирование, установка нового оборудования, руб.	7 420 000
Пусконаладочные работы нового оборудования, руб.	1 600 000
Проектирование, испытание и изготовление новых формовочных пластин, руб.	6 000 000
Лабораторные исследования, руб.	400 000
ИТОГО: руб.	16 750 000

Дополнительные косвенные затраты для производства запланированного годового объёма в количестве 14 400 000 шт. цветного кирпича составили 16 750 000 руб. Расчетным путём установим сумму дополнительных косвенных затрат для производства месячного объёма в количестве 1 200 000 шт. кирпича.

16 750 000 руб. / 14 400 000 шт. · 1 200 000 шт. = 1 395 833 руб.

Полученную сумму подставим в строку «Дополнительные косвенные затраты» в табл. 3. Включим все дополнительные прямые и косвенные затраты в существующую на предприятии ЗАО «МЗСК» фактическую себестоимость кирпича (табл. 3).

Таблица 3

Расчет полной себестоимости цветного кирпича

Прямые затраты	Количество	Цена б/НДС, руб. за един.	Стоимость, руб/т
Силикатная масса, т	5 412	371	2 005 770
Цветной пигмент (2% от кол-ва с/массы), т	108	39 000	4 221 176
Всего:	5 520	5,19	6 226 946
Теплоэнергия, Г.кал	96 873	1,68	162 747
Электроэнергия, кВт·ч	56 372	1,3	73 284
Всего:		5,39	6 462 977
З/плата основных рабочих		0,40	482 196
ЕСН, начисленный на з/плату		0,11	132 604
Итого прямые затраты:		5,90	7 077 777

Косвенные затраты		0,76	913 857
Дополнительные косвенные затраты		1,16	1 395 833
Итого:		7,82	9 387 467

Целевые затраты превысят установленную заданную себестоимость на сумму = целевые затраты – целевая себестоимость = 7,82 руб. – 7,25 руб. = 0,57 руб. Данное превышение в процентном соотношении более 5%, что является неприемлемым параметром, так как устранить превышение полученной целевой себестоимости над целевой ценой с помощью минимизации расходов представляется достаточно сложным процессом и такое управленческое решение может оказаться ошибочным.

Однако необходимо заметить, что представленный расчет целевых затрат и в первую очередь косвенных затрат был бы справедлив в случае простой замены выпуска одного продукта на выпуск другого. В нашем случае задача усложняется тем, что вместе с запуском в производство цветного кирпича параллельно должен продолжаться выпуск основного продукта – белого кирпича (в практике многих предприятий такие решения довольно нередки, никто не откажется от производства продукта, который пользуется устойчивым спросом). Следовательно, прежде чем принимать решение о сокращении целевых затрат (а это сокращение может повлечь за собой ухудшение потребительских качеств нового продукта), по мнению авторов статьи, необходимо произвести усовершенствование системы калькулирования целевой себестоимости. Особое внимание стоит обратить на косвенные затраты, так как сокращать прямые затраты возможно только с внедрением совершенно новых технологий или материалов. Для решения этой задачи был предложен новый подход, основанный на синтезе *target costing* и *activity-based costing* (*targetAB-costing*), то есть *целевое пооперационное калькулирование*. Данный подход, на взгляд авторов статьи, отличается от традиционных методов калькулирования тем, что позволит уже на этапе проектирования измерить и отследить накладные расходы, которые могут быть использованы для производства конкретных видов продукции. А это, в свою очередь, может кардинально повлиять на принятие управленческих решений, снизить риск и неопределённость по осуществлению предпринимательского проекта.

В системе *целевого пооперационного калькулирования* себестоимости отдельная операция должна рассматриваться как основной объект калькулирования. Операция – это событие, задача или единица работы с отдельной целью, например проектирование продукта, установка оборудования, обслуживание оборудования и распределение (сбыт) продукции. *ABC-система*, внедрённая в *target-costing*, подсчитывает затраты по отдельным операциям и распределяет их по объектам калькулирования себестоимости на основе операций, предпринятых для выпуска каждого продукта.

Логика данной системы заключается в более детальном структурировании групп затрат по операциям и базам распределения затрат, что приводит к более точному подсчету себестоимости операций. Эти базы распределения являются носителями (драйверами) затрат (то есть основная причина возникновения затрат связана с видом деятельности) для групп затрат по операциям. Отнесение затрат на продукты с помощью измерения баз распределения затрат по различным операциям, используемым при производстве различных продуктов, приводит к более точной калькуляции целевой себестоимости продукции.

Метод *целевого пооперационного калькулирования себестоимости* (*targetAB-costing*) позволяет достоверно распределить и оптимизировать накладные расходы. Таким образом, на основании полученных расчётов менеджеры предприятия могут осуществлять эффективную предпринимательскую деятельность, нацеленную на создание и продвижение на потребительский рынок нового продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апчёрч А. Управленческий учет: принципы и практика / А. Апчёрч; под ред. Я.В. Соколова, И.А. Смирновой; пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 2002. 952 с.
2. Радченко К. Японский след в стратегическом управлении затратами: таргет-костинг / К. Радченко // Финансовый менеджер. 2006. № 10. С. 11.
3. Хорнгрен Ч. Управленческий учет. 10-е изд. / Ч. Хорнгрен, Дж. Фостер, Ш. Датар; пер. с англ. СПб.: Питер, 2005. 1008 с.
4. Tanaka T. Target costing at Toyota / T. Tanaka // Journal of Cost Management. 1993. Vol. 7. № 1. Spring. P. 4-11.

Мерзликина Галина Степановна –

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление» Волгоградского государственного технического университета

Волков Сергей Викторович –

аспирант кафедры «Экономика и управление»
Волгоградского государственного технического университета,
заместитель генерального директора ЗАО «Михайловский завод силикатного кирпича»

Статья поступила в редакцию 20.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658

О.А. Мызрова

**ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО ПОТОКА
ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Статья посвящена рассмотрению модели оценки источников финансирования инновационно-инвестиционной деятельности, влияния стоимости источников на конечные результаты инновационно-инвестиционной деятельности предприятия машиностроения, приведены теоретические вопросы и результаты апробации на примере конкретного предприятия.

O.A. Myzrova

**FINANCIAL STREAM FORMATION
OF INNOVATION AND INVESTMENT ACTIVITIES
OF MACHINEBUILDING ENTERPRISES**

The article is about the examination of estimation's model of finance's origins of innovation and investment activities, influence of origin's coast to the final results of innovation and investment activities of machine building enterprises, here is described theoretical questions and results of approving on concrete enterprise example.

В целях формирования оптимального финансового потока для финансирования инновационно-инвестиционной деятельности (ИИД) предприятий машиностроения может быть использован метод поточно-финансовых структур (ПФС) [9]. При организации финансирования ИИД рассматривается модель формирования финансового потока ИИД во внутренней среде машиностроительного предприятия (рис. 1).

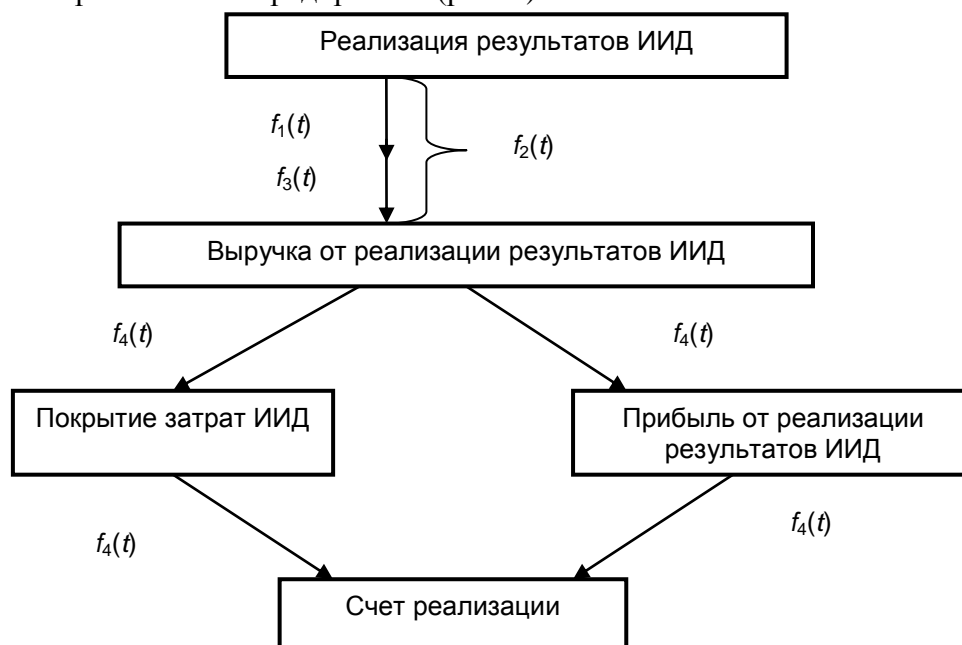


Рис. 1. Формирование финансового потока от реализации результатов ИИД:
 $f_1(t)$ – себестоимость результатов ИИД; $f_2(t)$ – выручка от продаж результатов ИИД;
 $f_3(t)$ – валовая прибыль от реализации результатов ИИД;
 $f_4(t)$ – остаток на дату закрытия счета реализации в конце учетного периода = 0

При различных величинах собственных средств S точка «а» (рис. 2), из которой проведена прямая наклонная линия ПЗХ кредиторской задолженности, сдвигается вправо или влево. Пересечение прямой с ПЗХ запасов и затрат в точке «е» определяет состояние средств при данных собственных средствах и величину нераспределенной прибыли по графику справа (рис. 3). При уменьшении собственных средств точка «е» сдвигается вниз и нераспределенная прибыль уменьшается до нуля в точке «b» на графике прибыли. Нулевой нераспределенной прибыли соответствуют предельно левое расположение линии ПЗХ кредиторской задолженности и точка «с» на горизонтальной оси. Длина отрезка ОС изображает величину собственных средств, при которых прибыль после уплаты налогов $f_{prin}=0$.

Рентабельность собственных средств, как составляющая финансирования ИИД изображается в виде точки «d» на графике зависимости рентабельности от собственных средств. При неограниченном увеличении собственных средств нераспределенная прибыль стремится к некоторому постоянному значению из-за асимптотического характера графика ПЗХ запасов и затрат. При этом рентабельность стремится к нулю, так как переменная величина в знаменателе выражения неограниченно растет, а значение в числителе стремится к константе. Следовательно, правый фрагмент графика рентабельности имеет вид, изображенный на рис. 3, что, в свою очередь, означает, что кривая рентабельности имеет максимум, так как справа от точки «d» рентабельность не нулевая.

Таким образом, для предприятия существует оптимальная по критерию рентабельности величина собственных средств, используемых для финансирования ИИД. При ее увеличении собственные средства «работают» менее эффективно из-за ограниченности производственных мощностей, при ее уменьшении отдача собственных средств снижается из-за недо-

статочности финансирования ИИД для полной нагрузки оборотного цикла. Графики на рисунке соответствуют выбору максимальной нагрузки оборотного цикла при данных собственных средствах. Очевидно, с целью уменьшения риска нагрузка должна выбираться несколько ниже точки «e», в результате чего в активах предприятия появятся денежные средства, а кривая рентабельности будет располагаться несколько ниже, что отражено пунктиром.

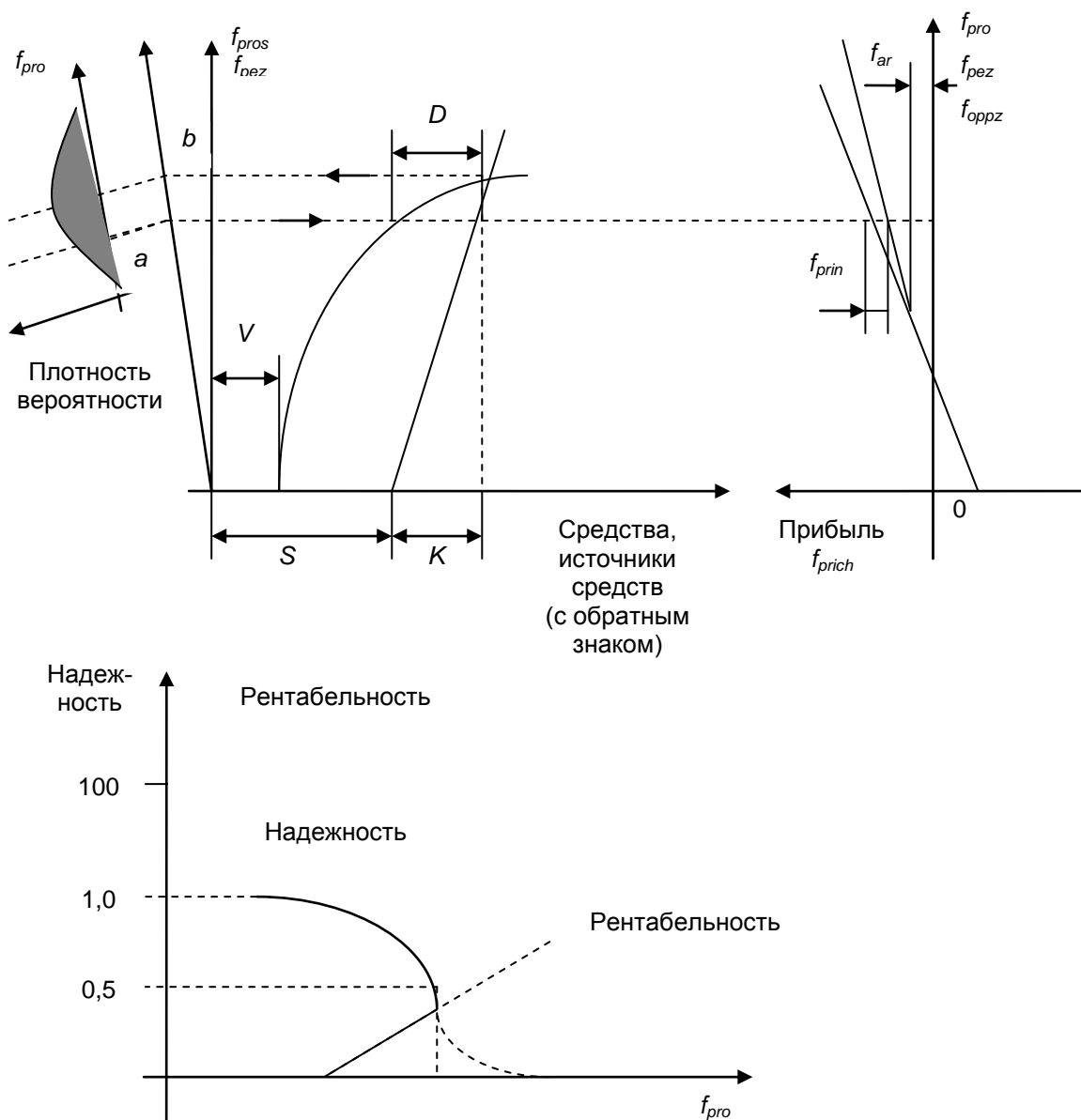


Рис. 2. Зависимость надежности и рентабельности финансирования от объемов реализации результатов ИИД

Таким образом, выбор данных собственных средств однозначно определяет прогнозируемый объем продаж результатов ИИД, прибыль, величины средств и источников средств, и, следовательно, значение коэффициента покрытия:

$$K_{II} = \frac{Z + D}{K},$$

где Z – запасы и затраты; D – денежные средства; K – заемные и привлеченные средства, используемые для финансирования ИИД.

В случае, когда рыночные ограничения представляют собой максимальную интенсивность потока продаж результатов ИИД, можно дать следующие рекомендации выбора величины собственных средств, используемых для финансирования ИИД: если рыночные ограничения меньше уровня точки « b », что показано в виде ограничения 1, то прибыльная реализация результатов ИИД невозможна; в случае ограничения 2, то есть выше уровня нулевой прибыли, но ниже уровня максимальной рентабельности, величина собственных средств, используемых для финансирования ИИД, должна выбираться не более необходимой для данной нагрузки, соответственно построению из точки « e »; при рыночных ограничениях 3, то есть выше выбирать не более необходимых для этого максимума, то есть соответственно точке « d ». Проведенное исследование показало, что ИИД одного из предприятий машиностроения в 2008 г., назовем его ОАО «Машиностроение», будет находиться в зоне ограничения 1, где прибыльное функционирование невозможно. В 2009 г. ИИД предприятия будет находиться в зоне 2, т.е. выше уровня нулевой прибыли, но ниже уровня максимальной рентабельности, где величина собственных средств должна выбираться не более необходимой для данной нагрузки, соответственно построению из точки « e ». А в дальнейшем предприятию следует разработать мероприятия для перехода в зону 3, что позволит ему находиться на уровне, соответствующем максимуму рентабельности (33,54% в 2010 г.). Результаты расчетов представлены в табл. 1.

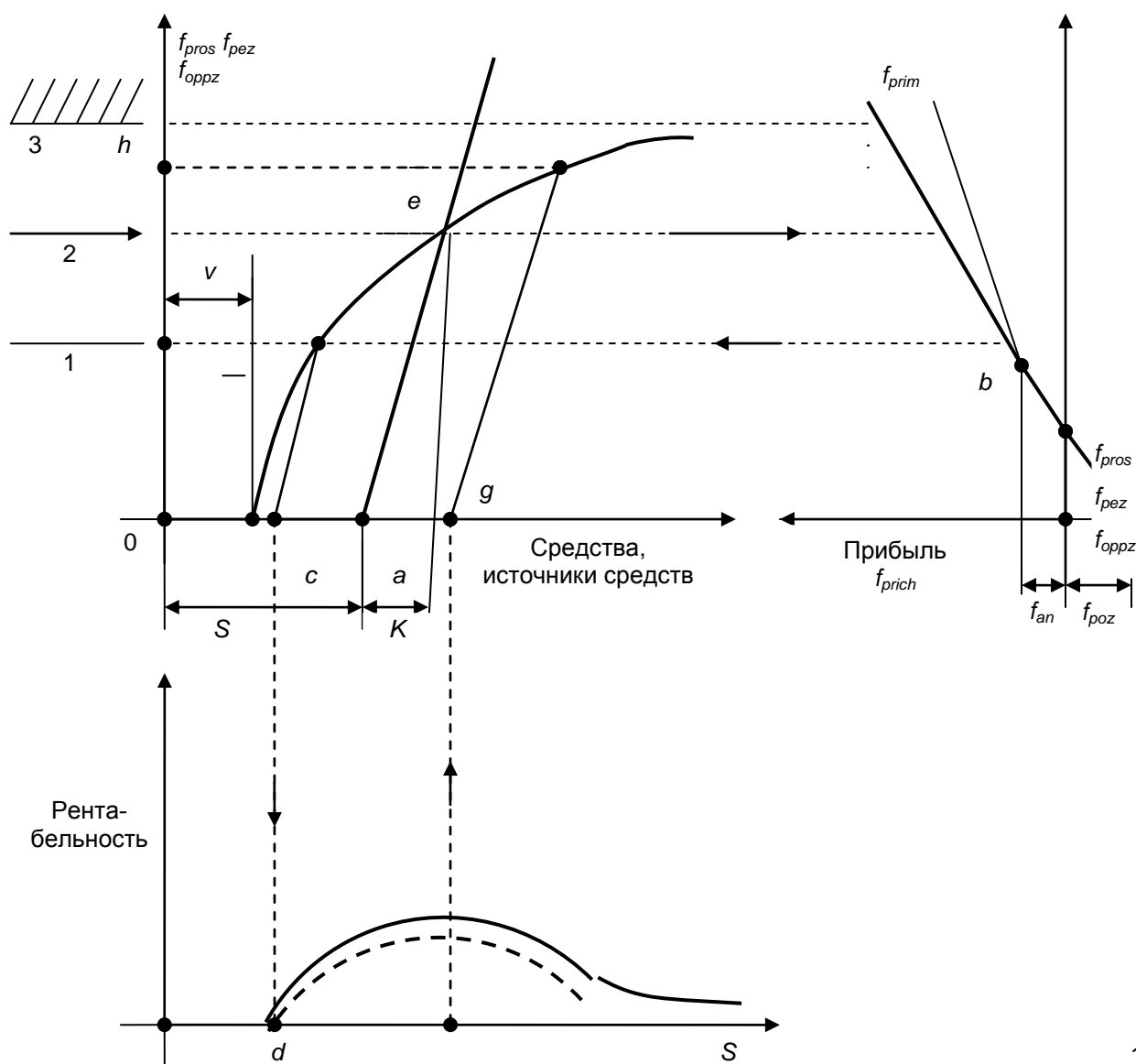


Рис. 3. Схема оптимальной величины финансирования ИИД машиностроительного предприятия

Обозначения: $f_{pro}(t)$ – продажи результатов ИИД по отпускным ценам; $f_{vir}(t)$ – выручка от реализации результатов ИИД; $f_{pros}(t)$ – продажи по себестоимости; $f_{pez}(t)$ – переменные затраты; $f_{oppz}(t)$ – оплата переменных затрат; $f_{val}(t)$ – валовая прибыль; $f_{poz}(t)$ – постоянные затраты; $f_{prich}(t)$ – чистая прибыль; $f_{pria}(t)$ – налогооблагаемая прибыль; $f_{nalo}(t)$ – налог на прибыль; $f_{prip}(t)$ – прибыль после уплаты налога; $f_{div}(t)$ – дивиденды; $f_{prim}(t)$ – нераспределенная прибыль; $f_{am}(t)$ – амортизация; b – дебиторская задолженность; S – собственные средства.

Таблица 1

Результаты финансирования ИИД ОАО «Машиностроение»

Наименование показателя	Ед. изм.	2008 г.	2009 г.
Интенсивность потока в оборотном цикле	Т.р./год	50566,1	9060,14
Чистый приток денежных средств	Т.р./год	3315	4680
Валовая прибыль	Т.р./год	7505,3	9060
Чистая прибыль	Т.р./год	2958	4176
Рентабельность собственного капитала	%	-15,72	14,72
Коэффициент покрытия	Ед.	-14,81	5,24

Таким образом, метод ПФС, на наш взгляд, позволяет определить модель формирования финансового потока ИИД машиностроительного предприятия, анализировать установившиеся режимы движения потоков в оборотном цикле, стабильность функционирования предприятия в течение всего периода осуществления ИИД. Оптимизационную модель финансирования инновационно-инвестиционной деятельности можно описать, учитывая условие, что любое предприятие стремится минимизировать затраты и максимизировать прибыль:

$$\sum_{i=1}^n (N_i \times S_i) - \sum_{j=1}^m Z_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

где N_i – производство i -х изделий, шт.; S_i – оптовая цена i -го изделия, руб.; m – количество элементов затрат, шт.; Z_j – затраты по j -му элементу, руб.

При заданном объеме продаж прибыль можно максимизировать путем снижения затрат, то есть $\sum_{j=1}^m Z_j \rightarrow \min$.

В свою очередь, затраты включают в себя следующие элементы:

$$Z = C_{\sigma} + P_{\kappa} + H + \Pi, \quad (2)$$

где C_{σ} – себестоимость продукции, руб.; P_{κ} – выплаты процентов по кредитам, руб.; H – налоги, выплачиваемые из прибыли, руб.; Π – прочие выплаты, включая штрафы, пени, погашение безнадежных долгов, руб.

Минимальный объем продаж определяется порогом рентабельности, то есть тем объемом продаж, который покрывает как постоянные издержки, так и переменные. Производство на предприятиях машиностроения многономенклатурное, порог рентабельности в этом случае определяется следующим образом:

$$E_i = \frac{F \times Y_i}{S_i - V_i}, \quad (3)$$

где F – постоянные годовые издержки предприятия, руб.; V – переменные издержки, приходящиеся на единицу i -й продукции, руб.; S – цена единицы i -го изделия, руб.; Y_i – удельный вес i -го изделия в объеме продаж, доли единицы.

Разность между фактическим объемом продаж и порогом рентабельности определяет запас финансовой прочности:

$$Z_{fy} = (Q - Q_E). \quad (4)$$

Оптимизация финансирования ИИД сводится к максимизации прибыли результатов ИИД, определяемой с учетом порога рентабельности:

$$\Pi = (Q - Q_{E_x}) \times (S - V) \rightarrow \max. \quad (5)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Динамика порога рентабельности ИИД ОАО «Машиностроение», руб.

Наименование продукции Период	Деталь «К»		Деталь «П»	
	порог рентабельности	запас финансовой прочности	порог рентабельности	запас финансовой прочности
1-й кв. 2008 г.	31300,15	1202298,2	27733,8	2439462,9
2-й кв. 2008 г.	21971,29	1238492,7	19338,08	2501589,8
3-й кв. 2008 г.	21009,60	1266904,9	18586,23	2557545,8
4-й кв. 2008 г.	20671,58	1295291,1	18304,73	2613621,2
1-й кв. 2009 г.	28613,81	1926990,5	24696,59	3886511,7
2-й кв. 2009 г.	28256,98	1965799,1	24420,34	3963691,8
3-й кв. 2009 г.	27977,51	2005286,6	24322,92	4042205,2
4-й кв. 2009 г.	27980,81	2045262,2	24328,29	4122157,9
1-й кв. 2010 г.	27486,21	191683,38	24072,47	4350393,9
2-й кв. 2010 г.	27315,46	191538,63	23957,06	4350301,9
3-й кв. 2010 г.	27169,79	191392,96	23864,86	4350209,7
4-й кв. 2010 г.	27025,04	191222,21	23772,86	4350094,3

Фактический объем продаж результатов ИИД выше минимального, следовательно, постоянные и переменные издержки покрываются с первого квартала реализации инновационной продукции.

Динамика порога рентабельности и запаса финансовой прочности ИИД ОАО «Машиностроение» представлена на рис. 4.

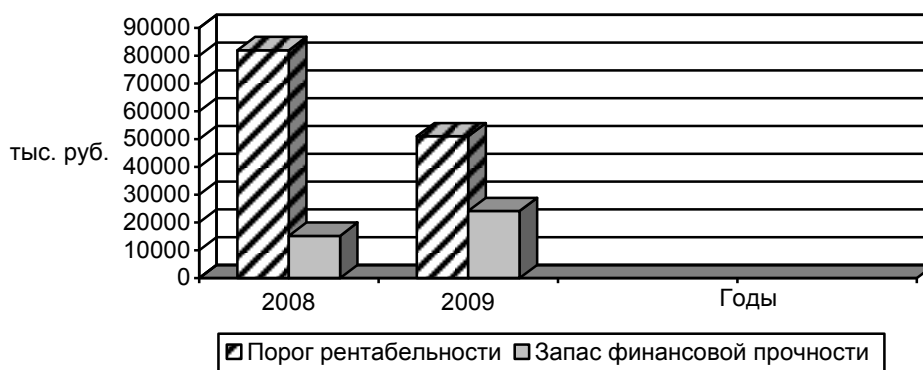


Рис. 4. Динамика порога рентабельности и запаса финансовой прочности ИИД ОАО «Машиностроение»

Одной из характеристик источников финансирования ИИД машиностроительного предприятия является текущая стоимость, которая отражает их текущую рыночную стоимость. Процесс расчёта текущей стоимости источников финансирования ИИД называется также дисконтированием и определяется по формуле:

$$PV = \sum_i^N \frac{C_i}{(1+Y)^{t_i}}. \quad (6)$$

Другой характеристикой источников финансирования ИИД может выступать дюрация (D), которая определяет чувствительность финансирования к изменению процентной ставки [1]. Расчет дюрации осуществляется по формуле:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{C_i t_j}{(1+Y)^{t_i}}}{PV}. \quad (7)$$

Как следует из данной формулы, дюрация представляет собой оценку средней срочности составляющих источников финансирования инновационно-инвестиционной деятельности с учетом дисконтирования их стоимости. Кроме того, дюрация зависит не только от структуры источников финансирования, но и от текущей процентной ставки. Чем выше ставка, тем меньше стоимость дальних выплат по сравнению с короткими и тем меньше дюрация, и наоборот, чем меньше ставка, тем больше дюрация.

Для оценки чувствительности стоимости финансирования ИИД к процентной ставке используется так называемая модифицированная дюрация (MD), рассчитываемая по формуле:

$$MD = \frac{D}{(1+Y)}. \quad (8)$$

При исследовании чувствительности источников финансирования к процентной ставке только с помощью дюрации зависимость между процентной ставкой и стоимостью финансирования считается линейной. Это допустимо только в качестве приблизительной оценки.

Степень отклонения формулы стоимости финансирования от линейной характеризует выпуклость финансового потока (C), которая определяется по формуле:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{C_i t_i (t_i + 1)}{(1+Y)^{t_i + 2}}}{PV}. \quad (9)$$

Одной из важных задач при оценке процентного риска, а также при решении более сложных задач, подразумевающих отражение зависимости стоимости финансирования ИИД от процентной ставки, является оценка чувствительности стоимости финансирования к изменению процентной ставки.

Как правило, в качестве характеристики чувствительности к процентной ставке является изменение стоимости финансирования, при изменении процентной ставки на 1 базисный пункт ($PVBP$) – 1%.

Точный результат может быть получен при использовании модифицированной дюрации и выпуклости потока платежей.

$$\Delta PV = -MD \times PV \times \Delta Y + 0,5 \times C \times PV \times \Delta Y^2. \quad (10)$$

При расчете PV ставка выражена в виде вещественного числа (т.е. 100% равно 1) и для получения изменения стоимости потока платежей при изменении ставки на один процент следует в формулы подставить значение изменения ставки 0,01.

Проведенные расчеты показали: в связи с тем, что инвестиции осуществляются в первый год ИИД ОАО «Машиностроение», то стоимость ее финансирования практически не зависит от изменения процентной ставки (табл. 3).

Кроме того, в процессе анализа финансирования ИИД были рассчитаны финансовые показатели, характеризующие использование финансовых средств (табл. 4).

Таким образом, для характеристики источников финансирования ИИД машиностроительного предприятия можно использовать показатель дюрации, которая определяет чувствительность финансирования к изменению процентной ставки. Дюрация представляет собой оценку средней срочности составляющих источников финансирования ИИД с учетом дисконтирования их стоимости, зависит не только от структуры источников финансирования, но и от текущей процентной ставки.

Таблица 3

Текущая рыночная стоимость финансирования ИИД ОАО «Машиностроение»

Наименование показателя	Значение
Текущая стоимость финансового потока, PV	27950,32
Дюрация финансового потока, D	1
Модифицированная дюрация финансового потока, MD	0,885
Зависимость изменения текущей стоимости финансового потока от изменения процентной ставки, ΔPV	-460,88
Выпуклость финансового потока, C	1,386

Таблица 4

Финансовые показатели, характеризующие результаты финансирования ИИД ОАО «Машиностроение»

Наименование показателя	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Коэффициент текущей ликвидности	0,9426	1,818	1,824
Коэффициент срочной ликвидности	0,383	0,874	0,992
Чистый оборотный капитал, тыс. руб.	29491,405	58484,771	81491,8
Коэффициент оборачиваемости запасов	0,10	0,16	0,18
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	1,02	-	-
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	344,31	-	-
Коэффициент оборачиваемости рабочего капитала	6,54	5,15	3,07
Коэффициент оборачиваемости основных средств	8,47	15,89	13,83
Коэффициент оборачиваемости активов	2,70	3,87	2,50
Суммарные обязательства к активам, %	26,78	0,58	0,46
Суммарные обязательства к собственному капиталу, %	36,58	0,58	0,46
Коэффициент покрытия процентов	5,24	-	-
Рентабельность валовой прибыли, %	97,84	97,84	97,27
Рентабельность операционной прибыли, %	-20,64	5,93	17,58
Рентабельность чистой прибыли, %	-10,64	3,78	13,36
Рентабельность оборотных активов, %	-37,51	19,35	40,74
Рентабельность внеоборотных активов, %	-45,40	30,13	34,79

Рентабельность инвестиций, %	-16,89	14,64	33,38
Рентабельность собственного капитала, %	-15,72	14,72	33,54

Проведенные расчеты показали: в связи с тем, что инвестиции осуществляются в первый год ИИД ОАО «Машиностроение», стоимость ее финансирования практически не зависит от изменения процентной ставки. Расчеты финансовых показателей, характеризующих результаты финансирования ИИД ОАО «Машиностроение», позволили определить, что предприятие покрывает затраты и к четвертому кварталу 2009 г. должно иметь рентабельность собственного капитала 14,72%, а в 2010 г. этот показатель достигнет 33,54%. Это говорит о достаточно высокой эффективности финансирования данного вида ИИД ОАО «Машиностроение».

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.finrisk.ru>.
2. Биддл Дж. Презентация для Российско-американского предпринимательского форума / Дж. Биддл. www.novakbiddle.com.
3. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом реальных характеристик экономической среды / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц // Аудит и финансовый анализ. 2000. № 3. С. 97-137.
4. Влащевский А. Анализ Российской инновационной системы / А. Влащевский // Деловая губерния. 2006. № 5. С. 5-8.
5. Гулькин П. Российская модель синергии: реструктуризация, модернизация и венчурное финансирование / П. Гулькин. <http://www.nw-innovations.ru>.
6. Дамадаран А. Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов / А. Дамадаран. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 1340 с.
7. Ендовицкий Д.А. Организация анализа и контроля инновационной деятельности хозяйствующего субъекта / Д.А. Ендовицкий, С.Н. Коменденко. М.: Финансы и статистика, 2004. 272 с.
8. Константины П. Анализ эффективности инвестиций методом CROCI / П. Константины. М.: Вершина, 2007. 284 с.
9. Павлов В. Производственно-финансовая деятельность предприятия / В. Павлов, С. Хозяинов // РИСК. 2000. № 1-2. С. 104-111.

Мызрова Ольга Александровна –
кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Экономика и управление в машиностроении»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 20.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658.7

Р.Н. Нурулин

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛОГИСТИКИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Проводится анализ современных структурных изменений логистического менеджмента розничной торговли. Описаны применяемые в настоящее время методы усиления контроля розничных торговцев над дистрибуцией и участниками цепочки поставок.

R.N. Nourulin

RETAIL BUSINESS LOGISTICS TRANSFORMATIONS

The author analyses the modern structural change of logistic management in retail business. He describes applicable at present methods of the reinforcement of the checking the retailers of distribution and participants of the chain of the deliveries.

В Российской Федерации в последние годы наблюдается рост оборота розничной торговли.

Ведущие международные розничные корпорации одна за другой выходят на наш рынок и активно занимаются хедхантингом с целью привлечения в свои ряды ведущих специалистов, имеющих опыт работы на российском рынке.

Сегодня область торговли – одна из самых динамично развивающихся в современной России. Появление новых форматов, изменение роли оптовиков, приход иностранного капитала, совершенствование коммуникаций – все это в совокупности приводит к ужесточению конкуренции и ставит вопрос о применении самых современных концепций управления, одной из которых, безусловно, является логистика.

В образовательной деятельности, а также при реализации консультационных проектов логистика становится все более и более интересной темой во многих компаниях. К сожалению, мы часто сталкиваемся с тем, что мало кто из специалистов и руководителей понимает, какую конкретную пользу может принести внедрение логистического инструментария и каким образом измерить этот эффект.

По мере насыщения различных рынков и нарастания конкуренции большинству тех компаний, которые захотят стать наиболее конкурентоспособными, придется обратить свой взгляд на методики снижения затрат. Основная же масса таких методик относится к элементам логистического менеджмента.

Розничная торговля, значительная часть издержек которой приходится на логистические затраты, является идеальной платформой для внедрения методологии логистики. Более того, по мере развития рынка розничной торговли те операторы, которые будут уделять недостаточное внимание блокам логистики своих компаний, будут вытеснены с рынка.

Актуальность логистики в существующем состоянии розничного рынка обусловлена следующими факторами:

- 1) конкуренция среди торговых операторов нарастает, в ряде городов уже можно говорить о физическом насыщении рынка крупными магазинами и торговыми центрами;
- 2) появляются новые форматы розничной торговли – вплоть до попыток создавать надформатные (по отношению к нашему существующему состоянию рынка) структуры, эффективно совмещающие преимущества нескольких форматов розничной торговли.

Это приводит к тому, что все розничные операторы независимо от сегмента рынка проявляют все большее внимание к логистике в широком ее понимании, управлению запасами, складированию, транспортировке, вопросам аутсорсинга и т.д.

Одной из основных тенденций современных взаимоотношений в розничной цепочке поставок, связывающей производителей, оптовых и розничных торговцев, является рост кон-

троля розничных торговцев над всей цепочкой поставок. На рис. 1 приведены как традиционное разделение областей контроля в цепочке поставок, так и последние изменения в этой области, инициированные розничными сетями.

Розничные торговцы усиливают контроль, пропуская большую часть своих поставок через распределительные центры. Более того, внедрение таких современных инструментов сетевой розничной торговли, как частные торговые марки, позволяет ритейлерам простираť свою власть вплоть до компаний-поставщиков сырья.

Процесс нарастания контроля розничных торговцев над цепями поставок также вызван тем, что объем бизнеса ритейлеров и использование самых современных информационных технологий хранения и обработки информации позволяют им знать потребителя и влиять на него гораздо лучше маркетологов компаний-производителей. В итоге это приводит к тому, что розничные торговцы одерживают победу над производителями в борьбе за долю общей маржи на товаре, создаваемой в полной цепи поставок [1].

Появление новейших информационных технологий ускорило процесс внедрения в розничную торговлю систем «быстрого реагирования».

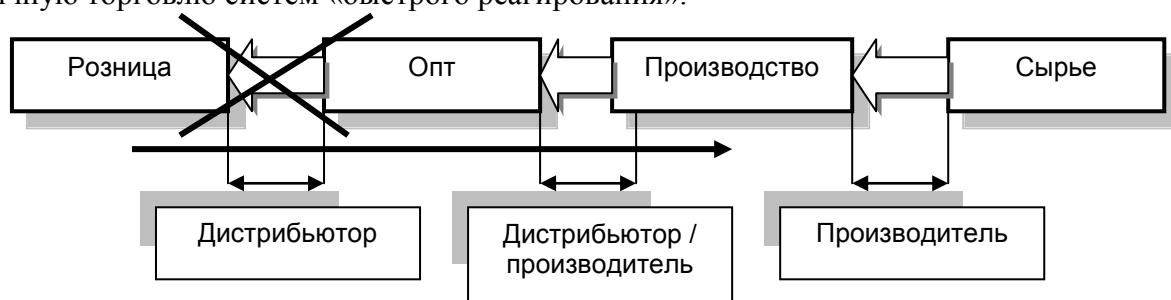


Рис. 1. Рост зоны контроля различных торговцев в цепи поставок

Суть этой системы состоит в следующем. После того как какое-либо количество единиц товара продано магазинам, а информация об этом пропущена через сканирующее устройство и поступила в информационную сеть розничной точки или сети, данные направляются в системы пополнения запасов и переоформления заказов. После этого следует быстрая реакция на возникший спрос на данный товар. Передача такой информации основным поставщикам приводит к последующей интеграции производства и сетей поставки. Преимущества стратегии «быстрого реагирования» для розничного торговца и поставщика представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Преимущества стратегии «быстрого реагирования» для розничного торговца и поставщика

Преимущества для розничного торговца	Преимущества для поставщика
1. Снижение затрат 2. Снижение запасов 3. Ускорение товарных потоков 4. Удовлетворение покупателей 5. Увеличение объемов продаж 6. Усиление конкурентных преимуществ	1. Снижение затрат 2. Более предсказуемые производственные циклы 3. Увеличение частоты заказов 4. Более тесные связи с розничными торговцами 5. Возможность отслеживать объемы продаж в розничной торговле, следовательно, лучшее прогнозирование 6. Усиление конкурентных преимуществ

Этапы внедрения политики «быстрого реагирования».

1. Внедрение базовых технологий «быстрого реагирования»:

- использование сканеров для сбора данных по всем единицам складского учета;
- использование штрихкодов;

- применение устройств электронного обмена данными.
2. Реорганизация внутренних процессов:
- применение электронных коммуникаций для пополнения запасов;
 - наличие малых объемов запасов в системе;
 - обработка заказов на малые партии товара;
 - программа автоматического пополнения запасов;
 - поставки «точно в срок»;
 - маркировка контейнеров при погрузке;
 - уведомление о предстоящей доставке отгруженной готовой продукции.
3. Управление цепочкой поставок на основе сотрудничества участников:
- совместное использование данных объемов продаж в режиме реального времени.

В настоящее время использование этой системы стало стандартом у ведущих западных розничных торговцев. Ряд российских игроков в настоящее время пытается внедрить эту систему в свои бизнес-процессы. Основным препятствием внедрения систем быстрого реагирования является сложность интеграции информационных систем ведущих производителей и розничных торговцев и неготовность менеджмента компаний пускать контрагентов в процесс совместной унификации [2].

В результате все более усиливающейся конкуренции розничные торговцы значительно расширяют границы своего контроля над всей цепочкой поставок, понимаемой в широком смысле (от производителя до конечного клиента, а в случае применения частных торговых марок имеет смысл говорить даже о возможной интеграции поставщиков сырья в эту цепочку). Основные движущие силы этого процесса показаны на рис. 2.

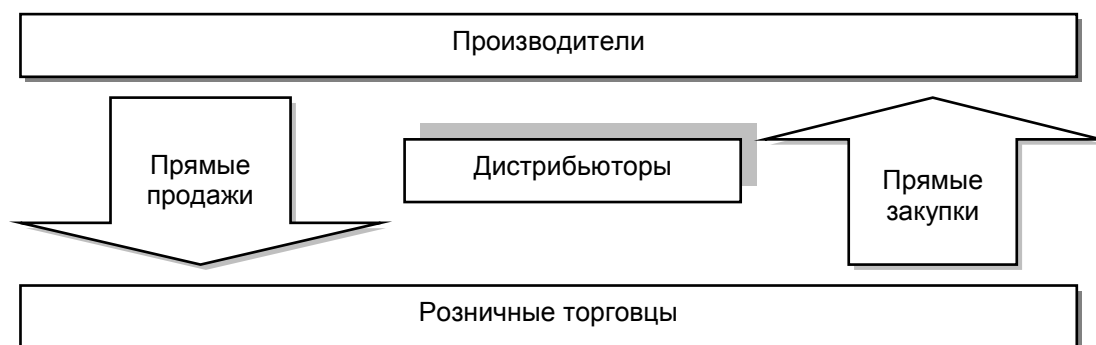


Рис. 2. Основные движущие силы процесса изменения в структуре цепочек торговых поставок

Пытаясь повысить эффективность своей деятельности, многие розничные торговцы стремятся расширить свой контроль над цепочкой поставок и осуществлять все логистические операции в рамках единой системы каналов. Более того, стремясь победить в конкурентной борьбе, ведущие розничные торговцы формируют пулы стратегических поставщиков, что позволяет упростить процедуру и сократить сроки движения товаров по цепочке поставок [3].

Для того чтобы поставщикам не быть вытесненными из своих цепочек поставок, в которых в настоящее время доминируют розничные торговцы, осуществляющие реализацию продукции конечным пользователям, а розничным торговцам быть успешными в конкурентной борьбе, им необходимо принять происходящие изменения. В основном эти изменения касаются отношений в цепочке поставок. Основные изменения отношений в цепочке поставок от поставщиков к розничным торговцам приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные изменения отношений в цепочке поставок от поставщиков к розничным торговцам

Существующие отношения	Современные отношения
------------------------	-----------------------

Отношения, построенные на соперничестве	Отношения, построенные на сотрудничестве
Фокус на цене	Всеобщий контроль затрат, фокус на уровне обслуживания
Большое количество поставщиков	Ограниченный пул поставщиков
Четкое функциональное разделение	Взаимопересекающиеся функции
Частые смены поставщиков и краткосрочные закупки	Долгосрочные закупки
Высокий уровень страховых запасов	Сокращенный цикл заказа и повышенная прозрачность спроса
Излишняя поспешность, вызванная наличием проблем в цепочке поставок	Высококачественное и точное прогнозирование
Наличие исторически сложившихся проблем	Информация, доступная в режиме реального времени
Краткосрочные договоры поставок	Высокая надежность цепочки поставок
Недозагрузка мощностей	Синхронизация операций

Необходимо отметить, что немногие поставщики, которые выполняют функции посредников в цепочках поставок, в той или иной мере контролирующихся розничными торговцами, имеют достаточный потенциал для того, чтобы принять происходящие изменения и остаться в цепочке поставок в существующем статусе. Возможные альтернативные стратегии отражены на рис. 3.

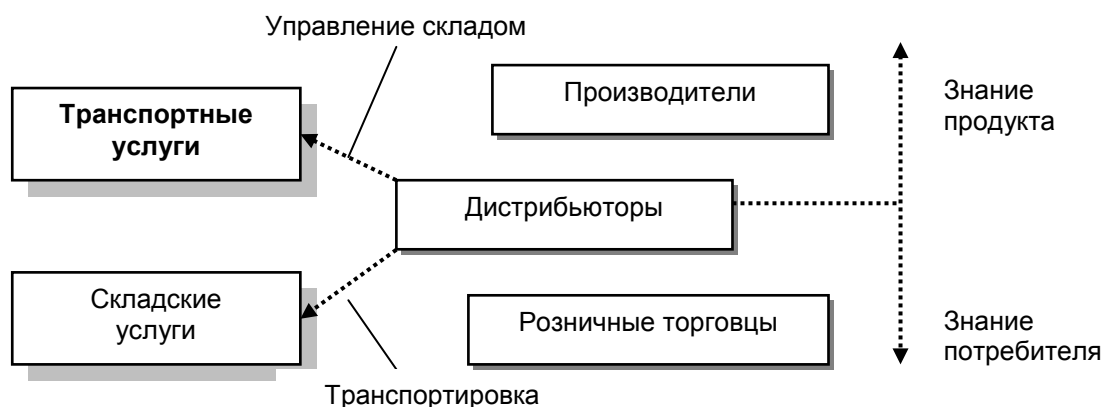


Рис. 3. Варианты отношений в цепочке поставок от поставщиков к розничным торговцам

Таким образом, повысив экономическую эффективность своих логистических операций, большинство розничных торговцев приходят к необходимости более тесного сотрудничества со своими поставщиками. Внедрение систем управления цепочками поставок и эффективной реакции на потребителя позволяют максимизировать эффективность цепочки поставок товаров как единого целого. Обе этих концепции помогают розничным торговцам и их поставщикам более эффективно координировать совместную логистическую деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев К.Ю. Логистика в розничной торговле: как построить эффективную сеть / К.Ю. Ковалев, С.А. Уваров, П.Е. Щеглов. СПб.: Питер, 2007. 272 с.
2. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / В.И. Сергеев. М.: ИНФРА-М., 2005. 950 с.
3. Аникин Б.А. Коммерческая логистика / Б.А. Аникин, А.П. Тяпухин. М.: ТК Велби, Проспект, 2006. 432 с.

Нурулин Ренат Нарыманович –
аспирант кафедры «Экономика и управление на автомобильном транспорте»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 12.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 33.332

Р.А. Осипов

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМЫМ ИМУЩЕСТВОМ

Развитие рынка недвижимости тесно связано с территориальной организацией объектов недвижимости. Государственное регулирование в сфере территориальной организации экономики и населения (сельской и городской планировки) может оказывать прямое воздействие (как положительное, так и отрицательное) на состояние рынка недвижимости. Чтобы такое воздействие способствовало развитию и рынка недвижимости, и экономики региона вообще, государственная политика в области территориальной организации должна опираться на грамотную теорию размещения.

R.A. Osipov

REGIONAL ESTATE ADMINISTRATION ORGANIZATION

Real estate market development is associated with the geographical estate administration. Government control concerning the geographical economy and population administration (rural and urban planning) can affect (both positively and detrimentally) real estate market conditions. Geographical administration public policy should rely on competent placement theory to make this affect promote both real estate market and region economy.

Развитие производства приводит к увеличению доли стоимости и значимости пассивных основных фондов в структуре его ресурсов. С учетом того, что объекты недвижимости являются базовым условием для развития экономики и общества, на них распространяется особый правовой режим.

Однако в управлении экономикой (и на уровне организаций, и на уровне регионов, и на уровне государства) основное внимание уделяется управлению основным бизнесом. Представление о том, что недвижимость также является капиталом, который в состоянии давать определенную доходность и который нуждается в управлении, только приходит в отечественную практику управления производством [1, с.8]. Многие базовые параметры в развитии рынка недвижимости задает система государственного федерального (а затем его решения продвигаются и развиваются системами государственного регионального и муниципального) управления. Государственное участие в развитии рынка недвижимости и в обеспечении народного хозяйства пассивными основными фондами довольно обширное: регулирование института собственности, налогообложение в сфере недвижимости, система государственной регистрации прав на объекты недвижимого имущества и сделок с ним, система государственного технического учета и техниче-

ской инвентаризации недвижимого имущества, система государственной технической экспертизы, кадастры, политика в области землепользования, лесного хозяйства, градостроительства и районной планировки, жилищно-коммунальная политика, политика в области строительства и другое. В общем, рынок недвижимости – это один из немногих рынков, который просто не будет функционировать, а тем более развиваться, если на нем не будет достаточного присутствия государства. Вопросы недвижимости во многом пересекаются с вопросами регионального управления. А региональное управление и региональная экономика – это те направления науки, в которых сильна пространственная составляющая. Это значит, что эффективность политики в области недвижимости определяется наряду с многочисленными факторами еще и эффективной организацией экономического пространства. При этом в качестве критерия эффективности целесообразно использовать стоимость объекта недвижимости. Чем она выше, тем эффективнее считается используемая схема управления.

В. Кристаллер, исследуя систему расселения юга Германии, обнаружил удивительную правильность в размещении населенных пунктов [2, с.185]. Оказывается, если соединить эти населенные пункты условными линиями, то получатся правильные шестиугольные фигуры. Правильные геометрические структуры в территориальной организации населенных пунктов образуются в условиях **изотропной территории**, то есть такой территории, которая однородна по всем своим показателям: рельефу, растительности, водным объектам, экономическим ресурсам, плотности населения, платежеспособному спросу населения и любым другим. В природе изотропной территории не существует, но территория Южной Германии оказалась достаточно близкой к изотропной. Условие изотропности территории делает модель Кристаллера идеальной, но ее можно использовать как ориентир в исследовании реальной региональной экономики.

Размещение населенных пунктов на изотропной территории подчиняется определенным законам. Центральный населенный пункт (например, город) размещается в центре, а подчиняющиеся ему населенные пункты (например, села) в углах шестиугольника. В результате образуется шестиугольный экономический район, включающий в себя семь населенных пунктов: один в центре, шесть в углах (рис. 1 слева). Такой шестиугольник вместе с шестью другими шестиугольниками образует зону. Населенный пункт центрального шестиугольника становится центром всей зоны (рис. 1 справа).

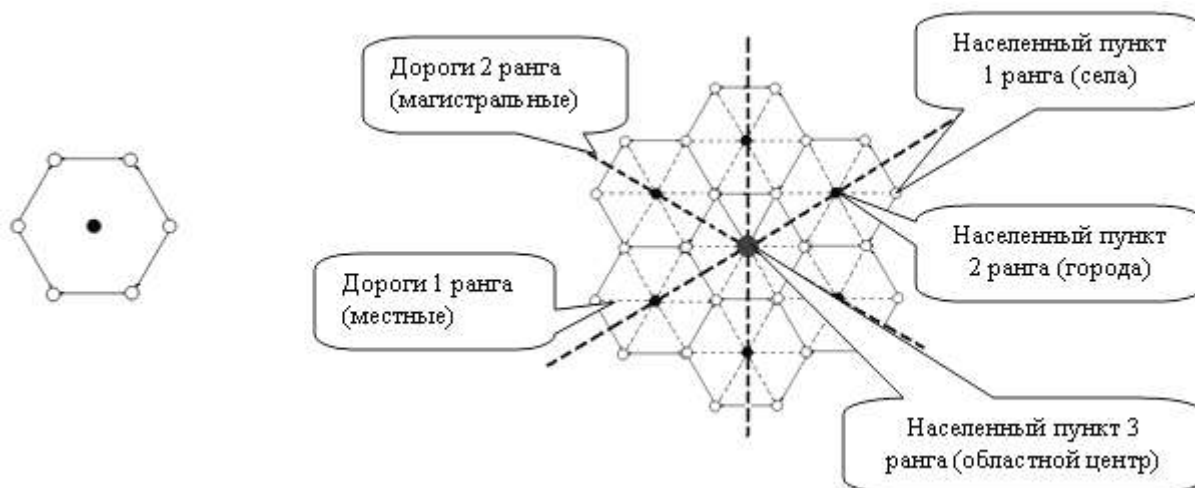


Рис. 1. Шестиугольник Кристаллера (слева) и зона из семи шестиугольников (справа)

Реальная территория далека от однородности. Разнообразие природных ресурсов и условий приводит к территориальному разделению труда, способствует тому, что каждый

район в зависимости от обеспеченности ресурсами выбирает свой набор отраслей специализации. Район, который относительно однороден по ресурсам и созданному на их основе производству, можно определить как **функциональный район**. Выделение двух функциональных районов становится условием для образования на их границе (в аттракторной точке) центра (города), который собирает с территорий районов произведенные продукты и занимается их переработкой. Центральные поселения часто вырастают на границах природных районов, что позволяет лучше пользоваться разнообразными ресурсами, посредничать в обмене между функциональными районами. Вокруг такого центра образуется зона его влияния, в которую попадают окрестные функциональные районы. Эту зону называют **узловым районом**, то есть районом, в котором центр связан с остальной территорией района транспортными потоками и является транспортным узлом.

Отечественный ученый Б.Б. Родоман сформулировал **закон полярного наложения узловых районов на функциональные** [3, с.108-128]. Согласно этому закону центр узлового района возникает на границе (на стыке) функциональных районов. Вокруг него формируется узловой район, вбирающий в себя несколько частей функциональных районов. В результате один функциональный район делится между несколькими узловыми районами (рис. 2).

Воспользовавшись этим законом, можно усложнить модель Кристаллера. На рис. 3 имеется семь шестиугольных районов. Поскольку в углах этих районов размещаются населенные пункты 1-го ранга, можно назвать эти районы районами 1-го ранга. И они по существу являются функциональными. Допустим, что в одном из этих районов размещается отрасль зернового растениеводства, в другом – отрасль технического растениеводства, в третьем – животноводство мясного направления, в четвертом – животноводство молочного направления, в пятом обнаруживаются газовые энергетические ресурсы, шестой район благоприятен для развития рекреационной и природоохранной деятельности.

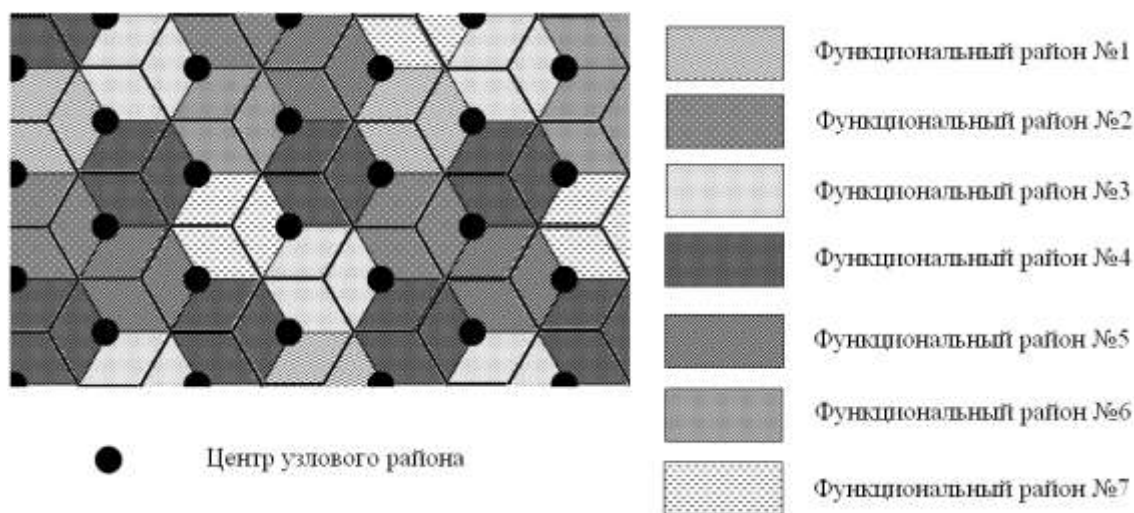


Рис. 2. Закон полярного наложения узловых районов на функциональные

В каждом районе на его ресурсной базе можно эффективно развивать соответствующие отрасли. Но если создавать производство, требующее в качестве сырья продукты, выпускаемые в разных районах, возникает вопрос о размещении этого производства. Так, хлебопекарный комбинат можно разместить в районе № 1, где есть производство зерна. Но тогда придется завозить молочную продукцию из района № 4 с развитым молочным животноводством. Это повысит транспортные издержки и себестоимость продукции. Возможен и другой вариант – размещение хлебопекарного комбината в районе № 4. Но в этом случае потребуются завозить пшеницу из района № 1. При этом ни в одном из этих районов нет энергетического обеспече-

ния. Если ориентироваться на обеспеченность энергетическими ресурсами, то производство нужно размещать в районе № 5. Только в этом районе, кроме энергетических ресурсов, больше ничего нет. В то же время в центре зоны размещается седьмой район, который вообще не обладает никакими ресурсами, кроме одного – центральное положение. Именно в этом районе можно поместить любое производство, поскольку он выходит на все шесть районов зоны, и сюда просто доставить все ресурсы всей зоны. Этот район из-за центрального положения можно определить как **фокальный район** (от слова фокус). Тогда можно уточнить закон Родмана: на границах функциональных районов размещен не центр узлового района, а фокальный функциональный район, вокруг центра которого формируется узловой район.

В результате соблюдения принципа полярности в отношениях между функциональными и узловыми районами функциональные районы теряют свою целостность. Функциональный район не входит вместе с другими функциональными районами в узловой район целиком, а делится на три части, и каждая часть оказывается в своем узловом районе (рис. 3). Один и тот же функциональный район оказывается частями сразу трех соседних узловых районов.

Большая часть экономического потенциала узлового района сосредоточена в центральном населенном пункте. Эффективная территориальная организация этого населенного пункта (городская планировка), рациональное размещение промышленных, социальных, инфраструктурных объектов делает город удобным как для производственной деятельности, так и для проживания. Чем комфортнее город для проживания и занятия бизнесом, тем выше становится его рыночная привлекательность, соответственно вырастает уровень цен на недвижимость, в том числе на землю. Город становится дорогим. А это значит, что с прибылью в нем смогут работать только высокодоходные отрасли, у которых хватит ресурсов на содержание дорогой недвижимости. Высокодоходные отрасли – это высокие доходы жителей города, рост их благосостояния, рост привлекательности города и дальнейшее увеличение стоимости города в целом и отдельных объектов недвижимости в нем. Образуется положительная обратная связь.

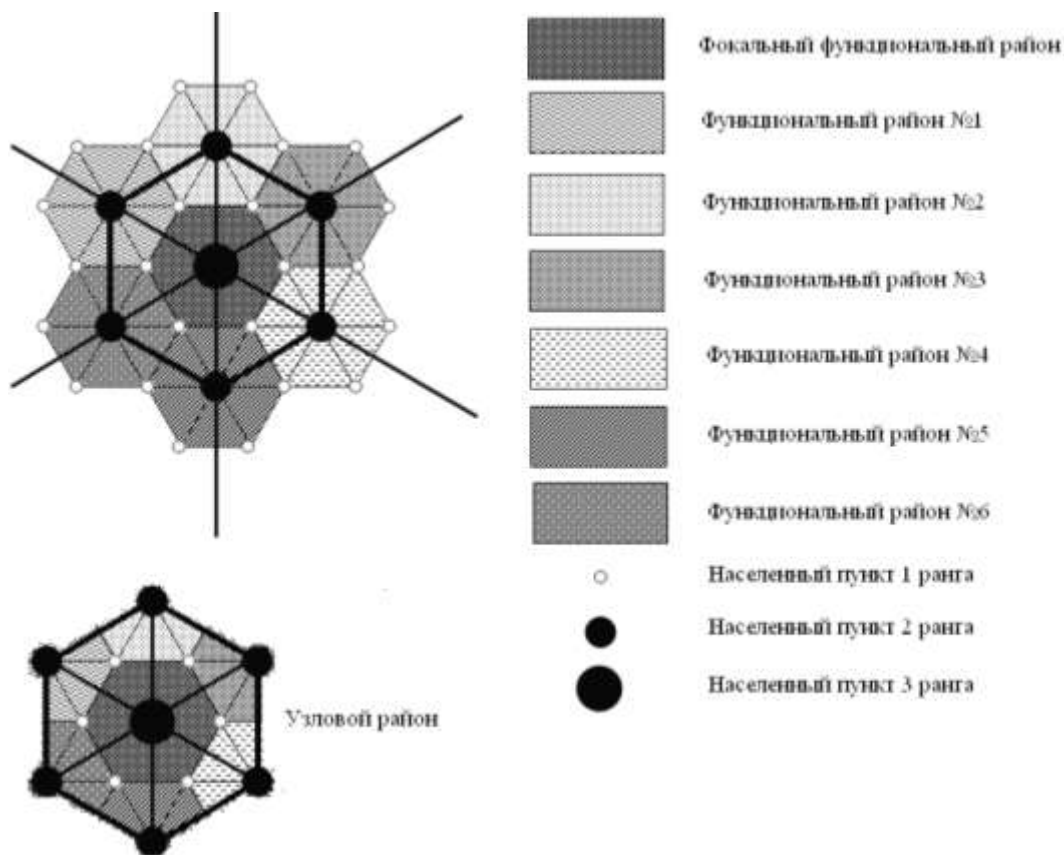


Рис. 3. Образование узлового района в модели Кристаллера

Какие факторы определяют стоимость объектов недвижимости? Во-первых, это **высокая транспортная доступность**. Хорошие транспортные условия важны как для объектов жилой, так и промышленной недвижимости. Участки, расположенные вдоль дорог, всегда привлекательны для застройки, поскольку дорожная сеть – это кровеносная система экономического организма. Дороги – это потоки стоимости, они притягивают к себе бизнес и население, образуя вокруг себя оси деловой активности. Удаленность от дорог, плохое транспортное обслуживание создают проблемы для развития производства и делают неудобным проживание в жилых объектах. А это значит, что стоимость объектов, удаленных от дорог, при прочих равных условиях будет ниже. Во-вторых: **конфигурация земельных участков**. Для крупных производств и больших жилых микрорайонов необходимы крупные массивы земель. Ограниченные с изрезанным контуром земельные участки теряют рыночную привлекательность и соответственно стоимость. В-третьих: рациональная **структура землепользования и функциональная структура города**. Здесь речь может идти об изоляции промышленных зон от жилых (селитебных), в том числе с помощью санитарных зон, о наличии рекреационной и экологической инфраструктуры города в виде парков, скверов, лесопарков, водоемов, и об интегрированности этой инфраструктуры в жилой сектор (озеленение жилых микрорайонов). Соответственно, чем благоприятнее все эти факторы, тем выше стоимость недвижимости города. Чем не благоприятнее, тем ниже.

Сложившиеся транспортные системы большинства крупных городов можно считать прототипами радиально-концентрических транспортных сетей (рис. 4). Основой таких транспортных сетей являются радиальные дороги, которые обеспечивают взаимодействие центра и периферии. Для того чтобы отдельные периферийные районы взаимодействовали друг с другом, создаются кольцевые, хордовые или ортогональные дороги, последние из которых стыкуются концами друг с другом, образуя многоугольник. Все эти дороги соединяют радиали между собой. Оптимальность такой транспортной сети очевидна: центр связан с периферией, на периферии тоже существуют связи. Однако время подвергло сомнениям эту очевидность. Для городов с радиально-концентрическими транспортными системами можно выделить следующие проблемы:

1. Радиальные дороги пролегают от периферии к центру города, где они пересекаются друг с другом. Такая планировка вызывает загруженность центра и, наоборот, низкий уровень транспортного обслуживания на периферии (в межрадиальных пространствах).

2. Поскольку недвижимость тяготеет к дорогам, то в условиях радиально-концентрических транспортных сетей может возникнуть сплошная застройка. В результате город сам уничтожит свою собственную экологическую и рекреационную инфраструктуры.

3. В таком компактном городе сложно будет создать эффективную систему городского пассажирского транспорта, поскольку невозможно будет провести линейные и беспересадочные маршруты.

4. В радиально-концентрических транспортных сетях много пересечений дорог друг с другом, а значит, будут столкновения различных транспортных потоков и соответственно заторы на перекрестках.

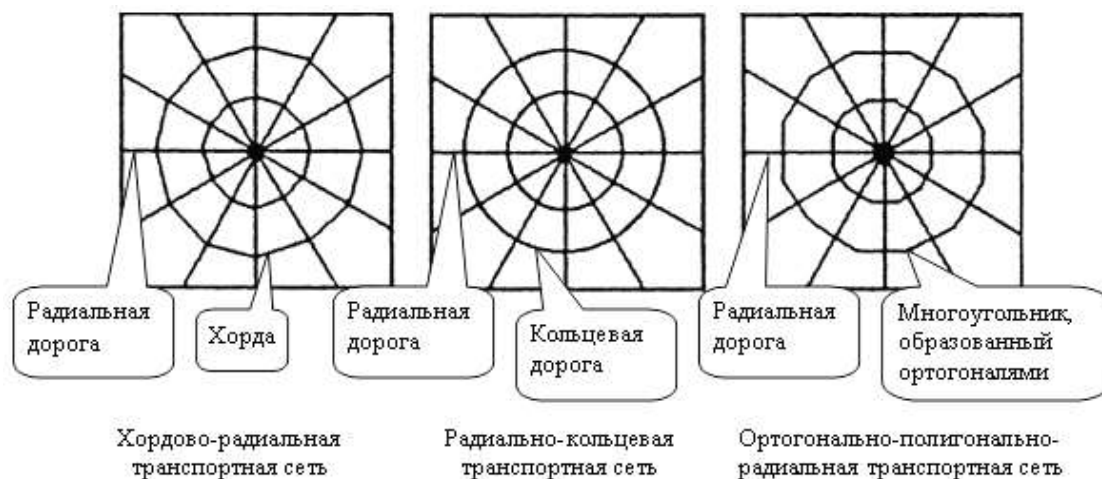


Рис. 4. Радиально-концентрические транспортные сети

Наличие такого количества проблем позволило исследователям говорить о **кризисе радиально-концентрических транспортных систем**. Для преодоления этого кризиса предпринимаются различные меры. В частности, для повышения уровня транспортного обслуживания на периферии производится загибание радиальных дорог. В транспортной системе образуется свастичная структура. Повышая уровень транспортного обслуживания, загибы радиалей способствуют росту рыночной привлекательности земельных участков межрадиальных периферийных пространств, росту их стоимости и освоению под более доходные объекты. Однако этот процесс характерен только для ближайшей перспективы. Ведь город – это растущая система. А по мере роста радиали придется продолжать, хвосты соединять в некую кольцевую дорогу. А это значит, радиально-концентрическая сеть будет продолжать развиваться, а вместе с ней и кризис. Образуется ситуация, когда принятое в области градостроительства решение способствует решению проблемы, повышает уровень активности на данном сегменте рынка недвижимости, но только на ограниченный срок, а затем провоцирует еще большее усложнение проблемы, для борьбы с которой это решение и принималось. Возникают несоответствие и противоречие между оперативным и стратегическим уровнями управления. Оперативное управление, не увязанное со стратегическим управлением, генерирует решения, которые не только не способствуют достижению поставленных задач, но наоборот, удаляют от их выполнения. Возникает ситуация, когда полное отсутствие управления и бездействие властей лучше и дешевле, чем плохое некачественное управление. При этом эти решения были направлены на борьбу только с одной из проблем, а не со всем кризисом в целом.

Специалисты предлагают модель транспортной системы города, позволяющую комплексно разрешить кризис радиально-концентрических транспортных сетей, сбалансировать землепользование в городе и значительно повысить потенциал развития рынка недвижимости, а значит, и всей экономики города в целом [3, с.157-169]. Речь идет о **субрадиально-решетчатой транспортной сети**: небольшое количество мощных многополосных радиалей, одни из которых выходят в узловую район и за его пределы, другие тупиковые и служат для сообщения только внутри города; подходящие к ним субрадиальные дороги; объездные дороги только вокруг центра города, а не вокруг всего города; в центре города решетчатая структура улиц (рис. 5).

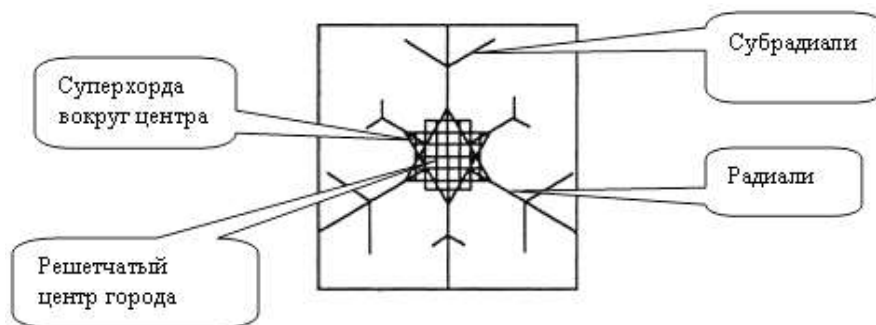


Рис. 5. Радиально-решетчатая транспортная сеть

Решетчатая структура улиц в центре города позволит рассеивать по разным параллельным и перпендикулярным друг другу улицам стекающийся сюда по всем радиалам транспорт. Одних посетителей центра будут привлекать офисные деловые районы, других – торговые, третьих – развлекательные и так далее. Начнет формироваться еще одна положительная обратная связь: в ответ на развитие решетки усилится дифференциация центра, станет выгодным размещать объекты одной отрасли рядом друг с другом, центр будет более четко делиться на специализированные районы. Результатом действия этой обратной связи будет рост конкуренции как за сами объекты недвижимости, находящиеся в центре города, так и за земельные участки. Поэтому рост стоимости здесь очевиден. При этом транзитный транспорт будет огибать центр города, в который ему не нужно, «перескакивая» с одной радиали на другую посредством суперхорды.

На периферии предлагается отдать господство радиальным дорогам, отказавшись от застройки дорогами межрадиальных пространств. Благодаря этому в межрадиальных пространствах остаются большие массивы земель, пригодных для застройки жилыми, промышленными районами, размещения зон отдыха и районов экологической инфраструктуры города. Причем, как видно из схемы, клинья лесов могут не только окаймлять периферийные районы города, расположившиеся вдоль радиалей, но и подходить вплотную к центру города. Такие условия позволяют создать довольно эффективную систему землепользования в городе – выгодное и оптимальное сочетание природных, жилых и промышленных районов. Эта система сгенерирует дополнительное увеличение стоимости земли и объектов на ней.

Правда, отказ от дорог в межрадиальном пространстве приведет к невозможности осуществлять сообщение между периферийными районами в обход центра. Этот недостаток компенсируется тем, что на радиалах отсутствуют перекрестки, что снижает или исключает совсем количество заторов. Совершая более длительный путь, двигаясь с одной радиали на другую через центр города, автомобиль затратит меньше времени и быстрее попадет в нужное место, чем если бы он ехал напрямую. В результате объекты жилой недвижимости, расположенные далеко от центра города, оказываются относительно него в хорошей транспортной доступности. С учетом близкого положения объектов жилой недвижимости к клиньям леса (интегрированности в экологическую инфраструктуру города) их стоимость может оказаться выше стоимости объектов, расположенных близко к центру. И тем более не будет выдерживать конкуренции та жилая недвижимость, которая осталась в межрадиальном пространстве (если в городе сохранятся архаичные структуры от радиально-концентрической сети).

Достаточно большие массивы земель остаются в межрадиальном пространстве не охваченные городом. Б.Б. Родман предложил модель, которая показывает выгодность ограничения количества радиалей. Он сравнил город с большим количеством радиальных дорог, и город с ограниченным количеством (но значительно более мощных) радиальных дорог [3, с.166]. Сравнение показало, что при меньшем количестве усиленных радиалей увеличиваются площади межрадиальных массивов земель, образуются более крупные, пригодные для массовой

деятельности свободные участки, межрадиальные массивы земель подходят ближе к центру города. Поскольку массивы земель большие, то они более привлекательны для крупной промышленной, массовой жилой застройки, для размещения целостных, а не разорванных на пятна, естественных ландшафтов для рекреации и экологии. А дальше по мере движения от центра города к периферии в межрадиальном пространстве размещается и сельскохозяйственное производство, которое при современных технологиях, крупной технике также требует больших компактных массивов земель. Здесь становится понятным, что город формирует рост деловой активности региона не только за счет собственной эффективной планировки и роста своего экономического потенциала, но и за счет распространения новых условий на находящиеся под его иерархией сельские территории узлового района. Существует незримая связь между территориальной организацией города и территориальной организацией сельской местности. И поскольку город по отношению к селу занимает доминирующее положение, то он в состоянии распространять на сельские территории новые условия территориальной организации. Эти условия поменяют привлекательность земельных участков и искусственных объектов недвижимости для рынка и для потенциальных инвесторов. Повысится конкуренция за данные ресурсы, а это значит, что на них начнет претендовать более доходный бизнес. Здесь уже включаются рыночные механизмы перелива капитала с одних рынков на другие. Эти механизмы вполне могут привести к изменению специализаций функциональных районов, входящих в узловую, в направлении увеличения доходности и соответствующего роста уровня качества жизни на этих территориях. Это влияние городских процессов на прилегающие территории может быть как положительным, так и отрицательным. В последнем случае возникают **внешние (их еще называют – экстерналиями) издержки**.

Динамика рынка недвижимости, его структуры складывается из комплекса не столь простых и, как кажется на первый взгляд, очевидных процессов. Эти процессы организуются сложными обратными положительными и отрицательными связями и во многом носят характер самоорганизации и распространяются на обширные территории – они не протекают изолированно. Такое положение дел, с одной стороны, требует на уровне государственного регионального управления умения учитывать внутреннюю самоорганизацию рынка, действовать в соответствии с ней, достигая коэволюции, с другой стороны, это показывает, что процессы самоорганизации нуждаются в широком, но грамотном присутствии государства на рынке. Это создает необходимость объединения различных направлений государственного регулирования в единую комплексную политику в области недвижимости, которая бы четко увязывалась с программой социально-экономического развития региона и территориальной организацией региональной экономики.

Основой эффективной системы государственного регионального управления рынком недвижимости может стать эффективная планировка, рациональное размещение объектов недвижимости в населенных пунктах – центрах узловых районов. Развитие этих центров на основе концепции субрадиально-решетчатой транспортной сети позволит не только повысить рыночную привлекательность объектов недвижимости в этих населенных пунктах, но и создать центры, которые будут транслировать эффективную организацию на прилегающие сельские территории узлового района. Оптимизация территориальной организации объектов недвижимости позволит улучшить экономические показатели не только рынка недвижимости, но и экономики региона в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Озеров Е.С. Экономика недвижимости. Анализ доходности и оценка стоимости объекта: учеб. пособие / Е.С. Озеров. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 391 с.
2. Скопин А.Ю. Введение в экономическую географию: базовый курс для экономистов, менеджеров, географов и регионоведов: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А.Ю. Скопин. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 272 с.

3. Родоман Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии / Б.Б. Родоман. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.

Осипов Роман Александрович –
аспирант Института аграрных проблем РАН,
старший преподаватель кафедры «Антикризисное управление»
Поволжской академии государственной службы им. П.А. Столыпина, г. Саратов

Статья поступила в редакцию 12.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 330: 331

О.А. Пахомова

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПЛАТ И ДОПЛАТ ПО ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ

На основе исследования дана авторская трактовка понятия и предложена модель фасетной классификации оплат для автоматизированного начисления средних заработков.

O.A. Pakhomova

CLASSIFICATION OF THE BASIC AND ADDITIONAL PAYMENTS OF WAGES

Current work gives author's treatment of subject conception, and offering faceted model of payment classification, allocated for automated calculation of average earnings.

В нашей стране за последнее время был издан ряд нормативных документов, определивших передовые методы автоматизации учетных работ. К этим документам, прежде всего, следует отнести общеотраслевые руководящие методические материалы (ОРММ) по созданию и внедрению подсистемы «Бухгалтерский учет» в составе АСУ предприятий (объединений), временные общеотраслевые руководящие указания о придании юридической силы документам на магнитной ленте и бумажном носителе.

В связи с переходом от индивидуальных к индустриальным методам создания и внедрения проектов автоматизации учетной информации на предприятиях на основе использования новейшей вычислительной техники особо важное значение приобретает совершенствование информационного обеспечения в условиях АСУП.

Автором осуществлён анализ действующих на предприятиях оплат, доплат и удержаний [1-6], выявлен ряд объединенных элементов заработной платы, обоснована необходимость их дифференциации и предложена авторская модель их классификации. Дифференциация объединенных элементов заработной платы позволит значительно упростить систему расчетов и сделать ее понятной для работников, автоматизировать начисление ряда повременных оплат, сократить объем вводимой информации в результате перенесения данных о размере оплаты из входных документов в банк данных, повысить аналитичность данных о заработной плате и эффективность использования современных ЭВМ. Кроме того, дифференциация и автоматизация расчётов будут способствовать соблюдению существующего законодательства.

Ускорение НТП в нашей стране неразрывно связано с внедрением АСУП. Для обозначения обмена информацией между ЭВМ ведомственных центров необходимо сосредоточить вни-

вание на создании единой унифицированной информационной базы и, в первую очередь, классификаторов. Такая необходимость вызвана тем, что на практике нет единой системы расчетов по заработной плате, пригодной для функционирования в различных АСУП [7].

Значение, придаваемое в настоящее время общегосударственным классификаторам технико-экономической информации, объясняется прежде всего растущими межотраслевыми связями предприятий и организаций различных уровней управления и, следовательно, увеличением объема данных, циркулирующих между ними. Общегосударственные классификаторы являются важной составной частью информационного обеспечения автоматизированной системы государственной системы (АСГС) [8].

При классификации технико-экономической информации широко используют иерархическую и фасетную системы классификации. В бухгалтерском учете предпочтительным является такое последовательное иерархическое и фасетное выделение подсистем, функций и задач, при котором связи между элементами подсистемы наибольшие, а между самими функциями и подсистемами – наименьшие.

Построенная по иерархическому принципу система характеризуется следующими признаками [9]:

- вертикальным расположением элементов, например, в системе синтетических и аналитических счетов бухгалтерского учета;
- вышестоящий уровень имеет привилегию действий перед нижестоящим, которая заключается в том, что двойная запись осуществляется на уровне синтетических счетов;
- вышестоящий уровень функционирует в зависимости от нижестоящего, например, классификация информации на синтетических счетах зависит от группировки этой же информации на аналитических счетах.

Таким образом, классифицируемое множество при иерархической системе делится по некоторому выбранному признаку (основание деления) на крупные группировки, затем каждая группировка в соответствии с выбранным основанием деления разбивается на ряд последующих группировок, которые, в свою очередь, распределяются на более мелкие, постоянно конкретизируя объект классификации.

Для расчётов средних заработков наиболее эффективной является фасетная классификация (см. таблицу). Под фасетной системой классификации понимается такая система, при которой классифицируемое множество образует независимые группировки по различным аспектам классификации. Оно не имеет жесткой классификационной структуры и заранее построенных конечных группировок.

Модель фасетной классификации оплат
для автоматизированного начисления средних заработков

Код вида оплаты	Фасеты				
	Ф1 для б/листа	Ф2 для отпуска	Ф3 для гос. об.	Ф4 для доход. нал.	Ф5 для алиментов
001	1	0	0	1	1
002	1	1	0	0	1
003	0	0	1	1	0
100	0	1	0	1	1

Классифицируемые группировки при фасетной системе образуются путем комбинации значений, взятых из соответствующих фасет. Исходное множество видов оплат и доплат (М) может параллельно образовывать группировки (Ф1, Ф2, ..., Фп). Емкость фасетной системы классификации зависит от числа фасет и от количества признаков в фасете. Все множество видов оплат и доплат разбито автором на следующие группы:

1. Сдельные оплаты.

- 001 – прямая сдельная
- 002 – сдельно-прогрессивная
- 003 – косвенно-сдельная
- 004 – сдельно-бригадная
- 005 – прямая сдельная оплата в сверхурочное время
- 006 – прямая сдельная оплата в выходные и праздничные дни
- 007 – сдельно-бригадная оплата в сверхурочное время
- 008 – сдельно-бригадная оплата в выходные и праздничные дни
- 009 – аккордная оплата
- 010 – оплата брака не по вине работника

2. Повременные оплаты и доплаты.

- 015 – оплата по окладу
- 016 – оплата по тарифу
- 017 – оплата по договору подряда
- 018 – доплата за ночные часы
- 019 – доплата за совмещение
- 020 – надбавка к окладу
- 021 – доплата за увеличение объёма работ
- 022 – доплата за бригадирские
- 023 – повременная оплата за сверхурочное время
- 024 – повременная доплата за сверхурочное время
- 025 – повременная оплата за работу в выходные и праздничные дни
- 026 – повременная доплата за работу в выходные и праздничные дни
- 027 – доплата за работу в ночное время
- 028 – доплата за многостаночное обслуживание
- 029 – оплата простоя не по вине работника
- 030 – повременная оплата за должностную категорию
- 031 – доплата за образование
- 032 – доплата за общий стаж работы
- 033 – доплата за повышение квалификации
- 034 – доплаты за публикации научных работ
- 035 – доплата за изобретения и патенты
- 036 – доплата за учёную степень
- 037 – доплата за учёное звание
- 038 – доплата за заслуженные звания
- 039 – доплата за почётные звания
- 040 – доплата за условия труда
- 041 – неоплачиваемый невыход
- 042 – прогул

3. Оплата по среднему заработку и пособий

- 050 – оплата за дни очередного отпуска
- 051 – оплата за дни учебного отпуска
- 052 – оплата за дни дополнительного отпуска
- 053 – отпуск за свой счёт
- 054 – компенсация отпуска при увольнении
- 055 – оплата за дни болезни из ФСС
- 056 – оплата за дни болезни за счёт работодателя
- 057 – оплата за дни выполнения ГО
- 058 – оплата за дни выполнения хозяйственных работ

059 – пособие по уходу за ребёнком до 1,5 лет

4. Премии и другие поощрительные выплаты.

065 – премия по итогам месяца

066 – премия ежемесячная по дням

067 – премия ежемесячная по часам

068 – материальная помощь, не облагаемая налогом

069 – премия при повременной оплате

070 – премия при прямой сдельной оплате

071 – премия при сдельно-бригадной оплате

072 – премия при аккордной оплате

073 – премия за повышение качества продукции

074 – премия за выполнение производственного плана предприятия

075 – премия за выполнение плана обновления основных средств предприятия

076 – премия за выполнение плана социального развития предприятия

077 – премия за выполнение плана научно-технического развития предприятия

078 – премия за выполнение плана подготовки кадров

5. Удержания.

085 – удержания подоходного налога

086 – удержание профвзносов

087 – удержания в счёт погашения ссуды

088 – удержания НДФЛ

089 – удержание НДФЛ по ставке 35%

090 – удержания по исполнительному листу

091 – удержание по заявлению работника

Из этого можно сделать вывод, что применительно к учету заработной платы фасетная система классификации является более гибкой и эффективной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кафидов В.В. Теория организации / В.В. Кафидов, Т.А. Скипетрова. М.: Фонд «Мир», 2005. 144 с.
2. Шеметов П.А. Теория организации / П.А. Шеметов, С.Г. Петухова. М.: ОМЕГА-Л, 2006. 282 с.
3. Подлесных В.И. Менеджмент: учебник для вузов / В.И. Подлесных. СПб.: Издат. дом «Бизнес-пресса», 2002. 325 с.
4. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями / Б. Твисс. М.: Экономика, 1989. 271 с.
5. Санто Б. Инновация как средство экономического развития / Б. Санто; пер. с венг. М.: Прогресс, 1990. 149 с.
6. Шумпетер И. Теория экономического развития / И. Шумпетер. М.: Прогресс, 1982. 264 с.
7. Лящевский А.П. Унификация и стандартизация экономических и организационных механизмов управления предприятиями: учеб. пособие / А.П. Лящевский, Т.А. Лящевская, О.К. Комаров. Саратов: СГТУ, 1999. 52 с.
8. Ясин Е. Развитие средств формализованного описания данных на базе классификаторов ТЭИ / Е. Ясин // Классификация и кодирование технико-экономической информации. 1976. № 9-10. С. 29-51.
9. Каллас К. Организация автоматизированной информационной системы бухгалтерского учёта / К. Каллас. М.: Финансы и статистика, 1990. 180 с.

Пахомова Ольга Александровна –
аспирант кафедры «Экономика и управление в машиностроении»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 05.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 330.567.2

Е.Г. Решетникова

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОГО СПРОСА НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

Дан анализ факторов, определяющих потребительский выбор и рыночный спрос, на основе классической и новой институциональной экономической теории, психологической экономики. Рассмотрены особенности действия законов потребления в условиях транзитивной и рыночной экономики региона (на примере Саратовской области).

E.G. Reshetnikova

REGULARITIES IN FORMING EFFECTIVE DEMAND OF THE POPULATION OF A REGION

The author analyzes the factors determining the consumer choice and market demand based on the classic and new institutional economic theory and studies the features of operation of consumption laws under the conditions of transitive and market economy of a region (on the example of Saratov Oblast).

Выявление особенностей проявления закономерностей формирования платёжеспособного спроса населения в условиях экономической ситуации конкретного региона важно для осуществления прогнозирования развития основных параметров сферы потребления этого территориального образования. Рыночный спрос, как совокупность индивидуальных спросов, представляет собой максимальное количество товаров и услуг, которое потребители желают и могут приобрести в определенный период времени при данных экономических условиях.

Формирование индивидуального спроса происходит на основе потребительского выбора или решения потребителя о количестве и структуре приобретаемых благ по определенным ценам и при имеющихся ограничениях со стороны располагаемых средств. Рыночный спрос образуется из совокупности решений о покупке отдельных потребителей. Классическая теория потребления опирается на следующий постулат: потребитель в процессе принятия решения придерживается принципа рациональности, который заключается в том, что он выбирает наборы благ, обеспечивающие ему наибольшую полезность или максимально доступную полезность при заданных бюджетных ограничениях. Следует иметь в виду, что категория полезности субъективна и поэтому неодинакова для различных потребителей.

Проблема измерения полезности является ключевой в теории потребления и одной из самых сложных в экономической теории. В настоящее время доминирующее положение занимает ординалистский подход к анализу полезности, который предполагает, что потребитель выбирает предпочтительные наборы благ на основе ранжирования полезности. В трудах крупнейших представителей этого подхода В. Парето, Р. Аллена, Д. Хикса были сформулированы основные аксиомы порядковой теории: о сравнимости, о транзитивности выбора, о

ненасыщаемости. Полную картину потребительского выбора дает соотношение карты безразличия, представляющей собой весь спектр кривых безразличия определенного потребителя и бюджетной линии. Точка равновесия потребителя, находящаяся на пересечении кривой безразличия и бюджетной линии, учитывает в качестве ограничительного один фактор – доходы потребителя в текущий период.

В отличие от кривой безразличия и карты безразличия модель жизненного цикла предполагает более широкий взгляд на проблему потребления, как на задачу межвременного выбора. В соответствии с этой моделью в каждый данный период времени индивид определяет программу потребления относительно всей предстоящей жизни, поэтому величина полезности зависит от количества благ и услуг, потребляемых в каждом из периодов его жизненного цикла. При этом межвременное бюджетное ограничение показывает все доступные индивиду комбинации текущего и будущего потребления при заданных величинах базисного и перспективного дохода.

Наличие межвременного ограничения означает, что индивид не должен жестко привязывать объем потребления в базисном периоде к величине дохода в этом периоде. Если доход изменяется во времени, потребление необязательно должно изменяться точно вслед за ним. Это связано с тем, что, сберегая в периоды высоких доходов и беря в кредит в периоды низких доходов, можно выровнять свое потребление во времени. Степень, в которой отдельные люди вовлекаются в подобное выравнивание потребления во времени, зависит от их индивидуальных межвременных предпочтений [1, с.245].

Взаимосвязь потребления и уровня дохода находит отражение в понятии склонности к потреблению.

Понятие склонности к потреблению было выработано Дж. Кейнсом, оно показывает, как относится изменение потребления к изменению дохода. Для каждого потребителя потребление зависит от уровня его дохода, от типа общества, в котором он живёт, от его привычек и других факторов.

В экономической теории существует несколько концепций дохода. В концепции Дж. Кейнса склонность к потреблению принимается как постоянная функция абсолютного уровня дохода. В гипотезах относительного и постоянного (или нормального) дохода величина потребительских расходов ставится в зависимость не от абсолютной, а от относительной или некой постоянной части дохода, не зависящей от времени.

Основой гипотезы относительного дохода, которую развил Дж. Дьюзенберри, является мысль о том, что расходы потребителя зависят не только от его дохода, но и от социального положения в общей массе потребителей. На текущее поведение потребителя оказывают влияние решения других потребителей в предшествующие периоды, в первую очередь близко расположенных к данному на социальной лестнице. Таким образом, отличительной особенностью концепции относительного дохода является признание социальной взаимной обусловленности поведения потребителей.

Представители концепции постоянного дохода рассматривают личный потребительский спрос как результат действия постоянных и случайных факторов. По их мнению, определяющим моментом является правильное разделение компонентов личного дохода на постоянные и временные, исходя из периода, принимаемого потребителем в расчётах при построении наилучшего бюджета. Основные факторы, определяющие постоянные компоненты – это активы потребителей, такие их личные качества как образование, способности и др. Временные или случайные компоненты – это разного рода непредвиденные обстоятельства (стихийные бедствия и др.), меняющие шансы на получение дополнительного дохода.

Следует подчеркнуть, что концепции относительного и постоянного дохода более полно отражают комплекс факторов, определяющих уровень спроса, по сравнению с концепцией абсолютного дохода. Однако они носят ярко выраженный абстрактный, теоретико-

методологический характер. Их реализация очень сложна из-за необходимости учёта многих социальных и психологических аспектов.

Как было отмечено выше, классическая экономическая теория рассматривает максимизацию полезности в качестве основного мотива потребительского поведения при условии, что потребитель принимает решение на основе принципа экономической рациональности.

Во второй половине XX века появилось несколько альтернативных концепций в рамках новой институциональной экономической теории, отрицающих идеи рациональности (поведенческие теории ограниченной рациональности Г. Саймона и его последователей, работы эволюционно-институционального характера).

По мнению академика РАН В. Маевского: «Хотя критика стандартных моделей потребительского выбора представляется вполне справедливой, данные модели не заслуживают того, чтобы от них вообще отказываться». Следует согласиться с его мнением о том, что реальный потребитель отчасти подобен рациональному человеку – автомату (оптимизирует свое поведение), а отчасти не похож на него (преодолевает высокую сложность оптимизации) и совмещает в себе на первый взгляд несовместимые способы поведения [2, с.73].

В последние годы теория потребительского выбора получила развитие, обогащение и дополнение рядом психологических аспектов в работах лауреата Нобелевской премии Д. Канемана, создавшего новую отрасль знания – психологическую или поведенческую экономику.

Самым заметным вкладом Д. Канемана в экономическую теорию является теория перспектив. Смысловым ядром его исследований стал анализ отклонений индивидуальных суждений и наблюдаемого поведения относительно нормативного стандарта, принятого в экономической теории. Большинство потребителей, принимающих решения, руководствуются часто не рациональными, а интуитивными соображениями, которые Д. Канеман и его коллега А. Тверски называют поведенческими эвристиками. Ещё один феномен, обнаруженный ими, носит название эвристической доступности: люди склонны считать более вероятным то явление, которое находится на слуху (независимо от его причин), нежели то, о котором они думают или знают сравнительно мало, отсюда так велика роль рекламы в осуществлении потребительского выбора [3, с.211].

Ими была создана так называемая поведенческая экономика (behavioral economics), находящаяся на стыке экономики, психологии, математики и философии.

Новым является подход данной молодой отрасли знания и к проблеме полезности. Эмпирические свидетельства, собранные в последние годы, показывают, что испытываемую полезность нельзя отождествлять с полезностью, которую индивид прогнозирует (predicted utility) или которую имеет в виду в момент принятия решения (decision utility), или в пору воспоминаний о переживаниях, испытанных в момент потребления блага (remembered utility). Такое разграничение ранее не проводилось в экономической литературе. Важно то, что, взяв на вооружение результаты исследований психологов, экономическая наука не отказывается от описания закономерностей индивидуального поведения в сфере потребления, а на их основе и особенностей формирования рыночного спроса. Учёт психологических аспектов формирования платёжеспособного спроса, направлений расходования денежных средств чрезвычайно важен и развитие моделей прогнозирования уровня и структуры спроса должно идти по пути отражения результатов действия психологических факторов при всей сложности этой задачи.

Для того чтобы прогнозировать динамику платёжеспособного спроса населения важно проанализировать особенности действия законов потребления в условиях трансформируемой и рыночной экономики.

В конце XIX века немецкий статистик Эрнст Энгель сформулировал законы и построил графики, согласно которым с ростом дохода расходующаяся на питание доля сокра-

щается (I закон Энгеля, 1857 г., работа «Производство и потребление в Саксонии»), расходимая на одежду и жилище, включая отопление и освещение (II и III законы Энгеля, 1895 г.) – не изменяется, а затрачиваемая на образование и лечение – возрастает (IV закон Энгеля, 1895 г.) Позже были найдены и другие эмпирические законы потребления, такие как закон Швабе, Райта, Жини. Закономерности Э. Энгеля, выведенные им на основе обобщения значительного статистического материала о потреблении населения в Саксонии, нашли конкретное математическое описание в исследованиях шведского эконометрика Л. Торнквиста, а также в динамической модели потребления с учётом запасов Х. Хаутеккера и Л. Тейлора. Анализ функциональной зависимости расходов от дохода осуществлялся многими исследователями, предлагавшими разные виды функций (Р. Боули, Р. Стоун, Д. Ничолсон и др.) В настоящее время признано, что наибольший эффект даёт выявление зависимости расходов или потребления продукции конкретных товарных групп от дохода.

Рассмотрим, как в условиях экономической ситуации в регионе областного типа (на примере Саратовской области) действуют классические законы потребления. Как видно из табл. 1, в 2001 г. в полной мере функционировал первый закон Энгеля: по мере роста дохода сокращалась доля расходов на продукты питания – с 67,2% в группе с наименьшими доходами до 43,8% в десятой доходной группе (с наибольшими доходами). В 2002 г. данный закон также действовал: в первой низкодоходной группе величина анализируемого показателя составляла 64,3%, а в десятой высокодоходной группе – 40,9%. Следует отметить, что в 2002 г. по сравнению с 2001 г. удельный вес расходов на покупку продуктов питания сократился как по всему населению (с 54,1 до 50,1%), так и в полярных группах (в первой – с 67,2 до 64,3% и в десятой – с 43,8 до 40,9%). Данная тенденция имела продолжение и в 2006 г. (табл. 2): доля расходов на питание составила по всем домохозяйствам 39,8%, в первой, наиболее бедной группе – 52,1% и в десятой, наиболее обеспеченной – 26,5%. Эта положительная тенденция является косвенным подтверждением роста уровня жизни в течение анализируемого периода. Однако структура расходов даже в средне- и высокообеспеченных группах населения значительно отличается от аналогичной структуры в развитых странах мира, что свидетельствует и о необходимости изменения государственной политики доходов, и о важности расширения культуры разумного потребления.

Таблица 1

Структура потребительских расходов в домашних хозяйствах различного уровня благосостояния Саратовской области в 2001 году (%)*

Виды расходов	Все домашние хозяйства	Доходные (децильные) группы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Расходы на покупку продуктов питания, в том числе:	54,1	67,2	64,3	62,5	61,9	60,5	61,5	55,5	53,5	53,7	43,8
2. Расходы на непродовольственные товары, в том числе:	30,8	20,1	21,9	23,4	23,0	24,7	23,8	30,3	31,3	30,5	40,9
одежда и обувь	12,0	9,2	11,3	10,8	11,1	11,6	11,2	15,5	12,8	11,4	11,8
3. Расходы на оплату услуг, в том числе:	11,0	10,9	11,9	11,7	12,1	12,2	11,4	10,7	11,0	11,7	9,5
жилищно-коммунальные услуги	4,7	6,9	7,5	6,6	6,6	6,6	6,0	5,0	3,8	4,0	3,2
жильё	0,7	1,1	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6
услуги учреждений	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7	0,7	0,3

культуры											
услуги образования	0,7	0,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,3	1,3	0,7	0,7	0,5
медицинские услуги	0,5	0,2	0,2	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5
услуги пассажирского транспорта	1,4	2,0	1,7	1,9	1,9	1,5	1,7	1,8	1,4	1,3	1,0

* Таблицы 1, 2 подготовлены на основе данных отдела статистики бюджетов Статистического комитета Саратовской области.

Таблица 2

Структура потребительских расходов в домашних хозяйствах различного уровня благосостояния Саратовской области в 2006 году (%)

Виды расходов	Все домашние хозяйства	Доходные (децильные) группы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Расходы на покупку продуктов питания, в том числе:	39,8	52,1	52,0	51,1	49,8	47,6	44,8	50,2	40,7	34,6	26,5
2. Расходы на покупку непродовольственных товаров, в том числе:	33,8	18,9	20,5	21,7	23,9	24,8	29,0	26,8	30,7	39,1	47,8
одежда и обувь	10,5	9,1	8,3	7,9	9,7	9,6	10,5	9,4	11,0	12,0	11,2
3. Расходы на оплату услуг, в том числе:	23,4	28,0	25,3	25,4	24,5	24,9	23,2	19,7	25,6	22,4	22,5
жилищно-коммунальные услуги	9,1	18,5	15,0	14,4	12,9	12,0	11,2	8,2	8,0	8,6	5,2
жильё	1,0	0,8	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	2,2	1,0
услуги учреждений культуры	1,0	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	1,9	1,5
услуги образования	1,9	1,4	0,7	0,9	0,9	1,4	1,5	1,7	4,1	0,5	2,7
медицинские услуги	0,9	0,2	0,3	0,4	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	1,5
услуги пассажирского транспорта	2,5	2,9	3,3	3,0	2,8	2,6	2,2	1,8	2,4	3,0	2,4

Продолжая анализ действия классических законов потребления, с определённой степенью допущения можно констатировать выполнение в течение некоторых этапов рассматриваемого периода и некоторых других закономерностей Э. Энгеля: с ростом дохода доля, затрачиваемая на одежду, не меняется, в то время как на образование и лечение возрастает. Подтвердим этот тезис данными табл. 1 и 2. Доля расходов на приобретение одежды и обуви в 2001 г. была следующей: у первой группы – 9,2%, у третьей – 10,8%, у пятой – 11,6%, у седьмой – 15,5%, у девятой – 11,4%, у десятой – 11,8%. Размах вариации в крайних группах составил 2,6 процентных пункта (п.п.). В 2006 г. различие между долями крайних доходных групп составило 2,1 п.п. (при максимуме 12,0% в девятой доходной группе). Таким образом, в 2001-2006 гг. доля расходов на приобретение одежды и обуви с ростом дохода не оставалась стабильной, а колебалась вокруг некой средней величины.

Затраты на лечение в 2001 г. менялись по мере роста дохода следующим образом: 0,2% в первой и второй доходных группах, 0,4% в пятой группе, 0,5-0,6% в восьмой, девятой и десятой группах. В 2006 г. затраты на медицинские услуги в среднем составили 0,9%, 0,2% в первой и второй доходных группах, 1,0% в пятой группе, 1,5% в десятой доходной группе.

Затраты на образование в 2001 г. также возрастали по мере роста дохода (с 0,2% в первой группе до 0,7-1,3% в седьмой-девятой группах). В то же время можно отметить и определённые исключения, например, низкая доля в размере 0,5% расходов в десятой группе, которую можно объяснить нежеланием наиболее высокодоходных слоёв населения вкла-

дывать слишком большие средства в интеллектуальный капитал, который приносит отдачу спустя какое-то время и не всегда был до конца востребован в тот период времени. Следует отметить, что в 2006 г. доля расходов на образование увеличилась как в целом по всему населению, так и по доходным группам, составив 1,4% в первой доходной группе и 2,7% в десятой доходной группе. Заметим, что максимальное значение этого показателя было характерно для восьмой доходной группы (4,1%).

Таким образом, четвёртый закон Энгеля, характеризующий зависимость доли затрат на лечение и образование от изменения дохода, в целом действовал.

Что же касается законов Энгеля, описывающих затраты на жилище, то здесь ситуация весьма неоднозначная. Но, прежде, следует заметить, что внимательное изучение сути этих двух законов потребления свидетельствует об их противоречии с законом Швабе, в соответствии с которым, чем беднее семья, тем большая доля средств тратится на жилище. Как видно из табл. 1, доля затрат на жильё и жилищно-коммунальные услуги в 2001 г. по мере роста дохода имела тенденцию к сокращению. Так, доля затрат на оплату жилья у первой и второй доходных групп составила 1,1%, у третьей, четвёртой, пятой и шестой групп – 0,8-0,9%, у седьмой, восьмой, девятой и десятой групп – 0,5-0,6%. По затратам на жилищно-коммунальные услуги доля изменилась с 6,9% у наименее обеспеченных слоёв до 3,2% у богатых.

Аналогичная тенденция была характерна и для 2006 г. У более бедных семей доля затрат на оплату жилищно-коммунальных услуг была выше: у первой доходной группы – 18,5%, у шестой – 11,2%, у десятой – 5,2%. Однако для оплаты жилья была характерна приблизительно одинаковая доля у всех доходных групп, размер которой колебался вокруг одного процента: у первой – 0,8%, у шестой – 0,7%, у десятой – 1,0% (исключение составила девятая группа – 2,2%). Обращает на себя внимание и тот факт, что в 2001-2006 гг. произошло увеличение доли расходов на жильё (на 0,3 п.п.) и на жилищно-коммунальные услуги (на 4,4 п.п.) в целом по всему населению.

Таким образом, можно констатировать, что в условиях экономической ситуации конкретного региона вносятся определённые коррективы в классические закономерности потребления. Что же касается затрат на жильё, то в определённые периоды действовал закон Швабе (2001 г.) в отличие от закона Энгеля.

В 2001-2006 гг. в регионе в полной мере функционировали первый и четвёртый законы Энгеля, остальные законы действовали применительно к части доходных групп или в определённые промежутки времени. В то же время можно констатировать, что развитие рыночных отношений обеспечивает более четкое проявление действия рассматриваемых законов потребления.

По мере роста доходов, как показывает мировой опыт, доля расходов на продукты питания будет снижаться, стремясь к пределу, определяемому уровнем рациональных норм потребления. При общей тенденции к сокращению доли расходов на продовольствие особое значение будет приобретать сегментирование продовольственного рынка, то есть ориентация производителей и продавцов на определённые группы потребителей, с общими потребностями и близким уровнем доходов, определяющих состав и структуру их спроса на питание. В отношении малоимущей части населения актуальным остаётся обеспечение экономической доступности продовольствия путём совершенствования государственной политики доходов, а также расширение числа программ продовольственной помощи и повышения эффективности их реализации.

Применение дифференцированного подхода к исследованию сферы потребления предполагает выбор модели прогнозирования распределения населения по уровню дохода. На наш взгляд, в настоящий момент наибольший эффект даёт использование модели логнормального распределения доходов, о чём свидетельствует осуществлённая её апробация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарануха Ю.В. Микроэкономика: учебник / Ю.В. Тарануха, Д.И. Земляков; под ред. А.В. Сидоровича. М.: Дело и Сервис, 2002. 304 с.
2. Маевский В. О рациональном поведении реального потребителя / В. Маевский, Д. Чернавский // Вопросы экономики. 2007. № 3. С. 71-85.
3. Kahneman D. Availability: a Heuristic for Judging Frequency and Probability / D. Kahneman, A. Tversky Subyektive // Cognitive psychology. 1973. Vol. 5. P. 207-232.

Решетникова Елена Геннадиевна –

доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
Института аграрных проблем Российской академии наук, г. Саратов

Статья поступила в редакцию 21.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 338.24

Е.Ю. Сидорова

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Россия, как и развитые страны, использует экспортоориентированную модель развития экономики. По степени открытости экономики Россия соответствует мировым стандартам. Однако российский экспорт имеет сырьевую направленность, в то время как в мировом экспорте доля высокотехнологических товаров за 20 лет возросла с 20 до 30%. Одна из основных проблем, с которыми сталкивается предприятие при выходе на внешний рынок – это недостаточное информационное обеспечение. Поэтому в статье рассмотрены вопросы о том, какую информацию хотят получить предприятия и как это можно реализовать на практике.

E.Yu. Sidorova

INFORMATION SUPPORT OF FOREIGN-ECONOMIC ACTIVITY MANAGEMENT OF AN ENTERPRISE

As many developed countries Russia uses export-oriented model of economy growth and development. Russia meets the world standards on the level of economy openness. However, export from Russia consists mainly of raw materials, while during the past 20 years the share of the advanced technology goods in world export has risen from 20% to 30%. One of the main problems enterprises face while entering the world market is the lack of information support. The paper gives an overview what information the enterprises look forward to get and the ways it could be realized.

Для развития внешнеэкономической деятельности группа промышленно развитых стран используют политику открытости экономики. Необходимо отметить, что Россия также избрала этот путь и в качестве модели развития использует экспортоориентированную модель. Данные утверждения нашли воплощение в таких известных программных документах, как «Стратегия развития Российской Федерации до 2010 года» (Фонда «Центр стратегических разработок»), «Основные направления социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу» и др.

Основными показателями, характеризующими степень открытости экономики, являются экспортная, импортная и внешнеторговая квоты. В 1913 году экспортная квота России (иными словами, процентное отношение товарного экспорта к ВВП) составляла 10,4%. В советские годы, когда СССР практически самоизолировался, она упала до 0,5%. А сегодня поднялась почти до 15%. Импортная квота, в свою очередь, достигла почти 12%. Это означает, что через товарообмен с внешним миром проходит почти треть российского ВВП. Соответствующий показатель для развитых стран – 42%, для стран с переходной экономикой – 32%. Таким образом, по степени открытости в экономике Россия соответствует мировым стандартам. Однако не все так хорошо на практике. Основная проблема – это сырьевая направленность российского экспорта, в то время как в мировом экспорте доля высокотехнологических товаров за 20 лет возросла с 20 до 30%. Для России характерно увеличение доли экспорта минеральных продуктов с 57,8% (в 2004 г.) до 64,0% (в 2007 г.), за этот же период доля машин, оборудования и транспортных средств сократилась на 2,2% и составила 5,6% в 2007 г. В 2007 году на минеральные продукты и металлы, драгоценные камни и изделия из них приходилось 78,2%. Ситуация в Саратовской области несколько хуже, чем в целом по стране. Так, минеральное топливо и нефтепродукты в 2006 г. составляли 73 % от общего объема экспорта, черные металлы – 3% и оборудование и механические устройства, электрические машины и оборудование – 2,6%. А общеизвестно, что наибольший эффект достигается от экспорта наукоемкой готовой продукции.

Отечественная промышленность утратила способность развивать многие современные технологии и производства. Ее доля в мировом производстве технологичной продукции ничтожно мала и не превышает в настоящее время 0,3% (США – 36%, Япония – 30%).

Таким образом, большинство развитых стран используют теорию «технологического разрыва», которая предполагает, что развитие торговли между странами при одинаковой наделенности факторами производства вызвано техническими изменениями, возникающими в какой-то одной отрасли в одной из торгующих стран. Из-за того, что технические новшества первоначально появляются в одной стране, она приобретает преимущество: новая технология позволяет производить товары с меньшими издержками.

В этой связи профилирующей и наиболее сложной является проблема развития и диверсификации экспортного потенциала страны. Это – главное, что будет определять масштабы и эффективность участия России в международном разделении труда в условиях быстро развивающегося процесса глобализации мировой экономики и мирохозяйственных связей, оказывая позитивное влияние на динамику и пропорции развития как внутренней, так и внешней экономики страны. Проблема связана с формированием качественной структуры экспортного потенциала российской промышленности. Она заключается в том, что около 2/3 международного товарооборота по стоимости приходится на готовую продукцию и лишь 1/3 – на сырьевые товары, при этом сохраняется тенденция дальнейшего увеличения удельного веса готовых изделий и сокращения доли сырья в мировом производстве и международной торговле. В структуре российского экспорта наблюдается обратная динамика. Следовательно, качественный скачок в развитии экспортного потенциала должен произойти именно в секторе промышленных предприятий, производящих готовую продукцию.

Но не надо забывать и о том, что в ряде отраслей обрабатывающей промышленности имеется существенный экспортный потенциал, который не может быть реализован вслед-

ствие существенных торговых барьеров. Согласно официальным данным, против товаров России на мировом рынке в конце 2006 г. применялись 106 дискриминационных мер. Ежегодный прямой ущерб от них оценивался в 2 млрд. долл., а с учетом косвенных негативных последствий – почти в 4 млрд. Среди этих мер преобладают антидемпинговые пошлины (48 случаев), менее распространенными являются: технические барьеры (11), количественные ограничения (9), а также ограничения административного характера (8) и др. Кроме того, в этот период проводились 9 новых антидемпинговых и 7 специальных защитных расследований (они могут завершиться установлением дополнительных ограничительных мер) [1].

Но это не единственные проблемы, с которыми сталкиваются экспортеры, среди основных можно выделить следующие:

1. Информационное обеспечение;
2. Инфраструктура транспорта;
3. Повышение эффективности работы таможенных органов;
4. Подготовка в области ведения бизнеса;
5. Отсутствие государственной поддержки развития экспорта.

Мировой опыт показывает, что действенной мерой по поддержке предприятий, работающих на экспорт, является оказание информационного, консультационного, маркетингового и технического содействия экспортерам, а также таможенно-тарифное стимулирование экспортной деятельности, обеспечивающее экспортерам беспошлинный доступ к необходимым ресурсам.

Остановимся более подробно на проблеме информационного обеспечения. Рассмотрим, какие институты способны предоставить необходимую информацию предприятиям, осуществляющим внешнеэкономическую деятельность.

Во-первых, это Министерство экономического развития и торговли (далее – МЭРТ), которое является основным органом исполнительной власти, уполномоченным в области регулирования внешней торговли. На представительства МЭРТ возложены функции по оказанию методической и организационной помощи экспортерам. Однако, при проведении исследования, здесь были выявлены определенные проблемы. Например, в Саратовской области, насчитывающей около 300 предприятий-экспортеров, которые в совокупности дают объем экспорта около 1,5 млрд. долл. США в год, представительство МЭРТ состоит из двух штатных единиц специалистов. Объективно, без сложных экономических подсчетов, ясно, что в такой ситуации представительство не может в полном объеме справиться с задачей по оказанию методической и организационной помощи.

Хроническое недофинансирование, отсутствие необходимых помещений, наислабейшее информационное обеспечение, недостаточно «узаконенный» статус представительства на региональном уровне также не позволяют ему осуществлять активное стимулирование экспортной деятельности.

Во-вторых, это Торгово-промышленная палата (ТПП). Но, как показывают опросы, лишь 20% предприятий обращаются за помощью в ТПП по Саратовской области.

Статистика показывает, что в 70% случаев невозврата валютных или материальных средств из-за рубежа основной причиной является отсутствие информации о зарубежном партнере. И это тоже связано с проблемой недостаточности информации.

Кроме того, 4,4% опрошенных сталкиваются с проблемой оформления необходимой документации и это тоже недостаточность информации. Многие предприятия среди основных проблем называют длительное и запутанное таможенное оформление – 19% опрошенных. Причина этому – недостаточная работа таможенных органов по информированию экспортеров и импортеров. Поэтому третьим органом, способным помочь в информационном обеспечении предприятия, является таможенная служба.

Но следует отметить, что информировать участников внешнеэкономической деятельности должны не только таможенные, но и налоговые органы. Согласно налоговому законо-

дательству, участники внешнеэкономической деятельности обязаны уплачивать таможенные платежи, а статья 164 НК РФ разрешает уплачивать НДС по ставке 0% по товарам, вывезенным в таможенном режиме экспорта, а также товарам, помещенным под таможенный режим свободной таможенной зоны, при условии представления в налоговые органы документов, предусмотренных статьей 165 НК РФ. И здесь из-за недостатка информации возникают проблемы у 23,3% опрошенных предприятия.

Все это доказывает наличие исследуемой проблемы, но возникает вопрос о характере информирования предприятия. Как показывают опросы предприятий, они хотели бы получить помощь ТПП по Саратовской области по следующим направлениям в части информационного обеспечения:

1. Предоставление информации о тендерах – 4,5% опрошенных;
2. Предоставление информации о потенциальных потребителях продукции, потенциальных конкурентах в России и за рубежом – 5,5% опрошенных;
3. Информационные услуги – 6,7% опрошенных.

Среди видов помощи наибольший интерес представляет для предприятий – поиск партнеров, содействие в продвижении продукции, в расширении рынков сбыта – 22% опрошенных.

Здесь возникает вопрос о сборе и предоставлении информации о потенциальных зарубежных и отечественных потребителях. Многие фирмы не могут позволить себе содержать собственную маркетинговую службы и им дешевле и проще обратиться в ТПП.

Но фирмы испытывают нехватку информации о конъюнктуре мировых товарных рынков, о динамике мировых цен на отдельные товары. Важной информацией для любого предприятия являются сведения о проводимых выставках и ярмарках, тем более что ближайший наш сосед – Германия, которая создала крупную выставочную индустрию.

И особый интерес для саратовских и российских предприятий представляет выставка в Ганновере, так как именно здесь проходят крупнейшие в мире выставки в области промышленности, автоматизации и инноваций.

Поэтому для решения вышеозначенных задач возможно создание и обеспечение функционирования системы внешнеторговой информации и системы представительств совместно с МЭРТ и уполномоченными региональными органами исполнительной власти.

По мнению автора, создание системы внешнеторговой информации является важнейшим условием развития экспорта.

Эффективно работающая система внешнеторговой информации, при использовании ее промышленными предприятиями, могла бы позволить последним существенно повысить свои экспортные возможности.

Особое внимание необходимо уделить созданию федеральной базы данных (собирая и обобщая данные со всех регионов) по зарубежным компаниям, включая СНГ, которые ведут сотрудничество с отечественными предприятиями, с целью определения и контроля их надежности с точки зрения деловой репутации и выполнения договорных обязательств для накопления, анализа и распространения данных на ненадежные зарубежные компании. Для реализации этой задачи необходимо совместное эффективное взаимодействие МЭРТ и системы представительств с таможенными, налоговыми органами, уполномоченными банками, ТПП. Возможность получения предприятиями доступа к подобной базе данных могла бы существенно снизить риски экспортной деятельности.

Следует использовать имеющийся положительный опыт функционирования при представительстве МЭРТ информационно-консультационных бюро, оказывавших экспортерам различные коммерческие услуги: по поиску партнера, проверке его надежности и платежеспособности, по составлению документов, сопровождающих экспортную операцию, помощь при непоступлении валютной выручки и др. Работа в данном направлении могла бы существенно стимулировать развитие экспортной деятельности.

Помимо обеспечения публичного доступа всех заинтересованных лиц к имеющимся у государства ресурсам внешнеторговой информации, целесообразна организация адресного информирования участников внешнеэкономической деятельности о существующих коммерческих возможностях, проведение рекламно-информационных и разъяснительных акций по различным аспектам внешнеэкономической деятельности, развитие специализированных структур, оказывающих информационно-консультационные услуги участникам внешнеэкономической деятельности с особым акцентом на малый и средний бизнес.

В сфере внешнеэкономической деятельности роль информации и информационных технологий существенно растет и усложняется, как и методы её сбора, анализа и обработки. ВЭД предприятия получает одновременно внешнюю информацию (объединяет сведения о состоянии внешней среды предприятия, рынков и их инфраструктуры, поведении покупателей и поставщиков и т.д.) и внутреннюю информацию (совокупность данных, возникающих на объекте в форме учетно-статистической отчетности и оперативной информации (отчеты, договоры, заявки, заказы)).

В рыночной экономике действует правило – чем больше уровень неопределенности, тем большее количество информации следует обрабатывать для достижения необходимого уровня эффективности. Это правило особенно актуально при осуществлении внешнеэкономической деятельности, так как она имеет большой спектр разнообразных рисков.

Но сложность в сборе информации заключается в следующем:

- 1) большое количество источников информации;
- 2) неадаптивность информации (она несет в себе особенности и специфические черты культуры, традиций, языка и законов страны происхождения);
- 3) частая несопоставимость информации из разных источников;
- 4) риск недостоверности информации;
- 5) трудности перевода информации, представленной на иностранном языке;
- 6) высокая скорость устаревания информации;
- 7) большой объем информации.

Кроме того, накопленную информацию необходимо постоянно анализировать и дополнять недостающими данными.

Важность развития информационных технологий для ВЭД заключается в:

- существенном увеличении скорости обработки и выполнения заказа;
- росте оперативной эффективности (лучшее взаимодействие подразделений при выполнении заказа);
- ускорении обмена и обработки информации и, следовательно, принятия решений;
- более быстром реагировании на изменения внешней среды;
- снижении издержек (удельные издержки на использование информационных систем значительно ниже таковых при использовании традиционных методов);
- высокой оперативности получения и размещения информации;
- доступности и простоте пользования (обращение к терминалам становится все более простой задачей, доступной пользователям в разных странах);
- широте подхода (современные информационные системы позволяют легко преодолеть территориальные и пространственные границы между государствами).

Инструментами ВЭД в данном случае являются:

- корпоративный сайт;
- лучшее взаимодействие предприятия, поставщиков и покупателей, за счёт использования новых возможностей:

«business-to-business» – международные электронные биржи и тендерные площадки (e-procurement); сайты экспортеров и импортеров; производителей услуг, в том числе и информационных; инфраструктурных компаний (транспорта, связи, и т.д.);

«business-to-consumer» – с их помощью реализуется деятельность Интернет-магазинов, сервисных центров, а также компаний, реализующих консультационные и информационные услуги, особенно при международном обмене;

«consumer-to-business» – оперативная информационная поддержка бизнеса, как, например, рекламные организации, аналитические центры, справочные агентства, Интернет-компании, информационные базы данных и т.п.;

– международные отраслевые ассоциации и союзы;

– доступ к всевозможной маркетинговой, правовой и иной бизнес-информации.

Особенность внешнеэкономической информации – это множественный характер ее поступления. Можно выделить, по меньшей мере, 5 групп поставщиков информации:

1) поставщики;

2) покупатели;

3) посредники;

4) органы исполнительной и законодательной власти;

5) кредитные организации.

Важно собрать информацию в едином центре и направить ее в общую информационную систему предприятия.

На наш взгляд, идеальным вариантом является создание общей информационной системы на предприятии, а также создание локальной сети на предприятии, с помощью которой все отделы имели бы доступ к этой системе и могли обмениваться информацией друг с другом.

Основное условие – это ограничение доступа лиц к информации. Но ввод информации должен осуществляться всеми участниками информационного обмена без ограничений.

В последнее время растет интерес к использованию современных информационных технологий для автоматизации внутрикорпоративных и управленческих взаимодействий. Это обусловлено ориентацией таких систем на решение следующих актуальных проблем корпоративного управления:

- повышение эффективности достижения целей производства;

- сокращение количества бумажных документов;

- создание единой информационной среды для поддержания процессов принятия согласованных решений;

- создание условий для стимулирования деятельности каждого работника за счет групповой деятельности;

- повышение качества принимаемых решений за счет анализа множества альтернатив;

- повышение надежности исполнения принятых решений.

В корпоративную информационную систему должны быть интегрированы средства многомерного анализа данных, средства описания, анализа и моделирования бизнес-процессов. Принципиально важным при построении такой системы является системный сбалансированный подход. Такой подход позволит преодолеть недостатки существующих автоматизированных информационных систем, построенных по принципу автоматизации отдельных задач. Системный сбалансированный подход к построению автоматизированной информационной системы позволит существенно расширить возможности системы по представлению и обработке различной информации и устранил функциональные барьеры, позволяя получить более полное и адекватное представление о сложной системе – предприятии.

Говоря о физической реализации выделенных логических блоков, следует отметить, что корпоративная информационная система строится как единый комплекс программно-технических и организационных решений, охватывающих все производственные, технологические, финансовые и хозяйственные процессы, объединяя все подразделения предприятия в единое информационное пространство. Комплексная автоматизированная информационная система предприятия обязательно предполагает наличие внутри предприятия единой корпоративной сети передачи данных, связывающей все структурные подразделения.

Практически все крупные корпорации начали применять в своих управленческих процессах локальные и глобальные компьютерные сети. Появились комплексы программных средств для решения производственных задач на новом уровне. Наиболее развитые корпоративные системы объединяют в себе большую совокупность технологий управления. В их число обычно включают информационные технологии:

- согласованного синергетического управления частями корпорации;
- управления и средства организации работы групп менеджеров с совместно используемыми данными в рамках локальных и глобальных компьютерных сетей;
- документарно-ориентированных баз данных, позволяющих хранить информацию произвольного формата, включая текст, графику;
- управления документооборотом;
- маршрутизации документов;
- электронной почты;
- календарного планирования;
- защиты информации.

Идеальным для предприятия является вариант, когда все эти логические модули входят в состав единого программного комплекса на основе универсального хранилища данных, что позволяет различным отделам предприятия обмениваться информацией и взаимодействовать друг с другом. В результате интеграции всех подразделений предприятия в единой информационной системе каждый её пользователь получает преимущества, которые обусловлены не только его собственными действиями, но и работой его коллег. Таким образом, достигается синергетический эффект, который проявляется в том, что каждый получает от системы существенно больше информации, чем вкладывает сам. Следовательно, отдача от системы существенно повышается для каждого члена команды.

Другой важно проблемой является возможность автоматизации бизнес-процессов на предприятии. Для России характерны:

- 1) интеграция информационной системы путем объединения локальных пользовательских мест с помощью интерфейсных программ;
- 2) проектирование интегрированной системы с нуля, предусматривающее её внедрение общими силами предприятия и фирмы-консультанта;
- 3) внедрение программных пакетов корпоративных информационных систем.

В международной классификации деловых программ различаются следующие классы управленческих систем, которые в том или ином объеме представлены на отечественном рынке:

- АРМ (автоматизированное рабочее место);
- МРР (Material Resource Planning – планирование материальных ресурсов);
- ERP системы (Enterprise Resources Planning) – охватывают ресурсы в широком понимании: и материальные потоки, и денежные средства, и трудовые ресурсы.

Необходимость информационного обеспечения подтверждается и тем фактом, что 21 февраля 2008 г. в «Российской газете» появилось сообщение, что Росфиннадзор возьмет под контроль контракты по внешнеэкономическим сделкам [2]. Летом 2007 г. Росфиннадзор подписал соглашение с ЦБ об информационном взаимодействии по вопросам валютного контроля. И теперь Банк России будет регулярно направлять в службу информацию из коммерческих банков о нарушениях их клиентами валютного законодательства, а Росфиннадзор – ее обрабатывать и вычленять из общего массива нарушений. Отладить работу программного обеспечения он надеется уже к концу марта 2008 г. Таким образом, идет постепенное создание единой информационной базы по предприятиям, осуществляющим внешнеэкономическую деятельность на уровне государственных органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы и перспективы участия России в ВТО // Бюллетень иностранной коммерческой информации. 2007. № 122. С. 4.
2. Кукол Е. Росфиннадзор возьмет под контроль контракты по внешнеэкономическим сделкам // Российская газета. Центральный выпуск № 4594 от 21 февраля 2008 г. <http://www.rg.ru/2008/02/21/finrazvedka.html>

Сидорова Елена Юрьевна –

кандидат экономических наук, доцент Саратовского института (филиала)
Российского государственного торгово-экономического университета

Статья поступила в редакцию 22.11.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 658.7

О.М. Сярдова

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Предложена матричная модель ABC-XYZ распределения запасов товарно-материальных ценностей в зависимости от стоимости, степени стабильности и прогнозируемости потребления, у которой для каждого элемента матрицы определены методы нормирования с целью снижения затрат.

О.М. Syrdova

STOREKEEPING AT ENTERPRISES OF AUTO INDUSTRY

The article describes matrix model ABC-XYZ distribution of stocks commodity-material assets depending on cost, degree of stability and forecasted consumption at which matrixes for each element are certain methods of normalization with the purpose of decrease in expenses.

В условиях рыночной экономики основной задачей любого промышленного предприятия является повышение конкурентоспособности продукции, уровень которой определяется ее качеством, затратами на его обеспечение, организацией производства, включающей такие экономические показатели как сокращение времени поставок сырья и комплектующих, определение оптимального объема их запаса и др. В последние годы произошло заметное усовершенствование управления процессами снабжения и производства продукции, что позволило снизить издержки. Однако обострение конкуренции и со стороны отечественных, и со стороны иностранных производителей вынуждает изыскивать резервы, способствующие дальнейшему снижению издержек при реализации этих процессов.

Содержание сверхнормативных запасов товарно-материальных ценностей на промышленных предприятиях приводит к значительным расходам, обусловленным содержанием специально оборудованных помещений, оплатой труда персонала, страхованием имуще-

ства. Кроме того, возникает риск порчи, хищения, а также происходит моральное и физическое старение этих запасов. Затраты на управление запасами часто достигают 40% издержек фирмы, а затраты на поддержание запасов составляют в среднем от 5 до 15% их годовой стоимости [1, 2]. Исследования, проводимые в ряде западных стран, дают основания утверждать, что ожидаемая прибыль от каждого процента сокращения уровня запасов может быть приравнена к 10%-му росту оборота, а даже небольшое снижение уровня сверхнормативных запасов и ускорение оборачиваемости товарно-материальных ценностей позволяют добиться существенного увеличения рентабельности. В то же время отсутствие запасов приводит к дополнительным издержкам, часто очень значительным. К ним относят потери от простоя производства, от отсутствия товара на складе в момент его спроса, от закупок товаров мелкими партиями по более высоким ценам и т.д. Все это в конечном итоге сказывается на себестоимости готового изделия и, как следствие, – на его конкурентоспособности. Поэтому многие предприятия стремятся сократить запасы до оптимального объема.

Для решения этой задачи требуется оперативная, полная и достоверная информация о текущем состоянии складских запасов, оборачиваемости товаров, перспективных потребностях в различных видах товарно-материальных ценностей, позволяющая принимать экономически обоснованные решения о частоте и объемах поставок и согласовывать планы сбыта с планами закупок.

Если рассматривать производство как систему, преобразующую, например, сырье и материалы в готовую продукцию (вход – материалы, выход – продукт), то, согласно закону пропорциональности, все элементы в системе должны обеспечивать необходимую пропускную способность материального потока за определенный период времени. Как правило, производительность элементов системы существенно различается, и для восстановления пропорциональности необходимо вводить точно рассчитанное количество запасов по каждому элементу материального потока. Однако на отечественных предприятиях автомобилестроения, в том числе и на ОАО «АвтоВАЗ», применяется только укрупненное распределение номенклатуры по группам товарно-материальных запасов (нормируемые и ненормируемые) с соответствующей привязкой к балансовым счетам. Нормируемые запасы формируются на текущий год с учетом фактических остатков на конец прошлого года. При этом часто образуются излишки запасов, которые приводят к увеличению затрат.

В данной работе предлагается методика определения экономически целесообразного объема запасов товарно-материальных ценностей на основе ABC и XYZ анализа.

В соответствии с ABC анализом все предметы хранения ранжируются в стоимостном выражении и группируются по удельному весу в составе всех запасов (табл. 1).

Запасы товарно-материальных ценностей могут быть распределены также в зависимости от степени стабильности и прогнозируемости потребления. Для такой классификации проводится XYZ-анализ (табл. 2). В качестве показателя, характеризующего возможные колебания в потреблении запасов, обычно используют коэффициент вариации, который рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n}}}{x_{cp}} \times 100\% , \quad (1)$$

где x_i – значение параметра по оцениваемому объекту за i -й период; x_{cp} – среднее значение параметра по оцениваемому объекту анализа; n – количество периодов.

Таблица 1

Группы запасов по ABC-анализу

Группа	Характеристика группы	Процент от всех запасов в денежном выражении
A	Ключевые запасы, включающие ограниченное количество наиболее ценных материальных ресурсов. Требуют постоянного и скрупулезного учета и контроля. Для этих ресурсов обязателен расчет оптимального размера заказа и поставок	50%
B	Менее важные запасы. Часто включают большое количество типосорторазмеров. Оцениваются и проверяются при ежемесячной инвентаризации	30%
C	Неключевые запасы. Включают широкий ассортимент оставшихся малоценных или быстро заменяемых (закупаемых) изделий	20%

Таблица 2

Группы запасов по XYZ-анализу

Группа	Характеристика группы	Удельный вес в общей номенклатуре
X	Номенклатурные позиции с коэффициентом вариации от 0 до 10%, потребление запасов имеет почти стабильный характер, непостоянство случайное (до 10% ежемесячно), недельная предсказуемость потребления определенного товара около 95%	50-55%
Y	Номенклатурные позиции с коэффициентом вариации от 10 до 25%. Группа Y характеризуется определенными тенденциями потребления или нестабильностями (непостоянство потребления колеблется между 10 и 25% ежемесячно), недельная предсказуемость потребления – не менее 70%	30%
Z	Номенклатурные позиции с коэффициентом вариации от 25%. Потребность в группе Z является стохастической, непостоянство потребления достигает более 50% ежемесячно, недельная предсказуемость – менее 70%	15-20%

Для более точного учета товарно-материальных ценностей по результатам анализа ABC и XYZ составим матрицу ABC-XYZ (рис. 1). Анализ этой матрицы показал, что она не дает ответа на вопрос: сколько продукции заказывать и когда заказывать. Поэтому для групп товарно-материальных запасов, имеющих высокую потребительскую стоимость и детерминированный статистический спрос (группы AX, AY), целесообразнее всего применить модель экономически обоснованного размера заказа (модель EOQ). Критерием оптимизации размера заказа на пополнение запасов в данной модели является минимум общих затрат на выполнение заказов и поддержание запаса на складе в течение планового периода времени.

AX Высокая потребительская стоимость, высокая степень надежности прогноза вследствие стабильности потребления	AY Высокая потребительская стоимость, средняя степень надежности прогноза вследствие нестабильности потребления	AZ Высокая потребительская стоимость, низкая степень надежности прогноза вследствие стохастичности потребления
BX Средняя потребительская	BY Средняя потребительская	BZ Средняя потребительская

стоимость, высокая степень надежности прогноза вследствие стабильности потребления	стоимость, средняя степень надежности прогноза вследствие нестабильности потребления	стоимость, низкая степень надежности прогноза вследствие стохастичности потребления
CX Низкая потребительская стоимость, высокая степень надежности вследствие стабильности потребления	CY Низкая потребительская стоимость, средняя степень надежности вследствие нестабильности потребления	CZ Низкая потребительская стоимость, низкая степень надежности вследствие стохастичности потребления

Рис. 1. Матрица ABC-XYZ

Составляющие суммарных затрат по-разному зависят от размера заказа (величина партии поставки), что отражено на графиках (рис. 2). Суммарные затраты за период ($C_{общ}$) имеют характерный вид вогнутой кривой с минимумом в точке O , что позволяет оптимизировать размер запаса.

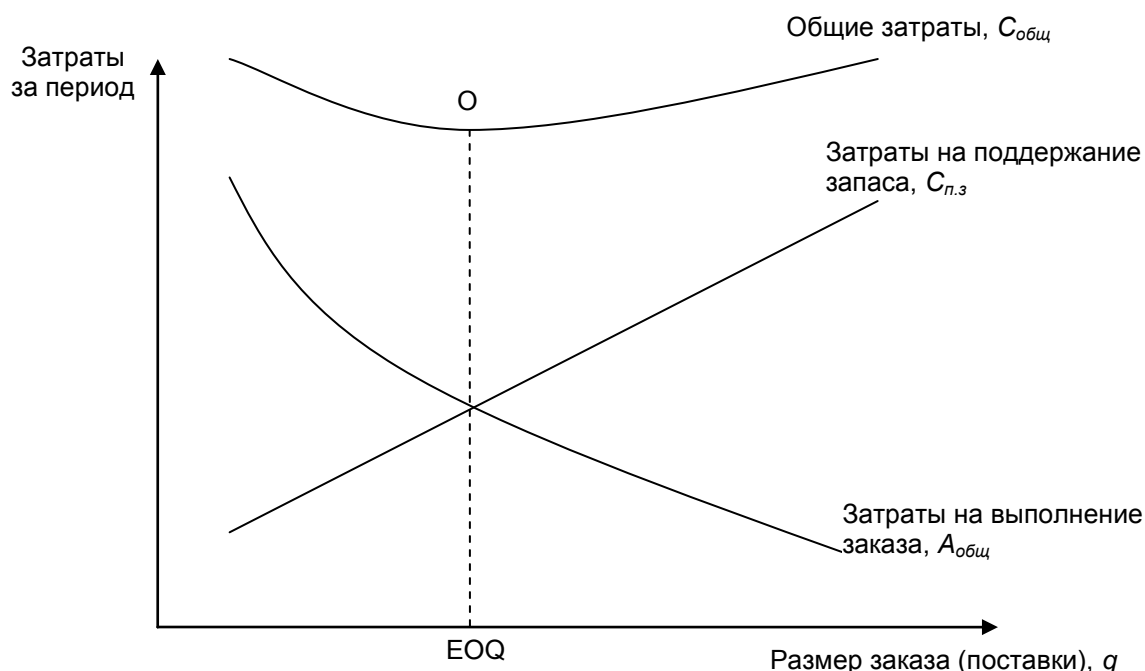


Рис. 2. Зависимость затрат от размера заказа (партии поставки)

Определим суммарные затраты управления запасами за определенный период ($C_{общ}$). Предположим, что потребность в материальных ресурсах за период равна D . Тогда за данный период необходимо сделать D/q поставок на пополнение запаса. При этом суммарные затраты на выполнение заказов будут равны

$$A_{общ} = A \cdot \frac{D}{q}, \tag{2}$$

где A — стоимость выполнения одного заказа, ден. ед.; q — размер заказа, ед.

Стоимость выполнения заказа связана с фиксированными затратами на выполнение этого заказа и не зависит от его размера. При этом стоимость заказа включает в себя следующие затраты: стоимость подготовки документов, транспортные расходы (только фиксированная часть), командировочные и курьерские расходы.

Все затраты на выполнение заказа, зависящие от его объема (т.е. переменные), относят на стоимость самих запасов и не включают в стоимость выполнения заказа. Затраты на поддержание запасов на складе ($C_{н.з}$) в течение определенного периода можно определить по формуле:

$$C_{н.з} = C \cdot Q_{cp}, \quad (3)$$

где Q_{cp} – средняя величина запаса, поддерживаемая на складе, ед.; C – затраты на поддержание запаса, ден. ед.

Затраты (C) могут быть выражены в долях (или процентах) от стоимости единицы продукции, тогда

$$C_{н.з} = C_{ед} \cdot R \cdot Q_{cp}, \quad (4)$$

где $C_{ед}$ – цена единицы продукции, хранимой на складе, ден. ед.; R – доля от цены, приходящаяся на затраты по поддержанию запасов.

Если спрос является непрерывным, период между двумя смежными поставками, затраты на выполнение заказа (A), цена поставляемой продукции и затраты на поддержание запаса ($C_{н.з}$) в течение определенного периода времени постоянны, то средняя величина запаса будет равна $Q_{cp} = q/2$. Тогда для суммарных затрат за определенный период получим

$$C_{общ} = C_{н.з} + A_{общ} = A \cdot \frac{D}{q} + C_{ед} \cdot R \cdot \frac{q}{2}. \quad (5)$$

Суммарные затраты минимальны тогда, когда затраты на хранение равны затратам на выполнение заказов. Поскольку ставится задача минимизировать расходы, связанные с заказом и поддержанием запасов, то необходимо приравнять к нулю производную $dC_{общ}/dq = 0$.

$$\frac{dC_{общ}}{dq} = -A \cdot \frac{D}{q^2} + C_{ед} \cdot \frac{R}{2} = 0. \quad (6)$$

Решая уравнение (6) относительно q , получим

$$EOQ = q_{opt} = \sqrt{\frac{2AD}{C_{ед}R}}. \quad (7)$$

В теории управления запасами формула для экономичного размера заказа (EOQ) больше известна как формула Уилсона [2].

Оптимальное время между двумя заказами при этом будет равно

$$t_{сз} = \frac{q}{D}, \text{ лет}. \quad (8)$$

При уменьшении стоимости выполнения заказа (A) размер оптимальной партии (q_{opt}) уменьшается, а частота выполнения заказов увеличивается (частые, небольшие поставки – «только вовремя» – «JIT»). При увеличении стоимости хранения ($C_{ед}$) (например, рост стоимости капитала) размер оптимальной партии (q_{opt}) уменьшается, следовательно, необходимо снизить средний объем запасов на складе. Увеличение потребности в запасах (D) приводит к увеличению оптимального размера заказа (q_{opt}).

Группы запасов ВХ, ВУ (матрица АВС-XYZ рис. 1) имеют среднюю стоимость, широкий ассортиментный ряд, почти стабильный характер потребления. Для них целесообразно использовать укрупненный метод нормирования. Кроме того, данный метод нормирования можно использовать для группы запасов АЗ, имеющих высокую потребительскую стоимость, но низкую степень надежности прогноза из-за стохастичности потребления. Расчет нормы оборотных средств укрупненным методом осуществляется в следующем порядке:

1. Рассчитывается средний интервал между поставками по типосорторазмерам вида товарно-материальных запасов. Для этого общее количество поставок по данному виду запа-

са ($\sum\Pi$) делится на количество типосортразмеров ($\sum T$), поставки по которым производились неполный год. Мелкие нетипичные поставки в расчет не принимаются.

Таким образом, находим среднее количество поставок на один типосортразмер (Π_{cp}):

$$\Pi_{cp} = \frac{\sum \Pi}{\sum T}. \quad (9)$$

2. Определяется средний интервал поставок по группам. Для этого количество дней в году (360) делится на среднее количество типосортразмеров

$$I_{cp} = \frac{360}{\Pi_{cp}}. \quad (10)$$

Остальные группы запасов (BZ, CX, CY, CZ) имеют невысокую потребительскую стоимость. Для определения норм и нормативов можно использовать метод фактических остатков. В этом случае по данным бухгалтерского учета устанавливаются фактические остатки по виду товарно-материальных запасов на месячные или квартальные отчетные даты. При этом исключаются из остатков:

- товарно-материальные запасы, ошибочно учтенные;
- ненужные и длительно неиспользуемые;
- излишние запасы (больше годовой потребности).

На основе месячных / квартальных остатков рассчитывается средний остаток по виду товарно-материальных запасов в денежном выражении и в днях (делением среднего остатка на стоимость фактического однодневного расхода). Далее проводят корректировку с учетом упорядочения поставок. Рассчитанные величины принимаются в качестве нормы.

Данная методика определения норм и нормативов для различных групп запасов позволит довести фактические запасы до нормативного уровня и сократить издержки, что приведет к повышению конкурентоспособности продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе / В.И. Сергеев. М.: ИНФРА-М, 2001. 608 с.
2. Терешина Т. Логистический подход к управлению запасами / Т. Терешина // Логистика. 2002. № 3. С. 20-23.

Сярова Оксана Михайловна –
старший преподаватель кафедры «Экономика и управление предприятием»
Тольяттинского государственного университета

Статья поступила в редакцию 28.09.07, принята к опубликованию 15.09.08

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

УДК 316.334.2

М.Б. Васильев

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЮДЖЕТНЫХ МЕТОДОВ В ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА КРЕСТЬЯНСКИХ ДОМОХОЗЯЙСТВ

Рассматриваются возможная структура и предметное наполнение методики бюджетного исследования состояния и направлений динамики социального капитала как совокупности отношений, базирующихся на соседских, родственных, дружеских связях социальных субъектов. Предлагается схема социологического инструмента, позволяющего зафиксировать качественные бюджеты крестьянских домохозяйств.

M.B. Vasiljev

OPPORTUNITIES OF BUDGETARY METHODS APPLICATION IN STUDYING DYNAMICS OF THE SOCIAL CAPITAL COUNTRY HOUSEHOLDS

The structure and the maintenance a technique of budgetary research of dynamics of the social capital are analyzed here. The social capital is understood as set of the relations basing neighbors', related, friendly connections of subjects. The circuit of the sociological tool, allowing fixing qualitative budgets country households is offered in the article.

Существуют ли способы надежного и информативного фиксирования данных, позволяющих понять и проследить динамику социального капитала, представляющего собой совокупность реальных или потенциальных ресурсов, связанных с обладанием устойчивой сети отношений взаимного знакомства и признания? Как известно, такого рода сети существуют в практическом состоянии, – в форме материального или символического обмена, способствующего их поддержанию. Таким образом, объем социального капитала, которым располагает социальный актор, зависит от размера сети связей, которые он может мобилизовать, а также от объема капитала (экономического, культурного), которым обладает каждый из тех, кто с ним связан. Представляется, что заимствование методики бюджетного исследования домохозяйств может послужить неплохой основой для прослеживания параметров существования и изменения социального капитала.

Трансформация характеристик социального капитала как системы связей детерминирована спецификой повседневных хозяйственных практик современного крестьянства, –

практик, в гораздо большей степени, чем обычно в новейшей российской истории, нацеленных на обеспечение приемлемых условий социально-экономического существования. Иначе говоря, результирующая этих практик – элементарное выживание, перестраивание семейной экономики в целях сохранения приемлемой стабильности существования. «Быть бы живу...» – вот как может быть кратко выражена стратегия (а впрочем, и тактика) социально-экономического поведения членов крестьянских домохозяйств.

Представляется, что наиболее наглядно характеристики и динамика социального капитала как своего рода сетевого поведения субъектов может быть зафиксирована в так называемых качественных бюджетах. Что представляет собой данный инструмент познания социальной реальности? Если в рамках традиционных (применяемых, прежде всего, статистическими органами) исследований семейных бюджетов на первом месте стоят натуральные и денежные показатели домохозяйств, то качественный бюджет стремится зафиксировать целый ряд показателей, объясняющих мотивацию (социальную, культурно-психологическую, нравственно-этическую и т.п.) акторов повседневных хозяйственных практик. Такого рода мотивация фиксировалась в результате развернутых интервью, записываемых параллельно с записью показателей семейного бюджета. Таким образом, в ходе крестьяноведческой экспедиции были составлены подробные описания качественных бюджетов. Для реализации целей настоящего исследования мы попытаемся реконструировать исходные структуры описания, фиксирования качественных бюджетов домохозяйств, – как они были записаны в социологическом поле.

Итак, в качестве комментариев к бюджетам крестьянских семейных домохозяйств целесообразно использовать следующие шесть, различных по наполнению и детализированности, параметров описания. Вместе с разделами комментария мы кратко сформулируем «смысловые ядра» указанных параметров, – с тем, чтобы пояснить те аналитические возможности, которые способен дать каждый из этих срезов бюджета.

1. Исходные характеристики: *состав семьи, ее возраст, занятость членов, особенности семьи.*

Смысловое ядро: Данный пункт позволяет оценить некие обобщенные, фундаментальные характеристики социального капитала семьи, – его исходный, первичный, недетализированный потенциал.

2. Характеристика материального благополучия семьи, ее позиция на шкале «бедные – богатые». Элементы собственности. Проявляющаяся в экономическом поведении демонстрация собственных материальных возможностей и достижений. Ориентации на те или иные модели потребления.

Семейное хозяйство: состав, направленность (потребительская, снабженческая, товарная). Кормовая база хозяйства: возможности ее формирования (покупка, легальное и нелегальное получение из крупхоза, бесплатные или обменные поставки от тех, кто имеет доступ к ресурсам). Источники получения молодняка, семян, техники и т.д.

Смысловое ядро: Данный пункт позволяет оценить некие необходимые, можно сказать, принудительные, объективно складывающиеся характеристики включенности домохозяйства в экономическую жизнь предприятия и поселения. В экономических связях есть особая информативность. Говорят в народе: «Насильно мил не будешь...» Однако насильно, по произволу – собственному или патронатному – в экономическое пространство войти можно. Но этот факт будет весьма выразительно свидетельствовать о качествах того социального капитала, которым данная семья владеет.

3. Источники доходов семьи: *постоянные, временные, сезонные.*
Структура денежных доходов. Натуральная компонента, ее весомость.

Характер вторичной занятости и его связь с основным рабочим местом.

Степень стабильности в поступлении доходов по месяцам, причины колебаний. Видимые последствия такой нестабильности: как семья подстраивается под «рваный» график денежных потоков, как решает проблему «кассовых разрывов» и как приводит свое потребительское поведение в соответствие с оскудением притока денежных средств.

Величины денежных остатков на конец-начало месяца: какие здесь можно зафиксировать колебания? В какой мере по этим величинам можно судить о продуманности и просчитанности финансовой политики семьи и ее воле справиться с непрогнозируемостью и нестабильностью внешних обстоятельств? Источники покрытия кассовых разрывов (что первично – расходы или доходы, какие расходы семья совершает, даже не имея для этого достаточного количества собственных средств?).

Смысловое ядро: Специфичность данного пункта качественного комментария к бюджету заключается в возможности всмотреться в степень «формальности-неформальности» экономического поведения семьи и ее членов. Как именно семья умеет стабилизировать параметры своей экономической повседневности? И прибегает ли она при этом к включению неких рычагов, позволяющих задействовать возможности её социального капитала? Насколько семья «отважна» в осуществлении денежного поведения, как она выбирается из финансового «минуса», опираясь на ресурсы социального капитала?

4. Потребительское поведение семьи: повседневное, исключительное (в особые «праздничные» месяцы, связанные с важными событиями для семьи).

Покупаемые продукты питания и предметы хозяйственного обихода: набор, затраты, предпочтения. Что составляет основу покупаемых вещей: продукты первой необходимости или же набор покупок гораздо шире? Доля дорогостоящих и не столь насущных покупок. Изменение расходов на продукты первой необходимости в зависимости от величины денежных доходов семьи: остается ли «продуктовая» статья постоянной, за счет чего она увеличивается в «доходный» месяц и по каким направлениям сжимается в случае «недобора» денежных средств.

Расходы на одежду: как часто они совершаются, кого в семье одевают в первую очередь.

Расходы на содержание дома: постоянно ли семья оплачивает свои затраты на электроэнергию, рассчитывается за газ, воду или имеет задолженность. Пиковые затраты по этим статьям, ремонтные и строительные работы.

Особые расходы на детей, связанные в первую очередь с их обучением.

Расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств.

Крупные покупки: их характер, когда они совершаются, к каким денежным поступлениям приурочиваются.

Расходы на нужды других семей: в какой мере семья тратит не на себя, а на взрослых детей, внуков, участвует в общих акциях по сбору денег на похороны, лечение, праздничные события. Общее впечатление о потребительской политике семьи: может ли семья сознательно ограничивать свои потребности или же склонна поступать по принципу «пока есть деньги – трачу их на что хочу».

Смысловое ядро: Данный пункт позволяет оценить факт соблюдения семьей неких общепоселенческих социально-экономических и социально-психологических ритуалов. Своего рода потребительская мода может быть в данном случае зафиксирована. Именно картина потребления, которая в условиях сельского поселения никак не может быть наглухо скрыта от соседей, родных, знакомых, просматривается при изучении конкретных статей расхода.

Всё это, несомненно, позволяет более рельефно рассмотреть специфику социального капитала – как общедеревенского, так и семейного.

5. Кредитная политика семьи: какую из моделей выбирает семья – брать в долг или отказываться от внешних займов в сложных ситуациях. В первом случае возможны варианты. Первый: материально стесненные условия, заставляющие семью постоянно одалживать небольшие суммы (у соседей, родственников, в кассе, брать в долг продукты в магазине, в аптеке, пользуясь дружеским расположением работников этих учреждений). Второй: семья занимает деньги, даже получая неплохие по местным меркам доходы, то есть не справляется с финансовым планированием. Третий: семья прибегает к займу только для совершения крупных приобретений, крупных акций (ремонт, газификация, строительство и проч.). Четвертый: семья берет в долг не для себя, а для других, и становится одновременно и гарантом возврата долга, и главным плательщиком.

Одалживание денег: происходит или нет, кому, на каких условиях. Случаи, когда занимают деньги другим, хотя сами нуждаются в них. Случаи возникновения денежных долгов при продаже в долг продукции (мед, корма и проч.).

Денежное вспомоществование: кому, в каких случаях, на каких условиях.

Смысловое ядро: Вероятно, данный пункт, касающийся включенности семьи в финансовые проводящие сети, весьма информативен с точки зрения характеристик обязательности. В данном случае семья выпукло рисуется как частичка, атом, своего рода квант и волна в пространстве социального капитала. Надежность и обязательность, разумность и импульсивность, стратегичность мышления или ситуативность, попустительство или стремление принести заведомую пользу контрагенту, – все эти достаточно «тонкие» социально-психологические материи можно поймать и понять с помощью описания и интерпретации кредитной политики той или иной семьи.

6. Сети обменов: с кем, вокруг чего совершаются обмены, оказывается односторонняя помощь. В какой мере объектом обменов становятся ресурсы крупхоза, какие сюжеты разворачиваются благодаря этому. Помощь трудом.

Праздники и празднования. Как часто происходят застолья, принимают гостей и сами ходят по гостям? Какую долю в бюджете занимают расходы на подарки? Виды и стоимость подарков, адресованных разным людям и приуроченные к разным событиям: внутрисемейным – дням рождения, юбилеям, свадьбам, проводам и встречам из армии, крестинам; гражданским праздникам – 8 Марта, 23 февраля, Новый год; церковным датам – Рождество, Пасха и проч. Подарки детям (делимые по возрасту и степени родства) – внуки, дети, крестники, другие родственники и знакомые. Помощь при подготовке праздника. Наличие зависимости между тем, как семья одаривает других и получает подарки сама. Подарки, покупки «без повода», не приуроченные к праздникам и торжествам: бабушки, берущие на себя часть затрат по содержанию своих внуков. Безвозмездные передачи ненужных вещей нуждающимся семьям.

Смысловое ядро: Данный пункт – это подлинная классика анализа социального капитала и его динамики. Именно в сетях отношений проявляются буквально все до одной фундаментальные характеристики социального капитала. Сети обменов, сети межсемейной поддержки – это живая материя социального капитала. И именно по этой причине информация по сетям обменов наиболее трудно расчленима в аналитических целях, – что мы и увидим, когда предпримем попытку анализа параметров сетей обмена в двух исследовательских кейсах.

Таким образом, уже подобного рода панорама объясненных самими участниками хозяйственных практик социально-экономических действий позволяет увидеть и обобщить направления и динамику социального капитала как системы многообразных связей и отно-

шений. Формировалась данная картина следующим образом: во-первых, был осуществлен подробный анализ записей в бюджетных таблицах, которые вели семьи респондентов. В этих таблицах респонденты изо дня в день фиксировали все денежные и натуральные поступления в семью, а также все траты, отмены и натуральные «выходы» из семейного хозяйства. Во-вторых, на основе собранных бюджетов нами проводилось специальное прибюджетное интервьюирование, позволившее получить дополнительную информацию. Подобная методика создает достаточно надежную основу для изучения динамики социального капитала.

Васильев Максим Борисович –
аспирант кафедры «Социология»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 11.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК-316.7

М.А. Данилова

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТ: СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТИ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Рассматриваются социальные характеристики пользователей Интернета, способы, стратегии удовлетворения потребностей студенческой молодежи с помощью Всемирной паутины.

M.A. Danilova

THE INTERNET PHENOMENOLOGY: STRATEGY OF THE NETWORK USE IN THE DAILY LIFE

Social characteristics of Internet users, ways, and strategy of satisfaction of requirements of student's youth by means of the World Wide Web are considered in this article.

В 2006-2007 годах было проведено исследование на тему «Интернет в социальных практиках студенческой молодежи». В ходе качественного исследования (метод интервью) опрошено 58 человек – активных пользователей Интернета. Респонденты – студенты первого и второго курсов Саратовского института (филиала) Российского государственного Торгово-экономического университета нетехнических специальностей. Из них 29 человек учатся на первом курсе, 29 – на втором. Возраст студентов: 17-18 лет, девушек – 61%, юношей – 42%. Критерием отбора участников интервью являлась степень активности в использовании Интернета.

В результате исследования выявились шесть типов пользователей Интернета. Основаниями для типизации использовали: потребности, удовлетворяемые посредством Интернета, количество проводимого времени в Сети, уровень навыков работы во Всемирной паутине.

Далее приведены социально-поведенческие характеристики выделенных типов с цитатами из интервью с наиболее яркими их представителями.

1. *Новички.* Начинающие пользователи Сети, плохо ориентирующиеся не только в сетевых, но в целом в информационных технологиях. В нашем исследовании – это девушки, опыт работы в Сети исчисляется несколькими месяцами, они не имеют четкого представления ни о возможностях Глобальной Сети, ни тем более о ее строении, устройстве. В связи с отсутствием навыков, чувствуют себя в Сети неуверенно, проводят в Интернете не очень много времени.

Представителем этой группы является студентка Ольга. Ольга выросла в обеспеченной семье, с детства увлекается музыкой, с отличием окончила музыкальную школу. Музыка является единственным увлечением. Знакомство с компьютером произошло в школе в рамках школьной программы. Родители приобрели компьютер в качестве подарка дочери к окончанию школы и поступлению в вуз, аргументируя это тем, что «для учебы в институте пригодится». Сама Ольга никогда не просила купить компьютер, испытывала только легкое любопытство к возможностям Интернета, под влиянием рассказов более опытных одноклассников, а также телевидения. При установке дома компьютера представители фирмы-продавца сразу настроили выход в Интернет, показали, как набирать адрес нужного сайта, поисковых систем. Работа в Сети этой студентки ограничена несколькими сайтами музыкальной тематики («Я очень люблю играть на гитаре и поэтому посещаю сайты именно с такой тематикой - *gitaristam.ru, maximum.ru*. Я ищу там аккорды песен и различную теорию на эту тему» (инт_11, стр.126-128)), а также поиском рефератов, курсовых работ. Как средство коммуникации Интернет Ольга не использует, это ей неинтересно. Однажды случайно попав в чат, ничего там не поняла – больше и не пыталась.

Сейчас Интернет является для Ольги важным источником информации для учебы и своего хобби, но нельзя сказать, что он играет ключевую роль в жизни в целом. «Если подключиться не получается, я спокойно выключаю компьютер и ложусь что-нибудь читать» (инт_11, стр.55-56).

2. *Опытные пользователи – Развлекающиеся.* Для второй группы пользователей Сеть является источником развлечения, дополняющим традиционные способы времяпрепровождения молодежи. Сеть посещается время от времени, когда нет других занятий. В среднем такие пользователи имеют приличный пользовательский стаж – от 1 до 3 лет. За это время были освоены основные услуги Сети (электронная почта, чаты, ICQ, поисковые возможности). Сеть используется регулярно для поиска рефератов, скачивания музыки для mp3-плееров, рингтонов для мобильных телефонов, пользуются популярностью молодежные чаты, ICQ.

Представителем этой группы является студент второго курса Денис. Сын хорошо образованных, материально обеспеченных родителей, учится отлично, увлекается моделированием. Пользовательский стаж – 2,5 года. В течение дня очень занят – занятия в институте, подготовка к занятиям в библиотеке, встречи с друзьями. В Интернет выходит, когда больше нечем заняться, в основном в ночное и вечернее время:

«Для меня Интернет не играет решающей роли в жизни, всегда есть альтернатива. Например, прогулка с друзьями или с любимой, чтение книг, телевизор, наконец. По-моему это не особо хорошо, когда решающую роль в жизни играет «машина» (инт_32, стр.174-177).

Денис, несмотря на то, что может по 5 часов играть в on-line игры, опасается этой зависимости от «машины»:

«Весь вопрос в том, что общество деградирует благодаря Всемирной паутине. Некоторые люди не выходят из дома, чтобы совершать покупки. А действительно зачем, если все могут доставить на дом? Лично я против такого «прогресса», хотя и пользуюсь Интернетом очень много. Я понимаю ту проблему, которая уже существует. Но даже сам себя не могу заставить сходить в библиотеку. Через Интернет проще» (инт_32, стр.196-201).

Общаться по Сети он не любит:

«Общаться в живую мне нравится намного больше» (инт_32, стр.141).

Блоги не читает, не комментирует:

«Я не считаю, что моя запись поможет что-то сделать лучше или исправить» (инт_32, стр.121-122).

Ищет в Сети только вынужденно – по учебной необходимости:

«Процесс поиска в Интернете мне не доставляет никакого удовольствия. Скорость маленькая, нет желания открывать по 100 страниц. Все, что угодно, найти не могу» (инт_32, стр.103-105).

Единственное, что Денис не может реализовать без Интернета, это поиск интересных партнеров по компьютерным играм:

«Люблю играть по Интернету. Очень увлекательно соревноваться не с «тупым» компьютером, а с настоящим человеком. К тому же можно быстро научиться различным приемам (фишкам)» (инт_32, стр.110-112).

3. *Опытные пользователи – Серферы.* Для представителей этого типа Интернет – основной источник информации. Кроме того, их привлекает сам процесс поиска, а также процесс перескакивания с сайта на сайт посредством гиперссылок.

Наталья – умная, красивая, уверенная в себе девушка, имеющая четкий жизненный план:

«Пока мне нет 18 лет – я учусь (не для оценок, не формально, хочу получить знания), после 2-го курса перехожу на заочное отделение – иду работать бухгалтером (мама берет к себе), к окончанию института у меня стаж работы 3 года. Хочу ездить на хорошей машине, жить в хорошей квартире, зарабатывать много денег. На данном этапе (получение общих знаний, успешная учеба) Интернет для меня незаменим» (инт_49, стр.201-206).

В основном Наталья использует Интернет как источник самой разнообразной информации. О Сети говорит эмоционально, восторженно, особенно поражает ее воображение объемом находящейся там информации:

«Интернет – это действительно круто!!! Здесь есть всё!!! Множество информации про- и обо всем!!! Очень удобно!!! Не нужно перебирать всю библиотеку!!! Очень дорогие книги, которые я не смогла бы себе позволить в твёрдом переплёте, или просто не смогла бы найти, все музеи мира как на ладони!!! Столько интересного и сразу да ещё и на одном столе!!!» (инт_49, стр.215-219).

«Я не помню, как и почему я вылезла первый раз в Интернет... я даже не помню, как и зачем мне купили модем...я не помню первых впечатлений... их, наверное, и вовсе не было, потому что к тому времени как я начала самостоятельно пользоваться Интернетом, это стало так доступно, что уже никого не удивляло. Единственное, в чем была уверена, что там есть абсолютно всё... но даже представить не могла, что «всё» это так много!!!» (инт_49, стр.64-70).

Причем процесс поиска редкой информации очень часто становится вызовом, испытанием ее способностям, азартной игрой, где в качестве приза выступает найденная информация:

«Искать – это действительно очень интересно!!! Особенно что-то действительно редкое, никому не нужное, ищешь по всем поисковикам... интересно, но порой заходишь в тупик, разочаровываешься, и не лезешь в инет потом ещё очень долго... а потом залезаешь... и то самое, что ты искала – повсюду... ДИКО ОБИДНО. Однажды (2 года назад) искала биографию Брежнева, так и не нашла, убедилась, что в Интернете есть не все» (инт_49, стр.140-146).

И еще:

«Ищу часто, много и для всех... недавно искала по просьбе маминной подруги какой-то модный магазин в Будапеште с адресом и тел. номером... так нашла!!! Счастья было!!!» (инт_49, стр.151-153).

«В прошлом году я искала телефон... мне очень помогли отзывы на всевозможных форумах» (инт_49, стр.154-155).

Общаться по Сети Наталья не любит:

«Хорошего общения в сети мне ещё не удавалось найти. Мне не интересно такое общение, мне трудно общаться с человеком, глаз которого не вижу... это правда» (инт_49, стр.171-173).

По поводу возможности сыграть в общении другую роль говорит следующее:

«Люди специально пробуют разные роли (меняют пол, возраст, характер). Мне это не интересно, т.к. я это могу реализовать в жизни: надеваю классическую одежду и иду в институт – здесь я паинька; надеваю короткую юбку, косуху – в своей компании могу плеваться, ругаться матом, в другой компании я третья, дома – я четвертая. А в чате однажды назвалась мужчиной 40 лет и ничего нового для себя не узнала» (инт_49, стр.185-190).

Чтение и комментирование блогов считает пустой тратой времени:

«Мне что, заняться больше нечем?... всё равно никто не читает!!!» (инт_49, стр.137).

4. *Опытные пользователи – Коммуникабельные.* Представители этого типа все свое время в Сети посвящают общению.

Олег – студент второго курса, учиться средне, пользователем Сети является около 4 лет. С Интернетом познакомился в 16 лет. Конечно, Олег пользуется и многими службами Интернета – ищет рефераты, посещает сайты автомобильной тематики, но 99% всего сетевого трафика уходит на общение в чатах и ICQ. Из всех возможностей Сети его особенно поразило количество людей, с которыми можно познакомиться, пообщаться за короткий промежуток времени:

«За первую же неделю у меня образовался контакт-лист из 500 человек» (инт_26, стр.160-161).

Первые несколько месяцев из любопытства, из-за необычности ситуации Олег встречался с сетевыми знакомыми. Но потом, когда любопытство было удовлетворено, такие встречи стали происходить реже:

«Вначале я встречался со всеми подряд, со всеми, кто соглашался на встречу, сейчас – только с некоторыми, после того, как увижу фото. Раньше общался с мыслью «Надо познакомиться и встретиться», сейчас – «Почему бы не познакомиться и не встретиться» (инт_26, стр.172-175).

По мнению самого респондента, помимо множества знакомств, посредством Сети, он приобрел уверенность в отношениях с противоположным полом. В отличие от жизни «до Сети», теперь его не огорчают отказы, он знает, что всегда может найти в чате девушку, которая согласится с ним встречаться.

Немаловажную роль играет Интернет в хобби Олега. В данный момент он увлечен автомобилями, и Сеть позволяет получить консультации по этой теме. Прежде чем зайти в чат, Олег просматривает увлечения присутствующих, выбирает интересующихся автомобилями, с ними общается, обсуждает достоинства той или иной модели, особенности ремонта. Такие знакомства очень часто переходят в практическую плоскость – они встречаются в гараже, ремонтируют машину, делятся секретами ремонта. По мнению Олега, благодаря таким встречам он приобрел колоссальный опыт, практические навыки и теоретические знания в этой области. Он уверен, что будущая работа обязательно будет связана с автомобильным бизнесом, и эти знания и опыт ему пригодятся.

Интересно, что Олег никогда не пользуется сетевым сленгом.

5. *Опытные пользователи – Прагматики.* Для таких пользователей Сеть – инструмент для работы, учебы и других своих увлечений.

Ирина – наиболее яркий представитель этой группы, человек с необычной судьбой. Когда девочке было 9 лет, родители вступили в широко известную и распространенную религиозную организацию, что наложило отпечаток на мировоззрение, образ жизни всей се-

мы. Дети получили строгое религиозное воспитание. Ирина полностью приняла все законы своей церкви, активно участвует в различных мероприятиях своего религиозного общества – семинарах, молодежных слетах, со всеми своими близкими друзьями она познакомилась именно на этих мероприятиях. Интернет для семьи девушки – это эффективное средство коммуникации с единомышленниками по всему миру. Стаж как пользователя сети – 4 года.

«Я много общаюсь с людьми из других стран, городов – миссионерами и прихожанами нашей церкви. Наша церковь каждый год устраивает слет для молодежи. На этих слетах устраиваются различные семинары, а также развлекательные мероприятия – дискотеки и др. На слеты съезжается молодежь из многих городов России, ближнего и дальнего зарубежья. Мы очень много общаемся, в результате у меня прибавляется количество друзей по переписке. Миссионеры приезжают на 2 года. Со многими я переписываюсь, когда они уезжают на родину» (инт_21, стр.215-222).

Перепиской по электронной почте не ограничено использование Ириной Интернета. Она имеет свой сайт, на котором размещены интересующая ее друзей информация, фотографии. Регулярно посещаются сайты религиозной тематики. И, конечно же, Сеть используется для поиска информации по изучаемым в институте дисциплинам. Таким образом, Ирина использует Интернет как эффективный, удобный и доступный инструмент, не испытывая к нему особых эмоций. Работа в Сети подчинена четким правилам – подключение только рано утром и поздно вечером, чтобы не занимать телефонную линию – «не хотим терять контакт ни с кем, может кто-то позвонит, а телефон занят»; сама работа идет по схеме – просмотр семейного почтового ящика, разбор корреспонденции, поиск информации по учебе, посещение сайта своей церкви. Вся работа занимает около 30 минут, подключается регулярно – каждый день.

б. *Опытные пользователи – Сетемены.* Это жители Сети, в том смысле, что для них Сеть – это сама жизнь, они не представляют себя без Интернета. Сеть для них – это источник информации, знакомств, развлечения, доходов, огорчений, радостей, средство общения и др. У этого типа происходит замещение многих традиционных социальных практик Интернетом.

Андрей – студент первого курса, в свои семнадцать лет имеет сетевой стаж – 6 лет. Его можно с уверенностью назвать сетевым жителем:

«Люблю сидеть в инете и днём и ночью. Утром – потому что инет не так забит. А ночью полно друзей с разных стран. Каждый день днем часа 2 после института, потом часа 3-4 после вечерней прогулки» (инт_47, стр.27-29).

Андрей прекрасно разбирается в компьютерных и сетевых технологиях, его речь и письмо изобилуют сленговыми выражениями и смайликами. Вот как он рассказывает о своем типичном сеансе работы в Интернете:

«Я сразу Юзаю в так называемую Аську. ICQ – не использую, в ней много сетевых дыр. Так что пользуюсь Miranda32. я сделал её под себя. :) потом зыркаю почту на <http://www.mail.ru>. А потом я приступаю к запуску Клиента с игрой. Играю я в <http://www.timezero.ru> – люблю эту игру... играю уже поди года три) – нашёл себе по. Душе =)) так что есть где провести свободные часы.;) когда нужно искать информацию я сразу за Mozilla Firefox – и в бой... пока не найду нужную мне инфу.)))... ну по-моему хватит подробностей не так ли?? >=)» (инт_47, стр.106-113).

По душе ему пришлось многие услуги Интернета:

«Если оценить процентное соотношение моих занятий в Сети: игра 40%, поиск информации 20%, общение 40%. Каждый день захожу на сайты всемирных новостей, читаю все самые свежие новости... Просто без информации жизнь не жизнь. А вообще люблю читать о всяких новых мамках, Мониторах и о звуковых акустиках).

Я каждый день ищу что-то новое и новое: музыку, новые кинопроекты, также даты выходов игр, проги + скрины. Объемы скаченной инфы разные, порой доходят и до 100 ме-

гов...)) Я делаю архивы и кидаю их на диски... всегда может что-то пригодиться в нужную минуту.

С другом мы ведем блог в ЖЖ, рассказываем о себе, о своей жизни. У нашего блога около 1000 читателей.

С сетевыми знакомыми Андрей регулярно встречается, гуляет, отмечает праздники и т.д. Сетевым знакомым он доверяет больше:

«В сети я весь открыт, могу общаться на разные темы... какая мне по душе» (инт_47, стр.169-170).

С помощью сетевых знакомых решаются многие важные для молодого человека вопросы. В подростковом возрасте Андрей советовался с сетевой аудиторией, как вести себя с девушками, благодаря совету и поддержке жителей сети поступил и окончил музыкальную школу. Сейчас, прежде чем что-то приобрести в магазине, он сначала изучает мнения сетевых друзей и посетителей форумов и т.д.

Можно сказать, что Интернет играет ключевую роль в сегодняшней жизни Андрея.

Сеть Интернет, предоставляя человеку возможности для удовлетворения многих потребностей, становится реальной сферой деятельности, важной частью жизни индивида, многое меняя в самом человеке – стиль, образ жизни, привычки, круг интересов, общения.

Данилова Мария Анатольевна –

старший преподаватель кафедры «Высшая математика и информационные технологии» Саратовского института (филиала)

Российского государственного торгово-экономического университета

Статья поступила в редакцию 18.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 316.7(470)

Е.В. Ионова

ОТНОШЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ К ЦЕННОСТЯМ ЗАПАДНОЙ КУЛЬТУРЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ Г. АСТРАХАНИ)

В современной России в условиях глобализации, интенсивного развития коммуникаций и увеличения разнообразия глобальных культурных потоков актуальной становится проблема взаимодействия западной и российской культур. Ценности западной культуры, которые оказывают влияние на жизненный стиль россиян, воспринимаются ими неоднозначно. Позитивными ценностями Запада россияне считают цивилизованность, семейственность, законопослушность и порядок, демократию, свободу, здоровый образ жизни, патриотизм, а негативно относятся к индивидуализму, культуре денег, неправильному питанию, бездуховности.

E.V. Ionova

THE ATTITUDE OF RUSSIANS TO VALUES OF THE WESTERN CULTURE (ON MATERIALS OF ASTRAKHAN)

In modern Russia in conditions of globalization, intensive development of communications and increases in a variety of global cultural streams a problem of interaction of the western and Russian cultures is actual. They perceive values of the western culture, which influence life style of Russians, ambiguously. Russians consider civilization, domesticity, order, democracy, freedom, a healthy life style, patriotism as their positive values and negatively concern to individualism, a cult of money, unhealthy feed, in spirituality.

На современном этапе в условиях глобализации, взаимодействуя между собой, общества и культуры подвержены влиянию других культур. Такое влияние испытывает на себе и российское общество. Для того, чтобы сохранить российский менталитет, на котором строится национальная культура, важно изучить отношение россиян к ценностям, привнесённым из других культур. Как принимает эти ценности российское общество сейчас, относится к ним позитивно или отторгает, влияет на то, станут ли они в будущем частью ментального пространства россиян или нет. В российской и зарубежной науке существуют разные и довольно сложные определения менталитета. Под менталитетом мы понимаем «образ мышления, мировосприятия, духовной настроенности народа» [6, с.625]. В менталитете каждого народа имеются устойчивое ценностно-смысловое ядро и изменчивая периферия. Под ценностно-смысловым ядром подразумевают определенные ценности и их приоритетную иерархию, которые влияют на мироощущение, самобытность жизненных практик и повседневных идеологий. Кроме того, центральную, ядерную часть составляют некие первичные «смыслы», «образы», «образцы» – базисные элементы культуры, формирующие константные модели духовной жизни [2, с.79]. Периферию менталитета создают временные, новообразовавшиеся или привнесённые из других культур ценности. Обмен элементами ментального ядра и периферии происходит под действием исторических, идеологических, культурных факторов, в большей степени долговременных. Из периферии в ядро менталитета попадают только те ценности и «смыслы», которые идентичны входящим в состав ядра или, по крайней мере не противоречат им. Остальные ценности, находящиеся на периферии, могут называться только «ценностными ориентациями», «предпочтениями», «установками», «ожиданиями», «настроениями» [5, с.117].

Ценностные ориентации, формирование которых проходит на разных этапах социализации, являются базовой составляющей жизненного стиля и представляют собой сложную динамическую структуру, которая не только зависит от ценностей социума, но и подвержена закономерным изменениям под влиянием множества факторов, одним из которых в условиях современной России является инокультурное влияние.

На современном этапе мировосприятие людей, особенно молодого поколения, складывается в информационной среде. Молодежь считают особенно восприимчивой к глобальным сообщениям, наиболее открытой «транснациональному потоку культурных продуктов». Если старшее поколение может противостоять «информационной перегрузке» XXI века, то восприятие молодежи Х. Пилкингтон и У. Блюдина называют пассивно фоновым: «молодежь легко переходит от текста к тексту, из реального пространства в виртуальное и обратно, на ходу ловит образы, фразы, символы и так же быстро переосмысливает их, строя собственную идентичность» [1, с.32-33]. Современная молодежь свободна в выборе и конструирует собственный стиль жизни посредством потребительского выбора на глобальном рынке. Термином «жизненный стиль» можно обозначить набор способов самовыражения, служащих одновременно средством самоотличения и доказательством вкуса и групповой принадлежности. Жизненный стиль современной молодежи не создает и не замещает идентичность, а репрезентирует её.

В настоящее время в условиях глобализации во всех сферах человеческой жизни, бытовой, политической, экономической, культурной, образовательной, происходит диалог между культурами, которые, проникая друг в друга, взаимодействуют, видоизменяются,

трансформируют взгляд на окружающую нас действительность. Следует заметить, что немаловажную роль в формировании жизненного стиля современных россиян играют образцы западной культуры, которые появились в нашей стране благодаря открытию границ социокультурного пространства еще в конце XX века и новым масс-медиа, для многих из которых западная культура служит нормой и стандартом. Тем не менее, если еще недавно в российском обществе можно было наблюдать повальное увлечение западными ценностями и стандартами поведения, то сейчас появился некий баланс между отечественной и западной культурами, национальными традициями и чуждыми стандартами и представлениями. Одним из факторов усвоения, отторжения или видоизменения ценностей западной культуры в сознании россиян является отношение россиян к этим ценностям.

По мнению Х. Пилкингтон и У. Блюдиной, отношения россиян к западной культуре и к Западу в целом, начиная с периода реформ, менялись очень существенно [1, с.25]. Так, период с 1985 по 1991 год характеризуется тем, что Запад становится предметом обожания, символом лучшей жизни, свободы и удовольствия. Такое преувеличенно хорошее отношение было связано с продолжающейся информационной изоляцией и самокритикой внутри страны [7, с.397]. Запад отождествлялся с «цивилизованностью». Исследование, проведенное журналом «Социологические исследования» совместно с «Литературной газетой» в 1987 году, показало, что для 58% подростков Советского Союза приобретение западных товаров и вещей было одной из их жизненных целей [1, с.227]. Как заметил Ю. Левада, сознание советских людей видело в Западе обратное отражение «советскости», когда в «другом» отражалось то, чего не хватало у самих себя [3, с.180-182]. С 1991 по 1998 год в обществе были популярны образы, связанные с положительными характеристиками западного общества: «неприкосновенность частной собственности, деловитость, свобода убеждений и поведения, профессиональное отношение к делу, равенство всех перед законом...» [4, с.12] Тем не менее реальное сближение с Западом разрушило его идеальный образ. В конце 1990-х, несмотря на то, что материальные и потребительские аспекты западного образа жизни оценивались россиянами позитивно, поскольку они облегчали жизнь и ассоциировались со свободой и расслаблением, для большинства россиян было ясно, что они не приведут к культурному и духовному росту. Подобную переоценку исследователи связывают не только с участвовавшими поездками россиян на Запад, но и с появлением в России низкоуровневого американского кино, что серьезно подорвало бытовавшее ранее убеждение о том, что Запад способен предложить достойные культурные ценности [1, с.110].

В 2007 году автором было проведено социологическое исследование, целью которого было изучение отношения российского населения к западной культуре, к западному образу жизни. Генеральная совокупность – жители г. Астрахани, выборочная совокупность (1347 человек) представлена учениками, студентами, медицинскими работниками, учителями, бизнесменами, служащими, домохозяйками, работниками сферы услуг, пенсионерами.

Большинство опрошенных находят какую-либо привлекательную для себя сторону в культуре Запада, однако по данным нашего исследования отношение к культуре Запада у респондентов довольно неоднозначное. У 30% всех респондентов понятие «западная культура» не вызывает каких-либо оценочных ассоциаций, они объясняют ее как «ценности Запада», «традиции Запада», «мировоззрение людей, живущих на Западе», «образ жизни в западных странах», то есть указывают на территориальную и географическую принадлежность данной культуры. 2% всех опрошенных полагают, что западная культура ничем не отличается от всех остальных культур. В то же время 13% всех опрошенных считают, что культура Запада – это другая культура, отличная от российской, при этом 4% респондентов высказали мысль, что западная культура не всегда подходит россиянам, но тем не менее *«от каждой культуры можно выбрать лучшее, в том числе и от западной»*. При этом следует отметить тот факт, что 3% опрошенных молодых людей до 30 лет считают, что в культуре Запада «все только самое плохое», причем респонденты более старшего возраста такой мысли вообще не выска-

зывают. Ценности западной культуры привлекательны для 11% всех опрошенных, которые полагают, что в западной культуре ценности *«лучшие российских»*. У 7% опрошенных культура Запада ассоциируется с киноиндустрией и музыкой, у 5% респондентов – с культурой потребления.

Все остальные мнения респондентов можно отнести к оценочным и условно разделить на две группы: первая группа связана с положительным образом культуры Запада в сознании россиян, а вторая – с отрицательным. Положительный образ западной культуры (45%) связан, прежде всего, с цивилизованностью, высоким уровнем развития; семейственностью; законопослушностью и порядком; красивой жизнью; демократией; свободой; здоровым образом жизни; патриотизмом. 6% участников опроса считают, что западная культура и система ценностей являются примером для подражания.

Западный образ жизни, по мнению наибольшего процента отвечающих (20%), это, прежде всего, стремление сделать карьеру и заработать как можно больше денег: *«жизнь во имя денег и карьеры, с другой стороны – успеха и самореализации»*, *«карьера, процветание»*. Но для того, чтобы достичь успеха, понимают опрошенные, нужно упорно трудиться: *«возможность увеличить свое благосостояние за счет своих способностей»*. По мнению участников опроса, на Западе есть все возможности для того, чтобы самореализоваться: *«ты не выживаешь, а живешь»*, *«радостное здоровое детство, труд, труд в юности и зрелости с достойной оплатой, обеспеченная старость»*. Стандарты жизни на Западе оценивались респондентами намного выше, чем российские. Позитивные аспекты западного образа жизни связывались, в основном, с соблюдением и почитанием закона.

Среди негативных моментов в восприятии западной культуры и образа жизни респонденты выделяют тот факт, что материальная сторона западного образа жизни превосходит духовную (*«более деловой, менее душевный»*, *«превосходство материального над моральным»*), отмечая направленность западного образа жизни в сторону индивидуализма (*«беленский домик, белозубая счастливая семья, каждый сам за себя»*). Отношение к здоровому образу жизни на Западе у россиян двоякое. Около 10% участников опроса связывают его с неправильным питанием: *«есть жирную пищу и пить газировку, ничего не делать и жиреть»*, в то время как 5% опрошенных, наоборот, считают, что люди на Западе привержены здоровому образу жизни (имея в виду утреннюю пробежку и посещение фитнес-центров), к которому хотят стремиться и россияне. 3,5% опрошенных ассоциируют образ жизни на Западе с *«сексом, развратом»*, а также наркоманией и насилием. В целом, к негативным образам культуры Запада в сознании всех респондентов (30%) следует отнести следующее: индивидуализм, насилие и жестокость, культ денег, неправильное питание, вседозволенность.

Исследование показало, что респонденты разных возрастных групп находят привлекательными для себя различные стороны культуры Запада. Например, для молодежи в возрасте от 14 до 20 лет, а это в основном студенты и учащиеся старших классов, наиболее привлекательны развлекательная сторона западной культуры, такие сферы как кино (44%) и музыка (38,5%), а также одежда (17%). Многих участников опроса, особенно молодежь, привлекают дешевые яркие западные стандарты, красивая сторона западного образа жизни: *«красивая гляцевая картинка, к которой хочется стремиться»*. К тому же, 9% респондентов от 14 до 20 лет видят в западном образе жизни только развлекательную его сторону (*«идти по клубам, вести беспорядочный образ жизни»*, *«беспредел в молодости, спокойная и обеспеченная старость»*). Данные образы, на наш взгляд, сформированы музыкальными клипами, кино и рекламой.

Респондентов более старших возрастных групп (от 31 года и старше) в культуре Запада привлекает больше всего ориентация на здоровый образ жизни (52%), что связано, прежде всего, с тем, что ценность здоровья является одной из приоритетных для этих возрастных групп. Необходимо заметить, что 10% опрошенных в возрасте от 46 лет в западном образе жизни наиболее ценят спокойствие, стабильность, уверенность в завтрашнем дне, замечая,

что этого им не достает в условиях современной России. Важно заметить, что наиболее привлекательной стороной культуры Запада практически для всех групп респондентов явилась культура обслуживания, сервиса на Западе (37% респондентов в возрасте от 14 до 20 лет и 58% респондентов старше 21 года). Это связано, прежде всего, с низким уровнем культуры обслуживания в России: людей всегда привлекает в чужой культуре то, чего они не находят в своей. Показательной в данной связи кажется фраза: *«порядок: от чистоты на улице и до фразы «клиент всегда прав», которая там действительно работает»*.

Несмотря на то, что мнения участников опроса разделились, в оценке культуры Запада преобладают позитивные мнения и настроения. Тем не менее респонденты критически настроены по отношению к западным ценностям и способны их дифференцировать и оценивать с точки зрения своей культуры. Так, оценивая западный образ жизни, многие россияне, в том числе и молодежь, считают его неприемлемым для себя (*«российская ментальность не должна вбирать ценности Запада»*), что свидетельствует о том, что у россиян существует потребность в духовных и культурных образцах более высокого уровня, чем те, которые им часто предлагаются. Показательными в данном контексте могут быть следующие высказывания респондентов о западной культуре: *«высокотехнологичная, но бездушная»*; *«Америка – это красиво, но Россия – вот где сила»*.

Таким образом, российскому населению свойственно полярное отношение к ценностям западной культуры и образу жизни. Позитивными ценностями западной культуры россияне считают цивилизованность, высокий уровень развития, семейственность, законопослушность и порядок, демократию, свободу, здоровый образ жизни, патриотизм и негативно относятся к индивидуализму, насилию и жестокости, культу денег, неправильному питанию, бездуховности. В настоящее время русских людей пока еще привлекает в западном мире «красивая сторона» жизни. Но несмотря на то, что стереотипы западного образа жизни продолжают воспроизводиться, россияне способны осознанно взаимодействовать с западными культурными образцами и формировать собственную точку зрения. Следует заметить, что образы западной культуры россияне оценивают позитивнее, чем образ жизни на Западе и западных людей в целом. При всех колебаниях в оценках западного образа жизни, большинство наших соотечественников предпочитают ориентацию на традиции и особенности России в противовес следованию чужим образцам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилкингтон Х. Глядя на Запад? = Looking west?: культурная глобализация и российские молодежные культуры / Х. Пилкингтон. СПб.: Алетейя, 2004. 278 с.
2. Зими́на О.В. Телереклама как фактор формирования стиля жизни в современном российском обществе: дис. ... канд. соц. наук. Ставрополь, 2006. 189 с.
3. Левада Ю. Статьи по социологии / Ю. Левада. М.: Изд-во Фонда Макартуров, 1993. 192 с.
4. Орлик Е.Н. Образ жизни от советского к западному: массовые представления / Е.Н. Орлик // Запад и Восток: традиции, взаимодействия и новации: тез. Всерос. науч.-практ. конф. Владимир, 1995. С. 10-16.
5. Редель А.И. Российский менталитет: к социологическому дискурсу / А.И. Редель // Социс. 2000. № 12. С. 109-118.
6. Социология в России: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. В.А. Ядова. М.: Изд-во Ин-та социологии РАН, 1998. 696 с.
7. Уткин А.И. Вызов Запада и ответ России / А.И. Уткин. М.: Эксмо, 2003. 608 с.

Ионова Елена Вячеславовна –

аспирант кафедры «Социология и психология»

Астраханского государственного технического университета

УДК 316.454.52

А.А. Пустарнакова

ЭТНИЧЕСКИЙ ДРУГОЙ КАК КОММУНИКАТИВНЫЙ СУБЪЕКТ: АНАЛИЗ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ «ДРУГОСТИ» В ЭТНИЧЕСКИХ РЕСТОРАНАХ

Статья посвящена анализу репрезентаций этнической «другости» в городском пространстве. Этнический Другой рассматривается как конструирующийся текст в процессе коммуникации работников и посетителей этнических ресторанов Самары. На примере эмпирического исследования показано, что этничность сегодня может не только выступать в качестве этнической идентичности, но и являться специфическим товаром (брендом), способом привлечения внимания потребителей.

A.A. Pustarnakova

ETHNIC OTHER AS COMMUNICATIVE SUBJECT: THE ANALISES OF REPRESENTATIONS OF «OTHERNESS» AT ETHNIC RESTAURANTS

This article is dedicated to the analyses of representations of ethnic «otherness» in cities space. An ethnic «other» is the text, which is constructed in the process of communication between workers and visitors Samaras' ethnic restaurants. Empiric results show us that ethnicity can be not only an ethnic identity, but also the specific consumer goods, brand or a way of attracting consumers.

Актуальность данного исследования обусловлена изменяющейся ролью этничности в современном обществе потребления, которая выступает уже не только своеобразным «маркером» индивидуальной идентичности, но и товаром или торговой маркой (брендом) этнического ресторана, и целенаправленно конструируется «профессионалами», вступающими в коммуникацию с потребителями.

Теоретической основой данного исследования выступает постклассическое понимание этнического Другого как коммуникативного субъекта. Этнический Другой понимается нами как текст, который конструируется экономическими агентами (работниками и посетителями этнических ресторанов) с помощью различных знаков и символов. Нами используется определение коммуникативности, в котором синтетически соединен подход М. Бахтина (теория диалога) [1] и Ю. Хабермаса (теория коммуникативного поведения) [2]. По их мнению, всякий текст своим содержанием определяет коммуникативное пространство – внутреннее смысловое пространство текста, намеренно встроенное в множество актуальных контекстов, содержащее совокупность прямых или косвенных адресатов [см. 3]. Вот эта намеренная отсылка смысла к актуальным контекстам и реальным адресатам, есть первое условие коммуникативности: смысл текста должен быть подан через коммуникативное пространство.

С другой стороны, всякий текст становится интерсубъективным, будучи помещен в реальный процесс коммуникации, в реальное пространство преобразования [4]. Этот процесс

преобразования впервые обнаруживает себя как творческий процесс самого автора, его внутренний диалог, постоянную постановку себя то в позицию автора, то в позицию потенциального читателя (адресата). Собственно поэтому первичное пространство преобразования порождается самим актом творчества, то есть первичным коммуникативным актом. Вторичный коммуникативный акт связан уже с восприятием текста, с внешней средой текста, которая в таком случае оказывается средой коммуникации. Коммуникативное пространство – это внутренний коммуникативный содержательный смысл текста, среда коммуникации – это внешняя реальная среда процесса коммуникации, в который вовлечен текст [5].

Таким образом, этнический ресторан, по нашему мнению, представляет собой и коммуникативное пространство (в котором мы обнаруживаем смыслы текстов этнических Других), а также среду для коммуникации значимых агентов, конструирующих и воспринимающих репрезентации этнической «другости».

Кроме того, при проведении анализа будем иметь в виду, что сконструированные тексты этнических Других – это репрезентации этнической «другости», где всегда присутствуют выдумка и фантазия создателей, но в то же время она основана на изучении потребительских предпочтений и стереотипов. Это подтверждает точку зрения С. Холла, который считает, что через репрезентацию (процесс, посредством которого субъекты культуры используют язык (любую систему знаков) для производства значений), мы получаем доступ к реальности [6, с.28]. В данном случае репрезентация – это практика представления, обозначения и демонстрации этнических Других в городском пространстве.

Объектом нашего исследования выступают агенты, участвующие в конструировании репрезентаций этнической «другости» – «профессионалы» и посетители этнических ресторанов. Выбор в качестве объекта исследования «профессионалов» обусловлен тем, что, по мнению, А. Лефевра [7], именно они конструируют репрезентации конкретных объектов в городских пространствах. «Профессионалами» в данном случае являются, прежде всего, владельцы этнических ресторанов, а также дизайнеры, шеф-повара и другие работники, т.е. все те, кто участвует в целенаправленном производстве репрезентаций этнической «другости». Второй агент – посетители этнических ресторанов, которые, воспринимая репрезентации этнической «другости», участвуют в процессе коммуникации с «профессионалами» и реконструировании репрезентаций. Именно они проявляют «спрос» на конкретную этническую «другость», что в результате рождает «предложение» (ее конструирование в городском пространстве «профессионалами»).

Исследование проводилось нами в рамках качественной методологии, был выбран этнографический тип исследования. Основными методами сбора информации для нас служили включенное наблюдение и полуструктурированное интервью, дополнительно использовались фотографии.

Эмпирическую базу исследования составили материалы 20 свободных интервью с «профессионалами», 30 свободных интервью с посетителями этнических ресторанов, а также включенных наблюдений в 9 местах общественного питания Самары («Марракеш», «Восточный квартал», «Жили-Были», «Бухара», «Джин-Джу», «Анталия», «Правда жизни», «Ацатун», «Фрау Мюллер»). Критерием отбора этнических ресторанов и «профессионалов», которые в них работают, послужил следующий принцип: эти рестораны не сетевые, т.е. их этнические концепции выстраиваются местными экспертами, в том числе и этническими «профессионалами» (представителями именно тех этнических групп, название и символика которых используются в конструировании этнической «другости» ресторанного пространства).

Конструирование репрезентаций этнических Других «профессионалами»

Работники этнических ресторанов («профессионалы») – активные участники конструирования текстов этнических Других, они имеют преимущественное влияние на определение того, какого этнического Другого, с помощью каких средств следует конструировать и кому

продавать. Их деятельность по конструированию репрезентаций этнической «другости» состоит из выбора мотивов, средств и видов этнических Других. Мотивы побуждают к конструированию репрезентаций конкретных видов этнической «другости», а средства позволяют их конструировать. Под средствами здесь понимается весь комплекс вербальных и визуальных знаков, символов, которые в сочетании образуют тексты этнических Других. Это могут быть вывески и таблички на ресторанах, настенные, напольные украшения, мебель, посуда, одежда и т.д.

По данным исследования именно экономические мотивы заставляют «профессионалов» обращаться к конструированию репрезентаций этнической «другости» в этнических ресторанах. Желание привлечь как можно большее количество посетителей приводит к созданию ресторанов «1-го типа» – для «массовой» публики, а стремление заинтересовать богатую публику («элиту») – ресторанов «2-го типа».

В первом случае «профессионалы» ориентируются на широкий круг посетителей и поэтому для привлечения клиентов здесь используются такие средства, которые позволяют сконструировать стереотипные тексты этнических Других, за счет чего облегчается восприятие этнического ресторана и репрезентированного в его пространстве этнического Другого даже неподготовленной и мало осведомленной публикой. Такие этнические рестораны находятся в «видимом центре» и на оживленных улицах, их легко отличить от других объектов за счет широкого использования визуальных средств, как во внешнем, так и во внутреннем оформлении (например, «Жили-Были», «Бухара», «Правда жизни», «Фрау Мюллер», «Анталия»).

По мнению опрошенных экспертов, наиболее востребованными массовой публикой на самарском рынке являются такие этнические рестораны, которые предлагают популярные «темы», тексты этнических Других, а также достаточно здоровую пищу (эта тенденция к ведению здорового образа жизни также является элементом глобализации, распространяется по всему миру). Именно поэтому огромной популярностью среди населения пользуются японские и итальянские рестораны, еда в которых *«легкая, но вкусная, а также оригинальная»*. Кроме того, «профессионалы» делают акцент на таком важном свойстве этнической «другости», как способность вызывать «нужные» ассоциации: например, среди самарского населения популярным местом отдыха является Турция, а поэтому, по словам информантов, популярны и турецкие рестораны.

Рестораны «2-го типа» предназначены для наиболее обеспеченной, богатой публики, «элиты». В них для привлечения посетителей (довольно узкого круга гостей) используются преимущественно средства, которые создают эксклюзивность (необычные, экзотические тексты этнических Других), либо «аутентичные» средства, с помощью которых реализуется претензия создателей заведения на аутентичность. В случае использования чрезвычайно необычных, непривычных символов и знаков, восприятие пространства массовой аудиторией осложняется, т.к. к созданным конструктам этнических Других оказывается уже не применим набор стереотипных представлений. Поэтому складывается впечатление, что это место общественного питания *«не для всех, а для избранных»*. Такие рестораны имеют богатый внутренний «этнический» антураж, располагаются в центре города, но с улицы не всегда / не всем заметны, рассчитаны на «состоятельную публику» (например, «Марракеш», «Восточный квартал», «Джин-Джу»). «Профессионалы» считают, что «этническое» является интересным богатым потребителям, поэтому это удачный выбор «темы» (концептуальной идеи) для «элитных» ресторанов, в соответствии с которой строится меню, оформляется интерьер зала, выбираются поставщики оборудования, напитков и т.д. Выбор темы во многом зависит от творческой фантазии и выдумки ресторатора, который пытается ухватить свободный сегмент ресторанного рынка, где имеется неудовлетворенный платежеспособный спрос, а также от размера имеющихся материальных средств.

В целом, рестораны «2-го типа» – это такие пространства, которые развлекают наиболее взыскательную публику, отвлекают ее от повседневности, позволяют посещать очень не-

обычные пространства или знакомиться с этническими традициями, особенностями быта, жилища, пищи, то есть совершать настоящее путешествие в прошлое или в другую страну. Их принципиальное отличие от «массовых ресторанов», по мнению большинства «профессионалов» – это претензия на эксклюзивность. Хотя, по нашему мнению, такая претензия редко реализуется, потому что зачастую для создания «необычных», «эксклюзивных» образов используются те же самые средства, что и для конструирования «стереотипных» репрезентаций в ресторанах 1-го типа. Вся лишь разница в количестве и качестве используемых материалов, атрибутов, символов.

Подводя итоги анализа мнений «профессионалов», отметим, что этничность, в соответствии с их точкой зрения, можно рассматривать как дополнительную «услугу», развлекающую потребителей, дающую новую интересную информацию, вносящую разнообразие в повседневность, переключающую внимание с обыденного на праздничное. Независимо от типа ресторана этничность адаптируется к местным условиям, она мобильна (репрезентации «дружести» изменчивы, зависят от спроса, трансформируются в процессе коммуникации с потребителями). То есть, следуя логике «профессионалов», мы можем определить основное свойство, объединяющее различные тексты репрезентирующихся этнических «Других» – это их «продаваемость». Этнические символы используются «профессионалами» прежде всего для получения выгоды или дополнительной прибыли.

Восприятие репрезентаций этнической «дружести» посетителями этнических ресторанов

Опыт восприятия любого города или незнакомого городского пространства начинается с «освоения новых улиц, новых лиц, новых знаков (например, вывесок, написанных на чужом языке), в конечном итоге, освоения нового визуального пространства. С чего начинается восприятие этнических Других? Каким образом посетители этнических ресторанов включаются в коммуникацию с «профессионалами» и друг с другом? Все ли тексты этнических Других, действительно, покупаются и могут приносить «профессионалам» дополнительную прибыль?

По данным исследования, восприятие этнической «дружести» начинается с факта «находки» – с момента «обнаружения» этнического ресторана в городском пространстве, а затем в результате его узнавания. Информанты называют различные способы получения информации об этнических ресторанах, и сам факт «находки» хорошего этнического ресторана, по мнению многих опрошенных, является «большой удачей»: *«да в Самаре вообще мало приличных мест, чтобы их отыскать, нужно порядком потрудиться».*

Самые распространенные способы поиска этнических ресторанов – это прогулки или поездки по улицам города, когда можно случайно заметить интересную, яркую вывеску этнического ресторана: *«да я просто гулял по городу и наткнулся на этот вот ресторан, зашел, он мне понравился, теперь хожу часто».* Однако такой способ «обнаружения» этнических ресторанов более свойственен тем людям, которые часто прогуливаются по улицам города и внимательно смотрят по сторонам. Но есть и другие категории граждан, которые ищут новое место общественного питания сначала в виртуальном пространстве, на Интернет-сайтах, в СМИ, рекламных объявлениях, на фотографиях знакомых и т.д., и только потом отправляются в город.

В любом случае, независимо от того, каким образом осуществлялся поиск этнического ресторана, далее начинается его изучение на предмет того, а могут ли быть удовлетворены все значимые требования посетителей. К таким требованиям могут относиться качество пищи, комфорт, интерьер, развлекательная программа, цены, престижность, а также привлекательная этническая «дружесть», на которую в рамках данного исследования мы обратим особое внимание. По данным интервью с посетителями этнических ресторанов, люди могут пойти туда *«не только для того, чтобы удовлетворить свои потребности в еде, но и в но-*

вых впечатлениях, в общении, в «поддержании своего статуса», в приобретении знаний о «другой» этнической культуре» и др. При этом в разных ситуациях могут актуализироваться различные мотивы посещения этнических ресторанов: в какой-то момент этническая «дружость» будет привлекать посетителей, а в каком-то случае окажется неважной, и на первое место выйдут такие мотивы посещения конкретного этнического ресторана, как близкое расположение или низкие цены. Кроме того, можно предположить, что существуют и различия, связанные с групповой принадлежностью, статусом и т.д. Рассмотрим причины посещения этнических ресторанов более подробно. Опишем, когда и для кого этничность становится важной и привлекательной.

Как показывает анализ интервью, мощным стимулом посещения этнических ресторанов для многих клиентов (21 из 30 опрошенных) является все-таки национальная еда (качественная, вкусная, оригинальная), которая, по мнению информантов, – одна из самых важных составляющих успеха заведения. Во-вторых, значимым критерием выбора этнического ресторана является интересная этническая обстановка, то есть та атмосфера, которая создается с помощью различных символов и средств. Среди опрошенных встречались и такие информанты, для которых посещение этнических ресторанов – это не просто приятное времяпрепровождение, но и удовлетворение познавательного интереса, по их мнению, в ресторанах происходит знакомство с национальной культурой – особенностями этнического быта, обычаями, традициями, музыкой, едой и т.д. Вот что говорит информантка о «Жили-Были»: *«там все похоже на русскую деревню, избу, – деревянные столы, русская печка, колодец, девушки в национальных костюмах, мне это интересно, это расширяет мой кругозор»*. Такая причина, как *«расширение кругозора», «расширение городского и личного опыта»*, обуславливает и стремление посетителей к разнообразию, к посещению, как правило, не одного и того же этнического ресторана, а разных. За счет разнообразия, необычного, не повседневного интерьера можно: *«отвлечься от повседневной суеты, приобщиться к истории, традициям разных народов»*. Кроме удовлетворения «познавательного интереса», посещая «дорогой» этнический ресторан, можно поддерживать свой высокий статус и престижность в глазах окружающих: *«мое положение в обществе обязывает меня ходить в дорогие рестораны, мне не так уж важна кухня, главное – качество и статус заведения»*.

Результаты анализа показали, что самыми частыми посетителями этнических ресторанов являются, прежде всего, люди с высоким и средним достатком – богатые и «среднестатистические», при этом они посещают разные рестораны исходя из различных побуждений. Богатые предпочитают любой ресторан с хорошим питанием (еда в ресторане для них это обычная, рутинная практика), или просто интересное место с высококлассным обслуживанием и желательно увеселительной индустрией, либо расположенное в привлекательной части города. Здесь особое значение имеет не только (и не столько) этническая «дружость», а статусность, престижность, качество ресторана, способность обеспечить принадлежность к определенному образу жизни, к западному (европейскому) обществу. А вот люди со средним достатком («массовая публика») посещают рестораны либо для того, чтобы удовлетворить свои разнообразные потребности во вкусной еде, комфорте и недорогих ценах, либо потому, что нет другого выхода и это самое подходящее место, например, для обеда. Для них репрезентации этнической «дружости» оказываются значимыми лишь в некоторых случаях, – когда они испытывают любовь к конкретной стране, культуре, традициям, кухне, или имеют позитивные стереотипы о какой-либо этнической группе.

По данным исследования, этническая «дружость» иногда выступает самостоятельным, но чаще всего входит в число других средств, создающих имидж этнического ресторана. Этнический «Другой» в ресторане может быть не важен, он может, как продаваться (покупаться): *«я иду в ресторан, чтобы познакомиться с новой культурой, попробовать национальную еду, послушать восточную музыку, меня очень привлекает все восточное, арабское, а пока нет возможности посетить Марокко»*, так и не замечаться: *«Почему я туда хожу, да по-*

тому что это быстрое обслуживание, вкусная еда и находится рядом с моей работой, поэтому туда очень удобно приходить на обед...».

Здесь нас интересуют именно те случаи, когда этнический Другой выступает самостоятельным стимулом для привлечения клиентов, когда происходит посещение этнического ресторана именно потому, что в нем репрезентируется конкретная этническая «другость» с помощью оригинального этнического интерьера, богатой обстановки, «претензией на аутентичность» и др. Этничность выступает способом, с помощью которого можно получить новые опыты, переживания, ощущения, эмоции – другое состояние повседневности. Этничность позволяет «совершить прорыв повседневности» через покупку желаемых эмоциональных состояний. Обобщая высказывания информантов о случаях привлекательности именно этнических Других, дадим характеристики «покупаемых» репрезентаций этнической «другости». По данным исследования, такие репрезентации должны включать одну из двух составляющих: репрезентацию привлекательной конкретной этнической еды, культуры; либо репрезентацию этнического / экзотического «Другого», чтобы позволить посетителям развлечься и отвлечься от повседневности.

Заканчивая анализ восприятия репрезентаций этнической «другости» посетителями этнических ресторанов, отметим, что восприятие – это сложный процесс, который обусловлен контекстом, ситуацией восприятия, а также определяется личными особенностями и предпочтениями потребителей. Этнические рестораны далеко не всегда посещаются только потому, что в них репрезентируется какая-либо этническая «другость». Последняя выступает одним из возможных критериев выбора этнического ресторана. Репрезентации этнической «другости» являются «покупаемыми» лишь в случаях, когда у потребителей наблюдается любовь или интерес к конкретной этнической культуре, кухне, традициям, или сформирован позитивный стереотип о какой-либо этнической группе. Такие «покупаемые» репрезентации этнической «другости» являются либо репрезентациями привлекательной конкретной этнической еды, культуры; либо репрезентациями экзотического Другого, что позволяет посетителям отвлекаться от повседневности. Посетители, являясь наряду с «профессионалами», значимыми агентами коммуникации, активно влияют на конструирование текстов этнической «другости», поддерживая наиболее интересные идеи «профессионалов», давая им рекомендации и игнорируя малопривлекательные, с их точки зрения, конструкторы.

Выводы

Подводя итоги проведенного исследования, еще раз подчеркнем, что под этническим Другим нами понимался социально сконструированный текст, который репрезентируется в городском пространстве, прежде всего в этнических ресторанах.

Этнические рестораны – это наиболее распространенные «островки» этничности в городской повседневности. В них разворачивается коммуникация между «профессионалами» и посетителями, происходит конструирование репрезентаций этнической «другости».

«Профессионалы», создавая конкретные этнические тексты, стремятся получить дополнительную выгоду (прибыль), рассматривают этничность как ресурс или товар, который можно продать. А посетители избирательно относятся к «покупке» этничности, выбирая лишь те репрезентации этнической «другости», которые могут позволить удовлетворить их потребности в новых знаниях, ощущениях, эмоциях. Им интересны преимущественно необычные и экзотические этнические репрезентации («элитная публика»), либо те, которые соответствуют знакомым стереотипам («массовая публика»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтин М. Эстетика словесного творчества. Изд. 2-е. / М. Бахтин. М.: Искусство, 1986. 445 с.
2. Хабермас Ю. Моральное сознание и коммуникативное действие / Ю. Хабермас. М.: Наука, 2006. 384 с.

3. Щедровицкий Г. Смысл и значение / Г. Щедровицкий // Избранные труды. М.: Школа культурной политики, 1995. 759 с.
4. Мамардашвили М. Необходимость себя / М. Мамардашвили. М.: Лабиринт, 1996. 432 с.
5. Дацюк С. Коммуникативные стратегии / С. Дацюк. http://www.xyz.org.ua/discussion/communicative_strategy.html
6. Hall S. The works of Representation / S. Hall // Cultural Representations and Signifying Practices. London: Thousand Oaks; New Delhi, 2003
7. Lefevre A. Socialist in space / A. Lefevre, A. Merrifield // Thinking space; ed. by M. Crang and N. Trift. London and New York. 2003.

Пустарнакова Анна Александровна –
ассистент кафедры «Социология и политология»
Самарского государственного университета

Статья поступила в редакцию 14.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

УДК 378

В.А. Шубенина

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ИНДИЙСКИЙ ОПЫТ

Рассматриваются современная индийская система образования, основные тенденции её развития. Особое внимание уделяется рассмотрению языкового обучения, развитию компьютерных технологий и бизнес-образованию.

V.A. Shubenina

GLOBALIZATION OF EDUCATION: INDIAN EXPERIENCE

The article touches upon the modern Indian educational system, its progress trends. Special attention is focused on language, IT and business education.

Глобализационные процессы, протекающие в нашем обществе, вызывают изменения во всех сферах жизнедеятельности современного человека. Если первоначально можно было говорить об экономической и политической интеграциях, ведущих к размыванию экономических границ, образованию единого рынка и установлению новых политико-правовых отношений, то постепенно возник вопрос о реформировании всех институтов современного общества, которые дают импульсы для глобальной интеграции. Одним из таких институтов является система образования. Именно поэтому в последнее время вопрос о глобализации образования является не менее актуальным, чем экономическая и политическая интеграции.

В настоящее время мировая система образования подвергается значительным изменениям. Характер этих изменений различен в зависимости от специфики национальных образовательных систем и степени индустриализации общества. Наиболее активные трансформации происходят в странах с развивающейся экономикой. Одним из самых ярких примеров является

Индия, сделавшая огромный прорыв в области образования. В данной статье будут рассматриваться современная индийская система образования и основные тенденции её развития.

Несмотря на то, что индийское образование зародилось в глубокой древности, Индия до недавнего времени считалась одной из самых малограмотных стран в мире. Образование было доступно далеко не для всех слоев населения: существовавшая на протяжении долгого периода времени кастовая система разграничивала людей на категории, открывая для одних путь к беззаботному и светлому будущему и закрывая доступ к нормальной человеческой жизни для других. Кроме того, гендерное неравенство, также существовавшее достаточно долгое время в Индии, закрывало доступ к образованию женской части населения. Таким образом, образование в Индии было доступно, в основном, для мужской части населения – выходцам из высших каст.

Кардинальные изменения в области образования произошли с момента получения Индией независимости в 1947 году. Перед правительством независимого государства встал вопрос о повышении уровня грамотности населения, путем всеобщего доступа к образованию, отменив кастовую и гендерную дискриминации. К 1947 году только 14% населения были грамотны, но к 2001 году этот уровень возрос до 65,38% (75,96% для мужчин и 54,28 для женщин), а в некоторых штатах, например, в Керале, этот показатель достиг 90,91% [1, с.177]. Постепенно сокращалась и разница между показателями грамотности среди мужчин и женщин: в 1981 году она составляла 26,62%, в 1991 – 21,6 %, а в 2001 году – 14,41% [2, с.84].

Реформы образования коснулись не только начального и среднего уровней, но и высшего образования. К 1947 году в стране насчитывалось 20 университетов и 500 колледжей со штатом преподавателей в 351 тыс. человек, в настоящее время количество университетов увеличилось до 300, а количество колледжей до 15000, причем количество учащихся в учебных заведениях Индии достигает 9400 тыс. человек, что составляет примерно 10% от общего количества студентов во всем мире [1, с.177].

Наряду со своими основными конкурентами – Китаем, Сингапуром, Тайванем и Южной Кореей, Индия инвестирует огромные средства в развитие системы высшего образования, открывая новые исследовательские лаборатории, учебные корпуса, которые не уступают лучшим мировым институтам. В приложении о высшем образовании лондонский Таймс в числе 200 лучших мировых университетов назвал три университета в Китае, три в Гонконге, три в Южной Корее, один в Тайване и один в Индии (Индийский технологический институт) [3]. С каждым годом увеличивается число студентов высших учебных заведений Индии, многие из которых продолжают свое послевузовское образование. В период с 1975 по 1995 годы количество индийских граждан, имеющих первую университетскую научную степень в естественных науках, удвоилось, а в технических – утроилось [4, с.158].

Высшие учебные заведения Индии можно разделить на две категории: небольшие университеты и крупные. К числу наиболее известных и престижных университетов Индии можно отнести: Калькуттский университет (150 тыс. студентов), Мумбайский университет (150 тыс. студентов), Делийский университет (130 тыс. студентов), Индийский институт менеджмента (190 тыс. человек).

Индийская система образования состоит из трех этапов: бакалавр наук, магистр и доктор наук. Для поступления в университет необходимо иметь законченное двенадцатилетнее школьное образование и успешно сдать входные экзамены. Для поступления в бакалавриат необходимо сдать общий вступительный экзамен (Joint Entrance Examination), на который допускаются абитуриенты, набравшие по крайней мере 60% на финальном школьном экзамене. Общий вступительный экзамен разрешено сдавать максимум два раза, после чего на основе результатов экзамена и собеседования абитуриент выбирает место своего дальнейшего обучения. Для поступления в магистратуру существует несколько входных экзаменов в зависимости от специальности: тест на знание технических дисциплин (Graduate Aptitude Test in Engineering) – для технических специальностей, являющийся одним из самых трудных в стране, общий тест по менедж-

менту (Joint Management Entrance Test) – для управленческих направлений, тест на знание права (Common Law Admission Test) – для юридических специальностей и т.д. Для поступления в докторантуру кандидаты, как правило, проходят собеседование.

Для получения первой университетской степени – степени бакалавра требуется от 3 до 5 лет в зависимости от специальности, например для бакалавра в искусстве необходимо учиться 3 года, бакалавра в сельском хозяйстве – 4 года, а бакалавра в медицине – 5 лет. Для получения степени магистра необходимо закончить двухлетний цикл обучения.

Индия является второй по численности англоговорящей страной в мире. Английский язык, второй государственный язык страны, является языком не только бизнеса, но и образования и науки. Этот факт, несомненно, привлекает огромное число иностранных студентов. Кроме того, среди англоговорящих стран, плата за обучение и затраты на проживание в Индии являются самыми низкими. Для наглядности данного утверждения приведем данные Организации по развитию индийской культуры и образования (SPICE) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение стоимости обучения и затрат на проживание в англоговорящих странах [5, с.5]

Страна	Затраты на проживание (\$) в год	Стоимость обучения (\$) в год		
		гуманитарные специальности	технические специальности	медицина
США (гос. университеты)	14.000-16.000	7.000-10.000	7.000-10.000	15.000-25.000
США (част. университеты)	14.000-16.000	16.000-20.000	16.000-40.000	20.000-40.000
Канада	9.000-10.000	2.700-9.400	2.300-9.400	2.500-10.000
Великобритания	15.000-16.000	8.100-16.200	8.100-17.150	13.900-27.200
Австралия	8.000-12.000	5.400-8.600	8.000-10.500	15.000-29.100
Нов. Зеландия	8.000-12.000	5.400-8.600	8.000-10.500	15.000-28.100
Индия	1.800-4.200	2.150-4.600	3.000-8.500	8.000-20.000

Как видно из таблицы, затраты на обучение и проживание в Индии варьируются от 6.000\$ (для гуманитарных и технических специальностей) до 14.000\$ (для медицинских направлений) в год, что примерно в 7,5 раз меньше, чем в Америке; в 4,5 раза – чем в Великобритании; в 4 раза – чем в Новой Зеландии и в 3 раза – чем в Канаде. Кроме того, правительство Индии, а также сами университеты предоставляют различные стипендиальные и грантовые программы, направленные на оказание финансовой помощи студентам, в том числе иностранным, например, Cultural Exchange Program, General Cultural Scholarship Scheme, Commonwealth countries Fellowships, Reciprocal Scholarship Scheme, SAARC Scholarship Scheme (для стран южной Азии) и другие.

Индийское образование является привлекательным для многих иностранных студентов, приезжающих на обучение из близлежащих развивающихся стран: Монголии, Таиланда, Китая, Пакистана, Афганистана, Вьетнама, Камбоджи и т.д. Иностранные студенты, как правило, приезжают для изучения английского языка, IT технологий и получения бизнес-образования.

На территории Индии существует огромное количество языковых школ (например, Country Club Residential Language School, Solar International School, British Academy for English Language), многие факультеты университетов специализируются на лингвистике и преподавании иностранных языков (например, Jawaharlal Nehru University, University of Delhi, Benaras Hindu University, Bangalore University). Однако ведущим университетом, специализирующимся на иностранных языках, является Университет английского и иностранных языков (бывший Центральный институт английского и иностранных языков). Это единственный университет в Индии, специализирующийся только на языках и предлагающий

программы обучения и исследования по следующим направлениям: английский, арабский, французский, немецкий, японский, русский и испанский языки.

В современном мире роль английского языка как международного значительно возросла. В связи с этим появился огромный спрос на программы по его изучению и усовершенствованию. Университет английского и иностранных языков разработал и запустил международную программу по усовершенствованию английского языка для профессионалов со всего мира. Каждый год около 50 студентов из разных стран мира в течение 3 месяцев проходят подготовку по программе «Английский для профессионалов». Основная часть иностранных студентов приходится на азиатские, африканские и восточные страны: Китай, Вьетнам, Монголия, Йемен, Суринам, Сенегал, Намибия, Камбоджа, Афганистан, Ирак, Палестина, остальную часть занимают студенты из Чили, Венесуэлы, Кубы, Эстонии, Литвы, Украины, Казахстана, Узбекистана, Туркменистана и России.

Вторым значимым направлением в индийском образовании является обучение информационным технологиям. Развитие IT индустрии произвело настоящий бум в области компьютерного образования в Индии. Более миллиона IT профессионалов получили образование в Индии, около 90% ведущих компьютерных компаний разработали новые технологии, используя индийские ресурсы, около 500 мировых организаций предпочитают Индию для инвестирования средств в область IT технологий [5, с.6].

Сегодня более 150 высших учебных заведений предлагают программы по компьютерному обучению на всех уровнях: бакалавр, магистр и доктор. К наиболее крупным вузам можно отнести: Indian Institute of Technology, Indian Institute of Science, Indian Institute for Information Technology and Management, North – Eastern Regional Institute of Science and Technology. На территории страны существует огромное количество учебных компьютерных центров, обучающих различным компьютерным программам: C, C++, SQL 2000, JMS & J2EE Appl. Design, Linux Basics, HTML/DHTML/Java Script и т.д .

Компьютерное образование, полученное в Индии, высоко ценится за пределами страны. Индийские IT профессионалы работают во многих странах мира: США, Канаде, Великобритании, Германии и т.д. О признании Индии как мирового компьютерного центра говорит тот факт, что компания Microsoft открыла в Индии единственный в мире (кроме центра при штаб-квартире в Редмонде) полномасштабный исследовательский центр [6, с.47].

Следующим приоритетным направлением в области образования Индии является бизнес-обучение. В настоящее время в Индии существует более 1000 бизнес-школ, предлагающих обучение по самым разнообразным программам в области бизнеса. Наиболее востребованными направлениями бизнес-образования являются следующие программы: магистр делового администрирования, магистр в области мировой торговли, магистр в области делового управления, магистр по управлению персоналом, магистр по управлению человеческими отношениями и т.д. Среди лучших бизнес-школ за 2006 год журнал Business India назвал: Indian Institute of Management (Ахмедабад), Indian Institute of Management (Бангалор), Indian Institute of Management (Калькутта), Management Development Institute (Гургаон), Indian Institute of Management (Лакхнау), Indian School of Business (Хайдеребад), XLRI Jamshedpur (Джамшедпур), Jain Institute of Management and Research (Мумбай), ICFAI Business School (Хайдеребад), Institute of Management Technology (Газиабад) [7, с.9].

Несмотря на то, что бизнес-образование пользуется огромной популярностью, в индийских бизнес-школах существует ряд проблем, которые требуют немедленного решения. Прежде всего, это касается вступительных испытаний: существует несколько входных экзаменов, и каждая бизнес-школа устанавливает свои правила приема студентов. Например, Areejay School of Management принимает результаты MAT (Management Aptitude Test) и CAT (Common Admission Test), Delhi School of Professional Studies and Research признает CET (Common Entrance Test), Sherwood College of Management ориентирован на UPSEE (UP State Engineering

Admission Test). Такое разнообразие входных экзаменов ставит в затруднительное положение большинство абитуриентов, которые должны определиться с выбором необходимого экзамена.

Следующая проблема заключается в нехватке опытных и квалифицированных преподавателей, обладающих степенью PhD. Большинство преподавателей бизнес-школ не имеют опыта работы в компаниях, что является существенным недостатком в обучении: в Mahakal Institute of Management только один из 14 преподавателей имеет опыт работы в компании, в Allana Institute of Management Sciences двое из 32 преподавателей с опытом работы, в Indian Institute of Management Calcutta пятеро из 60 преподавателей имеют опыт работы на предприятии. Однако существует ряд бизнес-школ, в штате которых работает большое число преподавателей со степенью PhD. К ним относятся: Indian Institute of management, Lucknow (в штате 62 преподавателя, 61 из которых имеют степень PhD), DBA Global Business School (в штате 22 преподавателя, 20 из которых имеют степень PhD), Indian Institute of management Bangalore (в штате 72 преподавателя, из которых 69 со степенью PhD) [7, с.45-157]. Таким образом, несмотря на популярность бизнес-образования в Индии, необходимо провести реформу по выбору единого входного экзамена, а также задуматься о вопросе повышения квалификации преподавателей и привлечения в процесс обучения опытных руководителей.

Несмотря на существующие недостатки, индийское образование расширяет свои границы для иностранных студентов. Правительство Индии сотрудничает со многими странами мира, поддерживая и приумножая свои культурные и образовательные традиции. В 1964 году правительство Индии открыло программу по экономическому и техническому сотрудничеству ИТЕС (Indian Technical and Economic Cooperation Program), действующую в 87 странах мира. Данная программа направлена на привлечение специалистов из различных областей для прохождения обучения в Индии. С 1993 года программа ИТЕС открыта для российских граждан и осуществляется посольством Индии в Российской Федерации. Стажировки проходят в крупных городах Индии: Дели, Хайдарабаде, Бангалоре, Калькутте и других, по многим направлениям: менеджмент, IT технологии, международные финансы, юриспруденция, бизнес-планирование и т.д. В связи с огромным прорывом в экономическом и образовательном развитии страны, с каждым годом увеличивается количество российских граждан, проходящих стажировку в Индии.

Таблица 2

Количество российских граждан, проходивших обучение в Индии по программе ИТЕС [8]

Год	Кол-во участников	Год	Кол-во участников
1993-1994	2	2000-2001	52
1994-1995	29	2001-2002	58
1995-1996	34	2002-2003	73
1996-1997	33	2003-2004	80
1997-1998	44	2004-2005	99
1998-1999	41	2005-2006	100
1999-2000	68	2006-2007	82
			Всего: 795

Таким образом, рассмотрев основные тенденции развития индийского образования, можно прийти к выводу, что современное образование Индии ориентировано на открытость и доступность для всех категорий граждан. Такие пережитки прошлого, как кастовая и гендерная дискриминации, постепенно утратили свою силу, открывая дорогу к знаниям, а с тем и к социальному благополучию для любого гражданина страны.

Ориентируясь на современные потребности глобального общества, индийское образование направлено на подготовку высококлассных специалистов в приоритетных областях: IT

технологии, бизнес-планирование, управление и т.д. Экономический, а с ним и образовательный прорыв поднял статус индийского образования, а в некоторых областях, таких как информационные технологии, вывел его на лидирующие позиции, привлекая, таким образом, огромные иностранные инвестиции и студентов со всего мира.

В силу того, что современная индийская система образования сформировалась относительно недавно, существует ряд проблем, связанных с низкой квалификацией преподавателей, недостаточной технической оснащенностью и отсутствием установленных единых образовательных стандартов. Однако активное инвестирование в сферу образования, изучение мирового педагогического опыта, огромный экономический прорыв дают право надеяться на то, что в ближайшее время индийская система образования выйдет на новый уровень и будет по праву конкурировать на мировом образовательном рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rama Chandra Dhir. Globalisation of Higher Education / GATS and Higher Education. Association of Indian Universities. New Delhi, 2006. 223 p.
2. Annual Report for 2004-2005 years, 96 pages, http://education.nic.in/Annualreport2004-05/ar_en_cont.asp, дата обращения 30.05.2007.
3. Philip G. Albach. Higher Education in India. The Hindi / G. Philip. www.hinduonnet.com/thehindu/thscrip/print.pl?file=2005041204141000.htm, дата обращения 30.05.2007.
4. Глобализация: контуры XXI века: реф. сб. / РАН ИНИОН. Центр научно-информ. исслед. глоб. и регионал. пробл. Отд. Восточной Европы / под ред. Ю.И. Игрицкого, П.В. Малиновского. М., 2004. Ч. III. 196 с.
5. Study in India Guide and Program List. 7 p. www.spice.org, дата обращения 05.09.2007
6. Ноберг Ю. В защиту глобализации / Ю. Ноберг; пер. с англ. М.: Новое издательство, 2007. 270 с.
7. Thothathri Raman A. Time to go global / A. Thothathri Raman // Business India. New Delhi, 2007. 227 p.
8. Официальный сайт посольства Индии в РФ: www.indianembassy.ru, дата обращения 10.01.2008.

Шубенина Виктория Андреевна –
аспирант кафедры «Социальная антропология и социальная работа»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.07, принята к опубликованию 15.01.08

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК СГТУ»

1. Статья должна быть тщательно отредактирована и представлена в одном экземпляре, распечатанном 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).

Далее авторы, название статьи и аннотация повторяются на английском языке.

Затем идет текст самой статьи и литература.

Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактные телефоны.

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, psc, 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. Рукописи статей представляются в редакцию с рецензией ведущего ученого в данной области, как правило, доктора наук.

10. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

11. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются, рукописи и дискеты авторам не возвращаются. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста.

12. Для публикации и своевременной подготовки журнала необходимо заполнить регистрационную карту участника, представляемую на отдельном бумажном носителе и в электронном виде.