

**ВЕСТНИК**  
**САРАТОВСКОГО**  
**ГОСУДАРСТВЕННОГО**  
**ТЕХНИЧЕСКОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА**  
**2008**

**№ 4 (36)**

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.

Выходит один раз в квартал

Октябрь 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 ученых степеней доктора и кандидата наук по направлениям: машиностроение, управление, вычислительная техника и информатика, энергетика, электроника, измерительная техника, радиотехника и связь, экономика, социология*

**Главный редактор**

д.и.н., профессор И.Р. Плеве

**Зам. главного редактора**

д.т.н., профессор А.А. Сытник

**Ответственный секретарь**

д.т.н., профессор А.А. Игнатъев

**Редакционный совет:** д.э.н. В.Р. Атоян, д.т.н. В.И. Волчихин, д.т.н. В.А. Голенков, д.и.н. В.А. Динес, д.х.н. В. Зеленский (Польша), д.т.н. В.А. Игнатъев, д.т.н. В.В. Калашников, д.т.н. И.А. Новаков, д.и.н. И.Р. Плеве (председатель), д.т.н. А.Ф. Резчиков, д.социол.н. С.Б. Суоров, д.т.н. А.А. Сытник (заместитель председателя), д.ф.-м.н. Ян Аврейцевич (Польша), д.э.н. Улли Арнольд (Германия), д.ф.-м.н. Энтони Мерсер (Великобритания), д.э.н. Э.де 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. Борцов, д.т.н. А.С. Денисов, д.т.н. Ю.Г. Иващенко, д.т.н. Ю.Н. Климочкин, д.т.н. В.А. Коломейцев, д.т.н. А.В. Королев, д.т.н. В.А. Крысько, д.и.н. Г.В. Лобачева, д.т.н. В.И. Лысак, д.т.н. В.Н. Лясников, д.т.н. А.И. Финаенов, д.т.н. М.А. Щербаков.

Редактор 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 22.10.08  
Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.  
Усл. печ. л. 33,0 Уч.-изд. л. 32,0  
Тираж 500 экз. Заказ 362  
Отпечатано в РИЦ СГТУ,  
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Полная электронная версия журнала размещена в системе РИНЦ  
в открытом доступе на платформе eLIBRARY.RU

**Подписной индекс 18378**

(каталог «Газеты. Журналы» на 1-е полугодие 2009 г.)

ISSN 1999-8341

© Саратовский государственный  
технический университет, 2008

**VESTNIK  
SARATOV  
STATE  
TECHNICAL  
UNIVERSITY  
2008**

**№ 4 (36)**

Scientific Journal

Since 2003  
Once in a quarter  
October 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 and a candidate of sciences in machinebuilding, management, computer technics and information sciences,; power engineering, electronics, measuring technology, radio engineering and connection directions, economics, sociology are published*

**Editor-in-chief**

Doctor of Historical Sciences, Pr. I.R. Pleve

**Editor-in-chief assistant**

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

**Executive secretary**

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

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

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

Editor 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: 22.10.08

Format 60×84 1/8 Paper offset.

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

Edition 500 psc. Order 362

Printed in EPC of SSTU,

77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054, Russia

## СОДЕРЖАНИЕ

**ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

- Гестрин С.Г., Сальников А.Н., Сергеева Е.К.** Резонансное взаимодействие упругих колебаний тонкой пластинки со сдвиговым сверхзвуковым течением .....7
- Петров В.В., Пенина О.В.** Определение долговечности и резерва несущей способности нелинейно-упругих пластинок при изгибе в агрессивных средах.....16

**НАДЕЖНОСТЬ МАШИН**

- Аникин А.А.** Динамика изменения внутреннего энергетического состояния поверхностного слоя в процессе изнашивания.....23
- Изнаиров О.Б.** Повышение грузоподъемности шариковых винтовых передач путем совершенствования технологического процесса их сборки .....28
- Кокорин В.Н., Филимонов В.И.** Математическая модель прессования порошков на основе железа в присутствии жидкой фазы.....32
- Королев А.В., Мелентьев В.А., Никифоров А.А.** Расчет усилий деформации при обработке металлических кольцевых заготовок в холодном состоянии .....36
- Ольшанский В.Ю.** О динамике механической системы изменяемой конфигурации и состава в случае Ковалевской .....39
- Подвойский А.О., Боровских В.Е.** Регрессионная модель исчерпания  $m$ -мерной стойкости объекта .....44
- Чернова Н.М.** Двухуровневая задача оптимального проектирования механизмов подъема груза.....50

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

- Перинская И.В., Лясников В.Н., Перинский В.В.** Аппаратурное оформление имплантации ионов аргона и протонов в технологических применениях .....53

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ**

- Шульга Т.Э.** О классе систем, разрешимом относительно задачи управления поведением на основе свойств функциональной избыточности .....57

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- Широбокова С.Н., Щербаков С.М.** Концепция и методика автоматизированного формирования имитационных моделей деловых процессов .....65

**ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

- Антропов Г.В., Трушина И.В.** Выбор рациональной схемы экранных поверхностей нагрева топочных камер мощных газомазутных котельных агрегатов .....73
- Симонов В.Ф., Каширский В.Г., Лёвушкина Л.В.** Проблемы и перспективы использования смолы полукоксования сернистых горючих сланцев.....77

**ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

- Гуреев В.В., Львов А.А.** Метод цифровой динамической компенсации саморазогрева чувствительного элемента термометров .....82
- Гурьев И.К.** Компьютерное моделирование магнетронов, работающих на гармониках основного вида колебаний.....90
- Косолап В.Ю., Коломейцев В.А., Карпов Д.И.** Электрическое поле в СВЧ-камере резонаторного типа при трехщелевом боковом способе возбуждения .....95
- Львов А.А., Пыльский В.А.** Оптимизация структуры, повышение точности и моделирование характеристик двухканальных цифровых формирователей сигнала и измерителей импеданса .....99

<b>Рыбков В.С., Карпов Д.И., Евсейкин А.А.</b> Сравнение структур электрического и теплового полей в области расположения диэлектрического материала при боковом способе возбуждения резонаторной камеры .....	106
--	-----

## **ЭКОНОМИКА**

<b>Абдухманов Х.А.</b> Современные парадигмы управления трудовым потенциалом .....	112
<b>Агаджанова Ю.Г.</b> Глобализация: информационно-коммуникационный аспект .....	118
<b>Алтухов П.Л.</b> Методические положения по выбору стратегии управления развитием предприятия .....	124
<b>Андреева Э.А., Казакова М.Б., Шукшина И.И.</b> Проблемы анализа и оценки рисков инвестиционных проектов.....	133
<b>Архипова И.В.</b> Направления развития экоаудита в сетевых торговых предприятиях.....	137
<b>Батюшов А.М., Новикова Н.А., Христинина Е.Г.</b> Влияние интеграции на конкурентоспособность экономики России .....	144
<b>Бочкарев А.А., Клочков В.Н.</b> Методология планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города .....	147
<b>Бращей А.А.</b> Инвестиционно-инновационные основы развития финансовых инструментов в интеграционных процессах субъектов малого предпринимательства .....	160
<b>Глазкова В.В.</b> Модели прогнозирования банкротства как инструмент антикризисной стратегии предприятий .....	167
<b>Захарова А.А.</b> Инновационный и инвестиционный проекты: что их объединяет?.....	174
<b>Игнатьева С.С.</b> Влияние показателя инфляции на инвестиционную привлекательность предприятий АПК.....	183
<b>Казанкина О.А.</b> Лизинг как инструмент инвестирования в инновационное развитие машиностроительного предприятия.....	186
<b>Квашнина М.Н.</b> О некоторых подходах к организации инновационного трансфера .....	190
<b>Крайнюков А.Н., Кузнецов В.В.</b> Математическая модель структуры заработной платы специалистов производственного предприятия. Рыночная цена должности специалиста.....	195
<b>Лизогуб А.Н.</b> Природа теневой экономики .....	199
<b>Литовченко Е.В.</b> Интеграционно-активная стратегия формирования промышленных кластеров .....	205
<b>Сафаралиева Д.Г., Кузьмина М.Г., Лузгина О.А.</b> Институциональные аспекты управления инновационной деятельностью промышленных предприятий.....	209
<b>Сурова Н.Ю.</b> Совершенствование системы управления инвестиционной и инновационной деятельностью на предприятиях промышленного комплекса.....	215
<b>Тихомиров А.А.</b> Аксиоматические детерминанты особенностей управления экономической безопасностью социально-экономических систем.....	219
<b>Трегубов В.Н., Рулев К.В., Басков В.Н.</b> Исследование логистических моделей обеспечения льготных перевозок на городском пассажирском транспорте.....	228
<b>Шалынин В.Д.</b> Обоснование необходимости учета рисков при оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности .....	237
<b>Широков Ю.А.</b> Особенности функционирования частно-государственного партнерства в Российской Федерации .....	242

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

<b>Керими К.М.</b> Карьерное консультирование в сфере туризма: социологический аспект .....	247
<b>Мельникова О.А.</b> Преступники-рецидивисты третьего возраста в контексте профессиональной дифференциации.....	251
<b>Новикова И.В.</b> Глобальные и локальные проблемы российского дворового футбола .....	256

---



---

**CONTENTS**
**PROBLEMS OF NATURAL SCIENCES**

- 
- 
- Gestrin S.G., Salnikov A.N., Sergeeva E.K.** Resonance interaction of elastic oscillations of thin puzzle with shear supersonic flow .....7
- Petrov V.V., Penina O.V.** Durability and reserve determination of the load-carrying ability of bent nonlinear elastic plates within aggressive environment .....16

**MACHINE RELIABILITY**

- 
- 
- Anikin A.A.** Internal power condition change dynamics of a superficial layer during wear process..... 23
- Iznairov O.B.** Increase of carrying capacity of ball-screw transmission by perfecting of their assembly technological process.....28
- Kokorin V.N., Filimonov V.I.** Mathematical model of ferrous-based powder compacting in the presence of liquid phase .....33
- Korolev A.V., Melentyev V.A., Nikiforov A.A.** Deformation efforts calculation at the metallic circular part blank processing in cold condition.....36
- Olshansky V.Yu.** Mechanical system's dynamics of varied configuration and composition in the Kovalevskaya case.....40
- Podvoysky A.O., Borovskikh V.E.** Regress model of exhaustion  $m$ -dimensional stability of object .....44
- Chernova N.M.** The two-level problem of optimum designing of load lifting mechanisms by purpose .....50

**NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES**

- 
- 
- Perinskaya I.V., Lysanikov V.N., Perinsky V.V.** Hardware registration of Ar ions implantation and protons in technological applications .....53

**AUTOMATION AND MANAGEMENT**

- 
- 
- Shulga T.E.** About class of systems solvable relative to the problem of behavior control based on properties of functional redundancy .....57

**INFORMATION TECHNOLOGIES**

- 
- 
- Shirobokova S.N., Shcherbakov S.M.** Conception and philosophy of automated formation of business-process simulation models .....65

**POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING**

- 
- 
- Antropov G.V., Trushina I.V.** Rational scheme selection of furnace chambers' heating surfaces of powerful oil-gas boilers.....73
- Simonov V.F., Kashirsky V.G., Lyovushkina L.V.** Problems and perspectives of sulfur shale oil semicarbonization tar usage .....77

**ELECTRONICS AND INSTRUMENT MARKING**

- 
- 
- Gureyev V.V., L'vov A.A.** Digital dynamic compensation method of self-heating effect in temperature sensors .....82
- Guryev I.K.** Magnetrons computer simulation operating at harmonics of the fundamental mode of oscillation .....90
- Kosolap V.Y., Kolomeitsev V.A., Karpov D.I.** Electric field structure in the working chamber of resonator type microwave heating device in case of three-aperture lateral excitation.....95

<b>L'vov A.A., Pylsky V.A.</b> Structure optimization, accuracy increasing and characteristics modeling of the two-channel digital signal conditioners and impedance meters .....	99
<b>Rybkov V.S., Karpov D.I., Evseykin A.A.</b> Electric and heat fields structures comparison in the area of dielectric material with the lateral method of the excitation .....	106

## ECONOMICS

<b>Abdukhmanov K.A.</b> Modern paradigms of labour potential management .....	112
<b>Agadjanova Y.G.</b> Globalization: informational & communicational aspects .....	118
<b>Altukhov P.L.</b> Methodological statements of company development management strategy .....	124
<b>Andreeva E.A., Kazakova M.B., Shukshina I.I.</b> Risk analysis problems and investment projects evaluation .....	133
<b>Arkhipova I.V.</b> Ecological audit of trade enterprises .....	138
<b>Batyushov A.M., Novikova N.A., Christinina E.G.</b> Of integration influence on ability of competitiveness of russian economics .....	144
<b>Bochkaryov A.A., Klochkov V.N.</b> Less-than-carload cargoes delivery planning methodology within a large city .....	148
<b>Brashchey A.A.</b> Innovative investment methods of financial instruments development in the small businesses integration process .....	161
<b>Glazkova V.V.</b> Bankruptcy prognostics models as an instrument of enterprises crisis-proof strategies .....	168
<b>Zakharova A.A.</b> Innovative & investment projects: What is common? .....	175
<b>Ignatyeva S.S.</b> Inflation indicator influence on investment appeal of agricultural and industrial complex enterprises .....	183
<b>Kazankina O.A.</b> Leasing as an instrument into innovational development of machine building enterprises .....	186
<b>Kvashnina M.N.</b> Innovative transfer organizational approaches .....	191
<b>Kraynyukov A.N., Kuznetsov V.V.</b> Mathematical model of production enterprise employee's salary structure. Executive's position market price .....	195
<b>Lizogub A.N.</b> Nature of shadow economy .....	199
<b>Litovchenko E.V.</b> Integrationally active strategy of industrial clusters formation .....	205
<b>Safaraliev D.G., Kuzmina M.G., Luzgina O.A.</b> Institutional aspects of industrial enterprises innovational activities management .....	209
<b>Surova N.Yu.</b> Investment and innovational activity system management perfection at industrial complex enterprises .....	215
<b>Tikhomirov A.A.</b> Axiomatic determinants of particularities of social-economic systems economic safety management .....	219
<b>Tregubov V.N., Rulev K.V., Baskov V.N.</b> Preferential transportations logistical models research on city passenger transport .....	228
<b>Shalynin V.D.</b> Substantiation of risk assessment necessity for intellectual property objects evaluation .....	237
<b>Shirokov Yu.A.</b> Private-state partnership functioning features in Russian Federation .....	242

## SOCIAL PROBLEMS OF THE PRESENT

<b>Kerimi K.M.</b> Career consulting in the sphere of tourism: sociological aspect .....	247
<b>Melnikova O.A.</b> The third age criminals-recidivists in the context of professional differentiation .....	251
<b>Novikova I.V.</b> Global and local problems of Russian football .....	256

---

---

## ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

---

---

УДК 539.3:001.891.54; 532.526

С.Г. Гестрин, А.Н. Сальников, Е.К. Сергеева

### РЕЗОНАНСНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОЙ ПЛАСТИНКИ СО СДВИГОВЫМ СВЕРХЗВУКОВЫМ ТЕЧЕНИЕМ

*Показано, что ветровая неустойчивость неоднородного течения сжимаемого газа с профилем скорости может приводить к развитию упругих колебаний тонкой пластинки с характерной длиной волны. Получены дисперсионное уравнение и инкремент неустойчивости, обладающий максимумом в длинноволновом диапазоне. При сверхзвуковом режиме течения длинноволновые возмущения, бегущие вдоль потока, стабильны, в то время как наиболее быстро растущие волны распространяются под углом к скорости потока.*

Неустойчивость Кельвина – Гельмгольца, ветровая неустойчивость, инкремент неустойчивости, дисперсионное уравнение.

S.G. Gestrin, A. N. Salnikov, E. K. Sergeeva

### RESONANCE INTERACTION OF ELASTIC OSCILLATIONS OF THIN PUZZLE WITH SHEAR SUPERSONIC FLOW

*It is shown that the wind instability in inhomogeneous flow of compressible gas with velocity profile may give rise to the development of elastic oscillations of thin puzzle with characteristic wavelength. The dispersion relation and instability growth rate which have maximum in the long-wave region where obtained. In the supersonic regime of flow the long wavelength perturbations which run along the flow velocity are stable. On the other hand, the most rapidly growing waves will be those propagated at an angle to the flow velocity.*

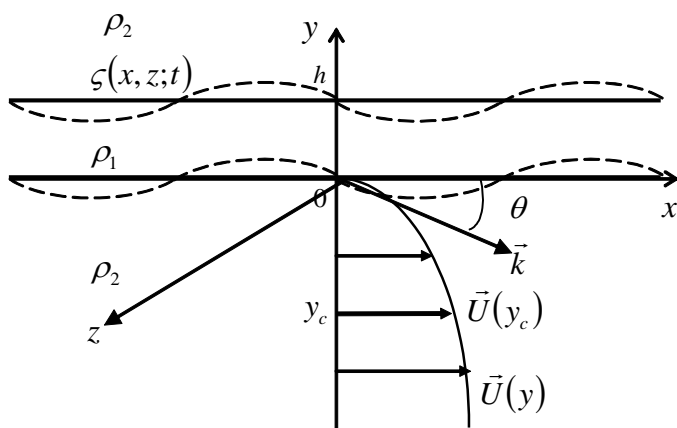
Instability of Kelvina – Gelmgoltsa, instability increment, dispersive equation.

Одной из основных задач теории гидродинамической устойчивости является задача о генерации волновых возмущений сдвиговым потоком [1, 2]. Как известно, в простейшем случае при наличии в движущейся жидкости тангенциального разрыва скорости возникает неустойчивость Кельвина – Гельмгольца (КГ) [2]. Механизм неустойчивости КГ многократно применялся для объяснения широкого круга волновых процессов, начиная от возникновения волн на поверхности моря и заканчивая развитием гигантских возмущений на границе

многих космических объектов, таких как кометные хвосты, выбросы из активных ядер галактик и тому подобное [3, 4, 5]. Существенной сложностью при этом является то, что инкремент неустойчивости  $\gamma_{КГ}$  увеличивается с ростом волнового числа  $k$ . Так, в случае плоской границы раздела двух жидкостей и дозвукового течения  $\gamma_{КГ} = U_0 k \sqrt{\rho \cdot \rho'} / (\rho + \rho')$ , где  $U_0$  – величина скачка скорости,  $\rho$  и  $\rho'$  – плотности жидкостей. Таким образом, отсутствие максимума у величины  $\gamma_{КГ}$  на линейной стадии развития неустойчивости не позволяет объяснить наличие выделенного масштаба наблюдаемых возмущений. Выход ищут в рассмотрении сложных нелинейных режимов.

Как было показано в ряде работ [6, 7, 8], более простой выход состоит в использовании механизма ветровой неустойчивости (ВН). При развитии ВН резонансное усиление поверхностных волн происходит в критическом слое сдвигового потока, где его скорость близка к фазовой скорости поверхностной волны:  $U_0(y_c) \approx \omega/k$ . Инкремент ВН при малых  $k$  растет степенным образом, а при больших убывает по экспоненциальному закону  $\gamma_{ВН} \propto \exp(-2ky_c)$ , что приводит к максимуму, определяемому из условия  $2ky_c \approx 1$  [7, 8]. В работе [9] было показано, что с максимумом  $\gamma_{ВН}$  связан выделенный масштаб упругих колебаний тонкой пластинки, возникающих при обтекании ее неоднородным течением с профилем скорости. Получены дисперсионное уравнение и выражение для инкремента неустойчивости.

Если течение газа происходит со скоростью, сравнимой со скоростью звука  $c$ , или является сверхзвуковым, то в уравнениях гидродинамики необходимо учесть сжимаемость среды. Расчеты показывают, что при  $U_0 > 2\sqrt{2}c$  неустойчивость КГ тангенциального разрыва стабилизируется для волн, бегущих вдоль скачка [2], однако, неустойчивость сохраняется для волн, бегущих под углом к вектору скачка скорости. В работах [6,7,8] было исследовано влияние сжимаемости на поверхностные альфвеновские волны в магнитогидродинамическом аналоге ВН и было показано, что в пределе  $v_A \gg c$  ( $v_A$  – альфвеновская скорость) наиболее быстро нарастают возмущения, распространяющиеся под углом  $\pi/4$  к скорости потока  $\vec{U}_0(y)$  [6, 7].



Ниже исследована ВН упругих колебаний тонкой пластинки, возникающая при её обтекании потоком сжимаемого газа. Показано, что с ростом  $U_0(y)$  происходит смещение максимума инкремента ВН в сторону меньших длин волн. Произведен расчет частоты и инкремента наиболее быстро растущих волн для пластинки из Al.

Будем предполагать, что пластинка имеет толщину  $h$ , плотность  $\rho_1$  и расположена перпендикулярно к оси  $oy$  (см. рисунок). Граница между пластинкой и газом совпадает с плоскостью  $xoz$ . Газ плотности  $\rho_2$  занимает область  $y < 0$ , где движется со скоростью  $U(y)$ , и область  $y > h$ , в которой покоится. Уравнение, описывающее свободные колебания пластинки, имеет вид [10]:

$$\rho_1 h \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = -D \left( \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \zeta}{\partial z^4} \right), \quad (1)$$

где  $\zeta$  – вертикальное смещение точек пластины. При этом компоненты смещения этих точек в плоскости  $xoz$  являются величинами второго порядка малости по сравнению с  $\zeta$  и потому полагаются равными 0 [10],



$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\sigma_0^2)}, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль Юнга;  $\sigma_0$  – коэффициент Пуассона. При наличии газа к правой части (1) прибавим разность между его давлениями  $p$  на противоположные поверхности пластинки:

$$\rho_1 h \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = -D \left( \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \zeta}{\partial z^4} \right) + p(x, y=0, z; t) - p(x, y=h, z; t). \quad (3)$$

Возмущенные величины в газе представим в виде бегущей волны  $p = p(y) \exp i(k_x x + k_z z - \omega t)$  и т.п. Из системы уравнений газодинамики на поверхности пластины находим:

$$p(x, y=0, z; t) = \rho \cdot c^2 = \rho_2 \frac{(k_x U_0(0) - \omega) \left( \frac{v'_y}{v_y} \right)_{y=0} - k_x U'_0(0)}{k^2 - \frac{(k_x U_0(0) - \omega)^2}{c^2}} (k_x U_0(0) - \omega) \zeta(x, y=0, z; t), \quad (4)$$

где  $\rho$  – возмущение плотности газа;  $k^2 \equiv k_x^2 + k_z^2$ . Для простоты в дальнейшем введем обозначения:  $U'_0(0) \equiv U'_0$ ;  $U_0(0) = U_0$ . Для  $y > h$  предположим, что  $U_0(y) = 0$ , тогда аналогично (4) имеем:

$$p(x, y=h, z; t) = \rho_2 \frac{\omega \left( \frac{v'_y}{v_y} \right)_{y=0}}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2}} \omega \zeta(x; y=h, z; t). \quad (5)$$

Уравнение для компоненты скорости  $v_y$  при  $y < 0$ :

$$v''_y + \frac{2k^2(U_0(y) - \omega/k)U'_0(y)}{c^2 \alpha^2(y)} v'_y - v_y \left[ \frac{U''_0(y)}{U_0(y) - \omega/k_x - i\delta} + 2 \left( \frac{U'_0(y)k}{c\alpha(y)} \right)^2 + \alpha^2(y) \right] = 0. \quad (6)$$

В выражении (6) величина  $\alpha(y)$  – поперечное волновое число:

$$\alpha^2(y) \equiv k_x^2 + k_z^2 - \frac{(kU_0(y) - \omega)^2}{c^2}. \quad (7)$$

При  $y > h$  уравнение для  $v_y$  имеет существенно более простой вид:

$$v''_y - \left( k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \right) v_y = 0. \quad (8)$$

Заметим, что (6) совпадает с уравнением Рэлея, полученным ранее для сжимаемого газа [6, 7, 11]. Малая добавка  $\delta > 0$  определяет правило Ландау – Линия обхода особой точки при  $\text{Im } \omega = 0$

$$U(y_c) = \text{Re } \omega / k_x. \quad (9)$$

Подставляя (4) и (5) в (3), находим дисперсионное уравнение для поверхностных волн:

$$\rho_1 h \omega^2 = D k^4 - \rho_2 \left[ \frac{(k_x U_0 - \omega) \left( \frac{v'_y}{v_y} \right)_{(y=0)} - k_x U'_0}{k^2 - \frac{(k_x U_0 - \omega)^2}{c^2}} (k_x U_0 - \omega) - \frac{\omega \left( \frac{v'_y}{v_y} \right)_{(y=h)}}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2}} \omega \right]. \quad (10)$$

Входящие в (10) величины  $(v'_y/v_y)_{y=0}$  и  $(v'_y/v_y)_{y=h}$  должны быть определены из уравнений (6) и (8) соответственно. Величина  $(v'_y/v_y)_{y=0}$  может быть представлена в виде:

$$\left(\frac{v'_y}{v_y}\right)_{(y=0)} \approx \sqrt{k^2 - \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{c^2}} + i \operatorname{Im} \left(\frac{v'_y}{v_y}\right)_{(y=0)}. \quad (11)$$

При  $\rho_2 \ll \rho_1$ , из (10) получим приближенные значения вещественной и мнимой частей частоты:

$$\omega_R \approx \omega_{R0} + \omega'_R, \quad \omega_{R0} \equiv \frac{D^{1/2}}{\rho_1^{1/2} h^{1/2}} k^2, \quad (12)$$

$$\omega'_R \approx -\frac{1}{2} \frac{\rho_2}{\rho_1} \frac{1}{h \omega_{R0}} \cdot \left[ \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{\sqrt{k^2 - \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{c^2}}} + \frac{\omega_{R0}^2}{\sqrt{k^2 - \frac{\omega_{R0}^2}{c^2}}} - \frac{k_x U'_0 (k_x U_0 - \omega_{R0})}{k^2 - \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{c^2}} \right]; \quad (12')$$

$$\gamma \approx -\frac{1}{2} \frac{\rho_2}{\rho_1} \frac{1}{h} \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{\omega_{R0}} \frac{\operatorname{Im} \left(\frac{v'_y}{v_y}\right)_{(y=0)}}{k^2 - \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{c^2}}. \quad (13)$$

Для нахождения величины  $\operatorname{Im}(v'_y/v_y)_{y=0}$ , определяющей значение  $\gamma$ , рассмотрим уравнение, сопряженное к (6):

$$Y'' - \left( \frac{2k^2(U_0(y) - \omega/k)U'_0(y)}{c^2 \alpha^2(y)} Y \right)' - Y \left[ \frac{U''_0(y)}{U_0(y) - \omega/k_x + i\delta} + 2 \left( \frac{U'_0(y)k}{c \alpha(y)} \right)^2 + \alpha^2(y) \right] = 0. \quad (14)$$

Умножим (6) на  $Y$ , а (14) на  $v_y$  и вычтем (14) из (6). Проинтегрировав полученную разность по  $y$  от 0 до  $-\infty$  с учетом вклада полюса, получим:

$$\int_0^{-\infty} (v'_y Y - v_y Y')' dy + \int_0^{-\infty} \left( \frac{2k^2(U_0(y) - \omega/k)U'_0(y)}{c^2 \alpha^2(y)} v_y Y \right)' dy - \int_0^{-\infty} v_y Y \frac{2i\delta U''_0(y)}{(U_0(y) - \omega/k_x)^2 + \delta^2} dy = 0. \quad (15)$$

В последнем интеграле в (15) разложим  $U_0(y)$  в ряд Тейлора вблизи резонансной точки  $u_c$ :

$$\int_0^{-\infty} v_y Y \frac{2i\delta U''_0(y)}{(U_0(y) - \omega/k_x)^2 + \delta^2} dy \approx \int_0^{-\infty} v_y Y \frac{2i\delta}{U'_0(y_c)^2 (y - y_c)^2 + \delta^2} U''_0(y) dy. \quad (16)$$

В пределе малых  $\delta$ :

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\delta}{U'_0(y_c)^2 (y - y_c)^2 + \delta^2} = \frac{\pi}{|U'_0(y_c)|} \delta(y - y_c). \quad (17)$$

В правой части выражения (17) величина  $\delta(y - y_c)$  представляет собой  $\delta$ -функцию Дирака.

Выполняя интегрирование в (16), с учетом свойств  $\delta$ -функции, а также считая  $v_y(-\infty) = Y(-\infty) = 0$ , находим:

$$-v'_y(0)Y(0) + v_y(0)Y'(0) - \frac{2k^2(U_0(0) - \omega/k)U'_0(0)}{c^2\alpha^2(0)}v_y(0)Y(0) + 2\pi i \frac{U''_0(y_c)}{|U'_0(y_c)|}v_y(y_c)Y(y_c) = 0. \quad (18)$$

Начальные условия для уравнения (14) выбираем в виде:  $Y(0) = v_y^*(0)$ ,  $Y'(0) = v_y^*(0)$ . Тогда, разделив (18) на  $v_y(0)Y(0)$ , имеем [6, 7]:

$$\operatorname{Im}\left(\frac{v'_y}{v_y}\right)_{y=0} = \pi \frac{U''_0(y_c)}{|U'_0(y_c)|} \operatorname{Re}\left(\frac{v_y(y_c)Y(y_c)}{v_y(0)Y(0)}\right). \quad (19)$$

Перепишем уравнение (6) в виде:

$$v''_y + p(y)v'_y - v_y \left[ \frac{U''_0(y)}{U_0(y) - \omega/k_x - i\delta} + 2\left(\frac{U'_0(y)k}{c\alpha(y)}\right)^2 + \alpha^2(y) \right] = 0, \quad (20)$$

где введено обозначение

$$p(y) = \frac{2k^2(U_0(y) - \omega/k)U'_0(y)}{c^2\alpha^2(y)}. \quad (21)$$

Как известно [12], подстановка

$$v_y = \exp\left(-\frac{1}{2} \int_y^0 p(s) ds\right) u \quad (22)$$

приводит (20) к форме, не содержащей первую производную:

$$u'' - u \left[ \frac{U''_0(y)}{U_0(y) - \omega/k_x - i\delta} + 2\left(\frac{U'_0(y)k}{c\alpha(y)}\right)^2 + \frac{p^2(y)}{4} + \frac{p'(y)}{2} + \alpha^2(y) \right] = 0. \quad (23)$$

При достаточно больших значениях  $\alpha^2(y)$ , а также вдали от  $y = y_c$ , заменим (23) приближенным уравнением:

$$u'' - u\alpha^2(y) = 0. \quad (24)$$

Вдали от точки поворота  $y_0$ , определяемой равенством  $\alpha^2(y_0) = 0$ , для приближенной записи решений уравнения (23) воспользуемся методом Вентцеля – Крамерса – Бриллюэна (ВКБ).

Предположим вначале, что для всех  $y < 0$  выполняется неравенство  $|U_0(y) - \omega/k| < c$ , тогда в этой области всюду  $\alpha^2(y_0) > 0$  и решение (24) можно записать в виде:

$$u(y) \approx A\alpha^{-1/2}(y)\exp\left(-\int_y^0 \alpha(s) ds\right). \quad (25)$$

Подставляя (25) в (22), получим:

$$v_y \approx A\alpha^{-1/2}(y)\exp\left[-\int_y^0 \left(\frac{p(s)}{2} + \alpha(s)\right) ds\right] \approx A\alpha^{-1/2}(y)\exp\left(-\int_y^0 \alpha(s) ds\right). \quad (26)$$

Здесь учтено, что при переходе от (23) к (24) предполагалось  $\alpha^2(y) \gg p^2(y)/4$ .

Как показали расчеты, проведенные ранее [8], вблизи резонансной точки, когда уравнение (6) можно приближенно записать в виде:

$$v''_y - v_y \frac{U''_0(y_c)}{U'_0(y_c)(y - y_c)} = 0, \quad (27)$$

одно из его решений проходит через ноль при  $y = y_c$ , в то время как второе остается конечным

$$v_y(y) \approx v_y(y_c) \left( 1 + \frac{U_0''(y_c)}{U_0'(y_c)} (y - y_c) \ln 2k(y - y_c) \right). \quad (28)$$

В качестве оценки из (26) возьмем:

$$v_y(y_c) \approx \alpha^{-1/2}(y_c) \exp \left( - \int_{y_c}^0 \alpha(s) ds \right). \quad (29)$$

Подставляя (29) в (19), и полагая  $v_y(y_c) \approx Y(y_c)$ , из (13) находим:

$$\begin{aligned} \gamma(k) \approx & -\frac{\pi}{2} \frac{\rho_2}{\rho_1 h k^2} \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{\omega_{R0} \sqrt{1 - \cos^2 \theta} (U_0 - U_0(y_c))^2 / c^2} \frac{U_0''(y_c)}{|U_0'(y_c)|} \times \\ & \times \exp \left( -2k \int_{y_c}^0 \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \frac{(U_0(y) - U_0(y_c))^2}{c^2} \right), \end{aligned} \quad (30)$$

где

$$U_0(y_c) = \frac{\omega_{R0}}{k_x} = \frac{D^{1/2}}{\rho_1^{1/2} h^{1/2}} \cdot \frac{k}{\cos \theta}, \quad (31)$$

$\theta$  – угол между волновым вектором  $\vec{k}$  и скоростью потока  $\vec{U}(y)$  (см. рисунок).

Неустойчивость имеет место, если выполняется условие  $U''(y_c) < 0$ , так как при этом  $\gamma(k) > 0$ .

Формула (30) справедлива при  $U_0(y_c) - U_0 < c$ , а также, если выполняется условие:

$$\cos^2 \theta < \frac{c^2}{(U_0(y_c) - U_0)^2}. \quad (32)$$

Из (30) видно, что с ростом  $k$  инкремент  $\gamma(k)$  убывает экспоненциально. Поскольку фазовая скорость рассматриваемых волн растет с ростом  $k$ , то очевидно, что начиная с некоторого  $k_0$ , она превосходит максимальную скорость течения. Для таких волн  $\gamma(k) = 0$ , так как условие резонанса для них не реализуется.

Рассмотрим теперь случай, когда условие (32) не выполняется. Предположим, что существует интервал значений  $y_0 < y < 0$ , для которых  $|U_0(y) - \omega/k_x| > c/|\cos \theta|$  и  $\alpha^2(y) < 0$ . В этой области

$$u'' + u|\alpha^2(y)| = 0. \quad (33)$$

ВКБ решение (33) имеет вид [12, 14]:

$$u(y) \approx \frac{A}{\sqrt[4]{|\alpha^2(y)|}} \sin \left\{ \int_{y_0}^y \sqrt{|\alpha^2(y)|} dy + \frac{\pi}{4} \right\}. \quad (34)$$

При  $y < y_0$  выполняется неравенство  $|U_0(y) - \omega/k_x| < c$ , и решение является экспоненциально затухающим

$$u(y) \approx \frac{A}{2\sqrt[4]{|\alpha^2(y)|}} \exp \left\{ - \int_y^{y_0} \sqrt{|\alpha^2(y)|} dy \right\}. \quad (35)$$

Функции (34) и (35) являются приближенными выражениями справа и слева от точки поворота для одного и того же точного решения уравнения (33) [14]. Заметим, что в предположении  $\alpha^2(y) \gg p^2(y)/4$ , как и ранее  $v_y(y) \approx u(y)$ .

На поверхности пластинки модуль скорости  $|v_y(0)|$  должен иметь максимальное значение. Для этого входящий в (34) синус должен быть равен  $\pm 1$ , а его аргумент – принимать значения, равные  $\frac{\pi}{2} + \pi n$ , где  $n \in Z$ . Выполнение этого требования приводит к тому, что в области  $y_0 < y < 0$  могут существовать лишь возмущения, для которых:

$$\int_{y_0(k)}^0 \sqrt{|\alpha^2(k, y)|} dy = \left( n + \frac{1}{4} \right) \pi. \quad (36)$$

Соотношение (36) представляет собой уравнение для нахождения  $k$ , корни которого будем обозначать  $k_n$ . Тогда реализуются лишь волны, в которых волновой вектор  $k$  принимает дискретный ряд значений  $k = k_n$ , а скорость

$$v_{yn}(y) \approx \frac{A}{\sqrt[4]{|\alpha^2(k_n, y)|}} \sin \left\{ \int_{y_0(k_n)}^y \sqrt{|\alpha^2(k_n, y)|} dy + \frac{\pi}{4} \right\}, \quad (y_0 < y < 0), \quad (37)$$

$$v_{yn}(y) \approx \frac{A}{2\sqrt[4]{\alpha^2(k_n, y)}} \exp \left\{ - \int_y^{y_0(k_n)} \sqrt{\alpha^2(k_n, y)} dy \right\}, \quad (y < y_0). \quad (38)$$

Как видно из (37) и (38), экспоненциальное затухание волны в газе происходит, начиная с  $y < y_0$ . В непосредственно прилегающем к пластине слое ( $y_0 < y < 0$ ) волна носит объемный характер. Вместо (30) находим:

$$\gamma(k_n) \approx \frac{\pi \rho_2 (k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{2 \rho_1 k^2 h \omega_{R0}} \frac{1}{\sqrt{\cos^2 \theta (U_0 - U_0(y_c))^2 / c^2 - 1}} \frac{U_0''(y_c)}{|U_0'(y_c)|} \exp \left\{ - 2 \int_{y_c}^{y_0(k_n)} \sqrt{\alpha^2(k_n, y)} dy \right\}, \quad (39)$$

где  $U_0(y_c)$  определяется из (31) при  $k = k_n$ . Если условие (32) не выполняется и  $U_0''(y_c) < 0$ , то неустойчивость отсутствует, так как при этом  $\gamma(k_n) < 0$ . Для существования нарастающих во времени решений в этом случае необходимо  $U_0''(y_c) > 0$ .

Будем предполагать в дальнейшем, что вблизи поверхности пластины при  $z < 0$  в газе формируется логарифмический пограничный слой [2]:

$$U_0(y) = 2,5 v_* \ln \frac{|y| v_*}{0,13 v}. \quad (40)$$

Данное выражение справедливо для величины  $|y| > 30 v / v_*$ , в которой  $v$  – вязкость газа,  $v_* = \sqrt{\tilde{\sigma} / \rho_2}$  – пульсационная скорость турбулентного движения;  $\tilde{\sigma}$  – сила трения, действующая на единицу площади поверхности пластинки. Непосредственно к пластинке  $|y| < 5 v / v_*$  прилегает тонкая прослойка газа, называемая вязким подслоем, в котором профиль скорости линейный:  $U_0(y) = |y| v_*^2 / v$  [2]. Как показывают приведенные ниже оценки, величина  $v / v_*$  крайне мала, однако, изменение скорости на интервале:  $-30 v / v_* < y < 0$  весьма существенно. В дальнейшем будем представлять данное изменение в виде скачка скорости  $U_0$  на поверхности пластины.

Предполагая, что резонансный слой, определяемый (36), находится внутри логарифмического слоя (44), и вычисляя производные в (35), находим:

$$\gamma(k) \approx \frac{\pi \rho_2}{2 \rho_1} \frac{(k_x U_0 - \omega_{R0})^2}{k^2 h \omega_{R0}} \frac{1}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \frac{(U_0 - U_0(y_c))^2}{c^2}}} \frac{1}{|y_c|} \times \exp \left( -2k \int_{y_c}^0 \sqrt{1 - \cos^2 \theta \frac{(U_0(y) - U_0(y_c))^2}{c^2}} dy \right). \quad (41)$$

Из (41) видно, что неустойчивыми являются возмущения, для которых:

$$\frac{D^{1/2}}{\rho_1^{1/2} h^{1/2}} \cdot \frac{k}{U_0} - \frac{c}{U_0} < \cos \theta < \frac{D^{1/2}}{\rho_1^{1/2} h^{1/2}} \cdot \frac{k}{U_0} + \frac{c}{U_0}. \quad (42)$$

Как следует из (42), неустойчивость сохраняется при всех значениях  $U_0$ , хотя при  $U_0 > c$  происходит стабилизация длинноволновых возмущений, бегущих вдоль  $\vec{U}_0(y)$ . Короткие волны  $\left( k > c \rho_1^{1/2} \cdot \frac{h^{1/2}}{D^{1/2}} \right)$ , распространяющиеся перпендикулярно к  $\vec{U}_0(y)$ , устойчивы при любых значениях  $U_0$ .

Из (41) видно, что при большом значении  $k$  инкремент  $\gamma(k)$  убывает благодаря наличию экспоненциального множителя. При малом значении  $k$ , когда фазовая скорость рассматриваемых возмущений мала, слой совпадения фазовой скорости со скоростью течения  $U_0(y_c)$  попадает внутрь вязкого подслоя, где  $U_0''(y) = 0$  и  $\gamma(k) = 0$ . Таким образом, инкремент ветровой неустойчивости имеет максимум при:

$$2k \int_{y_c(k)}^0 \sqrt{1 - \cos^2 \theta \frac{(U_0(y) - U_0(y_c))^2}{c^2}} dy \approx 1. \quad (43)$$

Предположим, что имеется алюминиевая пластинка толщиной  $h = 0,01$  м, помещенная в воздушный поток. Для Al:  $E \approx 70$  ГПа,  $\sigma_0 \approx 0,34$ ,  $\rho_1 \approx 2,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; для воздуха:  $\rho_2 = 1,293$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 0,15 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с,  $c = 340$  м/с. Принимая  $\tilde{\sigma} \approx 67$  Н/м<sup>2</sup>, находим  $v_* = \sqrt{\tilde{\sigma}/\rho_2} \approx 7,2$  м/с. Из (43) при  $\theta = 0$  и условия резонанса (31), записанного для профиля (40), определим волновое число наиболее быстро растущего возмущения  $k_{\max} = 13,61$  м<sup>-1</sup> ( $\lambda_{\max} \approx 0,461$  м), а также положение резонансного слоя  $\approx y_c(k_{\max}) \approx 0,037$  м. Фазовая скорость волн изгиба в пластинке  $v_\phi = \omega_{R0} / k_{\max} \approx 212,724$  м/с, частота  $\omega_{R0} \approx 2895$  с<sup>-1</sup>. Из (41) инкремент неустойчивости  $\gamma_{\max} \approx 3,589$  с<sup>-1</sup>, что подтверждает использованное при вычислениях предположение:  $\gamma_{\max} \ll \omega_{R0}$ .

Расстояние от пластинки, на котором  $U(y)$  имеет вид (40), составляет  $y_* \approx 30\nu/v_* \approx 6,249 \cdot 10^{-5}$  м. Подставляя данное значение  $y$  в (40), находим  $U(y_*) \approx 97,946$  м/с. Моделируя столь большое изменение скорости на столь малом расстоянии скачком, принимаем на поверхности пластины  $U_0 = 97,946$  м/с. Полагая  $U'_0 \equiv U'_0(y_*)$ , и дифференцируя (40), находим  $U'_0 \approx 2,88 \cdot 10^5$  1/с. Подставляя данное значение в (12), получим  $\omega'_R \approx 300,424$  с<sup>-1</sup>. Найденное значение  $\omega'_R \ll \omega_{R0}$ , что также подтверждает проделанные выше вычисления.

Заметим также, что при достаточно большом значении  $k > c\sqrt{\rho_1 h/D} \approx 21,753$  м<sup>-1</sup> одно из подкоренных выражений в  $\omega'_R$  становится мнимым, что соответствует излучению звука колеблющейся пластиной в среду  $y > h$ .

Таким образом, в работе изучена ветровая неустойчивость изгибных колебаний пластины при ее взаимодействии с потоком сжимаемого газа. Показано, что сжимаемость потока оказывает, в целом, стабилизирующее воздействие на ветровую неустойчивость, однако, не приводит к окончательному ее подавлению. Инкремент ВН имеет максимум по  $k$ , что приводит к

возникновению выделенного масштаба возмущений. С увеличением скорости потока происходит смещение максимума инкремента ВН в область более коротких волн. Получены оценки длины волны, частоты и инкремента наиболее быстро растущего возмущения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Степанянц Ю.А. Распространение волн в сдвиговых гидродинамических течениях / Ю.А. Степанянц, А.Л. Фабрикант // Успехи физических наук. 1989. Т. 159. Вып. 1. С. 83-123.
2. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Т. VI. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Наука, 1986. 736 с.
3. Birkinshaw M. The Kelvin-Helmholtz instability for relativistic particle beams. Stability analyses in the time and space domains for vortex-sheet flows / M. Birkinshaw // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1984. Vol. 208. P. 887-903.
4. Hardee P.E. Helical and pinching instability of supersonic expanding jets in extragalactic radio sources / P.E. Hardee // The Astrophysical Journal. 1982. Vol. 257. P. 509-526.
5. Turland B.D. Instabilities of Kelvin-Helmholtz type for relativistic streaming / B.D. Turland, P.A.G.Schouer // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1976. Vol. 176. P. 421-443.
6. Гестрин С.Г. Ветровая неустойчивость и спиральные структуры в кометных хвостах / С.Г. Гестрин, В.М. Конторович // Письма в астрономический журнал. 1984. Т. 10. № 10. С. 790-796.
7. Гестрин С.Г. Ветровая неустойчивость и винтовые возмущения релятивистских замагниченных струй / С.Г. Гестрин, В.М. Конторович // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1986. Т. 91. № 3. С. 779-791.
8. Гестрин С.Г. Ветровая неустойчивость в астрофизике (применительно к джетам, кометным хвостам, спиральной структуре галактик). II / С.Г. Гестрин, В.М. Конторович // Радиофизика и радиоастрономия. 1998. Т. 3. № 3. С. 259-272.
9. Гестрин С.Г. Резонансное взаимодействие упругих колебаний тонкой пластинки с гидродинамическим потоком / С.Г. Гестрин, А.Н. Сальников // Известия вузов. Физика. 2007. № 7. С. 77-80.
10. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Т. VII. Теория упругости / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Наука, 1987. 246 с.
11. Бетчов Р. Вопросы гидродинамической устойчивости / Р. Бетчов, В. Криминале. М.: Мир, 1971. 340 с.
12. Федорюк М.В. Асимптотические методы для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений / М.В. Федорюк. М.: Наука, 1983. 352 с.
13. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. М.: Наука, 1965. 703 с.
14. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Т. III. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1963. 702 с.

**Гестрин Сергей Геннадьевич** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Прикладная физика» Саратовского государственного технического университета

**Gestrin Sergey Gennadyevich** – Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor of the Department of «Applied Physics» of Saratov State Technical University

**Сальников Александр Николаевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная физика» Саратовского государственного технического университета

**Salnikov Aleksandr Nikolayevich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Applied Physics» of Saratov State Technical University

**Сергеева Елена Константиновна** –  
ассистент кафедры «Прикладная физика»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Sergeeva Elena Konstantinovna** –  
Assistant of the Department  
of «Applied Physics»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 14.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 539.3

**В.В. Петров, О.В. Пенина**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РЕЗЕРВА  
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГИХ ПЛАСТИНОК  
ПРИ ИЗГИБЕ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ**

*Приведены результаты исследования изгиба нелинейно деформируемых пластинок в агрессивных рабочих средах, вызывающих появление наведенной и развивающейся во времени неоднородности. Разработан алгоритм определения долговечности конструкций, не требующий описания кривой деформирования материала аналитическими выражениями.*

Нелинейно-упругие пластинки, изгиб, долговечность, агрессивная среда.

**V.V. Petrov, O.V. Penina**

**DURABILITY AND RESERVE DETERMINATION  
OF THE LOAD-CARRYING ABILITY  
OF BENT NONLINEAR ELASTIC PLATES  
WITHIN AGGRESSIVE ENVIRONMENT**

*This is a research of the bent places of nonlinear deformed plates in aggressive working environments which generate the forthcoming of developing heterogeneity. An algorithm of determination of durability of constructions is developed and given here, which doesn't need the description of curve of the deformation of the material by analytical expressions.*

Nonlinear elastic plates, bend, durability, aggressive environment.

В процессе эксплуатации строительные конструкции подвергаются действию агрессивных эксплуатационных (рабочих) сред, со временем ухудшающих свойства материала, что подтверждается экспериментальными исследованиями [1]. Время от начала эксплуатации до наступления опасного состояния называем долговечностью конструкции. За опасное состояние принимаем достижение в любой точке пластинки интенсивности напряжения, большего или равного временному пределу прочности  $\sigma_s(t)$ . Ввиду недостатка экспериментальной информации учет агрессивных воздействий сводим к расчету конструкций с особым видом наведенной и изменяющейся во времени неоднородности [2].



Рассмотрим квадратную пластинку размерами  $a \times a$  и толщиной  $h$ , находящуюся под действием распределенного давления  $q$ . Пластинка подвергается действию рабочей среды по верхней и нижней граням. На рис. 1 введены следующие обозначения:  $B_0 = \text{const}$  – концентрация агрессивной среды на поверхности образца,  $B(z')$  – то же в произвольной ординате,  $z'$  – расстояние от срединной плоскости до текущей ординаты,  $\delta(t)$  – глубина пораженного слоя,  $\Delta\delta(t)$  – шаг движения фронта агрессивной среды. Полагаем справедливыми обычные допущения теории малых упругопластических деформаций.

Кривая деформирования  $\sigma$ – $\epsilon$  является интегральной характеристикой свойств материала, отражающей процессы деградации в агрессивной среде. Изменения этой кривой дают полную информацию о деградационных процессах в материале. Используя феноменологический подход и идею метода последовательного возмущения параметров [3], нагрузку прикладываем последовательными малыми приращениями  $\Delta q$ , а проникновение агрессивной среды оцениваем последовательным движением фронта среды в материал шагами, равными  $\Delta\delta(t)$ . Ввиду малости толщины поврежденного слоя полагаем, что концентрация агрессивной среды изменяется по линейному закону (рис. 1). При этом решение получается с запасом долговечности.

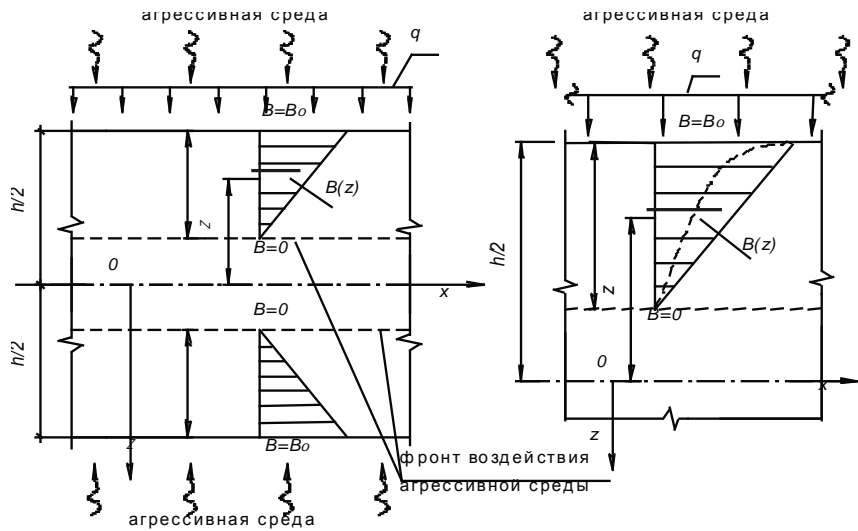


Рис. 1

Для решения задач необходимы экспериментальные данные. На рис. 2 приведены кривые деформирования эпоксидного бетона, выдержанного в 20%-ном водном растворе едкого натра: 1 – 0 суток, 2 – 30 суток, 3 – 150 суток, 4 – 360 суток [1]. Приращение концентрации агрессивной среды подсчитываем по формуле:

$$\Delta B = \frac{\partial B}{\partial [\delta(t)]} \Delta\delta(t). \quad (1)$$

В соответствии с теорией малых упругопластических деформаций имеем:

$$D_\sigma = 2/3 E_c^* D_\epsilon, \quad (2)$$

где  $D_\sigma$  – девиатор напряжений;  $D_\epsilon$  – девиатор деформаций;  $E_c^*$  – переменный секущий модуль, учитывающий уровень концентрации агрессивной среды, который представляем в виде

$$E_c^* = E_c^0 F(B), \quad (3)$$

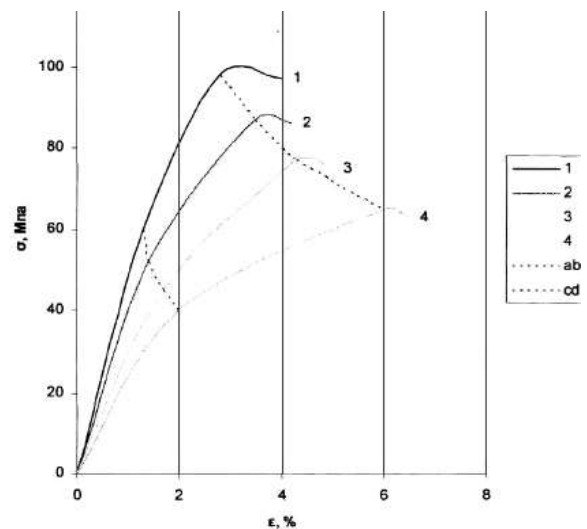


Рис. 2

где  $E_c^0$  – начальный секущий модуль без влияния агрессивной среды,  $E_c^0 = \sigma_i / \varepsilon_i$ ;  $\sigma_i$  – интенсивность напряжений;  $\varepsilon_i$  – интенсивность деформаций;  $F(B)$  – функция деградации секущего модуля. Математическая обработка экспериментальных кривых деформирования (рис. 2) позволяет записать эту функцию в виде [1]:

$$F(B) = \exp(-\lambda B(z')), \quad (4)$$

где  $\lambda$  – относительная скорость деградации секущего модуля;  $z'$  – текущая ордината в пораженном слое пластинки.

Инкрементальные физические соотношения имеют вид [4]:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{x,y} &= \frac{4}{3} E_k^* \left( \Delta\varepsilon_{x,y} + \frac{1}{2} \Delta\varepsilon_{y,x} \right) + \frac{4}{3} \left( \varepsilon_{x,y} + \frac{1}{2} \varepsilon_{y,x} \right) \frac{\partial E_c^*}{\partial [\delta(t)]} \Delta\delta(t); \\ \Delta\tau_{xy} &= \frac{1}{3} E_k^* \Delta\gamma_{xy} + \frac{1}{3} \gamma_{xy} \frac{\partial E_c^*}{\partial [\delta(t)]} \Delta\delta(t), \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y, \Delta\tau_{xy}$  – приращения нормальных и касательных напряжений;  $\Delta\varepsilon_x, \Delta\varepsilon_y, \Delta\gamma_{xy}$  – приращения линейных и угловых деформаций;  $E_k^* = (d\sigma_i / d\varepsilon_i) F(B)$  – переменный касательный модуль.

Приращения деформаций выражаются через приращения прогиба  $\Delta w$  так:

$$\Delta\varepsilon_x = -z(\partial^2 \Delta w / \partial x^2); \quad \Delta\varepsilon_y = -z(\partial^2 \Delta w / \partial y^2); \quad \Delta\gamma_{xy} = -2z(\partial^2 \Delta w / \partial x \partial y). \quad (6)$$

Инкрементальное уравнение равновесия срединной плоскости пластинки имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \Delta M_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \Delta M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \Delta M_y}{\partial y^2} = -\Delta q(x, y) \quad (7)$$

где  $\Delta M_x, \Delta M_y, \Delta M_{xy}$  – приращения изгибающих и крутящего моментов

$$\Delta M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \Delta\sigma_x z dz; \quad \Delta M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \Delta\sigma_y z dz; \quad \Delta M_{xy} = \int_{-h/2}^{h/2} \Delta\tau_{xy} z dz. \quad (8)$$

Введем обозначения жесткостных параметров:

$$I_k^* = \frac{4}{3} \int_{-h/2}^{h/2} E_k^* z^2 dz; \quad I_c^* = \frac{4}{3} \int_{-h/2}^{h/2} \frac{\partial E_c^*}{\partial \delta(t)} \Delta\delta(t) z^2 dz. \quad (9)$$

Численные значения переменных модулей  $E_c^*$  и  $E_k^*$  в дальнейших расчетах зависят от способа аппроксимации экспериментальной кривой деформирования.

Авторами в [5] предложена замена аналитического описания кривой  $\sigma_i(\varepsilon_i)$  на численный массив информации. Пошаговый способ организации этого массива приведен в табл. 1. Он предполагает аппроксимацию кривой « $\sigma$ – $\varepsilon$ » произвольного вида и обеспечивает высокую точность на всем интервале деформирования материала.

Для оптимизации времени поиска табличных значений отказываемся от полного перебора массива и запишем формулу определения порядкового номера столбца  $N$ :

$$N = \text{round}[(\varepsilon_n / \varepsilon_{\max}) N_{\text{массива}} + 1] \quad (10)$$

С учетом (5), (6), (7), (8), (9) после соответствующих преобразований получим основное инкрементальное уравнение изгиба пластинки в агрессивной среде:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[ \left( \frac{\partial^2 \Delta w}{\partial x^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta w}{\partial y^2} \right) I_k^* \right] + \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left[ \left( \frac{\partial^2 \Delta w}{\partial x \partial y} \right) I_k^* \right] + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left[ \left( \frac{\partial^2 \Delta w}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta w}{\partial x^2} \right) I_k^* \right] = \Delta q - \Delta q^\phi, \quad (11)$$

где  $\Delta q^\phi$  – «фиктивная» нагрузка, отражающая влияние агрессивной среды:

$$\Delta q^{\phi} = -\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[ \left( \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) I_c^* \right] - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left[ \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} I_c^* \right] - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left[ \left( \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right) I_c^* \right]. \quad (12)$$

Для решения уравнения (11) необходимо задать четыре граничных условия.

Полное решение задачи для заданного уровня нагрузки/концентрации среды получается как сумма решений на отдельных этапах. Во всех точках сетки на каждом шаге вычисляется напряжение, и производится проверка условия наступления опасного состояния. Алгебраизация дифференциальных уравнений и граничных условий осуществляется методом конечных разностей.

Таблица 1

Шаг	Параметры	Расчетная формула	Краткое описание действия на каждом шаге
1	$\sigma_{э}, \varepsilon_{э}$	–	Фиксируем экспериментальные данные напряжений и деформаций
2	$\sigma_{i}, \varepsilon_{i}$	–	Сглаживаем данные при помощи метода наименьших квадратов и получаем экспериментальную кривую деформирования произвольного вида
3	$\sigma_n, \varepsilon_n$	–	Формируем таблицу из численных пар значений $\varepsilon_n - \sigma_n$ с шагом $D = \varepsilon_{\max} / N_{\text{массива}}$ , где $N_{\text{массива}}$ – количество столбцов, и записываем в соответствующую ячейку таблицы
4	$E_c^*$	$E_c^* = \sigma_n / \varepsilon_n$	Вычисляем секущий модуль для каждого столбца
5	$\Delta \sigma_n$	$\Delta \sigma_n = \sigma_{n+1} - \sigma_n$	Производим расчет приращения напряжений
6	$\Delta \varepsilon_n$	$\Delta \varepsilon_n = \varepsilon_{n+1} - \varepsilon_n$	Вычисляем приращения деформаций
7	$E_k^*$	$E_k^* = \Delta \sigma_n / \Delta \varepsilon_n$	Производим расчет касательного модуля для каждого столбца

**Задача 1.** Рассмотрим квадратную шарнирно опертую по контуру пластинку габаритами  $a = 2$  м,  $h = 0,15a = 0,3$  м. Материал – эпоксидный бетон, с семейством кривых деформирования (рис. 1). Агрессивная среда – жидкий раствор 20%-ного едкого натра. Необходимо определить долговечность пластинки в заданных условиях эксплуатации. Начало координат располагается в центре пластинки. Для решения уравнения (11) применяем двухшаговый метод последовательного возмущения параметров с шагами по параметрам  $\Delta q = q/10$  и  $\delta(t) = h/256$ . По экспериментальным данным (рис.2) принимаем  $\alpha = 13,05$  мм/год<sup>0,5</sup>, коэффициент деградации  $\lambda = 0,4069$  см<sup>3</sup>/г.

На рис. 3 в аналитическом виде показано изменение максимальных напряжений в пластинках, нагруженных давлением различной величины и действием агрессивной среды различной длительности. Нисходящая кривая описывает уменьшение временного сопротивления. Точки пересечения восходящих и нисходящей кривых соответствуют наступлению опасного состояния. На рис. 4 в аналитическом виде показана зависимость долговечности конструкции от величины предварительного нагружения.

**Задача 2.** Шарнирно опертая по контуру пластинка нагружена некоторой долей  $q/q_{\max}$ . За  $q_{\max}$  принята максимально возможная нагрузка пластинки при отсутствии среды. Возникает техногенная авария, и на пластинку в течение времени  $t$  действует агрессивная среда. Затем источник агрессивной среды ликвидируется. Необходимо догрузить поврежденную пластинку нагрузкой до максимально возможной величины и определить резерв ее несущей способности. Алгоритм решения этой задачи представлен на рис. 5.

Кривые 1, 2 показывают развитие во времени максимальных напряжений при различных величинах предварительного нагружения пластинки; 3 – кривая длительной прочности

материала  $\sigma_s(t)$  в агрессивной среде. В период времени  $t_i$  влияние агрессивной среды заканчивается. Параметры напряженно-деформированного состояния конструкции фиксируются на отметках  $\sigma_1, \sigma_2$  в зависимости от сценария 1 или 2. Резерв несущей способности пластинки составляет величины  $P_1$  и  $P_2$ . Аналогичным образом может быть определен потенциал несущей способности конструкции при произвольных воздействиях нагрузки и среды.

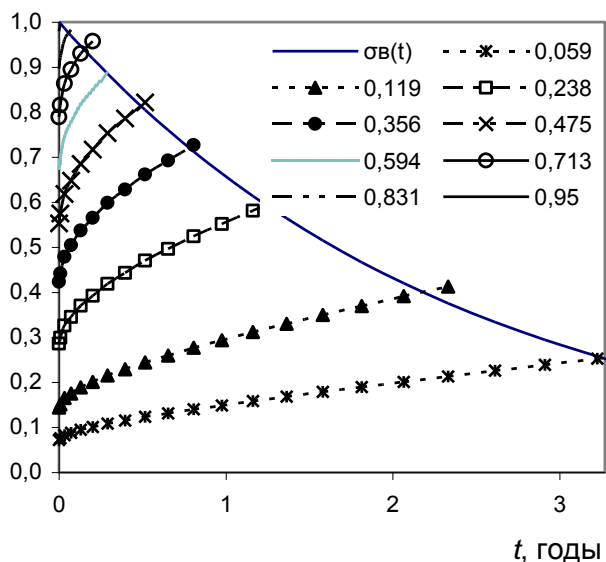


Рис. 3

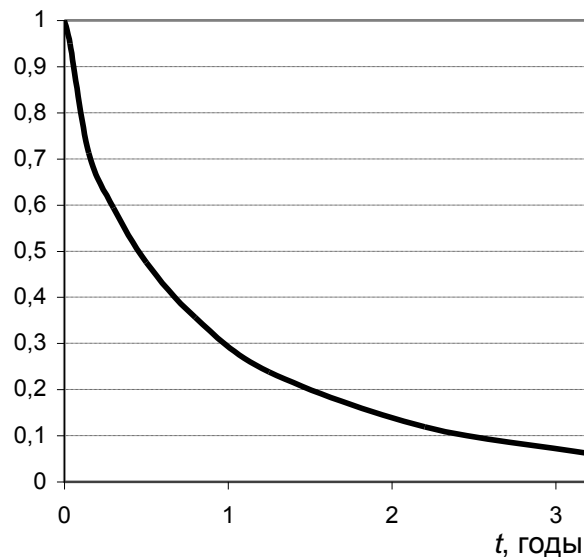


Рис. 4

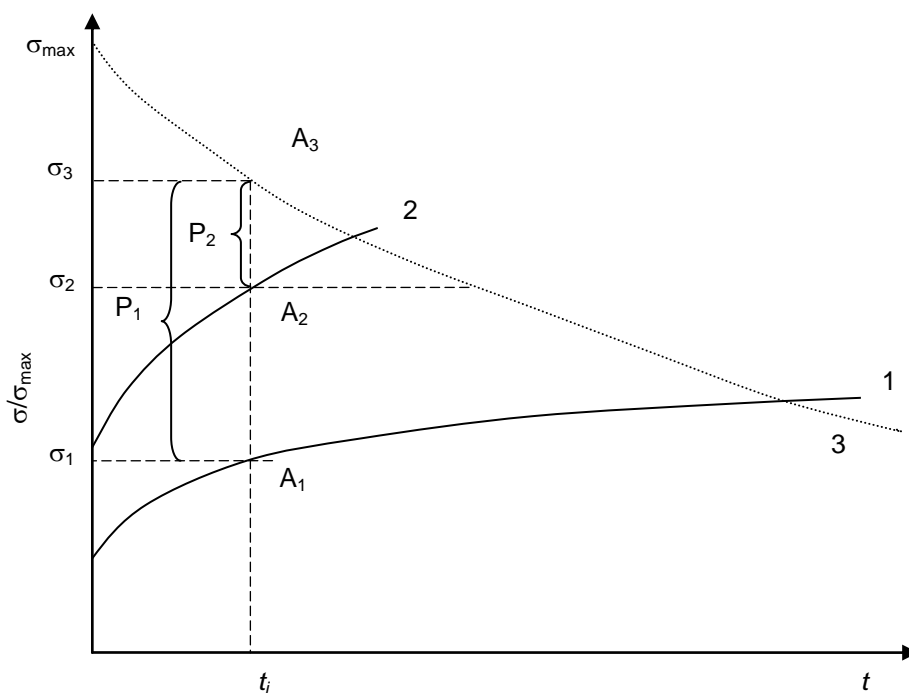


Рис. 5

В табл. 1, 2 приведены значения максимальных напряжений по двум сценариям развития деформирования пластинок до момента наступления опасного состояния при разном предварительном нагружении в долях от  $q_{max}$ . В скобках – координаты точки в аналитической системе координат.

Таблица 2

Глубина поражения $\delta(t)$ , мм	Время воздействия среды $t$ , сутки	Временный предел сопротивления $\sigma_e(t)$ , кН/м <sup>2</sup>	Напряжения $\sigma_i(0,0)$ , кН/м <sup>2</sup> при предварительном нагружении $q=3000$ кН/м <sup>2</sup> , времени воздействия среды $t$ и донагружении $q$ , равной						
			3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	8 410
			или в долях $q / q_{\max}$						
0	0	102 700	43 093	56 340	68 793	80 551	91 530	100 180	102 700
3,741	30	99 322	45 359	58 439	70 768	82 417	93 169	-	-
8,366	150	86 886	49 945	62 744	74 832	86 257	-	-	-
13,050	360	68 368	53 190	65 796	-	-	-	-	-

Таблица 3

Глубина поражения $\delta(t)$ , мм	Время воздействия среды $t$ , сутки	Временный предел сопротивления $\sigma_e(t)$ , кН/м <sup>2</sup>	Напряжения $\sigma_i(0,0)$ , кН/м <sup>2</sup> при предварительном нагружении $q=6000$ кН/м <sup>2</sup> , времени воздействия среды $t$ и донагружении $q$ , равной						
			3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	8 410
			или в долях $q / q_{\max}$						
0	0	102 700	-	-	-	80 551	91 530	100 180	102 700
3,741	30	99 322	-	-	-	83 619	94 171	-	-

Например, пластинка, нагруженная  $0,36q_{\max}$  ( $\sigma = 43\cdot093$  кН/м<sup>2</sup>) и выдержанная 150 суток в рабочей среде ( $\sigma = 49\cdot945$  кН/м<sup>2</sup>) после устранения источника агрессивной среды может быть нагружена только до  $0,71q_{\max}$  ( $\sigma = 86\cdot257$  кН/м<sup>2</sup>). Если же предварительное нагружение было на уровне  $0,71q_{\max}$  ( $\sigma = 80\cdot551$  кН/м<sup>2</sup>) при прочих равных условиях, то действие агрессивной среды приводит к наступлению опасного состояния по истечении 76 суток.

Таким образом, на основе двухшагового метода последовательного возмущения параметров и метода конечных разностей разработан эффективный алгоритм расчета нелинейно-упругих пластин, эксплуатирующихся в агрессивных средах. Предложенная математическая модель позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние изгибаемых плит с учетом повреждений, вызванных агрессивной средой. Прикладное значение метода состоит в возможности оценки прочности пластинок, эксплуатируемых в агрессивных средах, определении их эксплуатационного ресурса, сроков проведения капитального ремонта или демонтажа конструкции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Селяев П. В. Диаграммы деформирования композитных материалов при воздействиях жидких агрессивных сред / П.В. Селяев // Проблемы прочности элементов конструкций под действием нагрузок и рабочих сред: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2006. С. 46-52.
2. Петров В.В. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к проблеме устойчивости пластин и оболочек / В.В. Петров, В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева. Саратов: СГТУ, 1996. 311 с.
3. Петров В.В. Метод последовательного нагружения в нелинейной теории пластин и оболочек / В.В. Петров. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1975. 119 с.
4. Петров В.В. Уравнения изгиба пластинки, учитывающие влияние концентрации агрессивной среды в ее материале / В.В. Петров // Вестник РААСН. Вып. 9. Белгород, 2005. С. 315-320.

5. Петров В.В. Расчет плит из нелинейно деформируемого материала с произвольной диаграммой деформирования с учетом воздействия агрессивной эксплуатационной среды / В.В. Петров, О.В. Пенина, П.В. Селяев // АСADEMIA. Архитектура и строительство. 2008. № 3. С. 25-32.

**Петров Владилен Васильевич** –  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой  
«Механика деформируемого твердого тела»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Petrov Vladilen Vasilyevich** –  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor, Head of the Department  
of «Hard deformed body mechanics»  
of Saratov State Technical University

**Пенина Ольга Владимировна** –  
аспирант кафедры  
«Механика деформируемого твердого тела»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Penina Olga Vladimirovna** –  
Graduate Student  
of the Department  
of «Hard deformed body mechanics»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 08.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

---

---

# НАДЕЖНОСТЬ МАШИН

---

---

УДК 621.7

**А.А. Аникин**

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗНАШИВАНИЯ**

*Приведена структура уровней энергетического воздействия в поверхностном слое изнашиваемого материала, а также исследована динамика ее изменения в процессе циклического подвода внешней энергии.*

Система микроструктурных поверхностей, структурно-энергетическое состояние, изнашиваемая поверхность, выбор материала, уровень энергетического воздействия.

**A.A. Anikin**

## **INTERNAL POWER CONDITION CHANGE DYNAMICS OF A SUPERFICIAL LAYER DURING WEAR PROCESS**

*The structure of levels of power influence in a superficial layer of a worn material and also dynamics of its change during cyclic leading of external energy is given here.*

System of micro structural surfaces, structural-energetically condition, worn surface, choice of a material, level of power influence.

Сущность процесса передачи подводимой внешней энергии от рабочего тела к изнашиваемой поверхности состоит в переходе энергии, сообщенной источником энергии рабочему телу, во внутреннюю энергию системы микроструктурных поверхностей слоя изнашиваемого материала.

Данный переход связан, по своему смысловому значению, с изменением структурно-энергетического состояния поверхностного слоя.

Нижней границей начала изменения внутренней энергии системы микроструктурных поверхностей изнашиваемого материала является потенциальная энергия их равновесного состояния в недеформированном состоянии. Верхняя граница определяется совокупностью

потенциальной внутренней энергии равновесного энергетического состояния (нижняя граница) плюс величина избыточной поглощенной энергии, составляющей в сумме критическую энергию последовательного или лавинного разрушения межатомных связей при данных условиях нагружения.

Следовательно, процесс изнашивания напрямую связан с изменением структурно-энергетического состояния поверхностного слоя изнашиваемого материала в результате подвода внешней энергии, определяемым потенциальной способностью системы микроструктурных поверхностей к перераспределению полученной ими внешней избыточной энергии с последующей ее минимизацией.

Для снижения уровня избыточной внутренней энергии материал изнашиваемой поверхности обладает индивидуальным набором потенциальных возможностей к перераспределению части подводимой внешней энергии на осуществление различного рода затратных энергетических процессов.

Причем, в зависимости от изменения величины мощности подвода внешней энергии изнашивания, в действие вступают те или иные затратные механизмы снижения образовавшегося избыточного внутреннего потенциала.

Каждый из наборов потенциальных возможностей, включающихся в процесс перераспределения избыточной внутренней энергии в зависимости от величины мощности подвода внешней энергии, соответствует, при данных параметрах внешнего энергетического воздействия, одному из уровней энергетического воздействия (УЭВ).

По своей сути, уровни энергетического воздействия представляют собой интервалы повышенного содержания избыточной внутренней энергии в поверхностном слое изнашиваемого материала, определяемые соответствующими величинами мощности подвода внешней энергии, в пределах которых осуществляются те или иные структурно-энергетические изменения, имеющие качественные отличия, характерные для каждого УЭВ.

Так как одна и та же величина мощности подвода внешней энергии обеспечивает для различных систем микроструктурных поверхностей различные структурно-энергетические состояния, то распределение уровней энергетического воздействия в зависимости от мощности подвода внешней энергии носит относительный характер для каждого из изнашиваемых материалов и имеет свои особенности в зависимости от параметров энергетического интервала разрушения структурно-энергетических связей материала [1].

Характер изменения внутренней энергии поверхностного слоя изнашиваемого материала в процессе внешнего энергетического воздействия зависит от соотношения максимального потенциала деформационной волны и мощности подвода внешней энергии, с одной стороны, и потенциальной возможности изнашиваемого материала к сбросу части накопленной избыточной внешней энергии, с другой стороны.

На I УЭВ количество поступающей внешней энергии не превышает потенциальной способности материала к ее рассеянию.

Предельная величина поступающей за цикл нагружения внешней энергии, при которой, в результате многократного циклического нагружения, будет соблюдаться равенство между подводимой и рассеянной энергиями, соответствует энергетическому пределу выносливости материала.

Существование II УЭВ определяется тем обстоятельством, что при мощности подвода внешней энергии, превышающей энергетический предел выносливости, но недостаточной для разрушения в процессе изнашивания высокоэнергетических связей упорядоченного строения изнашиваемого материала, ряд микроструктурных поверхностей изнашиваемого материала предпринимает попытку к «холодной» перестройке своего структурно-энергетического состояния («холодной» перекристаллизации).

В данном случае, термин «холодная перестройка» имеет в чистом виде трибологическое содержание, т.е. указывает на превращения, происходящие в изнашиваемом материале в



процессе внешнего изнашивающего воздействия, не связанные с прямым подводом тепловой энергии в результате разогрева изнашиваемой поверхности в специальных нагревательных устройствах (печах).

Предельные параметры III УЭВ определяются величиной мощности подвода внешней энергии, достаточной для набора избыточной внутренней энергии, необходимой для осуществления разрыва высокоэнергетических межатомных (межионных) связей упорядоченного строения опорных поверхностей высших уровней с образованием свободных поверхностей при существующих условиях нагружения.

В процессе распространения поступающей в глубь изнашиваемого материала избыточной внешней энергии наблюдается формирование системы уровней энергетического воздействия (УЭВ) внутри изнашиваемого поверхностного слоя, представляющей собой определенное взаимное расположение УЭВ.

Причем, если для постоянного во времени внешнего воздействия последовательность расположения УЭВ носит неизменный характер, то для циклического воздействия изменение взаимного расположения УЭВ наблюдается как по объему, так и по времени.

Графически это находит свое отображение в виде трехмерной системы «последовательность расположения УЭВ – продолжительность нагружения – область изнашивания».

Последний из параметров имеет в той степени немаловажное значение, что динамика взаимного расположения УЭВ меняется при переходе от одной области изнашивания к другой.

По мере развития процесса изнашивания, обуславливающего изменение внутреннего энергетического состояния поверхностного слоя, наблюдается адекватное изменение взаимного расположения УЭВ в поверхностном слое.

Рассмотрим динамику взаимного расположения уровней энергетического воздействия в поверхностном слое изнашиваемого материала для случая циклического подвода поступающей внешней энергии.

Для конкретных параметров внешнего воздействия следует разделять динамику взаимного расположения УЭВ для микроструктурных поверхностей низших уровней и аналогичный показатель для опорных поверхностей высших уровней.

Одна и та же мощность внешнего воздействия способствует переходу различных микроструктурных поверхностей на разные уровни энергетического воздействия.

Таким образом, для понимания сущности процесса передачи подводимой внешней энергии, к указанным выше параметрам трехмерной системы необходимо добавить еще один – влияние состава микроструктурных поверхностей, входящих в систему микроструктурных поверхностей изнашиваемого материала.

Рассмотрим случай, когда мощности подвода внешней энергии не хватает для разрыва высокоэнергетических связей опорных поверхностей высших уровней, и, одновременно, достаточно для разрыва высокоэнергетических связей микроструктурных поверхностей низших уровней.

Подобная величина мощности подвода внешней энергии соответствует I УЭВ для опорных поверхностей высшего уровня и III УЭВ для микроструктурных поверхностей низших уровней.

Соответственно, с момента начала подвода внешней энергии развиваются сразу несколько направлений распределения УЭВ.

Для опорных поверхностей высших уровней динамика распределения УЭВ в зависимости от этапов прохождения внешней энергетической волны развивается в последовательности, представленной в табл. 1.

Прочерком обозначено равновесное энергетическое состояние поверхностного слоя изнашиваемого материала при отсутствии внешнего энергетического воздействия, т.е. при отсутствии нахождения в нем избыточной внутренней энергии.

Динамика распределения уровней энергетического воздействия для опорных поверхностей высших уровней

Этапы распределения УЭВ (временной параметр)	Объемный параметр		
	поверхностный слой	центральная часть изнашиваемой поверхности	наибольшая глубина изнашиваемого слоя
I	I УЭВ	I УЭВ	–
II	I УЭВ	I УЭВ	I УЭВ
III	–	I УЭВ	I УЭВ
IV	–	I УЭВ	–
V	–	–	–

Этапы I-IV расположены в соответствии с последовательностью распространения внешней энергии в поверхностном слое для модели перераспределения подведенной за один цикл нагружения внешней энергии для случая ее полного рассеяния [2].

Полное рассеяние избыточной внутренней энергии опорными поверхностями высших уровней осуществляется, в немалой степени, за счет ее передачи микроструктурным поверхностям низших уровней.

Таким образом, структурно-энергетическое состояние опорных поверхностей высших уровней после прохождения внешней энергетической волны, в рассматриваемом случае, остается неизменным, соответствующим энергетическому состоянию поверхностного слоя изнашиваемого материала при отсутствии внешнего энергетического воздействия.

Совершенно иная картина наблюдается для микроструктурных поверхностей низших уровней.

Для них, в отличие от опорных поверхностей высших уровней, динамика изменения распределения уровней УЭВ строится на основе модели перераспределения подводимой внешней энергии для случая поглощения избыточной энергии [2].

На начальных циклах изнашивающего воздействия, согласно модели поглощения избыточной энергии, разность потенциалов между предельным потенциалом деформационной волны и потенциалом недеформированного материала наибольшая, что обуславливает максимальную скорость распространения энергетической деформационной волны.

Соответственно, на начальном этапе изнашивания наблюдается лишь частичное изменение структурно-энергетического состояния, заключающееся в разрыве отдельных низкоэнергетических связей из энергетического интервала разрушения межатомных (межионных) связей микроструктурных поверхностей низших уровней в ходе прохождения энергетической деформационной волны.

Таким образом, проходящая энергетическая волна за каждый последующий цикл подвода внешней энергии как бы «разрыхляет» поверхностный слой микроструктурных поверхностей низших уровней на глубину своего проникновения.

С каждым новым проходом энергетической деформационной волны концентрация микродефектов строения изнашиваемого слоя возрастает, что, в конечном итоге, способствует их объединению в дислокации и другие дефекты внутреннего строения, обладающие низкой прочностью структурно-энергетических связей.

Фактически наблюдается повышение энергоемкости I УЭВ микроструктурных поверхностей низших уровней за счет перехода все большего числа высокоэнергетических связей в низкоэнергетические.

Одновременно циклическое прохождение энергетической волны способствует направленному смещению образующихся дефектов внутреннего строения в направлении движения потока внешней энергии, обусловленному создаваемой в поверхностном слое разностью энергетических потенциалов.

Это приводит к постепенному повышению концентрации дефектов внутреннего строения внутри поверхностного слоя на глубине максимального проникновения энергетической волны по направлению распространения потока внешней энергии.

По мере накопления избыточного внутреннего потенциала скорость распространения волны внешнего энергетического воздействия постепенно замедляется, что, одновременно, приводит к увеличению продолжительности энергетического воздействия на участки поверхностного слоя, занимаемые микроструктурными поверхностями низших уровней.

Последующее выравнивание потенциалов поверхностного слоя и деформационной волны свидетельствует о блокировании перераспределения избыточной энергии со стороны опорных поверхностей высших уровней в направлении микроструктурных поверхностей низших уровней, что приводит к повышению уровня избыточной энергии первых.

Установление единого потенциала свидетельствует об исчерпании поверхностным слоем изнашиваемого материала всех своих способностей к перераспределению избыточной внутренней энергии.

Таким образом, одним из важных условий перехода опорных поверхностей высшего уровня на более высокий УЭВ является установление повышенного избыточного потенциала для микроструктурных поверхностей низших уровней, вызывающее блокировку перераспределения внутренней энергии в направлении микроструктурных поверхностей низших уровней.

Вместе с тем, в силу объективных обстоятельств, переход микроструктурных поверхностей низших уровней на III УЭВ наступает раньше по сравнению с опорными поверхностями высшего уровня, что приводит к опережающему разрушению микроструктурных поверхностей низших уровней, расположенных вокруг включений опорных поверхностей высшего уровня.

Одним из последних высокоэнергетических затратных механизмов, с помощью которых изнашиваемая поверхность пытается снизить уровень избыточной внутренней энергии, является образование свободных поверхностей, сопровождающееся разрывом высокоэнергетических связей упорядоченного строения микроструктурных поверхностей низших уровней, т.е. их переходом на III УЭВ.

После исчерпания всех потенциальных способностей изнашиваемой поверхности к перераспределению избыточной внутренней энергии энергетически выгодным становится отделение поверхностного слоя с избыточным внутренним потенциалом.

Последовательность изменения расположения УЭВ для микроструктурных поверхностей низших уровней для случая поглощения подводимой внешней энергии представлена в табл. 2.

Таблица 2

Динамика распределения уровней энергетического воздействия для микроструктурных поверхностей низших уровней

Этапы распределения УЭВ (временной параметр)	Объемный параметр		
	поверхностный слой	центральная часть изнашиваемой поверхности	наибольшая глубина изнашиваемого слоя
I	III УЭВ	II УЭВ	I УЭВ
II	II УЭВ	III УЭВ	II УЭВ
III	I УЭВ	II УЭВ	I УЭВ
IV	—	I УЭВ	II УЭВ
V	III УЭВ	I УЭВ	II УЭВ
VI	II УЭВ	III УЭВ	II УЭВ
VII	I УЭВ	II УЭВ	III УЭВ
VIII	II УЭВ	III УЭВ	III УЭВ
IX	III УЭВ	III УЭВ	III УЭВ
X	Отделение продуктов износа		

Этапы I-IV отражают динамику изменения распределения уровней энергетического воздействия на начальных циклах подвода внешней энергии.

Этапы V-IX отражают, согласно модели поглощения избыточной энергии, стадии формирования устойчивого избыточного потенциала в пределах изнашиваемого слоя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин А.А. Энергетический интервал разрушения структурных физико-химических связей изнашиваемого материала / А.А. Аникин // Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и других машин путем их решения: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2005. С. 111-114.

2. Аникин А.А. Модель перераспределения подводимой внешней энергии при циклическом нагружении поверхностного слоя изнашиваемого материала / А.А. Аникин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2006. № 4. С. 13-17.

**Аникин Андрей Анатольевич** –  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Технология металлов и материаловедение»  
Саратовского государственного  
аграрного университета им. Н.И. Вавилова

**Anikin Andrey Anatolyevich** –  
Candidate of Technical Sciences, Assistant  
Professor of the Department of «Technology  
of metals and material engineering»  
of Saratov State Agrarian University  
in the name of N.I. Vavilov

*Статья поступила в редакцию 10.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 621.86.001

**О.Б. Изнаиров**

#### **ПОВЫШЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ШАРИКОВЫХ ВИНТОВЫХ ПЕРЕДАЧ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИХ СБОРКИ**

*Разработана технология стохастической сборки ШВП на основе рационального подбора соотношения величин систематической и случайной погрешностей в сборочном комплекте деталей. Показано, что в результате этого грузоподъемность ШВП возможно повысить на 20-55%.*

Шариковая винтовая передача, грузоподъемность, сборка.

**O.B. Iznairov**

#### **INCREASE OF CARRYING CAPACITY OF BALL-SCREW TRANSMISSION BY PERFECTING OF THEIR ASSEMBLY TECHNOLOGICAL PROCESS**

*The technology of stochastic assembly BST based on rational selection of a parity of magnitudes of systematic and casual errors in an assembly kit of details is developed. Possibility of increasing on 20-55% of the carrying capacity BST is shown.*

Ball-screw transmission, load carrying capacity, assembly.

Грузоподъемностью винтовой передачи называют наибольшую величину осевой нагрузки, которую она способна воспринимать без появления на контактирующих поверхностях винта, гайки или шарика остаточных пластических деформаций.

Очевидно, что при прочих равных условиях грузоподъемность шариковой винтовой передачи (ШВП) тем больше, чем больше суммарная площадь контакта  $S$  во всех ее контактных группах. Из [1] имеем:

$$S = S_1 \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{h_i}{h_m}\right)^{\frac{2}{n}}, \quad (1)$$

где  $S_1$  – площадь контакта в первом контактирующем витке ШВП;  $m$  – общее количество витков резьбы гайки ШВП;  $h_i$  и  $h_m$  – величины зазоров в  $i$ -м и  $m$ -м витках ШВП;  $n$  – показатель формы профиля дорожки качения.

Обозначим:

$$U_s = \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{h_i}{h_m}\right)^{\frac{2}{n}}. \quad (2)$$

Максимум функции (1) при выполнении операции сборки можно достичь путем максимизации значения коэффициента  $U_s$ . Для этого запишем (2) следующим образом [1]:

$$U_s = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{(m-1)^{\frac{n_z}{k}} (e_2 - e_1) + \xi_m - (i-1)^{\frac{n_z}{k}} (e_2 - e_1) - \xi_i}{(m-1)^{\frac{n_z}{k}} (e_2 - e_1) + \xi_m} \right]^{\frac{2}{n}}, \quad (3)$$

где  $e_1$  и  $e_2$  – систематические погрешности шага винта и гайки;  $\xi_i$  и  $\xi_m$  – случайные погрешности шага  $i$ -го и  $m$ -го витков ШВП;  $n_z$  – количество витков гайки ШВП;  $k$  – общее количество шариков в ШВП.

Обозначим:

$$\frac{n_z}{k} (e_2 - e_1) = e_z - e_g, \quad e_z - e_g = e,$$

где  $e$  – систематическая погрешность сборки ШВП.

В ШВП профиль дорожек качения винта и гайки чаще всего описывается дугой окружности. В этом случае  $n = 2$ . Тогда:

$$U_s = \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{(i-1)e + \xi_1}{(m-1)e + \xi_m}\right). \quad (4)$$

Обозначим:  $\xi = \xi_m = \xi_i/a$ . Тогда  $\xi_i = a\xi$ . С учетом этого обозначения:

$$U_s = \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{(i-1)e + a\xi}{(m-1)e + \xi}\right). \quad (5)$$

Величина « $a$ » является случайной, т.к.  $\xi_i$  и  $\xi_m$  – случайные величины. Наиболее вероятными являются значения « $a$ », близкие к единице, т.к.  $\xi_i$  и  $\xi_m$  распределены по одному и тому же закону и имеют одинаковые математическое ожидание и дисперсию. Тогда выражение (5) переписывается следующим образом:

$$U_s = \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{(i-1)e/\xi - 1}{(m-1)e/\xi - 1}\right). \quad (6)$$

Для того чтобы определить оптимальную величину соотношения  $e/\xi$ , построим график зависимости от этого соотношения функций:

$$f_1(e/\xi) = \frac{(i-1)e/\xi - 1}{(m-1)e/\xi - 1}, \quad (7)$$

$$f_2(e/\xi) = 1 - \frac{(i-1)e/\xi - 1}{(m-1)e/\xi - 1}, \quad (8)$$

для ШВП, имеющей гайку с шестью витками ( $k = 6$ ), находящимися в контакте посредством шариков с витками винта ( $m = 6$ ) для всех контактных групп ( $i = 1, 2 \dots 6$ ), см. рис. 1.

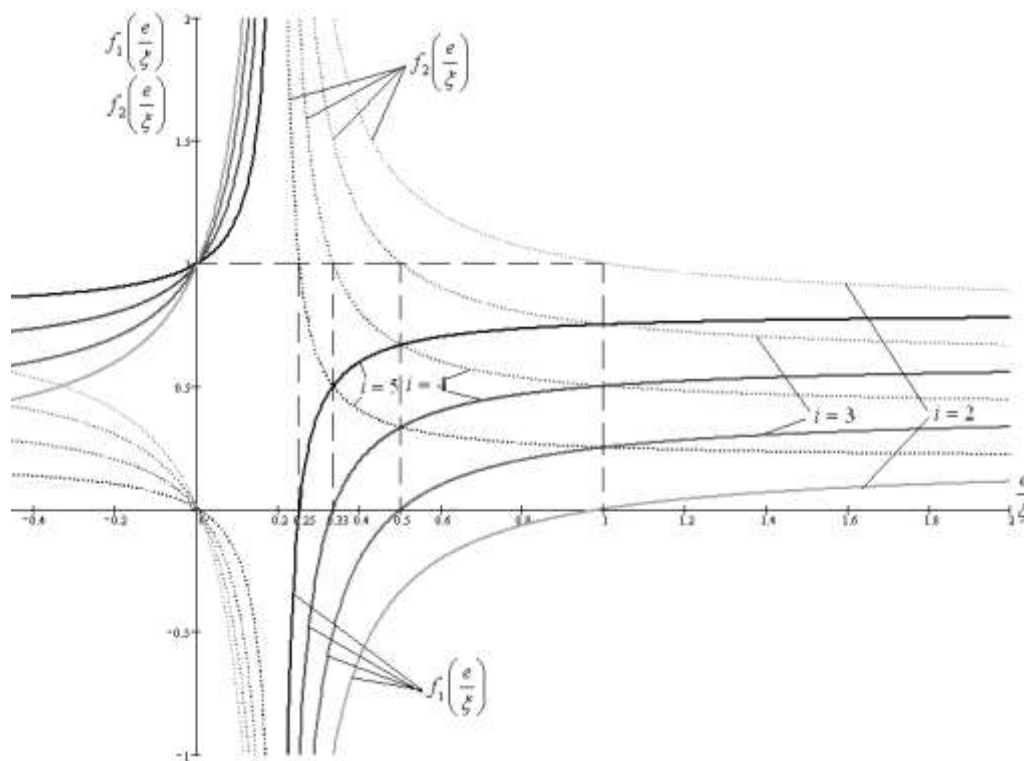


Рис. 1. График зависимостей  $f_1(e/\xi)$  и  $f_2(e/\xi)$

Из рассмотрения графика на рис. 1 следует, что оптимальное соотношение между величиной систематической погрешности, возникающей в результате сборки ШВП «е», и величиной случайной погрешности, возникающей в результате ее сборки «ξ», равно координате пересечения графиков функции  $f_1$  с осью абсцисс. Так, для второй контактной группы это соотношение равно единице, для третьей – 0,5 и т.д. Эти соотношения справедливы для ШВП, имеющей гайку с шестью витками резьбы, находящимися в контакте посредством шариков с шестью витками резьбы винта.

Понятно, что при изменении конструкции ШВП – при увеличении или уменьшении числа витков винтовой поверхности гайки  $m$  – в различных контактных группах (при изменении  $i$  от 2 до  $m$ ) величина оптимального соотношения погрешностей будет различна (см. табл. 1).

Таблица 1

Величина оптимального соотношения  $e / \xi$  в различных контактирующих витках

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8
$e / \xi_{\text{опт.}}$	–	1	0,5	0,33	0,25	0,2	0,17	0,14

При сборке ШВП оптимальное соотношение между величинами систематической и случайной погрешностей целесообразно обеспечивать при помощи комплектации передачи шариками, имеющими такие характеристики математического ожидания и рассеяния размеров, которые, суммируясь со случайными погрешностями шагов винта и гайки, обеспечивали бы данное соотношение.

Необходимо принять для всей передачи такое соотношение  $e/\xi$ , которое обеспечило бы максимальное значение суммы в выражении (1) и, таким образом, наибольшую величину суммарной площади контакта шариков с дорожками качения винта и гайки при прочих равных условиях. Для этого определим значения  $U_s$  суммы в выражении (7) при различных величинах соотношения  $e/\xi$ , взятых из табл. 1 (см. табл. 2).

Таблица 2

Значения коэффициента  $U_s$  в зависимости от соотношения  $e/\xi$

$e/\xi$	1	0,5	0,33	0,25	0,2	0,17	0,14
$U_s$	3,5	2,43	2,24	2,1	2,0	1,92	1,8

Таким образом, из множества возможных соотношений величин систематической и случайной погрешностей сборки рациональным является соотношение  $e/\xi = 1$ , т.к. в этом случае появляется возможность за счет правильно направленной псевдослучайной погрешности в виде смещенного математического ожидания размера шариков полностью компенсировать систематическую накопленную погрешность на втором рабочем витке собранной передачи. При этом площадь контакта шариков с дорожками качения винта и гайки во второй контактной группе будет равна площади их контакта в первой группе. Другими словами, два рабочих витка передачи одновременно вступят в контакт и в равной степени будут воспринимать рабочую нагрузку.

Учитывая то, что на виток, вступающий в контакт первым, приходится большая часть рабочей нагрузки, наличие второго такого же витка в значительной степени разгружает его и обеспечивает повышение грузоподъемности всей передачи. Конструкции передач с гайками, разделенными на пары витков, широко известны. В этих конструкциях вполне возможно комплектовать каждую пару рабочих витков гайки своим комплектом шариков, обеспечивающих оптимальное соотношение  $e/\xi = 1$ . Вместе с тем, необходимо заметить, что при таком соотношении величин систематической и случайной погрешностей и в других контактных группах площадь контакта несколько больше, чем при  $e/\xi < 1$ . Так, в третьей контактной группе при  $e/\xi = 1$   $U_s = 0,75$ , а при  $e/\xi = 0,5$   $U_s = 0,43$ ; в четвертой – 0,5 и 0,29 соответственно. Следовательно, при оптимальном соотношении  $e/\xi$  во втором витке все остальные контактные группы (витки) ШВП работают более эффективно, что обусловлено эффектом компенсации систематической погрешности погрешностью псевдослучайной.

При сборке оптимальное соотношение величин этих погрешностей целесообразно обеспечивать при помощи комплектования ШВП шариками, имеющими соответствующий номинальный размер и заданные параметры рассеяния размеров.

Каждый винт и каждая гайка имеют своеобразный паспорт качества в результате полного контроля параметров винтовых поверхностей. Это позволяет подобрать расчетным путем для комплектации ШВП партию шариков с соответствующим значением математического ожидания их размера и параметрами рассеяния размеров. При этом величина математического ожидания размеров шариков должна быть смещена относительно их расчетного номинального размера на величину накопленной систематической погрешности в сторону, противоположную ей. А величина рассеяния размеров шариков должна быть задана, исходя из требуемой величины вероятности получения размера шариков, равного его математическому ожиданию.

Комплектование сборочной операции винтами, гайками и шариками целесообразно организовать по следующей схеме (рис. 2).

Предварительно в специальные бункеры Ш<sub>1</sub>, Ш<sub>2</sub> и т.д. засыпаются шарики, а информацию об их размерах запоминают с помощью управляющего устройства УУ.

Винты и гайки подают на измерительные позиции В и Г, измеряют и направляют соответственно в накопитель винтов Н<sub>в</sub> и накопитель гаек Н<sub>г</sub>.

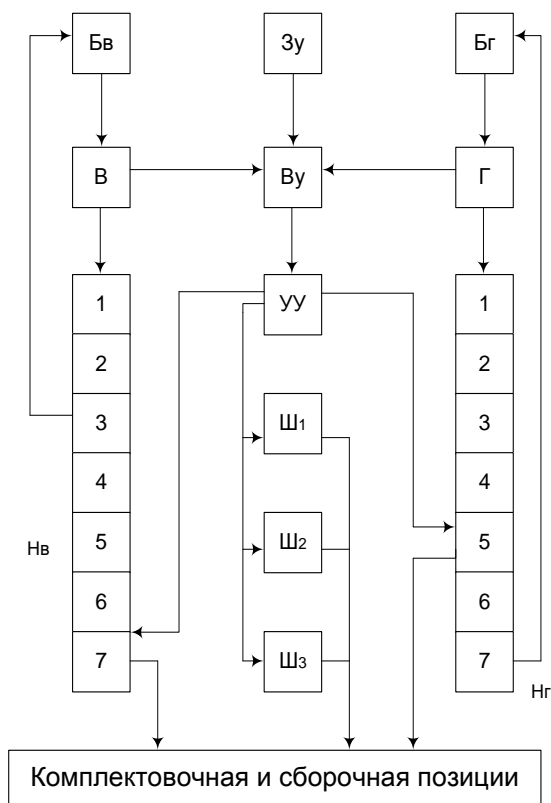


Рис. 2

Информацию о величинах погрешностей шага винтов и гаек из задающего устройства  $Z_y$  подают в вычислительное устройство  $V_y$ , а затем результаты расчетов оптимального сочетания этих параметров также запоминают с помощью управляющего устройства УУ. Располагая информацией о величинах погрешностей винтов и гаек и имеющихся размерах шариков, на основе их рационального сочетания определяют возможность их комплектования в сборочные комплекты.

Если такая возможность имеется, то с помощью управляющего устройства УУ, например, винт с позиции 1 накопителя  $H_b$ , гайку с позиции 3 накопителя  $H_g$  и комплект шариков, составленный из групп  $Ш_1$ ,  $Ш_2$  и т.д., перемещают на комплектовочную и сборочную позиции.

Если имеющиеся в накопителях  $H_b$  и  $H_g$  винты и гайки не могут быть скомплектованы с находящимися в бункерах  $Ш_1$ ,  $Ш_2$  и т.д. шариками, то находящиеся на последних позициях накопителей  $H_b$  и  $H_g$  винты и гайки подают на повторное комплектование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Изнаиров О.Б. Обеспечение рациональных геометрических параметров многозвенных соединений и резервирование их элементов / Б.М. Изнаиров, А.Н. Васин, О.Б. Изнаиров. Саратов: СГТУ, 2008. 200 с.

**Изнаиров Олег Борисович** – аспирант кафедры «Технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета

**Iznairov Oleg Borisovich** – Graduate Student of the Department of «Technology of machine building» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 10.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 621.762

**В.Н. Кокорин, В.И. Филимонов**

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА В ПРИСУТСТВИИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

*Рассматриваются вопросы уплотнения дисперсных металлических структурно-неоднородных материалов.*



*Представлена математическая модель прессования в рамках дискретно-контактной теории с использованием представительного элемента самой среды и условия пластичности Губера – Мизеса с привлечением механики сплошной среды.*

Уплотнение, порошки, стадийность, математическая модель

**V.N. Kokorin, V.I. Filimonov**

## **MATHEMATICAL MODEL OF FERROUS-BASED POWDER COMPACTING IN THE PRESENCE OF LIQUID PHASE**

*Certain questions concerning structurally heterogeneous disperse metallic materials compacting are studied here.*

*The authors present the mathematical model of compacting within discontinuity and contact theory with the use of representative element of its environment and condition of plasticity of Huber-Mises with attraction of mechanics of running circumstances.*

Compacting, powders, staging, mathematical model

В зависимости от класса машиностроительных деталей общего назначения на основе железа остаточная пористость должна находиться в следующих пределах:

- ненагруженные детали ( $\theta=20\dots25\%$ );
- малонагруженные детали ( $\theta=13\dots18\%$ );
- средненагруженные детали ( $\theta=8\dots12\%$ );
- сильнонагруженные детали (плотные  $\theta=1\dots3\%$ ).

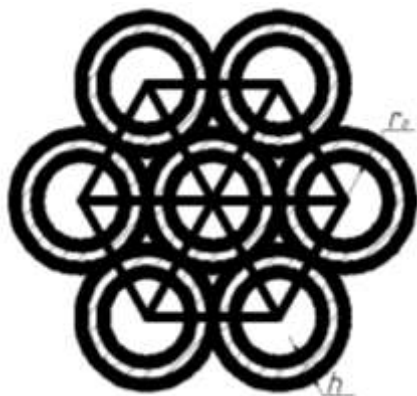
Установление количественной зависимости между давлением уплотнения и плотностью среды в рамках дискретно-контактной теории осуществляется на основе моделирования этого процесса с использованием представительного элемента самой среды и условия пластичности Губера – Мизеса. В работе [1] обоснована концепция стадийности процесса уплотнения порошков в замкнутых объемах, описаны стадии процесса уплотнения с точки зрения контактного взаимодействия и консолидации уплотняемой среды.

На первой стадии происходит переукладка частиц порошка (структурная деформация). Для корректного рассмотрения процесса компактирования частиц произвольной формы следует привести разнородную структуру к единому виду, например, моделировать её набором сферических тел как наиболее универсальных геометрических объектов. Различие размеров частиц может быть учтено введением функции плотности вероятности в форме нормального распределения Гаусса. Параметры нормального распределения могут быть получены на основе столбчатых диаграмм гранулометрического состава порошка [2], представляющих собой предельное распределение. Тогда

$$r_0 = \int_{-\infty}^{\infty} r f(r) dr, \quad (1)$$

где  $r_0$  – средний радиус частицы порошка;  $f(r)$  – плотность вероятности распределения размеров частиц, образующих структуру прессовки;  $r$  – текущий радиус.

Представим структуру исходной смеси физической моделью, учитывающей смачиваемость частиц и межчастичные пазухи (см. рисунок), заполненные воздухом. Для площадок, содержащих представленную структуру, легко определить число содержащихся в них частиц с радиусом  $r_0$  согласно формуле (1), а также пазух, заполненных воздухом.



Исходная структура  
порошковой смеси

Если по физическим условиям смачиваемости жидкая оболочка каждой частицы порошка имеет толщину « $h$ », то можно определить число проводящих каналов для дренажирования флюида и произвести расчет их эффективного сечения.

На второй стадии уплотнения реализуется структурная деформация под действием умеренных давлений, при этом уменьшается величина « $h$ », а частицы подвергаются упругой деформации. Дальнейшее повышение давления на третьей стадии приводит к пластическому деформированию частиц. Здесь возможны различные варианты задачи Герца, которые зависят от расположения частиц в результате стадии компактирования. При этом напряженное состояние определяется тензором напряжений

$$T_{\sigma} = (\sigma_{ij}) = D_{\sigma} + T_0, \quad (2)$$

где  $T_{\sigma}$  – тензор напряжения, который можно разложить на девиаторную ( $\sigma D_{\sigma}$ ) и шаровую  $T_0$  составляющие соответственно;  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений. Уравнения равновесия принимаются в традиционной форме

$$G_{ij,j} = 0, \quad (3)$$

где  $j$  обозначает дифференцирование по соответствующей координате.

Уравнения (2)-(3) позволяют вычислять характеристики НДС дискретных частиц, например, методом потенциалов, аналогично задаче Бусинеска и Герца. При этом возможно определение изменения эффективного сечения проводящих каналов для учета отвода флюидов через зазоры в инструментальной оснастке [3].

На четвертой и пятой стадиях уплотнения рассмотрение процесса деформирования надлежит проводить в рамках механики сплошной среды с одновременным рассмотрением вопросов дренажирования жидкости и газа.

Модель пластического деформирования в общем случае должна включать уравнение равновесия (3) с использованием гипотезы «единой кривой», устанавливающей связь между эквивалентными напряжениями и эквивалентными деформациями. К указанным выше уравнениям надлежит применять условие пластичности Мизеса – Генке, а также постулировать закон трения на границе «материал – инструмент». Учет дренажирования флюида через каналы с изменяющимися параметрами сечения и пространственной формой в общем случае можно учесть с помощью уравнений Навье – Стокса с эквивалентной заменой каналов пространственной формы на одномерные каналы, а также уравнений неразрывности и состояния. Однако внутренняя структура этих уравнений достаточно сложна в приложении к реальным порошковым смесям, так что получение замкнутых решений в этом случае представляется малоперспективным. Целесообразнее использовать для этих целей обобщенные уравнения

$$-\frac{dP}{dL} = \alpha \mu \omega_{\phi} + \beta \rho \omega_{\phi}^2, \quad (4)$$

где  $P$  – давление в канале;  $L$  – толщина слоя;  $\mu$  – динамическая вязкость;  $\rho$  – плотность жидкости;  $\omega_{\phi}$  – скорость фильтрации;  $\alpha$ ,  $\beta$  – вязкостный и инерционный коэффициенты соответственно.

В уравнении (4) первый член правой части соответствует силам вязкости, а второй – силам инерции. Фактически обратная величина вязкостного коэффициента пред-

ставляет собой коэффициент фильтрации. Интегрирование уравнений (4) приводит к уравнению, содержащему величину весовой скорости фильтрации, который связан с числом Рейнольдса. Для порошковых (пористых) материалов критическое число Рейнольдса почти на два порядка меньше, чем для течения в прямых каналах. Оценку сечения каналов можно производить на основе статистического подхода с учетом деформирования отдельных частиц порошка.

Дальнейшее сжатие деформируемого материала ведет к слиянию зерен (фактически, сварка давлением) и уменьшению сечений каналов. При этом из нелинейного уравнения Дарси с учетом ряда дополнительных факторов можно получить зависимость вида [4]:

$$\frac{\Delta P}{\ell} = f(k, \Pi, d, W_{\phi}, \rho, \mu, \varepsilon, C), \quad (5)$$

где  $\frac{\Delta P}{\ell}$  – перепад давления на единицу длины образца;  $k$  – коэффициент проницаемости;  $\Pi$  – пористость материала;  $d$  – средний гидравлический диаметр канала;  $\varepsilon$  – коэффициент шероховатости поверхности поровых каналов;  $C$  – коэффициент извилистости каналов.

Уравнение (5) может быть приведено к критериальной форме и включать в себя число Рейнольдса [4]. Таким образом, условия локальной кавитации могут быть установлены. При этом появляется возможность определить удельную силу на пуансоне, при достижении которой начинаются кавитационные процессы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорин В.Н. Прессование структурно-неоднородных дискретных материалов в присутствии жидкой фазы при выдавливании высокоплотных заготовок и деталей / В.Н. Кокорин, А.С. Марков // Вестник УлГТУ. 2008. № 1. С. 17-19.
2. Тейлор Д. Введение в теорию ошибок / Д. Тейлор. М.: Мир, 1985. 272 с.
3. Кудела С. Модель нелинейно-упругого поведения порошкового композиционного материала / С. Кудела, Н.Б. Штерн, Ю.Н. Ивлев // Порошковая металлургия. 1994. № 11/12. С. 69-73.
4. Прокопов В.Г. Некоторые закономерности течения через пористые металлокерамические системы / В.Г. Прокопов, Р.Р. Шляг // Порошковая металлургия. 1970. № 9. С. 34-39.

**Кокорин Валерий Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и обработка материалов давлением» Ульяновского государственного технического университета

**Kokorin Valeriy Nikolayevich** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Head of the Department of «Material engineering and treatment of materials of pressure» of Ulyanovsk State Technical University

**Филимонов Вячеслав Иванович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и обработка материалов давлением» Ульяновского государственного технического университета

**Filimonov Vyacheslav Ivanovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Material engineering and treatment of materials of pressure» of Ulyanovsk State Technical University

*Статья поступила в редакцию 10.06.08, принята к опубликованию 22.07.08*

**А.В. Королев, В.А. Мелентьев, А.А. Никифоров**

## **РАСЧЕТ УСИЛИЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ**

*Рассматривается определение усилий деформации при изготовлении кольцевых металлических заготовок различными методами.*

Кольцевые заготовки, деформации.

**A.V. Korolev, V.A. Melentyev, A.A. Nikiforov**

## **DEFORMATION EFFORTS CALCULATION AT THE METALLIC CIRCULAR PART BLANK PROCESSING IN COLD CONDITION**

*The determination of the deformation effort at production of circular metallic part blank by different methods is considered here.*

Circular part blank, deformation.

Процесс деформации можно условно разделить на три последовательных этапа: упругая деформация, пластическая деформация и разрушение [1-3]. При производстве подшипниковых колец наибольший интерес представляет пластическая деформация обрабатываемого металла, при которой происходит необратимое изменение формы заготовки без нарушения его сплошности. При анализе силовых условий пластического деформирования условно можно принять сопротивление деформированию равным пределу текучести [4, 5, 6].

При проведении технологических расчетов деформации принято пользоваться допущением о постоянстве объема [7], которое позволяет вычислять размеры получаемых деталей при известных размерах исходных заготовок.

При пластическом деформировании профиль детали формируется давлением деформирующих инструментов на заготовку. Поскольку при такой обработке профиль деформирующего инструмента с достаточно большой точностью копируется заготовкой, то при расчетах можно принять равными размеры инструмента и копируемого профиля заготовки.

Формирование профиля колец происходит за счет перераспределения элементарных объемов заготовки в пространстве, ограниченном рабочими поверхностями инструментов [8]. Действиями упругих сил при этом можно пренебречь. При деформации кольцевых заготовок вращающимся инструментом (рис. 1) можно условно считать, что вся деформация происходит в очаге деформации.

Для тонкостенных колец текущее значение радиальной силы воздействия обоймы на заготовку запишется выражением:

$$P_{ob_r} = \sigma \cdot rob \cdot \int_0^{vm} Lob(\alpha + v) \cdot \cos v \cdot dv. \quad (1)$$

Текущее значение радиальной силы воздействия оправки на заготовку:

$$P_{o_r} = 0,5 \cdot \sigma \cdot do \cdot \int_0^{\psi m} Lo(\alpha + \psi) \cdot \cos \psi \cdot d\psi, \quad (2)$$

где  $Lob(\alpha + v)$  и  $Lo(\alpha + \psi)$  – текущие значения ширины полосы контакта соответственно валка и оправки с заготовкой, мм;  $\sigma$  – сопротивление металла деформированию, МПа.

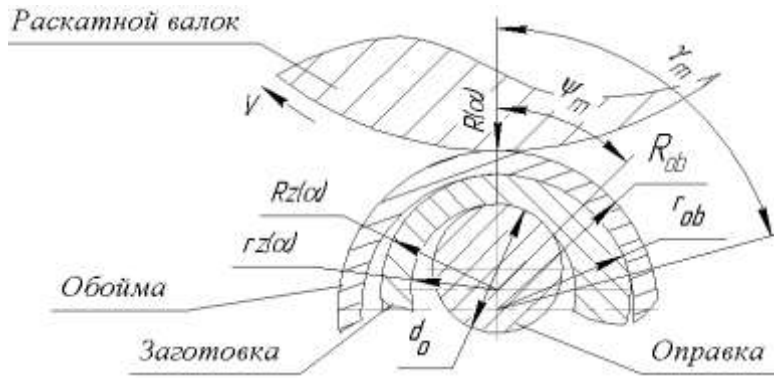


Рис. 1. Схема взаимодействия раскатного вала, обоймы, заготовки и оправки

При  $R_{ob} > R_z(\alpha)$  и  $r_z(\alpha) > 0.5 \cdot d_0$ :

$$\gamma_m = \arcsin \left( \sqrt{\frac{2 \cdot h_o \cdot R_{ob}}{R_z(\alpha) \cdot (R_{ob} - R_z(\alpha))}} \right), \quad (3)$$

$$\psi_m = \arcsin \left( \sqrt{\frac{h_{ob} \cdot r_z(\alpha)}{d_0 \cdot (r_z(\alpha) - 0.5 d_0)}} \right), \quad (4)$$

где  $h_o$  и  $h_{ob}$  – глубина взаимодействия заготовки с оправкой и с обоймой, мм.

Размеры заготовки, составляющие силы и другие параметры процесса раскатки определяются с учетом равенств (1)-(4) путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} P_{ob_r} = P_{o_r}; \\ h_o + h_{ob} = (\sqrt{(R_o + e)^2 - e^2 \sin^2 \alpha} - e \cdot \cos \alpha) - (\sqrt{(R_o + e)^2 - e^2 \sin^2 \beta} - e \cdot \cos \beta) \text{ при } \alpha > \beta, \end{cases} \quad (5)$$

где  $R_o$  – минимальный радиус вала, соответствующий началу процесса раскатки, мм;  $e$  – величина эксцентриситета вала, мм;  $\alpha$  – текущий угол поворота вала от начала раскатки, рад;  $\beta = \alpha - \lambda$  при  $\alpha > \lambda + \alpha_o$ , иначе  $\beta = \alpha_o$ ;  $\alpha_o$  – угол поворота вала, соответствующий началу взаимодействия вала, обоймы, заготовки и оправки;  $\lambda$  – угол поворота вала, соответствующий одному повороту заготовки, °:

$$\lambda = 2 \cdot \pi \cdot R_{ob} \cdot R_z(\alpha) / (R(\alpha) \cdot r_{ob}). \quad (6)$$

Моменты от сил раскатки  $M_n$  и от сил трения вала и обоймы  $M_{tv}$ , обоймы и заготовки  $M_{to}$ , заготовки и оправки  $M_{to}$  равны:

$$\begin{aligned} M_n = & \sigma \cdot r_{ob} \cdot \int_0^{\gamma_m} L_{ob}(\alpha + \gamma) \cdot (r_{ob} - R_z(\alpha)) \cdot \sin \gamma \cdot d\gamma + \\ & + \frac{1}{4} \sigma \cdot d_0 \cdot \int_0^{\psi_m} L_o(\alpha + \psi) \cdot (2r_z(\alpha) - d_0) \cdot \sin \psi \cdot d\psi; \end{aligned} \quad (7)$$

$$M_{to} = \sigma \cdot f \cdot r_{ob}^2 \cdot \int_0^{\gamma_m} L_{ob}(\alpha + \gamma) \cdot d\gamma; \quad (8)$$

$$M_{to} = \frac{f}{4} \sigma \cdot d_0^2 \cdot \int_0^{\psi_m} L_o(\alpha + \psi) \cdot d\psi; \quad (9)$$

$$M_{tv} = f \cdot P_{ob_r} \cdot R_{ob}. \quad (10)$$

Условие нормального хода процесса раскатки запишется в следующем виде:

$$M_{tv} > M_n; \quad (11)$$

$$M_{iob} > M_n; \tag{12}$$

$$M_{iO} > M_n. \tag{13}$$

Анализ процесса получения кольцевых заготовок штамповкой также подразумевает использование допущения о постоянстве объема. Рассматривая деформацию заготовки пуансоном в жесткой неподвижной матрице (рис. 2), можно пренебречь тангенциальными деформациями и считать плоские сечения выделяемых элементов плоскими в течение всего процесса деформирования.

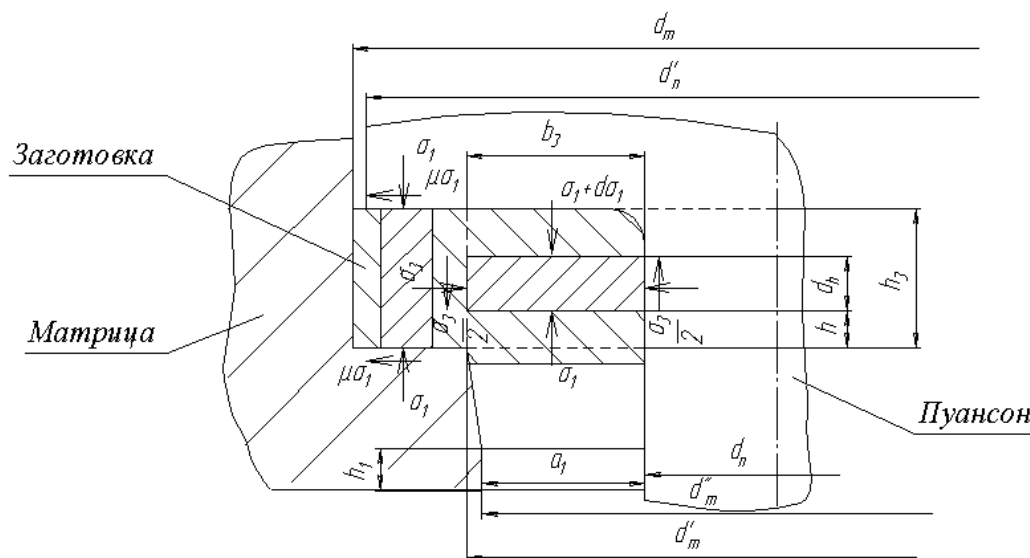


Рис. 2. Расчетная схема определения деформации при штамповке

Усилие в конечный момент деформирования определяется по формуле [9]:

$$P = \sigma_s \frac{\pi}{4} (F_1 + F_2), \tag{14}$$

$$F_1 = (d_m'^2 - d_n^2) \left\{ \frac{h_3}{b_3} + \frac{A_1}{A_1 - 1} \left[ \frac{(A_1 - 1) 2\mu h_1}{A_1 a_1} + 1 \right] \left( \frac{r_m'^2 - r_n^2}{r_m''^2 - r_n^2} \right)^{A_1 - 1} \right\}, \tag{15}$$

$$F_2 = (d_m^2 - d_m''^2) \left\{ \left[ \frac{h_3}{2b_3} + \left( \frac{2\mu h_1}{a_1} + \frac{A_1}{A_1 - 1} \right) \left( \frac{r_m'^2 - r_n^2}{r_m''^2 - r_n^2} \right)^{A_1 - 1} \right]^Y + 1 \right\}, \tag{16}$$

$$Y = \frac{1 + \left( \frac{r_m}{r_m'} \right)^{1.6 \mu \frac{r_m^2}{h_3}}}{2}, \tag{17}$$

$$A_1 = \frac{1}{\cos \alpha} + \frac{\mu}{\sin \alpha} + \frac{\mu k_x}{\operatorname{tg} \alpha}, \tag{18}$$

где  $\sigma_s$  – предел текучести, кг/мм<sup>2</sup>;  $\mu$  – коэффициент трения между заготовкой и инструментом;  $k_x$  – коэффициент, характеризующий расчетный радиус пуансона;  $r_n, r_m, r'_m, r''_m$  – радиусы, соответствующие диаметрам  $d_n, d_m, d'_m, d''_m$ , мм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Томленов А.Д. Теория пластического деформирования металлов / А.Д. Томленов. М.: Металлургия, 1972. 408 с.
2. Третьяков А.В. Изменение механических свойств металлов и сплавов при холодной прокатке / А.В. Третьяков, К.М. Радченко. М.: Металлургиздат, 1960. 220 с.
3. Третьяков А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин. М.: Металлургия, 1973. 224 с.
4. Дарков А.В. Сопротивление материалов: учеб. пособие для технических вузов / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. М.: Высшая школа, 1989. 310 с.
5. Качанов Л.М. Основы теории пластичности / Л.М. Качанов. М.: Наука, 1969. 420 с.
6. Леванов А.Н. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением / А.Н. Леванов. М.: Металлургия, 1976. 185 с.
7. Агеев Н.П. Изготовление деталей пластическим деформированием / Н.П. Агеев. Л.: Машиностроение, 1979. 320 с.
8. Никифоров А.А. Повышение эффективности технологии изготовления тонкостенных колец подшипников с применением точной холодной раскатки: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А. Никифоров. Саратов, 2006. 16 с.
9. Штамповка кольцевых заготовок / Д.С. Львов, Ю.Л. Рождественский, А.В. Абрамов, Л.К. Литвак. М.: Машгиз, 1958. 182 с.

**Королев Альберт Викторович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета

**Korolev Albert Victorovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Technology of machine building» of Saratov State Technical University

**Мелентьев Владимир Александрович** – ассистент кафедры «Проектирование технических и технологических комплексов» Саратовского государственного технического университета

**Melentyev Vladimir Aleksandrovich** – Assistant of the Department of «Design of technical and technological complexes» of Saratov State Technical University

**Никифоров Александр Анатольевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета

**Nikiforov Aleksandr Anatolyevich** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Technology of machine building» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 03.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 531.381, 531.395

**В.Ю.Ольшанский**

### **О ДИНАМИКЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕНЯЕМОЙ КОНФИГУРАЦИИ И СОСТАВА В СЛУЧАЕ КОВАЛЕВСКОЙ**

*Рассматривается механическая система, состоящая из неизменяемого твердого тела (носителя) и подсистемы, конфигурация и состав кото-*

рой могут изменяться со временем (движение ее элементов относительно носителя задано). Система находится в однородном поле силы тяжести. Получены условия существования интеграла типа Ковалевской. Показано, что при существовании интеграла исходная система в случае неизменяемого состава приводится к автономному виду.

Механическая система, изменяемая конфигурация, динамика.

V.Yu. Olshansky

## MECHANICAL SYSTEM'S DYNAMICS OF VARIED CONFIGURATION AND COMPOSITION IN THE KOVALEVSKAYA CASE

*A mechanical system, consisting of a non-variable rigid body (a carrier) and a subsystem, the configuration and composition of which may vary with time (the motion of its elements with respect to the carrier is specified), is considered. The system is situated in a uniform gravitational field. The condition for Kovaljevskaya-type integral is obtained. It is shown that, for the integral to exist, the initial system in the unchangeable composition case reduced to autonomous form.*

Mechanical system, varied configuration, dynamics.

1. Рассматривается механическая система  $S$ , состоящая из неизменяемого твердого тела  $S_1$  (носителя) и подсистемы  $S_2$ , которая может включать в себя компоненты изменяющейся конфигурации и состава. Движение элементов подсистемы  $S_2$  относительно носителя  $S_1$  задано. Система  $S$  движется вокруг неподвижной точки носителя  $S_1$  в однородном поле силы тяжести. Известны [1] уравнения вращательного движения носителя системы переменного состава. Для описания движения используем другую, предложенную автором [2-4], форму этих уравнений

$$\mathbf{y}^\bullet = \mathbf{y} \times \mathbf{x} + \Lambda \mathbf{x} + \mathbf{L} + \boldsymbol{\gamma} \times \mathbf{a}, \boldsymbol{\gamma}^\bullet = \boldsymbol{\gamma} \times \mathbf{x}. \quad (1.1)$$

Здесь  $\mathbf{x}$  – абсолютная угловая скорость главной системы отсчета (СО) механической системы в точке  $O$ ;  $\mathbf{y} = \mathbf{J}\mathbf{x} + \mathbf{K}$ ,  $\mathbf{J}$  – оператор инерции системы  $S$  в точке  $O$ ;  $\boldsymbol{\gamma}$  – орт вертикали,  $(\ )^\bullet$  – производная по времени в главной СО;  $\mathbf{a} = M\mathbf{g}\mathbf{r}_c$ ,  $M$  – масса системы;  $\mathbf{r}_c$  – радиус-вектор центра масс, симметрический оператор  $\Lambda$  и кинетический момент  $\mathbf{K}$  в движении относительно главной СО заданы равенствами

$$\Lambda \mathbf{z} \equiv \mathbf{J}^\bullet \mathbf{z} - \sum m_n [\mathbf{r}_n^\bullet \times (\mathbf{z} \times \mathbf{r}_n) + \mathbf{r}_n \times (\mathbf{z} \times \mathbf{r}_n^\bullet)], \mathbf{K} = \sum m_n \mathbf{r}_n \times \mathbf{r}_n^\bullet.$$

Векторы  $\mathbf{K}$ ,  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{a}$  и операторы  $\mathbf{J}$ ,  $\Lambda$  являются заданными функциями времени.

Получим условия существования алгебраического интеграла четвертой степени вида

$$X_1^2 + X_2^2 = \text{const}, \quad (1.2)$$

где  $X_i$  – квадратичные многочлены от  $\mathbf{y}$ ,  $\boldsymbol{\gamma}$ . При связи (1.2) производные функций  $X_i$  в силу системы (1.1) удовлетворяют равенствам

$$X_1^\bullet = ZX_2, X_2^\bullet = -ZX_1. \quad (1.3)$$

При движении твердого тела в случае Ковалевской  $A = B = 2C$  имеем

$$X_1 = A(x_1^2 - x_2^2) - 2a\gamma_1, X_2 = 2Ax_1x_2 - 2a\gamma_2, Z = x_3.$$

Если в интеграле (1.2)  $X_1 = X_2$  или одно из  $X_i$  равно нулю, то интеграл является следствием полученного ранее [3] квадратичного интеграла.



Запишем многочлены  $X_i, Z$  в виде

$$X_i = (\mathbf{y}, F_i \mathbf{y}) + (\boldsymbol{\gamma}, P_i \boldsymbol{\gamma}) + (Q_i \mathbf{y}, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{n}_i, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{m}_i, \mathbf{y}) + h_i; \quad (1.4)$$

$$Z = (\mathbf{d}, \mathbf{y}) + (\mathbf{b}, \boldsymbol{\gamma}) + h_3.$$

Здесь коэффициенты многочленов  $X_i, Z$  – искомые функции времени.

2. Равенства (1.3) при учете системы (1.1) дают тождества

$$\begin{aligned} & (\mathbf{y} \times \mathbf{x} + \Lambda \mathbf{x} + \mathbf{L} + \boldsymbol{\gamma} \times \mathbf{a})(2F_i \mathbf{y} + Q_i^T \boldsymbol{\gamma} + \mathbf{m}_i) + \langle \boldsymbol{\gamma}, \mathbf{x}, 2P_i \boldsymbol{\gamma} + Q_i \mathbf{y} + \mathbf{n}_i \rangle + (\mathbf{y}, F_i \mathbf{y}) + \\ & + (\boldsymbol{\gamma}, P_i \boldsymbol{\gamma}) + (Q_i \mathbf{y}, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{n}_i, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{m}_i, \mathbf{y}) + h_i \equiv (-1)^j [(\mathbf{d}, \mathbf{y}) + (\mathbf{b}, \boldsymbol{\gamma}) + h_3] [(\mathbf{y}, F_j \mathbf{y}) + \\ & + (\boldsymbol{\gamma}, P_j \boldsymbol{\gamma}) + (Q_j \mathbf{y}, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{n}_j, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{m}_j, \mathbf{y}) + h_j], i = 1, 2, j = 3 - i. \end{aligned} \quad (2.1)$$

Сравнивая коэффициенты при степенях  $x_i^k \gamma_j^s$ , найдем вид неизвестных функций  $F_i, P_i, Q_i, \mathbf{n}_i, \mathbf{m}_i, h_i, \mathbf{d}, \mathbf{b}$  и получим дополнительные условия, связывающие управляющие функции  $J, \Lambda, \mathbf{K}, \mathbf{L}, \mathbf{a}$ .

Приведем результаты для случая, когда имеется динамическая симметрия и главные моменты инерции связаны условием  $A_1 = A_2 \neq A_3$ .

Будем считать, что  $\mathbf{d} = d\mathbf{e}_3$ . Анализ показывает, что если вектор  $\mathbf{d}$  не коллинеарен оси симметрии, то интеграл (2.1) является следствием квадратичного интеграла.

Выделяя в тождествах (2.1) слагаемые с  $x^3$ , получим, что

$$\mathbf{d} = 2\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\alpha} = (A_1 - A_3)/(A_1 A_3) \quad (2.2)$$

и операторы  $F_i$  должны иметь вид

$$F_1 = \xi G_1 + \eta G_2, F_2 = -\eta G_1 + \xi G_2. \quad (2.3)$$

Здесь  $\xi, \eta$  – некоторые параметры. Операторы  $G_k$  заданы в главном базисе матрицами  $(g_{ij}^k)$ , в которых отличны от нуля только следующие элементы:  $g_{11}^1 = -g_{22}^1 = 1, g_{12}^2 = g_{21}^2 = 1$ .

Выделяя в тождествах (2.1) слагаемые с  $x^2 \gamma$  и с  $x \gamma^2$  (при учете  $\gamma^2 = 1$ ), получим

$$Q_1 = Q_2 = 0, \mathbf{b} = 0, P_1 = P_2 = 0. \quad (2.4)$$

Тождества (2.1) записываются в виде

$$\begin{aligned} & (\mathbf{y} \times \mathbf{x} + \Lambda \mathbf{x} + \mathbf{L} + \boldsymbol{\gamma} \times \mathbf{a})(2F_i \mathbf{y} + \mathbf{m}_i) + \langle \boldsymbol{\gamma}, \mathbf{x}, \mathbf{n}_i \rangle + (\mathbf{y}, F_i \mathbf{y}) + (\mathbf{n}_i, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{m}_i, \mathbf{y}) + h_i \equiv \\ & \equiv (-1)^j (dy_3 + h_3) [(\mathbf{y}, F_j \mathbf{y}) + (\mathbf{n}_j, \boldsymbol{\gamma}) + (\mathbf{m}_j, \mathbf{y}) + h_j], i = 1, 2, j = 3 - i. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Выделяя здесь слагаемые с  $\gamma y$ , получим тождества вида  $(\boldsymbol{\gamma}, \mathbf{s}_i) = 0, i = 1, 2$ , которые эквивалентны следующим тождествам

$$2\mathbf{a} \times F_i \mathbf{J} \mathbf{x} + \mathbf{x} \times \mathbf{n}_i \equiv (-1)^j dA_3 x_3 \mathbf{n}_j.$$

Выделяя члены с  $x_k$ , получим условия

$$2A_1 \mathbf{f}_i + \mathbf{e}_i \times \mathbf{n}_1 = 0, 2A_1 \mathbf{g}_i + \mathbf{e}_i \times \mathbf{n}_2 = 0, \mathbf{e}_3 \times \mathbf{n}_i = (-1)^j \mathbf{n}_j \delta, i = 1, 2, j = 3 - i. \quad (2.6)$$

Здесь  $\mathbf{f}_i = \mathbf{a} \times F_i \mathbf{e}_i, \mathbf{g}_i = \mathbf{a} \times F_2 \mathbf{e}_i, \delta = A_3 d$ . Из условий (2.6) следует, что  $\mathbf{f}_i, \mathbf{g}_i$  коллинеарны  $\mathbf{e}_3$ , а векторы  $\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2$  ортогональны  $\mathbf{e}_3$ . Обозначим  $\mathbf{f}_i = f_i \mathbf{e}_3, \mathbf{g}_i = g_i \mathbf{e}_3, \mathbf{n}_i = n_1^i \mathbf{e}_1 + n_2^i \mathbf{e}_2$ . Система условий (2.6) принимает вид

$$2A_1 f_i = (-1)^i n_1^1, 2A_1 g_i = (-1)^i n_2^2, n_1^i = \delta n_2^j, n_2^j = -\delta n_1^i, i = 1, 2, j = 3 - i. \quad (2.7)$$

Последние четыре уравнения образуют подсистему для  $n_i^j$ , определитель которой равен  $(1 - \delta^2)^2$ . Если  $\delta^2 \neq 1$ , то из (2.7) следует  $\mathbf{n}_i = \mathbf{f}_i = \mathbf{g}_i = 0$ , и тогда  $\mathbf{a} \times F_i \mathbf{e}_j = 0, i, j = 1, 2$ .

Учитывая представление (2.3), получим условия

$$\xi \mathbf{a}_1 + \eta \mathbf{a}_2 = 0, -\eta \mathbf{a}_1 + \xi \mathbf{a}_2 = 0,$$

которые выполнены либо при  $\xi^2 + \eta^2 = 0$ , тогда  $F_1 = F_2 = 0$ , либо при  $\mathbf{a}_1 = \mathbf{a}_2 = 0$ , тогда  $\mathbf{a} = 0$ , но это случай Эйлера, который здесь не рассматривается.

Таким образом,  $\delta^2 = 1$ . Анализ случая  $\delta = -1$  показывает, что он возможен также или при  $\mathbf{a} = 0$  или при  $\xi = \eta = 0$ . Остается случай  $A_3 d = \delta = 1$  и из равенства (2.2) получаем условия Ковалевской  $A_1 = A_2 = 2A_3$ .

Из условий (2.7) также получаем, что вектор  $\mathbf{a}$  ортогонален  $\mathbf{e}_3$ , и центр масс лежит в экваториальной плоскости эллипсоида инерции; если выбрать направление  $\mathbf{e}_1$  так, чтобы  $\mathbf{a} = a\mathbf{e}_1$ ,  $a > 0$ , то

$$\mathbf{n}_1 = -2A_1a(\xi\mathbf{e}_1 + \eta\mathbf{e}_2), \quad \mathbf{n}_2 = 2A_1a(\eta\mathbf{e}_1 - \xi\mathbf{e}_2). \quad (2.8)$$

Из тождества (2.5) получаем теперь следующие однородные тождества

$$\langle \mathbf{Jx}, \mathbf{x}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i \rangle + 2\langle \mathbf{K}, \mathbf{x}, F_i \mathbf{Jx} \rangle + 2(\Lambda \mathbf{x}, F_i \mathbf{Jx}) + (\mathbf{Jx}, F_i \mathbf{Jx}) \equiv \\ \equiv (-1)^j (\mathbf{Jx}, 2F_j \mathbf{K} + \mathbf{m}_j) x_3 + F_j \mathbf{Jx} (dK_3 + h_3); \quad (2.9)$$

$$\langle \boldsymbol{\gamma}, \mathbf{a}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i \rangle + (\mathbf{n}_i^\bullet, \boldsymbol{\gamma}) \equiv (-1)^j (dK_3 + h_3)(\mathbf{n}_j, \boldsymbol{\gamma}); \quad (2.10)$$

$$(\mathbf{K} \times \mathbf{x} + \Lambda \mathbf{x}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i) + (\mathbf{Jx}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i^\bullet + 2F_i \mathbf{L}) \equiv \\ \equiv (-1)^j [(\mathbf{K}, F_j \mathbf{K}) + (\mathbf{m}_j, \mathbf{K}) + h_j] x_3 + (-1)^j (\mathbf{Jx}, 2F_j \mathbf{K} + \mathbf{m}_j) (dK_3 + h_3); \quad (2.11)$$

$$(\mathbf{L}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i) + (\mathbf{K}, F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i^\bullet) + h_i^\bullet = (-1)^j [(\mathbf{K}, F_j \mathbf{K} + \mathbf{m}_j) + h_j] (dK_3 + h_3). \quad (2.12)$$

Тождества (2.10) эквивалентны условиям

$$\mathbf{a} \times (2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i) + \mathbf{n}_i^\bullet = (dK_3 + h_3) (-1)^j \mathbf{n}_j. \quad (2.13)$$

Так как  $\mathbf{a} = a\mathbf{e}_1$ , то в проекции на  $\mathbf{e}_1$  из (2.13) получим

$$(\mathbf{n}_1^{(1)})^\bullet = (dK_3 + h_3) \mathbf{n}_2^{(1)}, \quad (\mathbf{n}_2^{(1)})^\bullet = -(dK_3 + h_3) \mathbf{n}_1^{(1)}. \quad (2.14)$$

Отсюда следует, что  $(\mathbf{n}_1^{(1)})^2 + (\mathbf{n}_2^{(1)})^2 = \text{const}$  и, учитывая (2.8), получим  $A_1 a (\xi^2 + \eta^2) = \text{const}$ .

При этом  $|\mathbf{n}_1| = |\mathbf{n}_2| = \text{const}$ . Положим

$$\xi = \rho \cos \varphi, \quad \eta = \rho \sin \varphi, \quad \rho = c_0 (A_1 a)^{-1}, \quad c_0 = \text{const}. \quad (2.15)$$

Оба условия (2.14) эквивалентны условию

$$\varphi^\bullet = dK_3 + h_3. \quad (2.16)$$

Из (2.3) получаем следующие выражения для ненулевых элементов матриц операторов  $F_i$

$$f_{11}^1 = -f_{22}^1 = \rho \cos \varphi, \quad f_{12}^1 = f_{21}^1 = \rho \sin \varphi, \quad f_{11}^2 = -f_{22}^2 = -\rho \cos \varphi, \quad f_{12}^2 = f_{21}^2 = \rho \cos \varphi. \quad (2.17)$$

Тождества (2.9) приводятся к виду

$$\langle \mathbf{Jx}, \mathbf{x}, 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i \rangle + (F_i \mathbf{Jx}, (\ln \rho)^\bullet \mathbf{Jx} + 2\Lambda \mathbf{x} + 2\mathbf{K} \times \mathbf{x}) \equiv (-1)^j (\mathbf{Jx}, 2F_j \mathbf{K} + \mathbf{m}_j) x_3.$$

Для выполнения последних тождеств необходимо и достаточно условий:

$$\lambda_{11} = \lambda_{22} = -A_1 (\ln \rho)^\bullet / 2, \quad \lambda_{12} = 0, \quad K_1 = \lambda_{23}, \quad K_2 = -\lambda_{13}, \quad K_3 = 0, \quad 2F_i \mathbf{K} + \mathbf{m}_i = 0, \quad i = 1, 2.$$

Тождества (2.11) выполняются только при условиях

$$L_1 = K_1^\bullet, \quad L_2 = K_2^\bullet, \quad h_i = -(\mathbf{K}, \mathbf{m}_i) / 2, \quad i = 1, 2.$$

Условие (2.12) при этом также выполняется.

Функции  $X_1, X_2, Z$  (1.4) принимают вид

$$Z = x_3 + K_3 / A_3 + \varphi^\bullet; \\ X_1 = \rho A_1 \{ [A_1(x_1^2 - x_2^2) - 2a\gamma_1] \cos \varphi + 2(A_1 x_1 x_2 - a\gamma_2) \sin \varphi \}, \\ X_2 = \rho A_1 \{ 2(A_1 x_1 x_2 - a\gamma_2) \cos \varphi - [A_1(x_1^2 - x_2^2) - 2a\gamma_1] \sin \varphi \}.$$

Интеграл (1.2) записывается в виде

$$(A_1/a)^2 (x_1^2 + x_2^2)^2 - 4(A_1/a) [\gamma_1 (x_1^2 - x_2^2) + 2x_1 x_2 \gamma_2] + 4(\gamma_1^2 + \gamma_2^2) = \text{const}. \quad (2.18)$$

Для его существования необходимо и достаточно выполнения условий

$$A_1 = A_2 = 2A_3, \quad \mathbf{a} = a\mathbf{e}_1, \quad L_1 = K_1^\bullet, \quad L_2 = K_2^\bullet, \quad K_3 = 0, \quad (2.19)$$

$$\lambda_{11} = \lambda_{22} = (A_1 a)^\bullet / (2a), \quad \lambda_{12} = 0, \quad \lambda_{23} = K_1, \quad \lambda_{13} = -K_2.$$

**3.** Рассмотрим частный случай – движение конфигурационно изменяемой системы постоянного состава, при этом  $\Lambda=0, \mathbf{L}=0$ . Условия (2.19) существования интеграла примут вид

$$A_1 = A_2 = 2A_3, \quad (\mathbf{a}, \mathbf{e}_3) = 0, \quad \mathbf{K} = 0, \quad A_1 \mathbf{a} = \mathbf{c} = \text{const}. \quad (3.1)$$

Если выбрать  $\mathbf{e}_1$  так, чтобы  $\mathbf{a} \parallel \mathbf{e}_1$ , то динамические уравнения запишутся в виде

$$2(A_1 x_1)' = A_1 x_2 x_3, \quad 2(A_1 x_2)' = -A_1 x_1 x_3 + 2\gamma_3 a, \quad (A_1 x_3)' = -2\gamma_2 a.$$

При переходе к новым переменным

$$z_i = A_1 x_i, \quad \xi_i = 2c\gamma_i, \quad dt = A_1^{-1} dt \quad (3.2)$$

получаем автономную систему, где  $(\cdot)' = d(\cdot)/dt$

$$2z_1' = z_2 z_3, \quad 2z_2' = -z_1 z_3 + \xi_3, \quad z_3' = -\xi_2, \quad \xi_i' = \xi_j z_k - \xi_k z_j, \quad (i, j, k). \quad (3.3)$$

Система совпадает с уравнениями Эйлера – Пуассона движения твердого тела в случае Ковалевской и интегрируема в квадратурах.

Приведем пример реализации условий (3.1) существования интеграла. Пусть изменяемая система состоит из шести материальных точек с равными массами  $m$ , расположенных на трех невесомых попарно ортогональных стержнях. Свяжем со стержнями систему координат  $Oxuz$ ; положения точек  $M_i$  таковы, что  $M_1(l_1, 0, 0)$ ,  $M_2(-l_2, 0, 0)$ ,  $M_{4,3}(0, \pm l_3, 0)$ ,  $M_{6,5}(0, 0, \pm l_4)$ ,  $l_i > 0$ . Движение точек по стержням осуществляется по некоторой программе, так что функции  $l_i(t)$  заданы. Точку пересечения стержней считаем неподвижной.

Условия  $\mathbf{K} = 0$ ,  $\Lambda = 0$  выполнены. Координатные оси являются главными и

$$x_c = (l_1 - l_2)/6, \quad y_c = z_c = 0, \quad A_1 = 2m(l_3^2 + l_4^2), \quad A_2 = m(l_1^2 + l_2^2 + 2l_4^2), \quad A_3 = m(l_1^2 + l_2^2 + 2l_3^2).$$

Для выполнения условий  $A_1 = A_2 = 2A_3$  необходимо, чтобы

$$l_4 = \sqrt{3}, \quad l_3 = \sqrt{(l_1^2 + l_2^2)/2}. \quad (3.4)$$

Условие  $A_1 \mathbf{a} = \text{const}$  принимает вид

$$(l_1 - l_2)(l_1^2 + l_2^2) = \sigma = \text{const}. \quad (3.5)$$

В данном примере одну из функций  $l_i(t)$  можно назначить произвольно. Возможно следующее параметрическое описание решения системы (3.4), (3.5)

$$l_1 = \sigma \cos \theta/\psi, \quad l_2 = \sigma \sin \theta/\psi, \quad l_3 = \sigma/(\sqrt{2}\psi), \quad l_4 = \sqrt{3} l_3, \quad \psi = (\cos(\theta + \pi/4))^{1/3}.$$

Здесь  $\theta(t)$  – произвольная функция со значениями из интервала  $(-\pi/4, \pi/4)$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гантмахер Ф.Р. Об уравнениях движения ракеты / Ф.Р. Гантмахер, Л.М. Левин // Прикладная математика и механика. 1947. Т. 11. Вып. 3. С. 301-312.
2. Ольшанский В.Ю. Свободное движение сложной механической системы с квадратичными интегралами / В.Ю. Ольшанский // Космические исследования. 1996. Т. 34. № 2. С. 145-149.
3. Ольшанский В.Ю. Линейный и квадратичный интегралы сложной механической системы / В.Ю. Ольшанский // Прикладная математика и механика. 1996. Т. 60. Вып. 1. С. 37-46.
4. Ольшанский В.Ю. О приводимости уравнений свободного движения сложной механической системы / В.Ю. Ольшанский // Прикладная математика и механика. 1998. Т. 62. Вып. 5. С. 768-777.

**Ольшанский Владимир Юрьевич** – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем точной механики и управления РАН, заведующий кафедрой «Высшая математика и механика» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета,

**Olshansky Vladimir Yuryevich** – Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Senior Scientific Officer of the Institute of Accurate Mechanics Problems and Management RAS, Head of the Department of «Higher mathematics and mechanics» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University, Professor of the Department

профессор кафедры «Вычислительный эксперимент в механике»  
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

of «Computer experiment in mechanics»  
of Saratov State University in the name  
of N.G. Chernyshevsky

*Статья поступила в редакцию 15.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 621.81:539.4

**А.О. Подвойский, В.Е. Боровских**

**РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ИСЧЕРПАНИЯ  
 $m$ -МЕРНОЙ СТОЙКОСТИ ОБЪЕКТА**

*Представлена теоретико-эмпирическая композиция, связывающая посредством определенной функциональной зависимости повреждающие факторы различной природы. Данная математическая модель позволяет, исходя из особенностей поля повреждающих факторов, прогнозировать циклическую долговечность.*

Циклическая долговечность металла, повреждающие факторы.

**A.O. Podvoysky, V.E. Borovskikh**

**REGRESS MODEL OF EXHAUSTION  
 $m$ -DIMENSIONAL STABILITY OF OBJECT**

*The theoretical –empirical composition is submitted, connecting by means of the certain functional dependence damaging factors of the various natures. The given mathematical model allows, proceeding from features of a field of damaging factors, to predict cyclic durability.*

Cyclic durability of metal, confirmatory factors.

Несмотря на огромное количество работ, связанных с вопросами прогнозирования циклической долговечности металла и оценки величины предела выносливости (наибольшего в алгебраическом смысле напряжения, при котором материал, находящийся в условиях циклического упругопластического деформирования под воздействием напряжений, переменных во времени, не разрушается заданное число циклов), моделирование поведения объекта, находящегося в условиях атаки от повреждающих факторов, весьма актуально и по сей день. Существует множество подходов к решению данной проблемы: прямые (многообразцовые и малообразцовые) методы определения предела выносливости; косвенные, основанные на предположении о вполне определенной зависимости между пределом выносливости и каким-либо из механических свойств металла; статистические, основанные на предположении об известности распределения функций пакета параметров объекта и т.д., но ни один из них не может рассматриваться как универсальный, так как все эти методы содержат гипоте-

зы, в той или иной степени искажающие реальность, или приближенные эмпирические зависимости, не являющиеся общими, а справедливые лишь для конкретного частного случая. Существенным недостатком эмпирических методов (прямых, косвенных и т.д.) является необходимость проводить огромное количество экспериментов при фиксированных значениях параметров пакета объекта (например, шероховатость поверхности образца, набор концентраторов напряжений, способ упрочнения поверхностного слоя и т.д.); при незначительном изменении величины хотя бы одного из параметров пакета приходится снова повторять эксперимент с целью формирования эмпирического блока информации и его последующей статистической обработки, что приводит к существенным затратам времени на получение хоть сколько-нибудь ценных в практическом смысле данных.

В статистических методах предполагается, что заведомо известны интегральные функции распределения параметров объекта, определяющие его поведение в поле повреждающих факторов. Однако в некоторых случаях выбранное распределение неудовлетворительно согласуется с реальным положением вещей; например, в некотором образце определенной конфигурации предполагается известной функция распределения априорных дефектов (дефекты Шотки, Френкеля, каверны, пустоты, металлургические надрезы и т.д.), но совершенно очевидно, что истинное распределение дефектов может очень существенно отличаться от принятого (рис. 1). К слову сказать, в данной ситуации, во всяком случае пока, не существует другого способа учета распределения априорных дефектов. Точно определить число дефектов различного вида чрезвычайно хлопотно и сложно, поэтому приходится обращаться к аппарату теории вероятности и использовать одно из классических распределений.

Моделирование микропроцессов (например, распространение трещиноподобного надреза в упругопластическом теле) или поведения среды со сложными свойствами, находящейся в поле сил, как правило, сопряжено с существенными трудностями математического характера. В качестве примера, демонстрирующего специфическую модель поведения металла, можно привести эффект Баушингера, который проявляется в следующем: металл, работающий в условиях циклического упругопластического деформирования под воздействием односторонних или знакопеременных напряжений, неодинаково сопротивляется напряжениям различного знака, что проявляется в изменении величины предела пропорциональности.

Вероятно, существует множество различных эффектов, подобных эффекту Баушингера, поэтому прямое моделирование тел со сложными свойствами приводит к синтезу неадекватных моделей, т.е. таких моделей, которые учитывают только некоторые варианты поведения объекта.

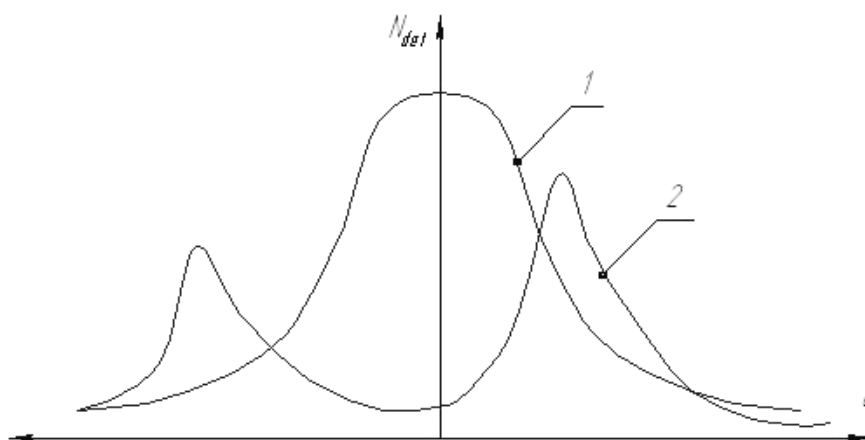


Рис. 1. Схематичное представление истинного и принятого распределений априорных дефектов.

По оси ординат откладывается число дефектов, а по оси абсцисс – вид дефекта;

1 – нормальное распределение Гаусса (принятое); 2 – истинное распределение дефектов

Короче говоря, в силу различной природы повреждающих факторов и неполноты исследования некоторых из них, прямое моделирование их механизмов разрушения весьма затруднительно, поэтому теоретико-эмпирическая композиция, связывающая все повреждающие факторы посредством некоторой простой зависимости, была бы в практическом смысле очень полезна.

Целью данной работы являлось построение теоретико-эмпирической модели, связывающей повреждающие факторы различной природы с помощью взвешенного деструкционного потока.

Для простоты восприятия последующей информации определим некоторые понятия.

Под  $m$ -мерной стойкостью объекта  $[\rho_{D_j}^m]$  подразумевается способность объекта (детали, конструкции) сопротивляться воздействию от  $m$  повреждающих факторов различной природы (механический износ, усталость металла, коррозия, фреттинг-коррозия, термическая усталость и т.д.), участвующих в деструкционном процессе.

В данном случае  $m$ -мерную стойкостью объекта следует понимать как свойство, имманентное материи, т.е. как свойство, присущее любому материальному объекту.

Далее перейдем к конструированию гипотезы; для этого вначале без вывода запишем уравнение Остроградского – Гаусса [1]

$$\eta = \iiint_V \operatorname{div} \bar{F} dv = \iint_{\sigma} \bar{n} \cdot \bar{F} d\sigma. \quad (1)$$

В гидромеханической интерпретации поверхностный интеграл в уравнении (1) определяет количество жидкости, вытекающей из области  $V$  через поверхность  $\sigma$  в единицу времени, а количество этой жидкости определяется тройным интегралом от дивергенции; в этом уравнении  $\bar{F}$  есть вектор скорости истечения жидкости.

Сообразуясь с этими рассуждениями, можно предположить, что в ходе эксплуатации объекта и контакта его с окружающей средой происходит исчерпание  $m$ -мерной стойкости объекта, что выражается, например, в зарождении на поверхности детали усталостной трещины. Рассмотрим это предположение на конкретном примере: пусть быстроходный вал трехступенчатого мультипликатора воспринимает изгибно-крутильные напряжения (т.е. находится в условиях сложного напряженного состояния), тогда в ходе эксплуатации мультипликатора и быстроходного вала, в частности на поверхности последнего начнет активизироваться инкубационная стадия развития усталостной трещины, вследствие исчерпания  $m$ -мерной стойкости объекта (быстроходного вала). Энергия, необходимая для существования объекта как единого целого (далее сервовитная энергия), словно покидает объект и это приводит к тому, что связи атомов, расположенных в зоне, в которой силовой фактор реализует максимум, разрываются. Другими словами реализуется причинно-следственная связь: причина – истечение сервовитной энергии, следствие – зарождение на поверхности усталостной трещины, ее развитие и в пределе разрушение объекта.

В силу вышеописанных обстоятельств можно положить, что вектор  $\bar{F}$  в уравнении Остроградского – Гаусса есть градиент сервовитной энергии  $E_s$  (энергии, которую необходимо затратить, чтобы сохранить целостность объекта), т.е.

$$\bar{F} = \operatorname{grad}(E_s). \quad (2)$$

Важно заметить, что физический смысл сервовитной энергии  $E_s$  совпадает с физическим смыслом энергии Гриффитса  $\Gamma$ , которая обеспечивает существование твердого тела как единого целого, а при образовании новых поверхностей (из начального разреза) можно считать, что энергия  $\Gamma$  имеет поверхностную природу и поэтому [2]

$$\delta\Gamma = 2\gamma \cdot \delta S, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – интенсивность поверхностной энергии, затрачиваемой на разрушение.

Древнегреческий философ Гераклит утверждал, что любой объект непрерывно изменяется, т.е. последовательно переходит из одного состояния в другое. Позаимствовав у великого философа эту мысль, предположим, что объект и под воздействием повреждающих факторов последовательно переходит из одного состояния повреждения в другое.

Теперь предположим, что объект находится в состоянии  $\{0\}$  (состоянии, которому соответствует  $\max [E_s]$ ); затем поместим объект в поле повреждающих факторов  $D_j$ , т.е. объект находится, например, в условиях циклически повторяющихся односторонних или знакопеременных напряжений, или, к примеру, активизируются электрохимические коррозионные процессы и т.п., что приводит к активизации процесса исчерпания сервовитной энергии со скоростью  $\text{grad} (E_s)$ .

Следует отметить, что расход сервовитной энергии есть величина постоянная, т.е.

$$\eta = \iiint_v \text{div}(\text{grad}(E_s)) dv = \text{const}, \quad (4)$$

так как интегрирование ведется только по трем координатам.

Перейдем к описанию гипотез, являющихся, так сказать, фундаментом модели, от прочности которого зависит жизнеспособность теории.

В основу предлагаемой регрессионной модели положены следующие гипотезы:

1. Повреждающий поток  $i_D$ , с интенсивностью  $J_D$  воздействуя на объект, может последовательно переводить его из состояния  $\{0\}$  (характеризующегося отсутствием воздействия повреждающих факторов) в состояние  $\{1\}, \rightarrow \{2\}, \rightarrow \{3\}, \rightarrow \dots, \rightarrow \{h\}$  (линейная регрессия, рис. 2).

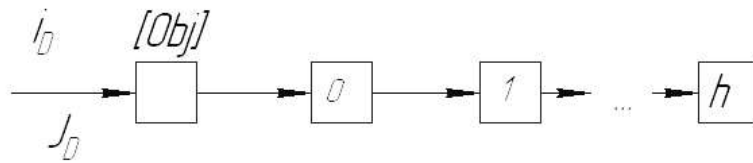


Рис. 2. Граф линейного воздействия повреждающего потока на объект

Следует отметить, что существует множество графов, представляющих нелинейную регрессию пакета параметров объекта с возможностью частичного или полного восстановления (рис. 3, а). Подобные модели учитывают возможность устранять эффект от повреждающего фактора (например, назначение ТО-1, ТО-2 и т.д.). В данном случае рассматриваемый линейный граф предполагает необратимый характер повреждений, наносимых объекту.

Состоянию повреждения объекта соответствует некоторое определенное значение  $m$ -мерной стойкости объекта (рис. 3, б), т.е.

$$\rho_{D_j}^m [0] = L_0, \rho_{D_j}^m [N_1] = L_1, \dots, \rho_{D_j}^m [N_r] = L_r, \dots, (r = 0, 1, \dots, h). \quad (5)$$

Переход объекта из одного состояния повреждения в другое возможен только по следующему правилу

$$\text{comb}_v [D]_{r-1} \rightarrow \text{comb}_v [D]_r, (r = 1, 2, \dots, l), (v = 1, \dots, z). \quad (6)$$

Пусть объект находится в условиях атаки  $z$  комбинаций из  $m$  повреждающих факторов, тогда объект может перейти из состояния  $r-1$  в состояние  $r$ . Таким образом, объект может перейти только в состояние, характеризующееся большей поврежденностью.

2. Исчерпание  $m$ -мерной стойкости объекта происходит по закону

$$\rho_{D_j}^m = \frac{\iiint_v \text{div} [\text{grad}(E_s)] dv}{a_m \cdot N^m + \dots + a_1 N + a_0} = \frac{\eta}{P^m [N]}. \quad (7)$$

Степень полинома определяется числом повреждающих факторов, участвующих в процессе деструкции объекта.

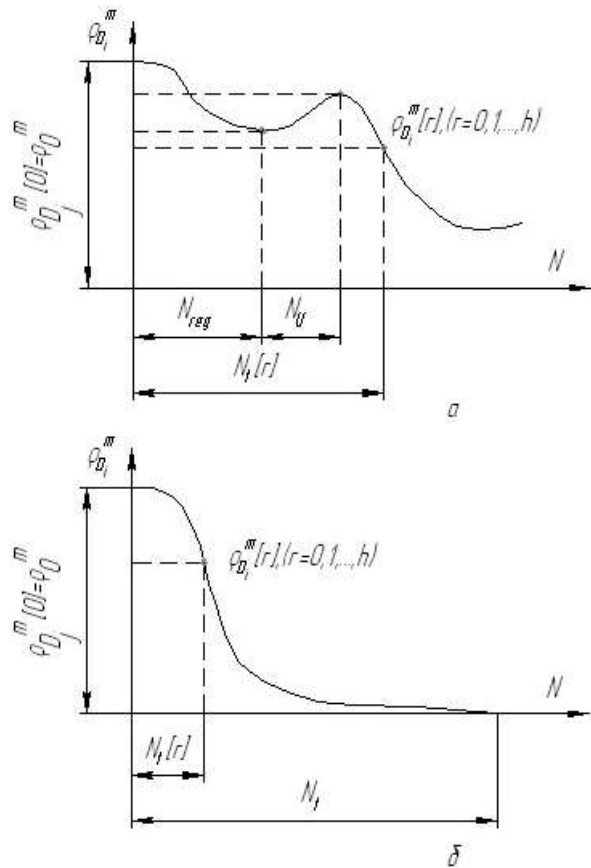


Рис. 3. Нелинейная регрессия параметров объекта:  
 $N_{reg}$  – область регрессии;  
 $N_{\delta}$  – область частичного восстановления

В уравнении (7)  $a_j = \gamma_j \cdot D_j$ , ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) – удельные веса повреждающих факторов, т.е.  $a_j = \gamma_j \cdot D_j$  позволяют определить вклад повреждающего фактора в процесс разрушения.

Так как общий повреждающий поток  $i_D$  представляет собой сумму потоков от каждого повреждающего фактора, то справедливо следующее

$$\because i_D = \sum_{j=1}^m i_{D_j}, \Rightarrow i_D^* = \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot i_{D_j}, \quad (8)$$

где  $i_D^*$  – взвешенный повреждающий поток, т.е. такой поток, каждому элементу которого присвоен вес  $\gamma_j$ .

Функция  $\rho_{D_j}^m(N)$  должна удовлетворять следующим граничным условиям (рис. 6)

$$\rho_{D_j}^m(N)_{N=0} = \rho_0^m, \rho_{D_j}^m(N)_{N=N_f} = 0. \quad (9)$$

Веса повреждающих факторов определяются по формуле

$$\rho_{D_j}^m = \frac{\eta}{P^m[a_{m-2}=0, a_j \neq 0, a_0 \neq 0]}, \quad (10)$$

$$(j = 0, 1, 2, \dots, m)$$

На рис. 5 для сравнения представлены квазимонотонные регрессионные кривые и их производные  $\frac{d}{dN}(\rho_{D_j}^m)$  с фиксированным значением  $a_0$  и различными весами повреждающих факторов  $a_j = \gamma_j \cdot D_j$ .

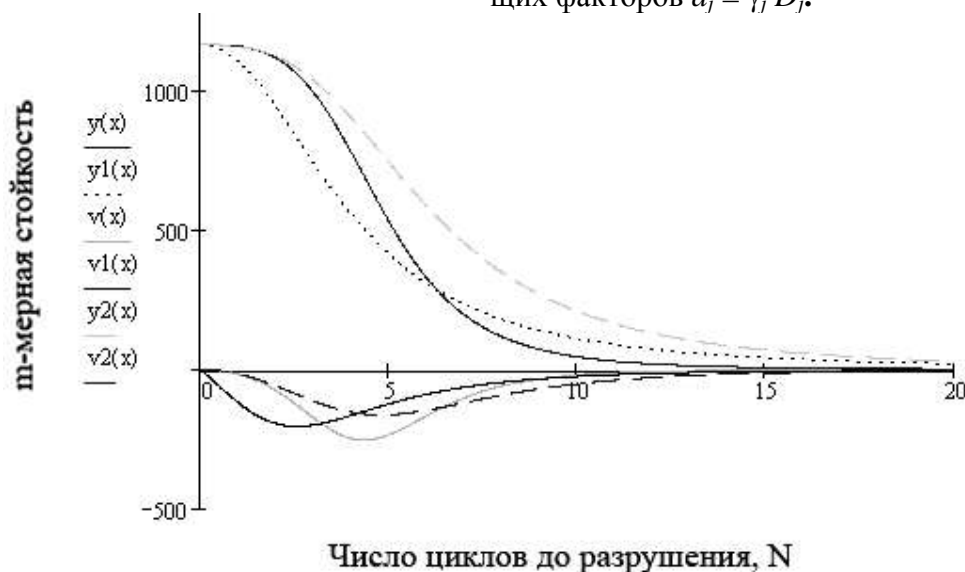


Рис. 4. Графическое представление уравнения (4)



Интересно отметить, что рассмотренная регрессионная кривая имеет три характерные области (рис. 5): 1 – область, в которой  $\rho_{D_j}^m(N)$  мало отклоняется от  $\rho_0^m$ , 2 – область установившейся скорости истощения стойкости объекта, т.е.  $\frac{d}{dN}(\rho_{D_j}^m) \approx \text{const}$  и 3 – область асимптотического стремления, в которой  $\rho_{D_j}^m \rightarrow 0$ .

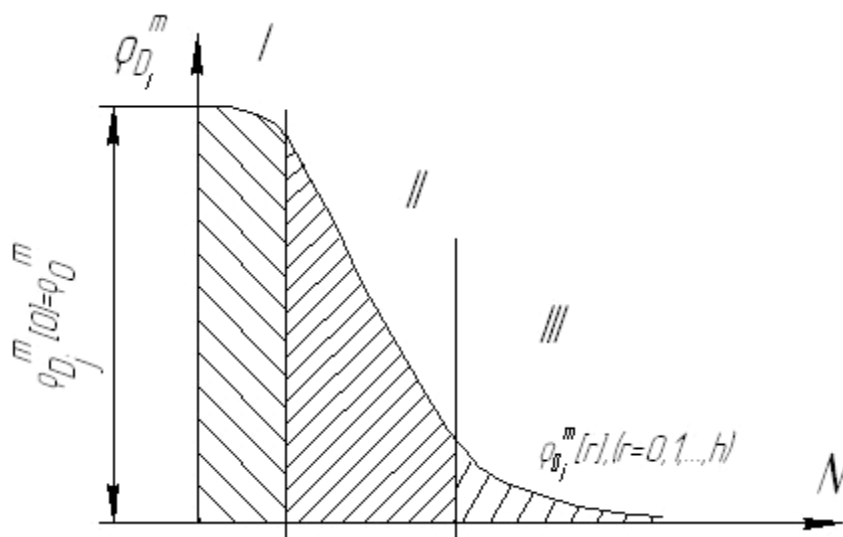


Рис. 5. Характерные области кривой истощения  $m$ -мерной стойкости объекта

Таким образом, уравнение (7) позволяет определить число циклов до разрушения объекта, находящегося в условиях атаки от  $m$  повреждающих факторов  $D_j$ , участвующих в деструкционном процессе при надлежащем выборе  $a_j = \gamma_j D_j$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. М.: Наука, 1984. 525 с.
2. Партон В.З. Механика упругопластического разрушения. 2-е изд., перераб. и доп. / В.З. Партон, Е.М. Морозов. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1985. 504 с.

**Подвойский Александр Олегович** – студент 5-го курса кафедры «Строительные и дорожные машины» Саратовского государственного технического университета

**Podvoysky Aleksandr Olegovich** – 5<sup>th</sup> year student of the Department of «Construction and road machines» of Saratov State Technical University

**Боровских Валентин Ефимович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Теория механизмов и деталей машин» Саратовского государственного технического университета

**Borovskikh Valentin Efimovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Theory of mechanisms and machine parts» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 20.05.08, принята к опубликованию 29.07.08

**Н.М. Чернова**

### **ДВУХУРОВНЕВАЯ ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА ГРУЗА**

*Обоснована необходимость двухуровневого подхода к решению задачи оптимального проектирования механизма подъема груза, когда на первом уровне оптимизации осуществляется выбор конструктивного исполнения механизма подъема и определяются кратность полиспаста и требуемая величина передаточного отношения редуктора, на втором уровне выбирается оптимальная схема зубчатой передачи.*

Механизм подачи груза, оптимальное проектирование.

**N.M. Chernova**

### **THE TWO-LEVEL PROBLEM OF OPTIMUM DESIGNING OF LOAD LIFTING MECHANISMS BY PURPOSE**

*The necessity of the two-level approach in solving the problem of mechanism of lifting of loads optimum designing is proved. According to the method of two-level approach at the first level of optimization the choice of a design of lifting mechanism and blocks system frequency rate is carried out, the demanded size of the transfer relation of a reducer is defined. At the second level the optimum scheme of a tooth gearing is being selected.*

Mechanism of loads feed , optimal design.

Оптимальное проектирование крановых механизмов имеет целью получение объектов с наилучшими технико-экономическими показателями. При полной научной постановке задачи оптимальное проектирование механизмов включает построение математической модели механизма для конкретной структуры или ряда структур, каждая из которых описывается своей системой параметров; выбор критерия качества и получение его аналитической зависимости от параметров; разработку ограничений; разработку алгоритма оптимизации, нахождение оптимального решения и доведение его до инженерного воплощения.

Методике расчета и оптимального проектирования механизмов подъемно-транспортных машин посвящено большое количество работ и в целом она достаточно детально разработана. Однако в условиях широкого применения оптимального и автоматизированного проектирования целый ряд вопросов требуют более детальной проработки. Существующие методики оптимального и автоматизированного проектирования механизмов подъема груза недостаточно удовлетворяют требованиям проектирования и условиям работы кранов пролетного типа большой грузоподъемности и специальных кранов. В частности, выбор типа и передаточного числа редуктора не рассматривается с точки зрения оптимальности, а лишь выполняется для обеспечения условий кинематики. Чаще всего механизмы подъема специальных кранов имеют малые скорости подъема, что обуславливает большое передаточное число редуктора. В большинстве существующих методик оптимального проектирования механизмов подъема в качестве передаточного механизма используются цилиндри-

ческие редукторы, обеспечивающие ограниченную величину передаточного отношения, что требует применения схемы с открытой зубчатой передачей.

Перспективным направлением для приводов механизмов грузоподъемных машин является применение планетарных редукторов, что позволяет создавать малогабаритные приводы, встроенные в барабан, а также многоскоростные двух- и трехдвигательные приводы. Передачи обладают большой компактностью, т.е. возможностью получения высоких передаточных отношений при малом количестве зубчатых колес, а также меньшим весом и габаритами по сравнению с рядовыми передачами. Переход от обычных передач к планетарным зубчатым передачам обеспечивает снижение веса в 1,5-5 раз [1]. Отмеченное преимущество объясняется перераспределением нагрузки среди нескольких сателлитов и рациональным использованием внутреннего зацепления. Рациональные конструкции планетарных передач при одинаковой точности изготовления имеют большую нагрузочную способность, чем обычные передачи, вследствие более равномерного распределения нагрузки по длине зуба.

В планетарной передаче при правильном конструировании внутренние силы уравновешены; в ней зачастую не требуется радиальных опор, стенки корпуса могут быть очень тонкими. В связи с этим появляются возможности выполнения корпусных деталей из пластмасс и легких сплавов.

Существенный недостаток в современном проектировании планетарных редукторов заключается в том, что заранее выбирается схема редуктора, а затем по заданному передаточному отношению проводится подбор чисел зубьев, что в некоторых случаях не позволяет получить оптимального решения поставленной задачи. Поэтому автор считает целесообразным ввести два уровня оптимального проектирования механизмов подъема. На первом уровне осуществляется выбор конструктивного исполнения механизма подъема, определяются кратность полиспада, требуемая величина передаточного отношения редуктора. На втором уровне по величине передаточного отношения и качественным требованиям, предъявляемым к редуктору, определяется наиболее оптимальная схема планетарной зубчатой передачи и выполняется расчет зубчатой передачи.

Многочисленность возможных конструктивных решений, разнообразие и противоречивый характер требований к механизмам, большое число трудно формализуемых качественных требований (технологичность, удобство обслуживания и ремонта и др.) приводят к тому, что на практике поиск оптимума при проектировании механизмов ведут путем разработки и сравнения ограниченного числа вариантов. Для обоснованного выбора конструктивного решения необходимо выбрать критерий сравнения вариантов.

При разработке критерия оптимизации первого уровня кранов и крановых механизмов, производительность которых зависит в основном от грузоподъемности и режимов нагружения, задаваемых техническим заданием на проектирование, за основу был принят критерий приведенных затрат, предложенный А.П. Кобзевым [2]:

$$C_{\text{пр}} = E_K \cdot (S_{\text{дв}} + S_p + S_M + S_B + n \cdot S_K + S_{\text{п}} + n \cdot S_{\text{МК}} + S_T), \quad (1)$$

где  $S_{\text{дв}}$  – стоимость двигателя;  $S_p$  – стоимость редуктора;  $S_M$  – стоимость муфты;  $S_B$  – стоимость барабана;  $S_K$  – стоимость каната;  $n$  – коэффициент, учитывающий потребное количество замен каната за срок эксплуатации крана;  $S_{\text{п}}$  – стоимость крановой подвески;  $S_{\text{МК}}$  – стоимость монтажных работ по замене каната;  $S_T$  – стоимость тормозов;  $E_K$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

На втором уровне оптимизации для выбора оптимальной схемы зубчатой передачи была разработана функция цели, учитывающая весогабаритные характеристики передачи, качественные характеристики, а также энергоемкость передачи. Для учета возможных требований, предъявляемых к планетарным зубчатым передачам грузоподъемных машин, автором предлагается целевая функция оптимального проектирования, представленная в безразмерном виде [3]:

$$C = k_G \frac{G_\kappa}{G_\delta} + k_L \frac{LR_\kappa}{LR_\delta} + k_\varepsilon \frac{\varepsilon_\delta}{\varepsilon_\kappa} + k_\eta \frac{\eta_\delta}{\eta_\kappa}, \quad (2)$$

где  $G_\kappa$ ,  $LR_\kappa$ ,  $\varepsilon_\kappa$ ,  $\eta_\kappa$  – соответственно вес, длина, коэффициент перекрытия быстроходной ступени, коэффициент полезного действия рассматриваемого варианта проектирования планетарной передачи;  $G_\delta$ ,  $LR_\delta$ ,  $\varepsilon_\delta$ ,  $\eta_\delta$  – соответственно вес, длина, коэффициент перекрытия быстроходной ступени, коэффициент полезного действия базового (первого) варианта проектирования планетарной передачи;  $k_G$ ,  $k_L$ ,  $k_\varepsilon$ ,  $k_\eta$  – весовые коэффициенты соответственно веса, длины, коэффициента перекрытия быстроходной ступени и коэффициента полезного действия планетарной передачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Планетарные передачи: справочник / под ред. В.Н. Кудрявцева, Ю.Н. Кирдяшева. Л.: Машиностроение, 1977. 535 с.
2. Кобзев А.П. Развитие теории оптимального проектирования тяжелых козловых монтажных кранов: дис. ... доктора техн. наук / А.П. Кобзев. Саратов, 1996. 405 с.
3. Чернова Н.М. Оптимальное проектирование планетарных зубчатых передач / Н.М. Чернова. Саратов: СГТУ, 2006. 184 с.

**Чернова Наталья Михайловна** –  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Высшая математика и механика»  
Балаковского института техники, технологии  
и управления (филиала)  
Саратовского государственного  
технического университета

**Chernova Natalya Mikhailovna** –  
Candidate of Technical Sciences,  
Assistant Professor of the Department  
of «Higher mathematics and mechanics»  
of Balokovo Institute of Techniques,  
Technology and Management (branch)  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 02.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

# НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 537.534:539.422.24

**И.В. Перинская, В.Н. Лясников, В.В. Перинский**

## **АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ АРГОНА И ПРОТОНОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ**

*В процессе экспериментальных исследований протонной и аргонной (Ar) имплантации в арсенид галлия (GaAs) и металлы Cr, Cu, Ti, Al изучены спектры ионного источника установки ионного легирования «Везувий-5» при различных вытягивающих напряжениях и токе масс-сепаратора; уточнено, что использование полученных спектров ионного источника позволяет быть уверенным в практически полном исключении возможности попадания ионов отличных масс, кроме заданной, в имплантируемую мишень.*

Ионное легирование, спектр источника, имплантация.

**I.V. Perinskaya, V.N. Lyasnikov, V.V. Perinsky**

## **HARDWARE REGISTRATION OF AR IONS IMPLANTATION AND PROTONS IN TECHNOLOGICAL APPLICATIONS**

*During experimental researches at proton and Ar implantation in GaAs and at the metals Cr, Cu, Ti, Al ions source spectra of ions implanting installation «Vesuvius-5» are researched at various extending voltage and current at weights-separators; is specified, use of the received spectra ions of a source, allows to be sure in practically complete exception of an opportunity of hit of ions of different weights, except for given, in implantable target.*

Ionic impurity doping process, spectrum of origin, implantation.

### **Введение**

Использование процессов имплантации ионов электрически неактивных примесей в технологии твердотельных устройств до настоящего времени не соответствует потенциальным возможностям этого метода. Причинами этого расхождения является недостаточное совершенство и ограниченное распространение оборудования для ионно-лучевой обработки с необходимой производительностью и технологическими характеристиками; недостаточная изученность явлений наблюдающихся при имплантации электрически неактивных ионов и сопутствующих им побочных эффектов.

Относительно медленное освоение этих методов в производстве объясняется также и тем, что технологически сложные микроэлектронные устройства с высокой степенью интеграции элементов и, в первую очередь, монолитные схемы на арсениде галлия, технология которых тре-

бует массивного применения ионно-лучевых методов, в настоящее время находится лишь в ранней стадии разработки и освоения. В связи с этим, состояние разработок в области имплантации электрически неактивных примесей характеризуется проведением научно-исследовательских работ, подготовкой оборудования и технологической апробации методов.

### Полученные результаты, физическая интерпретация

Основным элементом аппаратного оформления процессов имплантации являлась ионно-лучевая установка «Везувий-5» с максимальной энергией внедряемых ионов 150 кэВ и малыми токами ионного пучка (плотность тока до 0,2 мкА/см<sup>2</sup>). Одним из важнейших требований в проведении процессов имплантации на этой установке является повышение производительности путем увеличения эффективности работы ионного источника и обеспечения чистоты процесса, в первую очередь исключения возможности попадания ионов электрически активных примесей в имплантируемую мишень. Так как источником осуществляется генерация ионов нескольких типов веществ, реализация этих условий требует тщательного выбора режима имплантации по масс-спектрам источника ионов, в свою очередь зависящим от величины вытягивающего и ускоряющего напряжений. Технологически целесообразным методом, позволяющим исключить операции смены рабочих веществ и стабилизировать работу источника, является использование в качестве рабочего вещества газовой смеси водорода-аргона в соотношении 1:3. Как показали специально проведенные испытания, протонное облучение с использованием указанной смеси обеспечивает более высокую стабильность и плотность тока протонов по сравнению с применением только газообразного водорода. При этом переход к имплантации ионов аргона осуществляется непосредственно в процессе облучения изменением тока масс-сепаратора.

Для изучения спектров ионного источника дополнительно вводили газообразный азот. Спектры ионного источника при различных вытягивающих напряжениях представлены на рис. 1, 2, 3.

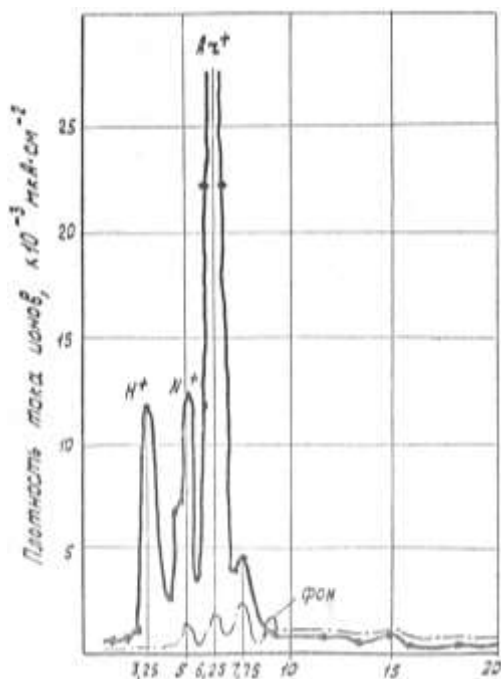


Рис. 1. Масс-спектр ионного источника установки «Везувий-5». Ускоряющее напряжение – 75 кВ. Вытягивающее напряжение – 5 кВ. Экспериментальные средние значения 120 экспериментов

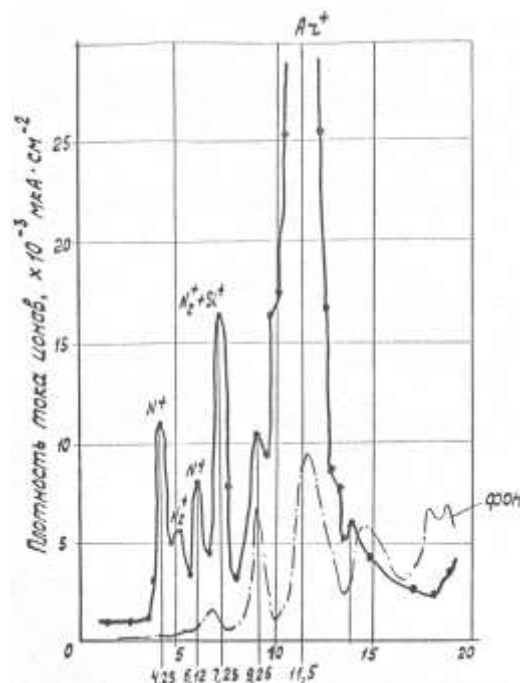


Рис. 2. Масс-спектр ионного источника установки «Везувий-5». Ускоряющее напряжение – 75 кВ. Вытягивающее напряжение – 10 кВ. Экспериментальные средние значения 170 экспериментов

Идентификация ионов в спектре осуществлялась по количественному увеличению пиков при напуске соответствующего рабочего вещества. Как следует из представленных данных, разрешение масс-сепаратора установки увеличивается с повышением вытягивающего напряжения. Зависимость плотности тока протонов при фиксированных значениях тока масс-сепаратора представлена на рис. 4.

При оптимальных режимах имплантации ( $U_{\text{выт.}} = 10$  кВ;  $I_M = 4,25$  А для протонов,  $U_{\text{выт.}} = 10$  кВ;  $I_M = 11,5$  А для ионов аргона) плотность тока ионов составила  $i_H = 0,2$  мкА/см<sup>2</sup> и  $i_a = 0,7-0,9$  мкА/см<sup>2</sup> соответственно для протонов и ионов аргона. При этом интенсивность пика, связанного с ионизацией фоновых (остаточных) газов, не превышала  $5 \cdot 10^{-3}$  мкА/см<sup>2</sup>.

Так как облучение пластин на установке «Везувий-5» осуществляется широким коллимированным потоком ионов, локальное воздействие на образец обеспечивалось применением маскирующих покрытий и накладных масок.

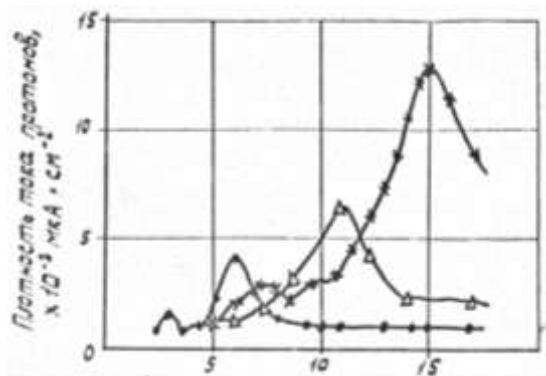


Рис. 4. Зависимость плотности тока протонов от вытягивающего напряжения при фиксированных значениях тока масс-сепаратора: ● – 4А; Δ – 5,5А; Х – 6,5А  
●, Δ, Х – экспериментальные средние значения из 120 экспериментов

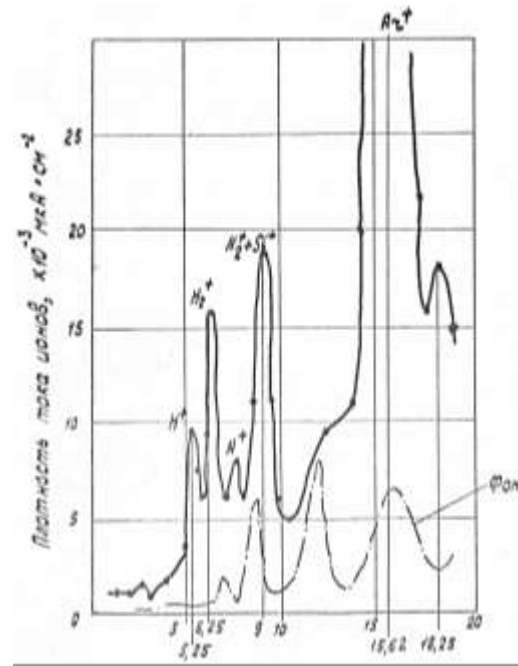


Рис. 3. Масс-спектр ионного источника установки «Везувий-5». Ускоряющее напряжение – 75 кВ. Вытягивающее напряжение – 15 кВ. Экспериментальные средние значения 120 экспериментов

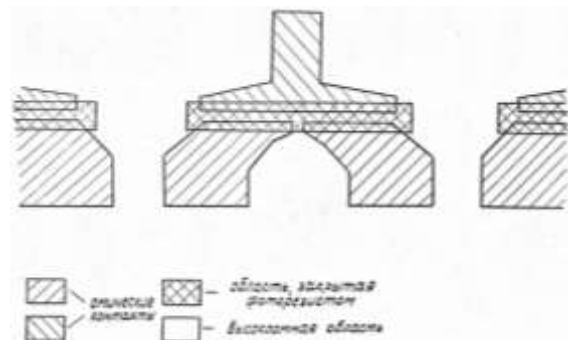


Рис. 5. Тестовая ячейка для контроля параметров высокоомных областей арсенида галлия после протонной бомбардировки

При протонной обработке в качестве маскирующих покрытий использовались слои фоторезиста Az-1350H и AG-383 с вытравленным в них топологическим рисунком. Была установлена возможность применения таких покрытий при дозах протонного облучения до  $\Phi = 100$  мкКл/см<sup>2</sup>. При больших дозах наблюдались невоспроизводимые эффекты «усадки» фоторезиста, повышение его дефектности и закругление края окна, зависящее, по-видимому, от толщины слоя фоторезиста. Накладные металлические маски с размерами элементов до 10 мкм изготавливались методами фотолитографии и жидкостного травления, на основе алюминиевой фольги толщиной 0,3 мм. Контроль параметров изолирующих областей арсенида галлия после протонной бомбардировки осуществлялся в тестовых ячейках, топология которых представлена на рис. 5. Этот контроль дублировался двухзондовыми измерениями пара-

метров свидетеля – имплантированного эпитаксиального слоя с толщиной  $d_s = 0,4$  мкм и концентрацией электронов  $n = 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  на зондовом устройстве: зонд с характернографом Л2-56.

Технологический процесс имплантации сопровождался периодическим контролем однородности облучения по площади имплантируемых изделий. Грубый контроль однородности и юстировка пучка осуществлялась путем облучения фотопластин марки МР. Контроль однородности протонной изоляции проводился путем измерения пробивного напряжения и токов утечки в различных точках поверхности пластин, а также по измерениям параметров изолирующих областей в матрице СВЧ полевых транзисторов. Установленный таким образом разброс параметров не превышает 10%.

В силу высокой воспроизводимости эффектов ионно-стимулированной пассивации, контроль однородности в области больших доз ионов аргона проводился по разбросу времени травления имплантированных слоев хрома, который по исследованной зависимости  $U$  от  $\Phi$  скорости травления от дозы ионов аргона (рис. 5) легко пересчитывается в неравномерность распределения дозы.

### Заключение

В процессе экспериментальных исследований протонной и аргонной имплантации в арсенид галлия и металлы Cr, Cu, Ti, Al соответственно получено следующее:

- 1) изучены спектры ионного источника установки ионного легирования «Везувий-5» при различных вытягивающих напряжениях и токе масс-сепаратора;
- 2) выявлены и оптимизированы режимы имплантации не только протонами, но и ионами аргона для заданных параметров установки ( $U_{\text{выт.}}$ ,  $I_M$ );
- 3) уточнено, что использование полученных спектров ионного источника позволяет быть уверенным в практически полном исключении возможности попадания ионов различных масс, кроме заданной, в имплантируемую мишень.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Перинская И.В. Ионно-лучевые методы обработки материалов в технологии твердотельных приборов СВЧ / И.В. Перинская, В.В. Перинский, А.М. Панфилов // Электроника и вакуумная техника: приборы и устройства. Технология. Материалы: материалы науч.-техн. конф. Саратов: СГТУ, 2007. С. 167-169.

**Перинская Ирина Владимировна** – ассистент кафедры «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

**Лясников Владимир Николаевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

**Перинский Владимир Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

**Perinskaya Irina Vladimirovna** – Assistant of the Department of «Material engineering and high effective processes of treatment» of Saratov State Technical University

**Lyasnikov Vladimir Nikolayevich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Material engineering and high effective processes of treatment» of Saratov State Technical University

**Perinsky Vladimir Vladimirovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Material engineering and high effective processes of treatment» of Saratov State Technical University



---

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

---

УДК 519.71

Т.Э. Шульга

## О КЛАССЕ СИСТЕМ, РАЗРЕШИМОМ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ

*Рассматривается задача управления поведением систем дискретного типа на основе их функциональной избыточности. В качестве математической модели системы используется конечный детерминированный автомат. Выделяется класс автоматов, для которых рассматриваемая задача имеет решение, и изучаются возможности расширения этого класса.*

Управление поведением, функциональная избыточность, конечный детерминированный автомат, числовая модель автомата.

Т.Е. Shulga

## ABOUT CLASS OF SYSTEMS SOLVABLE RELATIVE TO THE PROBLEM OF BEHAVIOR CONTROL BASED ON PROPERTIES OF FUNCTIONAL REDUNDANCY

*The problem of behavior control based on properties of functional redundancy for discrete systems is considered. A finite determined automaton is used as the mathematical model. Class of automaton, for which considered problem has the decision is separated. Possibility of extension of this class is researched.*

Control of behavior, functional redundancy, determined automaton, numerical model of automaton.

Современная теория систем рассматривает два основных типа избыточностей при решении задачи организации целенаправленного поведения: аппаратную (структурную) и функциональную (временную) [1]. Аппаратная избыточность системы подразумевает резервное (аппаратное) дублирование компонентов системы. В этом случае именно на существующий аппаратный резерв возлагается задача реализации требуемого (отличного от текущего) закона функционирования. Когда отсутствует (неисправно) аппаратное дублирование и невозможна (нецелесообразна) непосредственная модификация текущего поведения за счет внутреннего перепроектирования, то управление поведением системы возможно осуществлять на основе так называемой функциональной избыточности системы. Система обладает свойствами *функциональной избыточности*, если возможно использовать свойства текущего закона функционирования для формирования на выходах требуемой совокупности

реакций. При этом текущий закон функционирования системы используется для формирования требуемой реакции за счет имеющегося в данный конкретный момент или искусственно создаваемого резерва времени (организация «повторного счета», повторный запуск логической операции, измененной в результате нарушения и т.п.). Функциональная избыточность может выявляться в созданной системе при решении задачи управления поведением, а также целенаправленно создаваться на этапе проектирования системы, например, с целью восстановления ее поведения в случаях предполагаемых неисправностей.

В работе исследуется один из классов систем, для которых задача управления поведением на основе свойств функциональной избыточности имеет решение. В качестве математической модели дискретных систем с памятью рассматривается модель конечного детерминированного автомата.

Пусть дан конечный детерминированный автомат (КДА)  $A=(X,Y,S,\delta,\lambda)$ , где  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множество входных сигналов,  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  – множество выходных сигналов,  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$  – множество состояний,  $\delta: X \times S \rightarrow S$  – функция переходов,  $\lambda: X \times S \rightarrow Y$  – функция выходов. Без ограничения общности будем считать, что  $S = Y$  и  $\delta \equiv \lambda$ , то есть выходом автомата  $A$  является его текущее внутреннее состояние. В этом случае первоначальный автомат упрощается и приводится к автомату

$$A=(X, S, \delta) . \quad (1)$$

Обозначения через  $X^*$  – множество слов алфавита  $X$ .

Занумеруем состояния автомата вида (1) натуральными числами  $S=\{0,1, \dots, m-1\}$  и представим функции переходов данного автомата в виде обобщенных подстановок:

$$\delta_x : \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & m-1 \\ s_0 & s_1 & \dots & s_{m-1} \end{pmatrix}, \quad x \in X . \quad (2)$$

Таким образом, поведение системы будет рассматриваться как совокупность подстановок вида (2) для каждого символа из входного алфавита. Обозначим  $s=(0,1,\dots,m-1)$ ,  $s_x = (s_0, s_1, \dots, s_{m-1})$ .

**Определение 1.** Пусть текущее поведение системы  $M$  моделируется автоматом  $A = (X,S,\delta)$ ,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , а требуемое поведение системы  $M$  – автоматом  $B = (X,S,\delta')$ ,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . Без ограничения общности будем считать  $\delta'_{x_1}(s) \neq \delta_{x_1}(s), \dots, \delta'_{x_h}(s) \neq \delta_{x_h}(s), \delta'_{x_{h+1}}(s) = \delta_{x_{h+1}}(s), \dots, \delta'_{x_n}(s) = \delta_{x_n}(s)$ . Будем говорить, что существует возможность управления системой  $M$  на основе свойств функциональной избыточности, если  $(\forall i, i = \overline{1, h}) (\exists t_i \in X^*)$  такое, что  $\delta'_{x_i}(s) = \delta_{x_i}(s)$ . Последовательность  $t_i$  будем называть *восстанавливающей последовательностью*.

Из определения видно, что восстанавливающая последовательность – это последовательность входных символов, которая, будучи применима при любом текущем состоянии системы, в качестве последнего выходного символа даст требуемый выходной символ.

**Пример 1.**

Приведем пример, иллюстрирующий, каким образом функциональная избыточность может быть использована для управления поведением системы с числом состояний  $m = 3$  и множеством входных символов  $X = \{0,1\}$ , реализующей преобразования

$$\delta_0 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \quad \delta_1 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Пусть необходимо, чтобы при подаче входного сигнала 0 осуществлялось не преобразование  $\delta_0(s)$ , а преобразование

$$\delta'_0 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Восстанавливающая последовательность для данного случая имеет вид 010.

Действительно, анализ структуры переходов состояний показывает, что последовательность 010 формирует в итоге для любого начального состояния преобразование, эквивалентное требуемому:

$$\delta_0(s) : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \quad \delta_{01}(s) = \delta_1(\delta_0(s)) : \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \delta_{010}(s) = \delta_0(\delta_{01}(s)) : \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Основой для решения задачи управления поведением на основе свойств функциональной избыточности является теория универсальных автоматов. Доказано, что задача построения универсального автомата – перечислителя относительно произвольного семейства КДА (а, следовательно, и задача управления поведением системы на основе свойств функциональной избыточности), является алгоритмически неразрешимой [3, 4]. Поэтому, в настоящее время предпринимаются попытки выделить классы, для которых эта задача имеет решение. Один из таких классов – класс КДА, допускающих моделирование семействами многочленов.

Рассмотрим многочлен, определенный на векторе  $s$  следующего вида:

$$f_x(s) = a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_l s^l \pmod{m}, \quad a_k \in S, \quad k = \overline{1, l}, \quad x \in X, \quad (3)$$

где операции сложения, умножения и возведения в степень – это операции кольца вычетов по модулю  $m$ .

**Определение 2.** Будем говорить, что поведение автомата  $A$  вида (1) моделируется семейством многочленов  $\{f_x\}_{x \in X}$  вида (3), если  $(\forall x \in X) \delta_x$  представимо многочленом  $f_x$ , то есть  $f_x(s) = s_x$ . Или иными словами, будем говорить, что автомат  $A$  вида (1) задан числовой моделью, если заданы множество входных сигналов  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , количество состояний  $m$  и множество многочленов  $f_x(s) = a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + \dots + a_l s^l \pmod{m}$  на векторе  $s = (0, 1, \dots, m-1)$ ,  $a_k \in S, k = \overline{1, l}, \forall x \in X$ .

Например, все автоматные подстановки из примера 1 моделируются многочленами:

$$\delta_0 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix} \text{ моделируется многочленом } f_0(s) = 1 + s,$$

$$\delta_1 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix} - f_1(s) = s^2, \quad \delta'_0 : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix} - f'_0(s) = 2 + 2s + s^2.$$

Построение автомата по заданной числовой модели возможно всегда, так как сводится к вычислению значений многочленов  $\{f_x\}_{x \in X}$  на векторе  $s$  и тем самым получению автоматных подстановок вида (2). Кроме того, отметим, что заданному многочлену соответствует ровно одна автоматная подстановка.

Задача построения числовой модели по заданному автомату заключается в нахождении степени и коэффициентов моделирующих многочленов. Наибольшая возможная степень многочлена (то есть не степень конкретного многочлена, взятого по модулю  $m$ , а ее верхняя оценка) определяется согласно следующей теореме [4].

**Теорема.** Пусть  $m = 2^{\alpha_0} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_k^{\alpha_k}, \alpha_0 \geq 0, \alpha_i > 0, i = \overline{1, k}$  – разложение числа состояний  $m$  автомата  $A$  вида (1) на простые множители. Тогда старшая степень  $l$  произвольного моделирующего многочлена вида (3) для данного автомата определяется по формуле

$$l = \max(\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k) + p_1^{\alpha_1 - 1} \cdot \dots \cdot p_k^{\alpha_k - 1} \cdot \text{НОК}([2^{\alpha_0 - 2}], p_1 - 1, \dots, p_k - 1) - 1. \quad (4)$$

Задача нахождения коэффициентов моделирующего многочлена  $a_1, \dots, a_l$  для заданной автоматной подстановки сводится к нахождению решения системы линейных алгебраических сравнений (СЛАС) вида:

$$Ma \equiv \tilde{s} \pmod{m}, \quad (5)$$

где  $\tilde{s}_i \equiv s_i - s_0 \pmod{m}$ ,  $i = \overline{1, m-1}$ ,  $a = (a_1, \dots, a_l)$ ,  $a_0 = s_0$ ,

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 2 & 2^2 & \dots & 2^l \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (m-1) & (m-1)^2 & \dots & (m-1)^l \end{bmatrix}.$$

Для решения данной системы можно использовать, например, преобразованный метод Гаусса [4].

Для построения числовой модели автомата необходимо для каждого входного сигнала  $x$  решить СЛАС вида (5), а именно найти хотя бы одно ее решение.

Если СЛАС вида (5) неразрешима, то для заданной автоматной подстановки невозможно построить моделирующий многочлен, т.е. не всякий КДА может быть представлен с помощью числовой модели. Если же СЛАС вида (5) разрешима, то в общем случае она имеет несколько решений, то есть автоматная подстановка может моделироваться различными многочленами вида (3).

### Пример 2.

Рассмотрим автомат  $A = (X, S, \delta)$ , где  $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ ,  $|S| = m = 6$ ,

$$\delta_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 4 & 2 & 3 & 1 & 5 & 0 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_3} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 0 & 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

Подстановка  $\delta_{x_1}$  моделируется многочленами  $f_{x_1}(s) = 2 + s$ ,  $f_{x_2}(s) = 2 - 2s + 3s^2$ ,  $f_{x_3}(s) = 2 + 4s - 3s^2$ , а подстановки  $\delta_{x_2}$ ,  $\delta_{x_3}$  не допускают моделирование многочленами.

Условия моделируемости КДА семейством многочленов сводятся к условиям разрешимости данной системы и приведены в работе [5]. Доказано, что если число состояний автомата  $m$  – простое число, то  $l = m - 1$ , матрица  $M$  – квадратная и система всегда имеет единственное решение. Это означает, что при простом числе состояний автомата для автоматной подстановки всегда существует единственный моделирующий многочлен вида (3).

Для класса КДА, допускающих моделирование семействами многочленов, решена задача управления поведением на основе свойств функциональной избыточности – предложен метод построения восстанавливающей последовательности относительно заданного входного сигнала [6]. Характерной особенностью данного метода является одновременность синтеза восстанавливающей последовательности и проверки ее существования для заданного преобразования.

Таким образом, описан класс КДА специального типа, а, следовательно, и класс систем, моделируемых КДА этого типа, для которого решена задача управления поведением на основе свойств функциональной избыточности.

Возникает вопрос, возможно ли расширить данный класс систем за счет доопределения КДА, описывающего поведение системы до КДА, допускающего числовое моделирование.

Будем называть автомат *немоделируемым*, если ни одна из его автоматных подстановок не допускает моделирование многочленом.

Будем называть автомат *частично моделируемым*, если числовое моделирование допустимо не для всякой его автоматной подстановки (входного сигнала). Примером частично моделируемого автомата служит автомат из примера 2.

Рассмотрим способы доопределения автоматов до автоматов, допускающих числовое моделирование.

Прежде всего, можно предложить простой способ доопределения немоделируемых и частично моделируемых автоматов до автоматов, допускающих числовое моделирование за счет изменения числа состояний автомата.

Действительно, пусть дан автомат  $A=(X, S, \delta)$ ,  $|S|=m$ , где  $m$  – не простое число, и функции переходов заданы автоматными подстановками  $\delta_{x_i} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & m-1 \\ s_0^i & s_1^i & \dots & s_{m-1}^i \end{pmatrix} \forall x_i \in X$ . При этом некоторая его автоматная подстановка не допускает моделирования многочленом.

Тогда для построения числовой модели данного автомата необходимо доопределить его следующим образом: число состояний увеличить до ближайшего простого числа  $t$ , а функции переходов изменить следующим образом.

$$\delta'_{x_i} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & m-1 & m & m+1 & \dots & t-1 \\ s_0^i & s_1^i & \dots & s_{m-1}^i & m & m+1 & \dots & t-1 \end{pmatrix}.$$

Так как  $t$  – простое число, то любая автоматная подстановка данного автомата будет моделироваться многочленом, а, следовательно, для данного автомата возможно построить его числовую модель. При этом состояния  $0, \dots, m-1$  доопределенного автомата будут неотличимы от состояний  $0, \dots, m-1$  исходного автомата, то есть  $\forall t \in X^* \forall s \in \{0, \dots, m-1\} \bar{\delta}_t(s) = \bar{\delta}'_t(s)$ . А значит, система, моделируемая исходным автоматом, будет моделироваться и доопределенным таким образом автоматом при условии, что состояния  $m, \dots, t-1$  не могут быть начальными.

**Пример 3.**

Рассмотрим автомат из примера 2.

Доопределим автомат  $A$  следующим образом:  $A'=(X, S', \delta)$ , где  $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ ,  $|S'|=m=7$ ,

$$\delta_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 0 & 1 & 6 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 2 & 3 & 1 & 5 & 0 & 6 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_3} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 0 & 4 & 5 & 3 & 6 \end{pmatrix}.$$

Данный автомат допускает моделирование многочленами

$$\begin{aligned} f_{x_1}(s) &= 2 + s + 3s^2 + 5s^3 + 3s^4 + 3s^5, \\ f_{x_2}(s) &= 4 + 5s + 4s^2 + 4s^3 + 3s^4 + 3s^5, \\ f_{x_3}(s) &= 1 + 6s^2 + 6s^3 + 4s^4 + 6s^5. \end{aligned}$$

Однако при условии, что число состояний автомата не должно изменяться, далеко не всегда немоделируемый или частично моделируемый автомат можно привести к полностью моделируемому виду. Этот вопрос в первую очередь сводится к вопросу нахождения изоморфизма моделируемых и немоделируемых автоматов.

Пусть существует автомат, реализующий автоматную подстановку  $\delta_x$ , не допускающую моделирования многочленом. Очевидно, что если возможно определить эквивалентный ему автомат, допускающий числовое моделирование данной автоматной подстановки  $\delta'_x$ , то задача сводится к переобозначению внутренних состояний автомата. Такое переобозначение есть не что иное как изоморфизм  $\varphi : S \rightarrow S$  множества состояний на себя, причем, в силу того, что это изоморфизм, должно выполняться  $\delta'_x(\varphi(s)) = \varphi(\delta_x(s))$ , то есть переобозначение состояний сохраняет функции переходов.

Заметим, что если  $\delta_x$  – моделируемая подстановка и  $\varphi$  – моделируемая подстановка, то полученная переобозначением вершин автоматная подстановка обязательно будет допускать числовое моделирование и при этом сохранит первоначальный вид графа переходов автоматной подстановки.

Однако возможна ситуация, когда для немоделируемой функции  $\delta_x$  можно определить такой изоморфизм  $\varphi$ , задаваемый немоделируемой подстановкой, что полученная эквивалентная подстановка будет допускать числовое моделирование. Это ситуация продемонстрирована в следующем примере.

**Пример 4.**

Рассмотрим автомат  $A = (X, S, \delta)$ ,  $|S|=m=6$ , который реализует автоматные подстановки

$$\delta_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 0 & 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 4 & 5 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Графы автоматных подстановок  $\delta_{x_1}, \delta_{x_2}$  изображены на рис. 1, а и б соответственно.

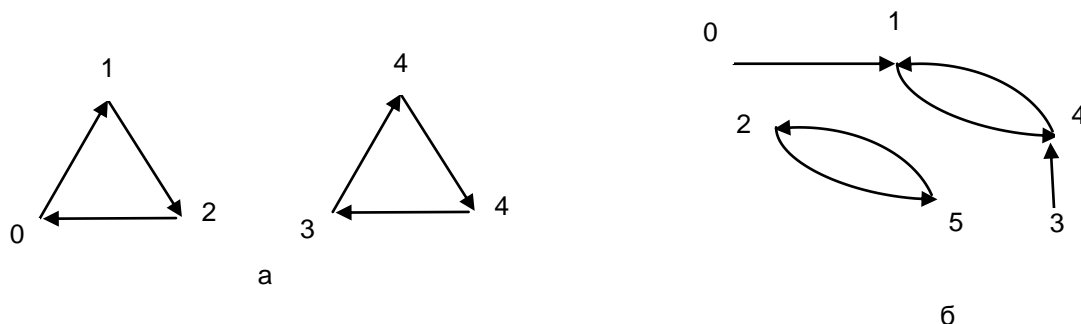


Рис. 1. Графы заданных автоматных подстановок

Автоматная подстановка  $\delta_{x_1}$  не допускает моделирования многочленом. Автоматная подстановка  $\delta_{x_2}$  допускает моделирование многочленом, например  $f_{x_2}(s) = 1 + s + s^2$ .

Переобозначим состояния автомата  $A$  с помощью подстановки  $\varphi : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 2 & 4 & 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ .

Тогда получим подстановки  $\delta'_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \delta'_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 3 & 2 & 5 & 4 \end{pmatrix}$ , эквивалентные  $\delta_{x_1}, \delta_{x_2}$ , графы которых изображены на рис. 2, а и б соответственно.

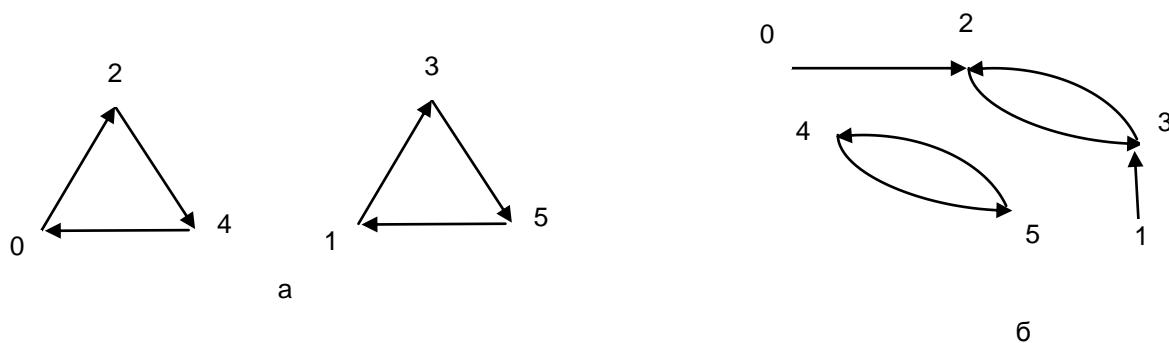


Рис. 2. Графы эквивалентных автоматных подстановок

Очевидно, что  $\varphi(s)$  – является изоморфизмом, так как

$$\delta'_{x_1}(\varphi(s)) = \varphi(\delta_{x_1}(s)) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 4 & 0 & 3 & 5 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\delta'_{x_2}(\varphi(s)) = \varphi(\delta_{x_2}(s)) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 5 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Подстановка  $\varphi: \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 2 & 4 & 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}$  числовым образом не моделируется, а новая

подстановка  $\delta'_{x_1}$  допускает моделирование многочленами  $f_{x_1}(s) = 2 + s$ ,  $f_{x_1}(s) = 2 - 2s + 3s^2$ ,  $f_{x_1}(s) = 2 + 4s - 3s^2$ .

Однако подстановка  $\delta'_{x_2}$  теперь не допускает моделирования многочленом.

Вообще говоря, вопрос алгоритмического нахождения подстановки для изоморфизма  $\varphi$ , позволяющего построить для немоделируемой подстановки эквивалентную ей моделируемую еще недостаточно изучен. Однако, как показывает пример 4, данный вопрос представляет скорее теоретический, чем практический интерес, так как нахождение такого изоморфизма не всегда позволит построить автомат, эквивалентный заданному, все функции переходов которого моделируются многочленами.

Возможно также предложить способ доопределения до автоматов, допускающих моделирование многочленами, частично определенных автоматов, т.е. автоматов, функции переходов которых полностью заданы не для всех входных сигналов или не на всем множестве внутренних состояний. Пусть задан частично определенный автомат  $A = (X, S, \delta)$ ,  $|S|=m$ , который для некоторого  $x \in X$  реализует автоматную подстановку  $\delta_x(s) = s_x$  где  $s_x$  – не полностью определенный вектор. Прежде всего, необходимо найти необходимые и достаточные условия моделируемости автоматных подстановок многочленами для заданного числа состояний автомата, то есть ограничения, накладываемые на вектор  $s_x$  [5]. Далее, для частично заданного вектора  $s_x$  следует проверить, удовлетворяются ли те условия моделируемости, в которых участвуют только определенные компоненты вектора  $s_x$ . Если условия не удовлетворяются, то доопределение данным способом невозможно. Если же условия удовлетворяются, то возможно доопределить автоматные подстановки, решая систему уравнений из оставшихся условий с неопределенными компонентами вектора  $s_x$  в качестве неизвестных. Очевидно, что в общем случае доопределение может быть многозначно.

**Пример 5.**

Пусть дан частично определенный автомат  $A = (X, S, \delta)$ , где  $X = \{x_1, x_2\}$ ,  $|S|=m=8$ ,

$$\delta_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 1 & 6 & 7 & 4 & 5 & 2 & - & - \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 2 & 6 & 0 & 4 & 6 & - & - \end{pmatrix}$$

Условия моделируемости многочленами автоматных подстановок с числом состояний 8:

$$\begin{aligned} s_1 + 6s_3 + s_5 &\equiv 0 \pmod{8}, \\ s_0 + 7s_2 + 7s_4 + s_6 &\equiv 0 \pmod{8}, \\ 2s_1 + 5s_3 + s_7 &\equiv 0 \pmod{8}. \end{aligned}$$

Первому условию  $s_1 + 6s_3 + s_5 \equiv 0 \pmod{8}$  удовлетворяют обе подстановки рассматриваемого автомата. Следовательно, данный автомат можно доопределить до автомата, допускающего числовое моделирование.

Доопределим подстановку  $\delta_{x_1}$ , то есть найдем такие  $s_6, s_7$ , которые удовлетворяют второму и третьему условиям моделируемости соответственно

$$\begin{aligned} s_0 + 7s_2 + 7s_4 + s_6 &\equiv 0 \pmod{8} \Leftrightarrow 1 + 7 * 7 + 7 * 5 + s_6 \equiv 0 \pmod{8} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 5 + s_6 &\equiv 0 \pmod{8} \Rightarrow s_6 = 3, \\ 2s_1 + 5s_3 + s_7 &\equiv 0 \pmod{8} \Leftrightarrow 2 * 6 + 5 * 4 + s_7 \equiv 0 \Leftrightarrow 0 + s_7 = 0 \pmod{8} \\ \Rightarrow s_7 &= 0. \end{aligned}$$

Аналогично, находим  $s_6, s_7$  для подстановки  $\delta_{x_2} : s_6 = 2, s_7 = 4$ .

Таким образом, доопределенный автомат задается подстановками

$$\delta_{x_1} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 1 & 6 & 7 & 4 & 5 & 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}, \quad \delta_{x_2} : \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 2 & 6 & 0 & 4 & 6 & 2 & 4 \end{pmatrix},$$

которые допускают моделирование многочленами  $f_{x_1}(s) = 1 + 3s + s^2$ ,  $f_{x_2}(s) = s + 7s^2 + 2s^3$ .

Таким образом, в статье рассмотрен класс автоматов, относительно которого разрешима задача управления поведением системы на основе свойств функциональной избыточности, а именно класс автоматов, допускающих моделирование семействами многочленов. Числовое моделирование автоматов позволяет применять хорошо разработанный аппарат алгебры, в частности, при решении задач управления. Кроме того, показана возможность расширения описанного класса систем, за счет различных способов доопределения представляющих их автоматов, до автоматов, допускающих числовое моделирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики, оптимизации алгоритмов диагностирования, аппаратные средства / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян. М.: Энергоиздат, 1981. 240 с.
2. Сытник А.А. Перечислимость при восстановлении поведения автоматов / А.А. Сытник // Доклады РАН. 1993. Т. 238. С. 25-26.
3. Сытник А.А. Методы и модели восстановления автоматов / А.А. Сытник // Автоматика и телемеханика. 1992. № 11. С. 149-159.
4. Посохина Н.И. Об одном подходе к решению задачи синтеза автоматов-перечислителей / Н.И. Посохина // Теоретические проблемы информатики и ее приложений: сб. науч. тр. Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 1997. Вып. 1. С. 101-109.
5. Шульга Т.Э. Численные критерии восстановимости поведения КДА степенным многочленом / Т.Э. Шульга // Теоретические проблемы информатики и ее приложений: сб. науч. тр. Саратов: ГосУНЦ «Колледж». 1997. Вып. 1. С. 132-137.
6. Сытник А.А. Числовые методы функционального восстановления поведения систем / А.А. Сытник, Т.Э. Шульга // Автоматика и телемеханика. 2003. Вып. 10. С. 123-130.

**Шульга Татьяна Эриковна** –  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры «Теоретические основы  
информатики и информационных технологий»  
Саратовского государственного  
социально-экономического университета

**Shulga Tatyana Erikovna** –  
Candidate of Sciences in Physics  
and Mathematics,  
Assistant Professor of the Department  
of «Theoretical bases of information science  
and information technologies»  
of Saratov State Socioeconomic University

*Статья поступила в редакцию 14.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*



---

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 004.94

**С.Н. Широбокова, С.М. Щербаков**

## **КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Статья посвящена вопросам автоматизированного синтеза имитационных моделей деловых процессов. Особенности рассматриваемого подхода являются использование унифицированного языка моделирования UML для визуального представления деловых процессов и автоматизированное построение программного кода имитационной модели. Приведена формализованная метамодель, рассмотрены состав, структура и взаимосвязь компонентов имитационной модели. Описаны этапы имитационного моделирования деловых процессов в рамках предложенной методики.*

Имитационное моделирование, деловые процессы, UML, автоматизированное построение.

**S.N. Shirobokova, S.M. Shcherbakov**

## **CONCEPTION AND PHILOSOPHY OF AUTOMATED FORMATION OF BUSINESS-PROCESS SIMULATION MODELS**

*This paper is devoted to computer-aided syntheses of business-process simulation models. The main features of provided approach are using unified modeling language (UML) for business-process visualization and automatic building of simulation model program code. Described formal metamodel defines composition, structure and interconnection of simulation model components. Stages of simulation model computer-aided design are given.*

Simulation models, business-process, UML, computer-aided generation.

Сложность деловых процессов современных организаций и наличие значительной стохастической составляющей обуславливает эффективность использования имитационного моделирования для их анализа и совершенствования. Как правило, для визуализации структуры деловых процессов используются различные формализованные нотации, одной из которых является унифицированный язык моделирования UML. В рамках процессно-статистического подхода [1, 2] UML-модели деловых процессов рассматриваются как основа для построения имитационных моделей. Предлагаемая концепция автоматизированного синтеза имитационных моделей позволяет автоматически формировать программный код имитационной модели по построенным UML-диаграммам.

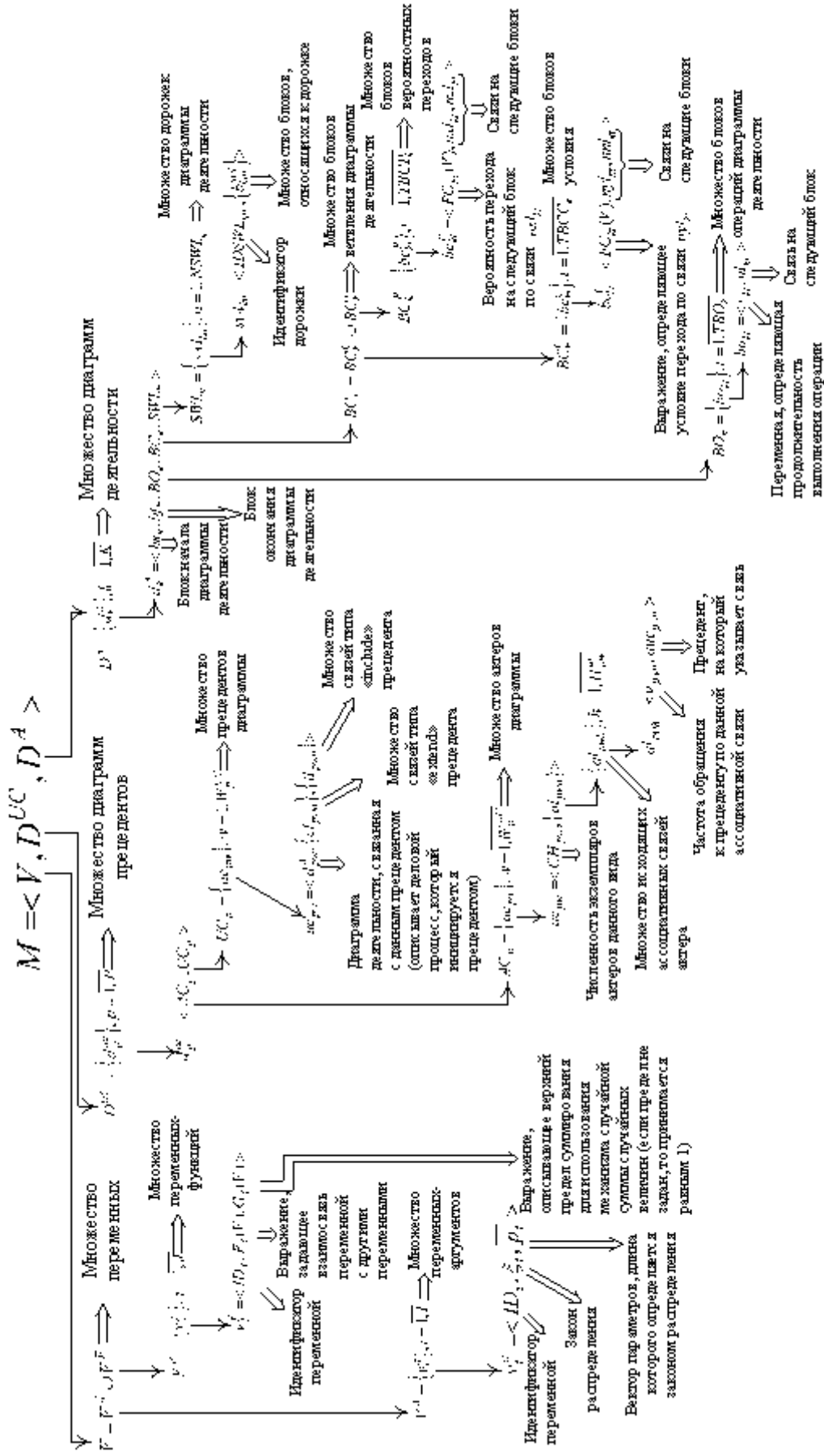


Рис. 1. Концепция интеграции визуальной и имитационного моделирования деловых процессов в виде формализованной метамодели

На рис. 1 представлена формализованная метамодель, обеспечивающая интеграцию визуального и имитационного моделирования деловых процессов, отражающая используемые компоненты, их взаимосвязи и позволяющая определить структурные и количественные параметры моделируемой системы.

В соответствии с рассматриваемым подходом сущности предметной области представлены в виде взаимосвязанных компонентов модели, на основе которых автоматически формируются фрагменты программного кода имитационной модели. В качестве таких компонентов выступают: диаграмма прецедентов и диаграмма деятельности, блоки этих диаграмм, а также переменные различных видов. Диаграммы языка UML описывают структуру деловых процессов [3], а переменные – их количественные характеристики (при этом могут быть учтены случайные факторы), что в комплексе позволяет обеспечить интеграцию визуального и имитационного моделирования деловых процессов.

Компоненты метамодели являются основой для автоматического построения программного кода имитационной модели по соответствующим алгоритмам [4].

Показанные на рис. 2 примеры фрагментов моделей деловых процессов из различных областей демонстрируют использование компонентов и некоторые распространенные конструкции.

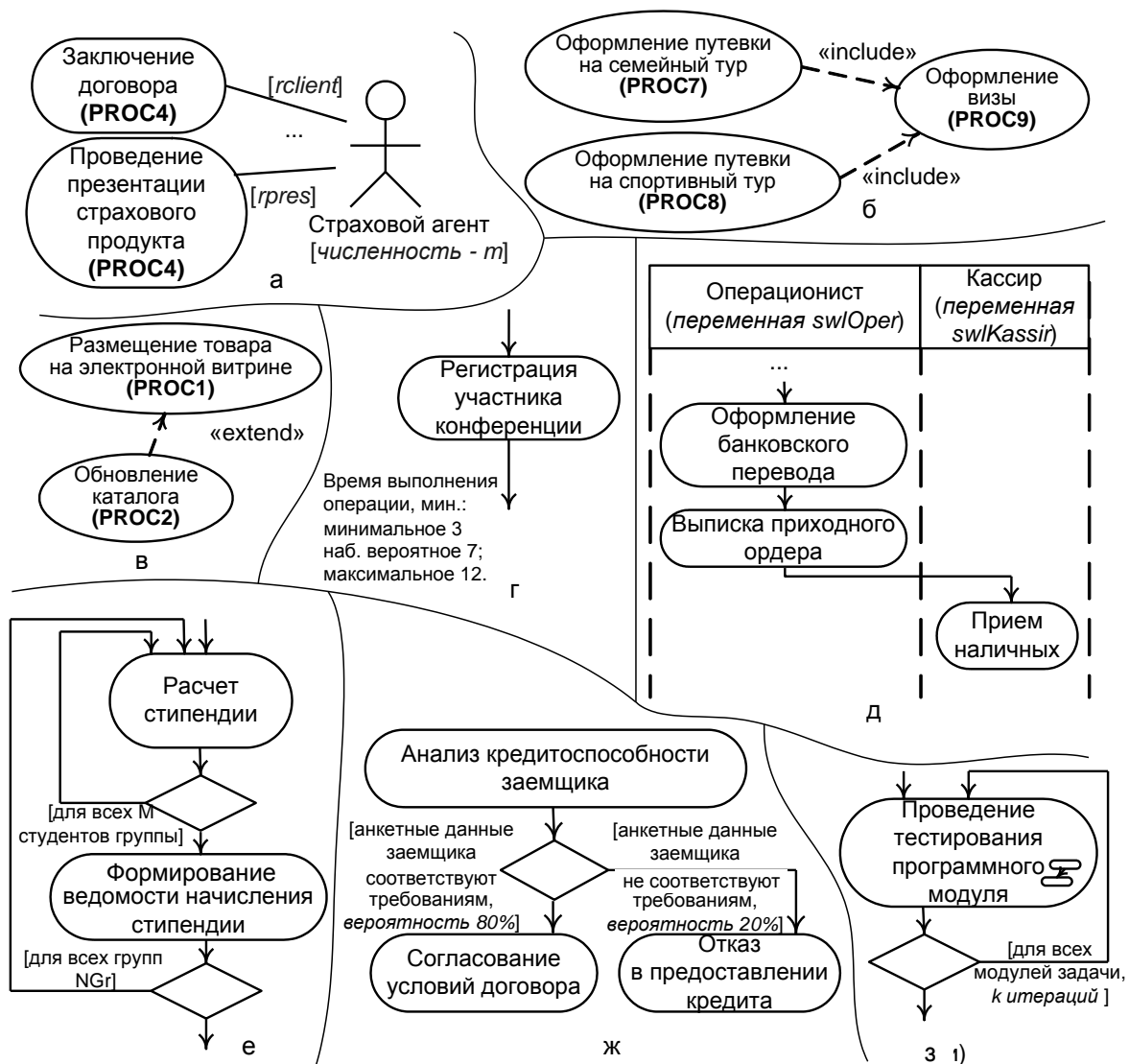


Рис. 2. Представление компонентов деловых процессов в рамках предлагаемой концепции

Диаграмма прецедентов (рис. 2, а-в) позволяет описать изучаемую систему в целом. Выделяются внешние сущности системы (акторы), которые производят обращения к прецедентам (рис. 2, а). Прецеденты могут быть связаны между собой отношениями «include» (рис. 2, б) и «extend» (рис. 2, в). В соответствии с описанной метамоделью с помощью переменных задаются количественные параметры элементов UML-диаграммы.

При обращении к прецеденту инициируется деловой процесс. Для представления его структуры используется диаграмма деятельности (рис. 2, г-з). Операция процесса представлена в виде блока деятельности (рис. 2, г), для которого с помощью переменной задается время выполнения операции. Дорожки позволяют указать исполнителей, ответственных за выполнение операций (рис. 2, д). С помощью блоков условия можно отразить ветвления (рис. 2, ж) и циклы (рис. 2, е, з) делового процесса. При этом задаются количественные параметры (например, выбор следующей операции может происходить в зависимости от события с заданной вероятностью). Возможно отражение вложенности деловых процессов (рис. 2, з).

На рис. 3 приведена общая схема методики имитационного моделирования деловых процессов. Каждая плоскость рисунка соответствует очередному этапу методики.

Рассмотрим более подробно каждый из этапов методики.

*Этап 1. Выделение основных деловых процессов.* Деятельность предприятия структурируется в виде совокупности деловых процессов, важнейшие из которых подвергаются анализу и моделированию.

*Этап 2. Обобщенное формализованное представление деловых процессов с помощью диаграммы прецедентов (Use Case Diagram) языка UML.* Диаграмма позволяет указать границы изучаемой системы и зафиксировать выбранный способ ее декомпозиции на отдельные деловые процессы.

*Этап 3. Определение статистических характеристик инициации деловых процессов.* В рамках предложенного подхода с помощью диаграммы прецедентов задаются частотные и вероятностные характеристики инициации деловых процессов. Для каждого актора указывается число экземпляров, каждой связи актора с прецедентом ставится в соответствие значение частоты обращения, задаются вероятности обращения для связей «extend».

Оценка частоты инициации процессов и вероятностей различных вариантов их исполнения может быть проведена на основе методов выборочных наблюдений на рабочих местах, опроса экспертов или анализа количественных характеристик документооборота организации.

*Этап 4. Детальное представление структуры деловых процессов с использованием диаграмм деятельности (Activity Diagram) языка UML.* На данном этапе задается последовательность функциональных операций (рис. 4), определяются различные варианты исполнения делового процесса с помощью ветвлений и циклов, посредством механизма дорожек указываются исполнители операций (например, изображенный на рис. 4 деловой процесс затрагивает несколько исполнителей – дорожки позволяют отслеживать затраты труда/стоимость по каждому из них за заданный период времени).

*Этап 5. Определение количественных характеристик исполнения деловых процессов.* На этом этапе в первую очередь определяется продолжительность выполнения функциональных операций. С операцией связана переменная имитационной модели, значение которой соответствует затратам труда на выполнение этой операции или ее стоимости, что позволяет учесть случайный характер выполнения операции (значение переменной может быть получено в соответствии с заданным законом распределения и его параметрами или рассчитано на основе других переменных).

Для оценки продолжительности выполнения функциональных операций может использоваться метод хронометража на рабочем месте или опрос экспертов (в этом случае эксперты задают минимальное, максимальное и наиболее вероятное время, необходимое для выполнения операции).

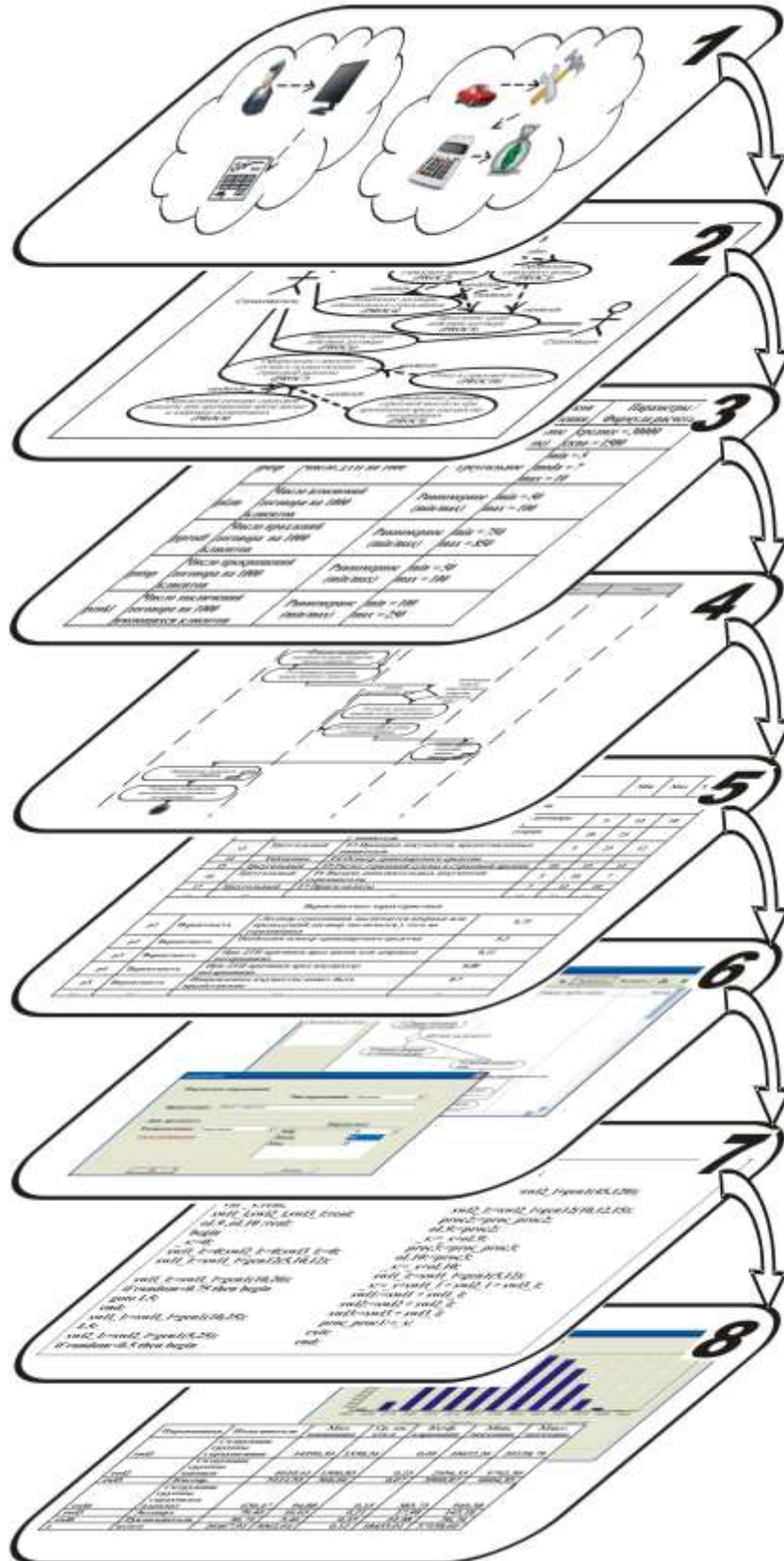


Рис.3. Методика имитационного моделирования деловых процессов

Помимо временных характеристик задаются параметры, определяющие ход исполнения делового процесса: значение вероятности для блоков условий и число итераций для цик-

лов. При этом число итераций также может быть случайной величиной, например, при выполнении заказа нужно обработать каждую товарную позицию, число которых может быть случайным.

На рис. 4 время выполнения операций представлено в виде блоков комментария языка UML, при этом указан закон распределения и его параметры. Для операции F4 закон распределения задан таблично. Операции F6 поставлена в соответствие переменная-функция.

Этап 6. Конструирование модели с помощью CASE-средства. Для построения UML-моделей и для автоматизированного синтеза имитационных моделей деловых процессов может быть использован конструктор [5], реализующий предлагаемую концепцию.

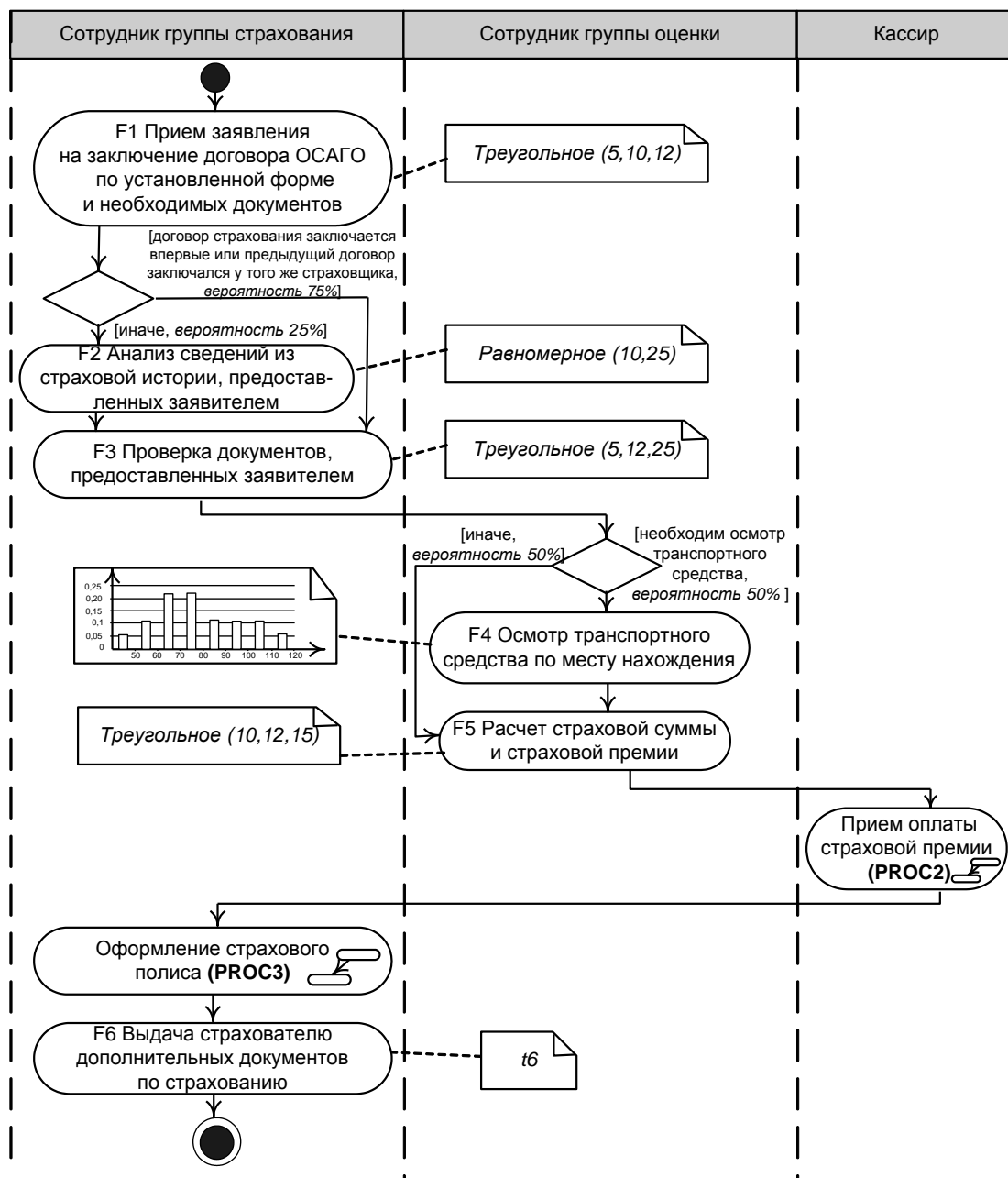


Рис. 4. Пример представления делового процесса в виде диаграммы деятельности

Этап 7. Автоматическая генерация программного кода имитационной модели. После построения модели в соответствии с предложенной концепцией и определения количествен-

ных параметров осуществляется автоматическое построение программного кода. Для каждого компонента модели производится синтаксический анализ и формирование соответствующего ему фрагмента программного кода. Далее следует сборка программного кода. Используется рекурсивный метод обхода компонентов с учетом связей композиции и зависимости между ними [4].

*Этап 8. Проведение имитационного эксперимента, статистическая обработка результатов моделирования и их интерпретация.* Проведение имитационного моделирования дает возможность оценки трудозатрат на выполнение деловых процессов.

Полученные результаты позволят решить ряд задач [2]:

- проведение объективного анализа степени загрузки персонала;
- выявление наиболее трудоемких подмножеств операций и процессов;
- оценка вероятности выполнения рассматриваемого процесса за заданное время;
- расчет необходимой для выполнения конкретного делового процесса численности работников;
- выявление резервов повышения производительности труда.

Разработанный на основе предложенной концепции инструментальный комплекс поддерживает следующие возможности [6]:

- визуальное построение UML-диаграмм деловых процессов;
- определение временных и частотных параметров модели с помощью переменных;
- автоматическое построение программного кода имитационной модели;
- планирование и проведение имитационного эксперимента;
- статистический анализ результатов имитационного моделирования.

Таким образом, использование метода автоматизированного синтеза имитационных моделей деловых процессов на основе языка UML позволяет: определить затраты труда или стоимость исполнения делового процесса или их группы за период времени; оценить затраты труда по исполнителям или отделам; получить закон распределения выходного параметра (затраты труда, материалов или стоимость); оценить эффективность возможных изменений, в частности, связанных с внедрением информационных технологий.

Рассмотренный инструментарий дает возможность руководству предприятия определить рабочую загрузку структурных подразделений, выявить неэффективно используемые трудовые ресурсы, сравнить возможные варианты реорганизации деловых процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хубаев Г.Н. Построение имитационных моделей для оценки трудоемкости деловых процессов с использованием языка UML: препринт / Г.Н. Хубаев, С.М. Щербаков. Ростов-н/Д: РГЭУ «РИНХ», 2004. 80 с.
2. Хубаев Г.Н. Процессно-статистический подход к учету затрат ресурсов при оценке (калькуляции) себестоимости продукции и услуг: особенности реализации, преимущества / Г.Н. Хубаев // Вопросы экономических наук. 2008. № 2. С. 158-166.
3. Моделирование деловых процессов в налоговых инспекциях / А.Б. Паскачев, Ю.Д. Джамурзаев, Г.Н. Хубаев, С.Н. Широбокова; под общ. ред. Т.В. Шевцовой, Д.А. Чушкина. М.: Изд-во экономико-правовой литературы, 2006. 304 с.
4. Хубаев Г.Н. Автоматизированный синтез имитационных моделей деловых процессов / Г.Н. Хубаев, С.Н. Широбокова, С.М. Щербаков // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2008. № 4. С. 73-79.
5. Хубаев Г.Н. Конструктор имитационных моделей деловых процессов / Г.Н. Хубаев, С.М. Щербаков, А.Л. Шибаяев // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. № 2005612262. М.: РОСПАТЕНТ, 2005.

б. Широбокова С.Н. Возможности метода и программного комплекса автоматизированного синтеза имитационных моделей деловых процессов / С.Н. Широбокова, С.М. Щербаков // Компьютерное моделирование 2008: труды Междунар. науч.-техн. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. С. 259-268.

**Широбокова Светлана Николаевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института)

**Щербаков Сергей Михайлович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая информатика и автоматизация управления» Ростовского государственного экономического университета «РИНХ»

**Shirobokova Svetlana Nikolayevna** – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of «Automated systems of management» of South Russian State Technical University (of Novocherkask Politechnical Institute)

**Shcherbakov Sergey Mikhailovich** – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of «Information science in economics and automation of management» of Rostov State University of Economics «RIPE»

*Статья поступила в редакцию 16.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*



---

# ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

---

УДК 662.7

Г.В. Антропов, И.В. Трушина

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЭКРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ТОПОЧНЫХ КАМЕР МОЩНЫХ ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

*При конструировании газоплотных экранных поверхностей нагрева топки наряду с выбором геометрических размеров труб (наружного диаметра и толщины стенки) и межтрубных перемычек (ширины и толщины) необходимо определить тип набивки, количество ходов обогреваемой среды и число разъемов по высоте топки. Указанные характеристики газоплотных стен, в свою очередь, связаны с геометрическими размерами топки, которые зависят от вида и способа сжигания топлива, степени рециркуляции газов, теплонапряжений топочно-го объема и сечения топки.*

Котел, топка, развертка, напряжение.

G.V. Antropov, I.V. Trushina

## RATIONAL SCHEME SELECTION OF FURNACE CHAMBERS' HEATING SURFACES OF POWERFUL OIL-GAS BOILERS

*Making a design of closed-coupled screen heating surfaces along with the selection of the geometric sizes of tubes (outer diameter and wall thickness) and in-between pipe dam (width and thickness) it's necessary to determine type of padding, number of moves of heated environment and number of joints over the furnace. These characteristics of closed-coupled walls in their turn are connected with geometric sizes of furnace which depend on the kind and method of fuel burning, extent of gas recirculation, high-heat volume of furnace and furnace section.*

Boiler, furnace, scan-out, intension.

С целью уменьшения количества ходов  $z$  при сохранении минимально необходимых массовых скоростей обогреваемой среды  $\rho W_{\min}$  [1] целесообразно выбирать периметр топки минимально возможным. Как известно, наименьший периметр (при неизменном сечении топки) получается при приближении формы топки к квадратной. Однако уменьшение ширины парогенератора приводит к повышению заходности змеевиков и величины диаметров труб конвективных поверхностей нагрева [2], что может привести к значительному перерасходу капиталовложений в эти поверхности нагрева. С другой стороны, увеличение ширины парогенератора ограничено условиями работы глубоководных обдувочных аппаратов.

Глубина топки выбирается из условия обеспечения свободного развития факела с учетом его дальности, зависящей от размера амбразуры и скорости воздуха в горелках, т.е. определяется требованиями нормального протекания топочных процессов. С целью уменьшения локальных тепловых потоков в нижней части топочной камеры ограничивают производительность горелок, располагают их в несколько ярусов по высоте и увеличивают расстояние от крайних горелок до боковых стен.

Вопрос о типе набивки для газоплотных ограждающих поверхностей нагрева топки в настоящее время по технологическим соображениям решен однозначно в пользу панелей с вертикально расположенными трубами при восходящем движении обогреваемой среды. Причем при двух- и трехходовых схемах перепуск обогреваемой среды между ходами осуществляется наружными необогреваемыми трубами.

Выбор числа ходов среды  $z$  должен производиться исходя из условий обеспечения минимально необходимых массовых скоростей среды  $\rho W_{\min}$  и допустимых температурных разветок между соседними панелями  $\Delta t$ . Согласно [1] можно записать

$$z = V * \rho * W_{\min} * \pi * d_g^2 / 4S * D, \quad (1)$$

где  $V$  – периметр топки, м;  $d_g$  – внутренний диаметр экранной трубы, м;  $S$  – шаг экранных труб, м;  $D$  – расход среды в экранах, кг/с.

При дробном значении величины  $z$  округление должно производиться в большую сторону, а чрезмерное увеличение массовой скорости среды может ликвидироваться благодаря байпасированию первого хода или распределению потока между панелями пода и частью панелей НРЧ.

Расчеты, проведенные применительно к трубам диаметром 32x6 мм НРЧ парогенератора ТГМП-324 (блок 300 МВт), показывают, что при двухходовой схеме массовые скорости среды составляют 1770 кг/(м<sup>2</sup>·с), а при трехходовой – 2210-2945 кг/(м<sup>2</sup>·с). В первом случае они ниже, а во втором случае значительно выше минимально необходимых значений массовых скоростей [1]. При трехходовой схеме температурные разветки значительно выше, чем при двухходовой, особенно при ухудшенных режимах эксплуатации. Во избежание чрезмерных температурных разветок, гидравлических сопротивлений и расходов металла на перепускные трубы в окончательном варианте была принята комбинированная схема, в которой часть панелей фронтальной и задней стен включены параллельно подовым панелям.

Это дало возможность повысить массовые скорости в первом и втором ходах НРЧ соответственно до 2020 и 2120 кг/(м<sup>2</sup>·с). В связи с тем, что четыре панели НРЧ, включенные параллельно пододу, проходит только часть среды, энтальпия на выходе из них почти достигает значения энтальпии за первым ходом НРЧ и температурная разветка составляет всего лишь 12°C. Наибольшая температурная разветка возникает между панелями пода и второго хода среды. Она превышает установленный предел, равный 50°C. Однако, в зависимости от запаса прочности, допустимая разность температур может измениться [4].

Напряжения, возникающие из-за разности температур между трубами, снижаются вследствие релаксации. Поэтому даже при достижении значительных напряжений, превышающих допустимые напряжения от внутреннего давления, они не приводят к разрушению труб. Однако при этом происходит накопление тепловой усталости, которая при значительном числе циклов (пусков, остановов и др.), может привести к разрушению труб. В связи с этим для оценки допустимых температурных напряжений авторами [5] рекомендуется формула

$$\sigma_{t_{don}} = 0,87 * \sigma_{don} * (2 - (\sigma_{np} / \sigma_{don})^2)^{1/2} - \sigma_3^B, \quad (2)$$

где  $\sigma_{np}$  – приведенное напряжение от внутреннего давления;  $\sigma_{don}$  – допустимое напряжение оребренной трубы на основную нагрузку от внутреннего давления;  $\sigma_3^B$  – эквивалентное напряжение от сил веса и давления наддува в топке. Температурные напряжения наиболее нагруженной трубы  $\sigma_t$  должны быть не больше величины  $\sigma_{t_{don}}$ .

В соответствии с этой формулой в рассмотренном примере парогенератора ТГМП-324 могут быть допущены разности температур между ходами НРЧ и подом больше  $50^{\circ}\text{C}$ , так как в трубах на этом участке имеются большие запасы прочности вследствие сравнительно малых тепловых потоков. Большие разности температур могут быть допущены также при пониженных нагрузках и работе с выключенными подогревателями высокого давления. В первом случае тепловые потоки, а во втором случае температуры среды ниже, чем при номинальной нагрузке. Возможность работы панелей с температурными развертками, незначительно превышающими  $50^{\circ}\text{C}$ , показана также в [6].

Для уменьшения температурных разверток и напряжений в газоплотных экранных стенках необходимо панели, охлаждаемые средой с более высокой энтальпией, располагать в зоне меньших тепловых потоков, например, в углах топки. Панели же, размещаемые в зоне наибольших тепловых потоков (например, на боковых стенах топки), должны охлаждаться средой с наименьшей температурой.

Основным вопросом при проектировании газоплотных экранных стенок является выбор числа разъемов по высоте топки (одного – при разделении на НРЧ и ВРЧ или двух – при разделении на НРЧ, СРЧ и ВРЧ).

Очевидно, что при одном разъеме высота НРЧ и приращение энтальпии в ней  $\Delta h$  больше, чем при двух разъемах. Кроме того, при увеличении  $\Delta h$  уменьшается коэффициент гидравлической развертки  $\rho_z$  и возрастает энтальпия среды на выходе из развернутых труб  $h_{\max}$ . Согласно [3], величина  $h_{\max}$  может быть определена по формуле

$$h_{\max} = h'' + (\eta_m * \eta_k / \rho_z - 1) * \Delta h, \quad (3)$$

где  $h''$  – энтальпия среды при средней температуре на выходе из хода, кДж/кг;  $\eta_m$  – коэффициент неравномерности тепловосприятия развернутых труб настенных экранов;  $\eta_k$  – коэффициент конструктивной нетождественности (отношение обогреваемой поверхности развернутой трубы к поверхности средней трубы элемента).

Так, в одноходовой НРЧ (из труб диаметром  $25 \times 5$  мм) повышение  $\Delta h$  с 670 до 754 кДж/кг приводит к снижению  $\rho_z$  с 0,866 до 0,852 и увеличению  $h_{\max}$  с 2347,1 до 2501,6 кДж/кг. При ухудшенных режимах эти величины изменяются соответственно  $\rho_z$  с 0,793 до 0,774, а  $h_{\max}$  с 2433,4 до 2610,1 кДж/кг.

Такое изменение тепловосприятия приводит к возрастанию температуры стенки труб с  $511$  до  $549^{\circ}\text{C}$  и расчетной толщины стенки трубы с 3,58 до 5,10 мм (для стали 12Х1МФ). Кроме того, при  $\Delta h = 754$  кДж/кг температура среды на выходе из развернутых труб превышает среднее значение больше, чем на  $50^{\circ}\text{C}$ .

Одним из основных препятствий к созданию газоплотных топочных экранов с одним разъемом по высоте служит гидравлическая развертка, которая приводит к увеличению энтальпии среды на выходе из наиболее обогреваемых труб НРЧ. Эту развертку можно значительно снизить путем установки шайб на водоподводящих трубах НРЧ. Однако такое шайбирование всех подводящих труб НРЧ нерационально, так как приводит к значительному повышению гидравлического сопротивления экранов топки. Наиболее целесообразным следует признать избирательное шайбирование, т.е. установку шайб на подводящих трубах только тех панелей, в которых приращение энтальпии среды наименьшее. При этом увеличится расход среды в наиболее обогреваемых панелях.

Для осуществления такого избирательного шайбирования нужно иметь данные по распределению тепловосприятия среды в экранах. Имеющийся опыт эксплуатации однокорпусных газомазутных парогенераторов типа ТГМП-314 (с уравновешенной тягой) и ТГМП-324 (с наддувом) показывает, что наибольшие тепловые потоки наблюдаются в средних панелях боковых стен, а наименьшие – в угловых панелях. Очевидно, в угловых панелях массовые скорости среды можно принимать на 15-20% меньше, чем в средних панелях стен топки.

Установка шайб на подводящих трубах НРЧ позволит также уменьшить межпанельную тепловую развертку, коэффициент которой в данном случае составляет 1,3 [3]. Причем коэффициент неравномерности тепловосприятия развернутых труб (внутри панели) невелик и при числе панелей в ходе более шести составляет 1,0-1,1. Для снижения тепловой неравномерности между панелями и внутри них необходимо уменьшить локальные тепловые потоки. Как уже было отмечено, с этой целью должна применяться рециркуляция газов в нижнюю часть топки.

#### **Выводы:**

1. Сделанные рекомендации основываются на расчетах, проведенных применительно к экранным поверхностям из труб диаметром 28×5 мм. Была рассмотрена также зависимость коэффициентов гидравлической развертки от внутренних диаметров труб при сохранении неизменным периметра топки. Для одноходовой НРЧ с приращением энтальпии в 571,5 кДж/кг (136,5 ккал/кг) коэффициенты гидравлической развертки для труб диаметром 28×5 мм, 32×6 мм и 32×5 мм соответственно равны 0,880; 0,903 и 0,910, т.е. увеличение внутреннего диаметра труб несколько уменьшает гидравлическую развертку. Вследствие этого минимально необходимые массовые скорости в развернутых трубах будут отличаться меньше, чем средние. Например, если средние минимально необходимые массовые скорости для труб диаметром 32×5 мм на 27% меньше, чем для труб диаметром 28×5 мм, то для развернутых труб эта разность уменьшится до 24,5%.

2. Меньшие гидравлические сопротивления экранов из труб диаметром 32×5 мм по сравнению с трубами диаметром 28×5 мм делают возможным применить рециркуляцию среды до более высоких нагрузок и, тем самым, улучшить температурный режим экранов. К достоинствам больших диаметров следует отнести также и то, что при одинаковых воспринятых тепловых потоках наружной поверхностью последние на внутренней поверхности будут меньше.

3. Снижение тепловых потоков на внутренней поверхности труб и энтальпии среды (вследствие больших коэффициентов гидравлической развертки) уменьшает опасность отложения солей и вызываемого этим роста температур стенки.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Змачинский А.В. Расчет предельных скоростей обогреваемой среды в газоплотных ограждающих поверхностях нагрева топки / А.В. Змачинский, Б.М. Шлейфер // Известия вузов. Энергетика. 1975. № 6. С. 16-18.
2. Шлейфер Б.М. О выборе диаметров труб в промежуточных пароперегревателях парогенераторов / Б.М. Шлейфер, А.В. Змачинский // Теплоэнергетика. 1972. № 3. С. 52-54.
3. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). М.: Энергия, 1973. 358 с.
4. Семеновкер И.Е. Исследование температурных напряжений в мембранном экране котла сверхкритического давления и допустимая разность температур / И.Е. Семеновкер, В.Б. Надлер // Теплоэнергетика. 1973. № 8. С. 35-37.
5. Корягин В.С. Температурные напряжения в цельносварных газоплотных экранах котельных агрегатов / В.С. Корягин, Б.В. Зверьков // Труды ЦКТИ. Л., 1971. Вып. 107. С. 86-87.
6. Экспериментальное исследование температурного режима газоплотной панели / Ю.И. Акимов, Г.В. Антропов, А.В. Змачинский и др. // Электрические станции. 1973. № 3. С. 27-29.
7. Резник В.И. Некоторые вопросы проектирования мощных котлоагрегатов с газоплотными стенами / В.И. Резник, Н.И. Резник, Б.М. Шлейфер // Энергомашиностроение. 1970. № 11. С. 70-73.

**Антропов Георгий Васильевич** –  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Теплоэнергетика»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Antropov Georgiy Vasilyevich** –  
Candidate of Technical Sciences,  
Assistant Professor of the Department  
of «Heat-power engineering»  
of Saratov State Technical University

**Трушина Ирина Викторовна** –  
старший специалист 2-го разряда  
Управления по технологическому  
и экологическому надзору  
Ростехнадзора по Саратовской области

**Trushina Irina Victorovna** –  
Senior Specialist of 2<sup>nd</sup> labor grade  
of Technological and Ecological  
Control Administration  
of Rostekhnadzor of the Saratov Region

*Статья поступила в редакцию 10.06.08, принята к опубликованию 22.07.08*

УДК 662.732

**В.Ф. Симонов, В.Г. Каширский, Л.В. Лёвушкина**

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМОЛЫ ПОЛУКОКСОВАНИЯ СЕРНИСТЫХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ**

*Приведен состав смолы полукоксования сернистых горючих сланцев Поволжья. Рассмотрены перспективы и возможности ее использования в промышленности области и страны. Оценена эффективность каталитического преобразования смолы полукоксования в парогазовом состоянии. Показана целесообразность такого решения, приводящего к получению остро востребованных на рынке сераорганических продуктов – тиюфена и 2-метилтиюфена.*

Сернистые горючие сланцы, режим полукоксования, фенол, установка с твердым теплоносителем, тиюфен, смола полукоксования.

**V.F. Simonov, V.G. Kashirsky, L.V. Lyovushkina**

### **PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF SULFUR SHALE OIL SEMICARBONIZATION TAR USAGE**

*The authors are describing sulfur shale oil tar of semicarbonization composition of the Volga are. They research the perspectives of its usage by the Saratov Region industry and the country's in general. They evaluate the effectiveness of catalytic transformation of the tar of semicarbonization in steam and gas condition. The practicability of such a decision which leads to the demanded on the market products is shown here.*

Sulfur shale oil, semicarbonization regime, phenol, hard heat carrier installation, tiophen, tar of semicarbonization.

Значительные запасы сернистых горючих сланцев в Поволжье до сего времени практически не востребованы. Вместе с тем условия залегания сланцев по ряду наиболее крупных и в достаточной мере разведанных месторождений позволяют вести их добычу открытым (карьерным) способом с хорошими экономическими показателями. В первую очередь это касается Коцебинского и Перелюб-Благодатовского месторождений, находящихся территориально в месте примыкания Саратовской (большая часть), Самарской и Оренбургской областей. По данным Саратовского проектно-производственного предприятия «Горняк», карьерная добыча сланца в районе участка «Рассыпновский» Коцебинского месторождения позволяет обеспечить при суммарном коэффициенте вскрыши около 4 себестоимость добычи около 80 руб. за кубический метр полезной карьерной массы. При этом усредненное содержание условного органического вещества находится в пределах 25-35% масс. на сухой сланец [1].

Технологический потенциал сернистых сланцев Поволжья реализуется путем их термической переработки в режиме полукоксования с получением сланцевой смолы для последующего производства химикатов различного назначения. Типичный состав смолы полукоксования наиболее перспективных для разработки сланцевых месторождений Поволжья приводится в табл. 1 [1]. Из данных этой таблицы видно большое сходство состава и свойств смолы полукоксования горючих сланцев основных месторождений этого ископаемого в Поволжье. Групповой состав химических соединений сланцевой смолы характеризуется следующими данными (% масс. на обезвоженную смолу):

- асфальтены – 6,74;
- основания – 3,42;
- карбоновые кислоты – 0,17;
- фенолы – 3,95;
- нейтральные соединения – 83...84.

Таблица 1

Состав смолы полукоксования различных месторождений сернистых горючих сланцев

Показатели	Наименование месторождений				
	Кашпирское	Перелюбское	Коцебинское	Рубежинское	Чаганское
Выход смолы на условную органическую массу, %	32,2	47,5	41,0	42,7	40,3
Элементный состав, %:					
С	79,2	77,58	78,82	78,99	79,44
Н	8,69	9,26	9,62	8,75	9,20
S	7,68	7,56	6,81	7,19	6,19
N	0,9	0,56	0,28	0,76	
O	3,83	5,04	4,47	4,31	5,17
Сумма гетероатомов, %	12,41	13,16	11,56	12,26	11,36
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1021	1026	1030	1030	1033

Общее содержание гетероатомов (O, S, N) в смоле полукоксования сланцев Поволжья составляет 11-13%. Это обстоятельство затрудняет возможность достаточно эффективно перерабатывать смолу в искусственное жидкое топливо углеводородного состава. Вместе с тем повышенное содержание сернистых и азотсодержащих соединений расширяет возможность использования смолы для химической переработки [2, 3].

Зародившаяся в Поволжье в 30-е годы XX века сланцехимическая промышленность не получила широкого развития. Небольшой сланцеперерабатывающий завод в г. Сызрани потреблял ежегодно не более 50 тыс. т сланца Кашпирского месторождения, добываемого шахтным способом. На протяжении нескольких последних десятилетий ассортимент выпус-

каемой этим заводом продукции остается неизменным. Это препараты медицинского (ихтиол) и ветеринарного (натрий ихтиол) назначения, а также пластификатор для изготовления полихлорвиниловых изоляционных лент и мягчитель для резины.

В середине XX века пути переработки смолы полукоксования сернистых сланцев изучались во Всесоюзном научно-исследовательском институте переработки сланцев (ВНИИПС). Исследования ВНИИПСа весьма актуальны и в начале XXI века [2, 3].

В связи с развитием в России трубопроводного транспорта газа и нефтепродуктов возрастает потребность в изготовлении полихлорвиниловых лент для защиты трубопроводов от коррозии. Экспериментально установлено, что фракции 300-425°C смолы высокосернистого волжского сланца по пластифицирующим свойствам не уступают более дорогому синтетическому пластификатору – дибутилфталату. В табл. 2 сопоставлены результаты испытаний образцов пластиката с техническими условиями на эти изделия. По ряду показателей фракции 300-425°C превосходят дибутилфталат, что является существенной основой для увеличения производства пластификатора из смолы сернистых сланцев Поволжья [4].

Таблица 2

Результаты испытаний образцов пластиката

Вид пластификатора	Качество пластиката			
	прочность на разрыв, кг/см <sup>2</sup>	удлинение при разрыве, %	диэлектрическая постоянная	морозостойкость
Фракции 300-425°C смолы кашпирского сланца	230	165	2,5	выдерживает -15°C
Фракция 300-425°C нейтральных кислородных соединений смолы	264	148	3,1	–
Дибутилфталат	120 – 150	200 – 300	5,1	–
Технические условия на пластикат	не ниже 150	не ниже 130	не выше 3,5	–

Исследованиями, выполненными во ВНИИПС, показаны и другие весьма перспективные направления переработки смолы сланцев Поволжья [2]. После выделения фенолов и пиридиновых оснований фракция высокосернистой смолы, выкипающая в интервале 200-300°C, может применяться для изготовления консистентных смазок и высокосернистых масел для тяжелонагруженных механизмов. Промышленное испытание таких смазочных материалов показало их высокое качество.

Качественной особенностью смолы полукоксования сланцев Поволжья является значительное содержание азота (0,5-0,9%), в основном в виде пиридиновых переработки оснований [3]. В азотистых основаниях смолы кашпирского сланца идентифицированы в основном метилпроизводные пиридина – 3-метилпиридин; 2, 4-; 2, 5-; 2, 6- и 3, 4-диметилпиридин. Азотистые основания необходимы для синтеза лечебных препаратов, витаминов, синтетических смол, антикоррозионных присадок и других соединений, что может существенно расширить ассортимент продуктов на основе переработки сланцевой смолы.

Содержание фенолов в смоле сернистых сланцев Поволжья не превышает 3-4%. Тем не менее, как было доложено на совещании по химии и технологии сланцев Поволжья В.Н. Лапиным (Саратов, 1956 г.), при промышленной переработке крупных партий волжского сланца на основе выделения из получаемой смолы фенолов могут быть синтезированы

щелочные соли нитропроизводных фенолов, представляющие собой весьма эффективные средства для борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур. Высококипящие фракции сланцевой смолы могут быть переработаны в битумы, остро необходимые для дорожного строительства, гидроизоляционных работ, для производства мягкой кровли. Лабораторные и производственные опыты показали высокое качество битумов из смолы сернистых сланцев. Битум готовили путем окисления кислородом воздуха при температуре 170-180°C фракции с температурой кипения выше 320°C. Полученный битум водостоек, отличается хорошей термической стойкостью и отсутствием кислотности. По содержанию асфальтенов и смол сланцевый битум близок к нефтяному окисленному. С применением сланцевого битума изготовлена опытная партия асфальтобетона для дорожного строительства. Испытания покрытия из этого асфальтобетона показали полное соответствие его качества требованиям технических норм.

Актуальность промышленной реализации процессов переработки смолы полукоксования горючих сланцев Поволжья в перечисленных выше направлениях не утрачена и в настоящее время. Вместе с тем более радикальное и экономически целесообразное направление использования волжских горючих сланцев связано с сераорганической частью смолы полукоксования. Работами НИИ химии Саратовского госуниверситета (конец 50-х годов XX столетия) было показано, что продукты термического разложения сернистых сланцев могут служить источником для промышленного получения тиофена и его производных [4]. В связи с этим в Саратовском гостехуниверситете в рамках межвузовской программы «Переработка горючих сланцев Поволжья» были предприняты исследования лабораторного характера с целью определения технологии переработки сернистого карьерного сланца, ориентированной в первую очередь на получение тиофена и его метилированных производных – сераорганических соединений, производство которых в России и странах СНГ отсутствует и которые до сего времени имеют высокую цену на мировом рынке. Были исследованы и запатентованы технологии термоокислительного пиролиза пылевидного горючего сланца в циклонном реакторе, процесс полукоксования сланца и последующего пиролиза, выделенных в жидком состоянии тяжелой и средней фракций смолы на твердом теплоносителе, процесс полукоксования с последующим термokatалитическим преобразованием парогазовых продуктов [6]. В качестве приоритетных характеристик технологий рассматривались малоотходность и соответственно широкий ассортимент товарной продукции, востребованной на мировом и отечественном рынках, высокая степень самообеспечения энергоносителями, минимальный объем выбросов в окружающую среду и уровень промышленной освоенности отдельных процессов и аппаратов.

Исходя из указанных требований, предложено в качестве головного процесса технологии полукоксование карьерного сланца в установке с твердым теплоносителем (УТТ) при температуре 450-500°C (агрегат УТТ-500, освоенный в Эстонии) с последующей термokatалитической переработкой полученной парогазовой смеси в реакторе [6]. Эффективность указанной технологии подтверждается расчетами. Согласно прогнозным оценкам, наибольшая доля в выручке от реализации товарной продукции приходится на тиофен (24%) и 2-метилтиофен (метилен) (43%). Достаточно весома доля и других видов товарной продукции (бензол, толуол, дорожный битум, газовая сера). Особенностью аппаратного оформления технологии является возможность оперативного регулирования соотношения различных видов товарной продукции, как указанных выше, так и традиционных из смолы полукоксования (технологии Сызранского завода). Отметим в заключение, что эффективность обсуждаемой технологии в значительной степени зависит от правильного подбора катализатора для термokatалитического преобразования парогазовой смеси от полукоксования в УТТ. Работы в этом направлении необходимо продолжать. Не меньшее значение имеет и обустройство схемы УТТ с оптимизацией рабочих параметров применительно к данной технологии.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Горючие сланцы – альтернативный источник топлива и сырья: материалы Междунар. науч. конф. Саратов: СГТУ, 2007. 168 с.
2. Лапин В.Н. О применении фракций сланцевой смолы в качестве пластификатора / В.Н. Лапин, З.Ф. Евстратова // Труды ВНИИПС. Вып. 7. М., 1959. С. 226-231.
3. Каменская И.Н. О химическом составе генераторной смолы сланцев Общего сырта / И.Н. Каменская, В.Ф. Полозов // Труды ВНИИПС. Вып. 5. М., 1956. 203 с.
4. Каширский В.Г. Получение тиофено-ароматического концентрата путем пиролиза сернистых сланцев Поволжья / В.Г. Каширский, Г.В. Варнакова // Горючие сланцы. 1985. № 3. Т. 2. С. 300-303.
5. Переработка высокосернистых сланцев Кашпирского месторождения / К.А. Иорудас, Г.П. Стельмах, А.И. Блохин и др. // Химия твердого топлива. 1999. № 5. С. 73-78.
6. Симонов В.Ф. Глубокая термokatалитическая переработка сернистого сланца / В.Ф. Симонов, В.Г. Прелатов // Комплексное использование тепла и топлива в промышленности: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2000. С. 26-30.

**Симонов Вениамин Федорович** –  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Промышленная теплотехника»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Simonov Veniamin Fyodorovich** –  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department  
of «Industrial heat engineering»  
of Saratov State Technical University

**Каширский Владимир Григорьевич** –  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Промышленная теплотехника»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Kashirsky Vladimir Grigoryevich** –  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department  
of «Industrial heat engineering»  
of Saratov State Technical University

**Лёвушкина Любовь Васильевна** –  
ассистент кафедры  
«Промышленная теплотехника»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Lyovushkina Lyubov Vasilyevna** –  
Assistant of the Department  
of «Industrial heat engineering»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 10.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

## **ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

---

УДК 621.391

**В.В. Гуреев, А.А. Львов**

### **МЕТОД ЦИФРОВОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ САМОРАЗОГРЕВА ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТЕРМОМЕТРОВ**

*Предложен динамический метод компенсации ошибки измерения температуры с помощью контактных термометров, вызванной диссипацией мощности возбуждающего сигнала на чувствительных элементах данных термометров. Метод основывается на линейной дискретной модели термометра первого порядка, учитывающей внутренние источники теплоты. Приведены результаты численного моделирования, подтверждающие эффективность метода.*

Измерение температуры, метод динамической компенсации, метод наименьших квадратов.

**V.V. Gureyev, A.A. L'vov**

### **DIGITAL DYNAMIC COMPENSATION METHOD OF SELF-HEATING EFFECT IN TEMPERATURE SENSORS**

*A method of dynamic compensation of temperature measurement error caused by the power dissipation in a contact thermometer's sensor is proposed. The method is based on a linear first-order discrete model of a thermometer with internal heat sources. Some outstanding results obtained from computer modeling illustrate the efficiency of the method.*

Temperature measurement, dynamic compensation method, lower-range value squares method.

Одной из составляющих ошибок измерения температуры среды с помощью термометров, имеющих внутренние источники теплоты, является перегрев чувствительного элемента (ЧЭ) термометра по отношению к температуре среды за счет данных источников теплоты [1, 2]. Особенно остро данная проблема проявляется для высокоточных резистивных термометров (термопреобразователей сопротивления) при недостаточно интенсивном теплообмене между термометром и средой [3]. В качестве примера на рис. 1 приведена идеализированная модель термометра сопротивления. Способ измерения температуры с помощью таких термометров предполагает прохождение электрического тока  $I$

(постоянного или переменного) через ЧЭ термометра. При этом на ЧЭ, сопротивление которого  $R$ , рассеивается мощность  $P = I^2R$ . За счет возникшего теплового потока (стрелки на рис. 1 показывают направление потока) температура ЧЭ  $T_s$  оказывается выше, чем температура среды  $T_m$ , на величину  $\Delta T = T_s - T_m$ , которая и является методической погрешностью измерения температуры среды, поскольку измерительный прибор фиксирует температуру только ЧЭ.

Существуют стационарные методы оценки величины саморазогрева ЧЭ термометра. Одна из таких оценок основывается на рассмотрении простой модели однородного термометра, представленной в виде дифференциального уравнения в частных производных [1]. Однако с практической точки зрения, применение подобной модели для оценки величины саморазогрева ЧЭ термометра является необоснованным по следующим причинам. Большинство эталонных средств измерения температуры являются сложными многокомпонентными изделиями, свойства которых значительно отличаются от свойств однородных термометров [2, 3]. Стационарность модели подразумевает постоянство основных параметров термометра, характеризующих его теплообмен с окружающей средой. В действительности, существует зависимость теплофизических параметров материалов, из которых изготовлен термометр, от температуры, а сам термометр может работать в широком диапазоне температур, исчисляемом сотнями градусов [4]. Во-вторых, параметры данной модели трудно поддаются определению.

По указанным причинам в точных измерениях, проводимых с помощью термометров, имеющих внутренние источники теплоты, поправку на саморазогрев ЧЭ термометра определяют экспериментально [1, 3]. В этом случае рассматривается стационарная модель термометра, описывающая стационарный процесс теплообмена между ЧЭ термометра и средой, в которую данный термометр погружен. Согласно данной модели тепловой поток  $Q_J$ , обусловленный рассеиванием мощности  $P$  на ЧЭ термометра, вызывает нагрев ЧЭ относительно температуры среды на величину

$$\Delta T = T_s - T_m = \frac{Q_J}{k_{th}} = \frac{P}{k_{th}}. \quad (1)$$

Неизвестными величинами уравнения (1) являются температура среды  $T_m$  и эффективная термическая проводимость  $k_{th}$ , определить которые возможно при проведении двух измерений температуры ЧЭ при разных мощностях тепловыделений на ЧЭ –  $P_1$  и  $P_2$ . После проведения двух измерений величина саморазогрева ЧЭ определяется как

$$\Delta T = T_{s1} - T_m = (T_{s2} - T_{s1}) \frac{P_1}{P_2 - P_1}, \quad (2)$$

где  $T_{s1}$  и  $T_{s2}$  – значения температур ЧЭ, соответствующие мощностям  $P_1$  и  $P_2$ .

Недостатком определения величины саморазогрева термометра с помощью соотношения (2) является необходимое требование стационарности процесса теплообмена между ЧЭ термометра и средой. Однако это возможно только в предельном режиме теплообмена, который характеризуется постоянством температурного поля во времени внутри термометра [5], что возможно только спустя бесконечное время с момента начала измерений. На практике определение стационарности процесса теплопередачи является отдельной задачей и сводится к определению некоторого характерного времени, по истечении которого процесс теплообмена можно считать стационарным с заданной точностью [2].

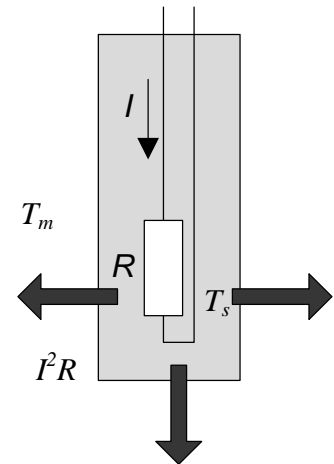


Рис. 1. Идеализированная модель термометра сопротивления

Стационарный метод компенсации саморазогрева термометра основан на проведении двух измерений, в ходе которых мощность тепловыделений на ЧЭ термометра меняется скачкообразно, а значит, в общем случае процесс теплообмена между ЧЭ и средой не является стационарным. Предположим, что температура среды во время измерений остается постоянной, а до начала измерений тепловыделения на ЧЭ отсутствовали, и термометр находился в тепловом равновесии со средой. Процесс измерения температуры сопровождается тепловыделениями на ЧЭ термометра, например, после включения измерительного тока или после подачи питания на интегральный датчик температуры. Показания температур  $T_{s1}$  и  $T_{s2}$ , необходимые для расчета величины саморазогрева по формуле (2) считываются в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  соответственно. Формула (2) верна, если температуры  $T_{s1}$  и  $T_{s2}$  измерены при стационарном теплообмене между ЧЭ и средой, что в общем случае возможно только на бесконечно больших временных интервалах  $t_1 \rightarrow \infty$  и  $(t_2 - t_1) \rightarrow \infty$ .

Определим ошибку оценки величины саморазогрева термометра, или, что эквивалентно, ошибку оценки температуры среды, в условиях нестационарного теплообмена между ЧЭ термометра и средой. Предположим, что конструкция термометра позволяет представить его в виде непрерывной математической модели первого порядка, описывающей нестационарный процесс теплообмена между его ЧЭ и средой [1, 2]. Для удобства запишем эту модель в безразмерном виде:

$$\frac{dx}{d\tau} = -x + u_T(\tau) + \rho u_P(\tau), \quad (3)$$

где  $x = \frac{T_s - T_0}{T_0}$ ,  $\tau = \frac{t}{t_c}$ ,  $u_P = \frac{P}{P_0}$ ,  $u_T = \frac{T_m - T_0}{T_0}$ ,  $\rho = \frac{P_0}{T_0 \alpha}$ ,  $t_c = \frac{C_s}{\alpha}$ . Параметрами нормировки являются температура  $T_0$ , мощность  $P_0$  и время  $t_c$ . Время  $t_c$  является показателем тепловой инерции термометра и относится к одним из важнейших параметров, характеризующих динамические свойства термометра [1-3]. Температура ЧЭ термометра, температура среды и мощность тепловыделений на ЧЭ описываются безразмерными переменными  $x$ ,  $u_T$  и  $u_P$  соответственно.

Стационарный метод компенсации саморазогрева термометра использует модель стационарного теплообмена, которая получается из модели (3), если положить  $\frac{dx}{d\tau} = 0$ , тогда

$$x = u_T + \rho u_P. \quad (4)$$

Из (4) следует, что ошибка измерения стационарной температуры среды  $u_T$ , обусловленная саморазогревом ЧЭ термометра, оценивается величиной  $\rho u_P$ . Для компенсации данной ошибки, а значит и для уточнения температуры среды  $u_T$ , необходимо произвести два измерения температуры ЧЭ при разных мощностях тепловыделения на ЧЭ. Температура среды, согласно (2), оценивается как

$$u_T = \frac{\mu x_2^* - x_1^*}{\mu - 1}, \quad (5)$$

где  $x_1^*$ ,  $x_2^*$  – температуры ЧЭ при стационарном теплообмене между ЧЭ и средой, соответствующие мощностям тепловыделений  $u_{P1}$  и  $u_{P2}$ ;  $\mu = u_{P1}/u_{P2}$  – отношение мощностей тепловыделений на ЧЭ.

Температуры  $x_1^*$  и  $x_2^*$  являются лишь предельными решениями уравнения (3). Можно определить ошибку оценки температуры среды, связанную с неправильным выбором модели термометра. Предположим, что термометр достаточно точно описывается моделью (3), в то время как температура среды оценивается по формуле (5), выведенной на основе модели стационарного теплообмена (4). Установим следующую процедуру компенсации саморазогрева ЧЭ термометра. В начальный момент времени ( $\tau = \tau_0 = 0$ ) термометр помещен в среду с постоянной температурой  $u_T$ , а температура ЧЭ равна температуре среды  $x_0 = u_T$ . Далее

начинается процесс измерения температуры, который неразрывно связан с выделением теплоты мощностью  $u_{P1}$  на ЧЭ термометра. Через интервал времени  $\tau_1$  считывается измеренное значение температуры ЧЭ –  $x_1$ . Сразу после этого запускается новое измерение, но с мощностью тепловыделений  $u_{P2}$ . Через интервал времени  $\tau_2 - \tau_1$  считывается новое измеренное значение температуры ЧЭ –  $x_2$ . Можно показать, что относительная ошибка оценки температуры среды, вычисляемой по формуле (5) для температур  $x_1$  и  $x_2$ , при установленной последовательности компенсации будет составлять:

$$\delta\epsilon_T = \frac{\epsilon_T - u_T}{\rho u_{P1}} = \exp(\tau_1 - \tau_2) - \frac{\mu}{\mu - 1} \exp(-\tau_2) + \frac{1}{\mu - 1} \exp(-\tau_1). \quad (6)$$

Относительная ошибка  $\delta\epsilon_T$  показывает, насколько хорошо удалось скомпенсировать ошибку измерения температуры среды, возникшую вследствие саморазогрева ЧЭ термометра. Поскольку важны интервалы времени между последовательными измерениями, то следует записать выражение (6) относительно данных интервалов:

$$\delta\epsilon_T = \exp(-\Delta\tau) - \frac{\mu}{\mu - 1} \exp(-\tau_1 - \Delta\tau) + \frac{1}{\mu - 1} \exp(-\tau_1), \quad (7)$$

где  $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$ .

Принято, что мощности тепловыделений во время двух этапов измерения отличаются в 2 раза [3]. Например, для термометров сопротивления амплитуды измерительных токов отличаются в  $\sqrt{2}$  раз. В последовательности процедуры компенсации значение  $\mu = u_{P1} / u_{P2}$  может быть меньше или больше 1. Для  $\mu < 1$  мощность тепловыделений на ЧЭ после первого измерения температуры ( $\tau > \tau_1$ ) больше, чем первоначальная мощность, а значит ЧЭ постоянно разогревается. Если  $\mu > 1$ , то мощность тепловыделений в процессе компенсации уменьшается, что приводит к охлаждению ЧЭ. Анализ уравнения (7) показал, что при  $\mu < 1$  существует идущая из начала координат ( $\tau_1 = \tau_2 - \tau_1 = 0$ ) линия, находясь на которой, можно получить полную компенсацию ошибки измерения температуры среды, то есть на которой  $\delta\epsilon_T = 0$ . Для отношения  $\mu > 1$  такой линии нет, а минимизация ошибки измерения температуры достигается путем одновременного увеличения интервалов времени  $\tau_1$  и  $\tau_2 - \tau_1$ . Полная компенсация для случая  $\mu < 1$  достигается при следующем соотношении временных интервалов:

$$\Delta\tau = \ln\left(1 + \frac{1 - \mu}{\mu} \exp(\tau_1)\right) - \ln\left(\frac{1}{\mu}\right). \quad (8)$$

Если  $\frac{1 - \mu}{\mu} \exp(\tau_1) \gg 1$ , то можно записать приближенное соотношение:

$$\Delta\tau \approx \tau_1 - \ln\left(\frac{1}{1 - \mu}\right), \quad \tau_1 > \ln\left(\frac{1}{1 - \mu}\right). \quad (9)$$

Если в (9) использовать точное равенство, то полной компенсации ошибки измерения температуры среды не будет, а величина относительной ошибки будет определяться соотношением:

$$\delta\epsilon_T = \frac{\mu}{(1 - \mu)^2} \exp(-2\tau_1). \quad (10)$$

С практической точки зрения, использование выражения (8) для получения оптимальных соотношений между временными интервалами измерений температуры среды является неоправданным, поскольку необходимо с такой же точностью знать значение показателя тепловой инерции термометра  $t_C$  при условии, что динамическая модель (3) адекватно описывает процесс теплообмена между ЧЭ термометра и средой. Предпочтительнее использо-

вать соотношение (9), для которого относительная ошибка оценки температуры среды вычисляется по формуле (10).

Полученные оценки легко переводятся в абсолютные величины. С учетом нормировки относительная ошибка измерения температуры среды запишется в виде:

$$\delta \epsilon_m = \frac{T_m^{\text{ф}} - T_m}{\Delta T} = \exp\left(-\frac{\Delta t}{t_c}\right) - \frac{\mu}{\mu - 1} \exp\left(-\frac{t_1 + \Delta t}{t_c}\right) + \frac{1}{\mu - 1} \exp\left(-\frac{t_1}{t_c}\right),$$

где  $\Delta t = t_2 - t_1$ ;  $\mu = P_1/P_2$ , а условие оптимального соотношения между временными интервалами измерений температуры:

$$\Delta t = t_1 - t_c \ln\left(\frac{1}{1 - \mu}\right), \quad t_1 > t_c \ln\left(\frac{1}{1 - \mu}\right).$$

Представление термометра в виде непрерывной линейной математической модели первого порядка (3) позволило модифицировать стандартную процедуру компенсации саморазогрева ЧЭ термометра таким образом, что она стала менее чувствительна к нестационарности теплообмена, обусловленной скачкообразным изменением мощности тепловыделений на ЧЭ. Поскольку компенсация происходит в условиях изменяющейся температуры ЧЭ, то данный метод следует назвать динамическим [6].

Существенным недостатком динамического метода компенсации саморазогрева ЧЭ термометра, основанного на непрерывной модели (3), является необходимость оценки показателя тепловой инерции термометра  $t_c$  каким-либо другим способом. Проблема усугубляется тем фактом, что данный параметр зависит от многих факторов помимо конструктивных особенностей конкретного экземпляра термометра: от температуры термометра, от качества теплового контакта между термометром и средой и от состояния самой среды. В общей сложности, показатель тепловой инерции может меняться в десятки раз [2, 3]. В условиях неопределенности показателя тепловой инерции возникает и неопределенность результата динамической компенсации саморазогрева ЧЭ термометра.

С другой стороны, процедура компенсации саморазогрева ЧЭ термометра имеет четко определенный алгоритм, отклонение от которого может привести к серьезным ошибкам определения температуры среды. Эта жесткая привязанность к алгоритму метода, в частности, приводит к тому, что при периодической компенсации необходимо возвращаться к исходному состоянию, которому соответствует стационарный теплообмен между ЧЭ термометра и средой при отсутствии тепловыделений на ЧЭ.

Проведенный анализ приводит к тому, что в основе нового метода должна лежать дискретная модель нестационарного теплообмена между ЧЭ термометра и средой, связывающая все входные воздействия (температура среды и мощность тепловыделений на ЧЭ) с температурой ЧЭ термометра. Принцип построения дискретных линейных моделей на основе имеющихся непрерывных моделей системы описан в [7]. Приведем следующую линейную дискретную модель нестационарного теплообмена между ЧЭ термометра и средой:

$$x_n = \sum_{i=1}^q a_i x_{n-i} + \sum_{i=1}^q b_i u_{pn-i} + \sum_{i=0}^q c_i u_{Tn-i}, \quad (11)$$

где  $x = \frac{T_s - T_0}{T_0}$  – нормированная температура ЧЭ;  $u_p = \frac{P}{P_0}$  – нормированная мощность тепло-

выделений на ЧЭ;  $u_T = \frac{T_m - T_0}{T_0}$  – нормированная температура среды;  $n$  – дискретное время;  $q$  –

порядок дискретной модели. Модель (11) известна в литературе как модель распределенного лага [8]. Структура модели (11) получена на основе анализа непрерывных линейных моделей нестационарного теплообмена между ЧЭ термометра и средой, записанных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. При этом предполагалось, что мощность тепловыделений

на ЧЭ  $u_p$  меняется скачкообразно, а интервалы времени, в течение которых она остается постоянной, кратны шагу дискретизации. Температура  $u_T$ , в отличие от мощности  $u_p$ , изменяется плавно, поэтому ее не следует фиксировать на интервале времени одного отсчета. При определении структуры данной модели для  $u_T$  использовался экстраполятор первого порядка. Если температура среды  $u_T$  является постоянной величиной, то модель (11) упрощается:

$$x_n = \sum_{i=1}^q a_i x_{n-i} + \sum_{i=1}^q b_i u_{p_{n-i}} + \Delta_T, \quad (12)$$

где  $\Delta_T = \sum_{i=0}^q c_i u_{T_{n-i}}$ . При известных параметрах  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $\Delta_T$ , разностное уравнение (12) определяет температуру ЧЭ термометра в момент времени  $n$  по известным значениям мощностей тепловыделений  $u_p$  в моменты времени  $n, n-1, \dots, n-q$ . Это означает, что в рамках численного моделирования можно воспользоваться стандартной стационарной процедурой компенсации саморазогрева ЧЭ термометра, заменяя его математической моделью (12). Стационарный метод компенсации саморазогрева ЧЭ термометра требует знания двух значений температур, соответствующих различным мощностям тепловыделений на ЧЭ в условиях стационарного теплообмена между ЧЭ и средой. Согласно уравнению (12) данные значения температур вычисляются по формуле

$$x_{1,2}^* = \frac{\sum_{i=1}^q b_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} u_{p_{1,2}}^* + \frac{\Delta_T}{1 - \sum_{i=1}^q a_i}, \quad (13)$$

где  $x_i^*$  – установившееся значение температуры ЧЭ, соответствующее постоянной мощности тепловыделений  $u_{p_i}^*$ . Подставляя (13) в формулу (5) для оценки температуры среды, получим

$$u_T = \frac{\Delta_T}{1 - \sum_{i=1}^q a_i}. \quad (14)$$

Для оценки температуры среды по формуле (14) необходимо знание параметров модели (12), идентификация которых осуществляется по набору экспериментальных данных: значения температур ЧЭ термометра и значения мощностей тепловыделений на ЧЭ в дискретные моменты времени  $n$ . Существует несколько способов оценки параметров моделей распределенного лага.

Проведем анализ возможности применения МНК-оценивания [8] параметров модели (12) для  $q = 1$ . Данной дискретной модели будет соответствовать непрерывная модель первого порядка (3), но с постоянной температурой среды  $u_T = \text{const}$ . Значения измеряемой температуры ЧЭ  $x_n$  зашумлены в большей степени из-за помех, вносимых вторичным измерительным прибором, поэтому значение измеряемой температуры ЧЭ является суммой детерминированной составляющей, определяемой моделью (3) в момент времени  $\tau_n$  или (12) в момент времени  $n$ , и случайного воздействия  $\xi_n$

$$y_n = \sum_{i=1}^q a_i y_{n-i} + \sum_{i=1}^q b_i u_{p_{n-i}} + \Delta_T + \xi_n, \quad (15)$$

где будем считать, что  $\xi_n$  имеют нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием. Для МНК-оценивания запишем (15) в матричной форме для  $N$  измерений:

$$\mathbf{y} = \mathbf{F}_{\mathbf{y}\mathbf{u}} \boldsymbol{\beta},$$

где  $\mathbf{y} = (y_n, y_{n+1}, \dots, y_{n+N-1})^T$ ,  $\boldsymbol{\beta} = (a_1, b_1, \Delta_T)^T$ ,  $\mathbf{F}_{\mathbf{y}\mathbf{u}}$  – матрица плана эксперимента из (15).

В соответствии со стандартной процедурой МНК оценки коэффициентов модели (15) определяются по формуле [8]

$$\mathbf{\beta} = (\mathbf{F}^T \mathbf{y}_u \mathbf{F}_{y_u})^{-1} \mathbf{F}^T \mathbf{y}_u \mathbf{y} . \quad (16)$$

Далее коэффициенты (16) подставляются в формулу (14) для нахождения оценки температуры среды. При добавлении новых наблюдений объем выборки остается прежним, а коэффициенты пересчитываются по формуле (16).

Предположим, что нестационарный процесс теплообмена между ЧЭ термометра и средой адекватно описывается моделью (3), где для определенности положим  $\rho = 1$ . Тогда при ступенчатом изменении мощности тепловыделений  $u_p$  на 1 температура ЧЭ  $x$  также увеличится на 1. Пусть мощность тепловыделений на ЧЭ во время измерения температуры меняется скачкообразно в виде меандра:

$$u_p(\tau) = \begin{cases} u_{p1} = 1, & \left(n + \frac{M}{2}\right)h \leq \tau < (n + 2M)h; \\ u_{p2} = 2, & nh \leq \tau < (n + M)h, \end{cases} \quad (17)$$

где  $2M$  – период меандра;  $h$  – временной шаг выборки значений температуры. При периодическом возмущении (17) общее решение уравнений (3) содержит как собственное решение, так и вынужденное решение, не зависящее от начальных условий, причем при  $\tau \rightarrow \infty$  остается только вынужденное решение. Для выполнения процедуры компенсации саморазогрева ЧЭ в рамках численного эксперимента выбирались значения  $u$  по истечении интервала времени, во много раз превышающего показатель тепловой инерции термометра, а именно полагалось  $\tau = 20$  (в 20 раз больше показателя тепловой инерции), что гарантирует отсутствие влияния начального состояния термометра. Оценки коэффициентов дискретной модели (15) определялись по формуле (16) для объема выборки  $N = 50$  с шагом  $h = 0,1$ . Показателями эффективности МНК-оценивания параметров модели (15) для нахождения оценки температуры среды  $\mathcal{E}_T$  являются смещение и ширина доверительного интервала оценки  $\mathcal{E}_T$ . Для нахождения данных показателей было получено  $L = 50$  реализаций  $y_n$ , для которых были найдены оценки  $\mathcal{E}_{T_i}$ . Среднее значение  $\tilde{u}_T$  и дисперсия  $s^2[\mathcal{E}_T]$  находились по известным формулам [8]. После этого смещение и ширина доверительного интервала определяются по формулам

$$\Delta u_T = \tilde{u}_T - u_T, \quad -t_\alpha s^2[\mathcal{E}_T] \leq \tilde{u}_T - \mathcal{E}_T \leq t_\alpha s^2[\mathcal{E}_T].$$

Величина  $t_\alpha$  берется из таблицы распределения Стьюдента при числе степеней свободы  $\nu = L - 1$  и уровне значимости  $\alpha$ . Максимальная ошибка оценки  $\mathcal{E}_T$  будет определяться как сумма смещения и ширины доверительного интервала:

$$\Delta \mathcal{E}_T = \tilde{u}_T - u_T + 2 \operatorname{sgn}(\tilde{u}_T - u_T) t_\alpha s^2[\mathcal{E}_T],$$

где  $\operatorname{sgn}(x)$  обозначает операцию нахождения знака выражения в скобках.

Численное моделирование показало, что величина суммарной ошибки оценки температуры среды зависит как от дисперсии шумовых воздействий, так и от периода меандра возмущения  $u_p$ . Зависимость относительной ошибки оценки температуры среды  $\delta \mathcal{E}_T = \frac{\Delta \mathcal{E}_T}{\rho u_{p1}}$

от соотношения между периодом возмущения  $\Delta \tau_p = 2Mh$  и интервалом выборки  $\Delta \tau_N = Nh$  представлена на рис. 2. Величина среднеквадратического отклонения (СКО) случайного воздействия устанавливалась на уровне 1% от величины саморазогрева ЧЭ при мощности  $u_{p1}$  в условиях стационарного теплообмена между ЧЭ и средой, то есть  $\sigma = 0,01$  для данных параметров модели. Ширина доверительного интервала определялась для доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Ошибка оценки температуры данным методом зависит от периода изменения мощности тепловыделений на ЧЭ термометра и стремится к минимальному значению при приближении данного



периода к интервалу времени выборки значений температуры ЧЭ, по которым осуществляется идентификация дискретной модели.

Таким образом, предложен динамический метод компенсации ошибки измерения температуры с помощью контактных термометров, вызванной диссипацией мощности возбуждающего сигнала на чувствительных элементах данных термометров. В основе метода лежит параметрическая идентификация линейной дискретной модели термометра первого порядка по экспериментальным данным, полученным путем модуляции мощности тепловыделений на ЧЭ термометра. При периодической компенсации метод позволяет осуществлять компенсацию с частотой, равной частоте измерения температуры ЧЭ.

Ошибка оценки температуры данным методом зависит от периода изменения мощности тепловыделений на ЧЭ термометра и стремится к минимальному значению при приближении данного периода к интервалу времени выборки значений температуры ЧЭ, по которым осуществляется идентификация дискретной модели.

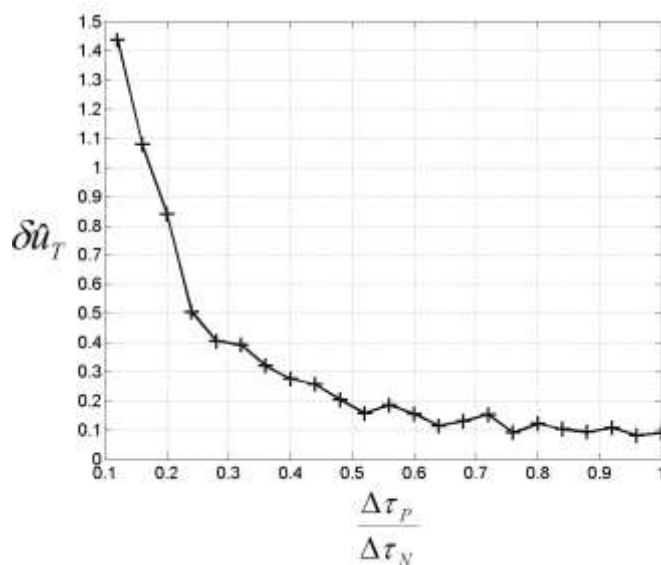


Рис. 2. Величина суммарной относительной ошибки оценки температуры среды

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Температурные измерения / О.А. Герашенко, А.Н. Гордов, А.К. Еремина и др. Киев: Наукова думка, 1989. 704 с.
2. Michalski L. Temperature Measurement / L. Michalski, K. Eckersdorf, J. Kucharski. UK: John Wiley&Sons Ltd, 2001. 501 p.
3. Preston-Thomas H. Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990 / H. Preston-Thomas, P. Blombergen, T.J. Quinn. Sevres: BIPM, 1990. 363 p.
4. Физические величины: справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 315 с.
5. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учеб. пособие для вузов / В.А. Осипова. М.: Энергия, 1979. 320 с.
6. Миникес Р.Э. Определение температурных поправок к показаниям измерительных приборов в условиях динамического температурного режима / Р.Э. Миникес // Измерительная техника. 2007. № 1. С. 50-52.
7. Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Б. Гоулд, Л. Рабинер; пер. с англ. М.: Мир, 1978. 848 с.
8. Вучков И.Н. Прикладной линейный регрессионный анализ / И.Н. Вучков, Л.Н. Бояджијева, Е.Б. Солаков. М.: Финансы и статистика, 1987. 239 с.

**Гуреев Владимир Валерьевич** – аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

**Gureyev Vladimir Valeryevich** – Graduate Student of the Department of «Technical cybernetics and information science» of Saratov State Technical University

**Львов Алексей Арленович** –  
доктор технических наук, профессор кафедры  
«Техническая кибернетика и информатика»  
Саратовского государственного  
технического университета

**L'vov Aleksey Arlenovich** –  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department of «Technical  
cybernetics and information science»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 30.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 621.372

**И.К. Гурьев**

### **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНЕТРОНОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАРМОНИКАХ ОСНОВНОГО ВИДА КОЛЕБАНИЙ**

*Рассматривается модель магнетрона, учитывающая разрезную структуру анодного блока, наличие пространственных гармоник, конкуренцию видов колебаний. Приводится анализ физических явлений в магнетроне миллиметрового диапазона длин волн, работающем на «минус первой» гармонике.*

Компьютерное моделирование, магнетрон, разрезная структура анода, гармоника, конкуренция видов колебаний.

**I.K. Guryev**

### **MAGNETRONS COMPUTER SIMULATION OPERATING AT HARMONICS OF THE FUNDAMENTAL MODE OF OSCILATION**

*This the research of the magnetron model which takes into account split anode structure, spatial harmonics and possibility of several modes to occur and to mutually compete. The analysis of physical effects in magnetron oscillators operating at the millimeter wave band using spatial harmonics is presented.*

Computer simulation, magnetron, split anode structure, harmonic, competition of oscillation modes.

Потребности радиолокации вызывают повышенный интерес к разработке и совершенствованию генераторов миллиметрового диапазона длин волн. Однако с увеличением рабочей частоты размеры пространства взаимодействия магнетронов уменьшаются, а число резонаторов анодного блока возрастает. В связи с этим возникают технологические трудности при создании таких приборов. Поэтому часто работа таких приборов осуществляется на следующей после основной пространственной гармонике. Это позволяет уменьшить число резонаторов анодного блока.

Существующее математическое и программное обеспечение магнетронных генераторов, построенное в одноволновом приближении и приближении гладкого анода, оказывается не в состоянии полностью учесть особенности магнетрона, работающего на гармонике основного вида.

В статье описывается численная модель магнетрона, основанная на методе крупных частиц и численном пошаговом интегрировании основных уравнений, с целью получения самосогласованного решения задачи. В основу модели положена численная многопериодная модель магнетрона [1]. При этом модель была дополнена учетом большого числа факторов, ранее находившихся за пределами компьютерных расчетов. К ним относятся: учет разрезной структуры анода, наличия гармоник, стоячих волн и конкуренции разных видов колебаний [2, 3]. Таким образом, электронно-волновое взаимодействие гармоники рабочего вида колебаний рассматривается с учетом других колебаний и их конкуренции.

Расчет гармоник каждого вида, обусловленных разрезным анодом, проводится следующим образом. Пусть в магнетроне возможно возбуждение колебаний с номером  $n$ . Предположим, в фиксированный момент времени потенциалы ламелей с номерами  $k = 1 \dots N$ , где  $N$  – число резонаторов, имеют значения

$$U_k = A \cos\left(\frac{2\pi n}{N}(k-1)\right), \quad (1)$$

а между ламелями на уровне анода потенциал меняется по линейному закону.

После разложения потенциала в ряд Фурье и решения волнового уравнения в квазистатическом приближении (фазовая скорость волны много меньше скорости света) получаем выражение для ВЧ-потенциала в пространстве взаимодействия

$$U(r, \varphi, t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} A_m \frac{sh(\gamma_m y)}{sh(\gamma_m d)} \cos(\gamma_m \varphi) \cos(\omega t), \quad (2)$$

где  $y = \ln\left(\frac{r}{r_k}\right)$ ,  $d = \ln\left(\frac{r_a}{r_k}\right)$ ;  $r_k$  – радиус катода;  $r_a$  – радиус анода;  $A_m = (-1)^{\frac{|2m+1|-1}{2}} \frac{n^2 \sin\left(\frac{\pi \gamma_m \mu}{N}\right)}{\gamma_m^2 \sin\left(\frac{\pi n \mu}{N}\right)}$ .

Постоянные распространения  $\gamma_m = |n + mN|$ , где  $m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$  – номер гармоники. Таким образом, ВЧ-потенциал представлен суммой гармоник: основная с индексом  $m=0$ , первая отличная от нуля или минус первая (с индексом  $m = -1$ ), вторая отличная от нуля или плюс первая (с индексом  $m = +1$ ).

Статические поля в пространстве взаимодействия и в межламельном пространстве рассчитываются численным методом с использованием метода сеток.

Поля пространственного заряда находятся путем решения уравнения Пуассона в пространстве взаимодействия методом последовательных приближений. Суть метода заключается в следующем. Для каждого узла пространственной сетки записывается уравнение Пуассона в разностной форме. Задается начальное решение в виде нулевого (на первом временном шаге моделирования) и в виде значения, полученного на предыдущем шаге (для последующих шагов). Для каждого узла вычисляется новое значение потенциала из заданных значений потенциалов в узлах, окружающих его. Вычисление производится до тех пор, пока максимальное изменение потенциала не будет превышать заданного значения относительной погрешности.

В остальном модель принципиально не отличается от существующих численных моделей. На основе изложенной модели составлена программа расчета. Сходимость и устойчивость исследовались путем вариации служебных параметров и определения пределов их вариации. Адекватность модели проверялась путем сравнения с экспериментальными данными. Показано, что учет всех гармоник почти в два раза уменьшает расчетные значения выходной мощности и КПД (при фиксированном анодном напряжении) по сравнению с моделью, использующей приближение гладкого анода, и приближает их к эксперименту (рис. 1).

Модель позволяет анализировать физические процессы в скрещенных полях с учетом сложного ВЧ сигнала (возможность возбуждения разных видов колебаний, наличие гармоник) и сложной геометрии пространства взаимодействия (наличие щелей анода).

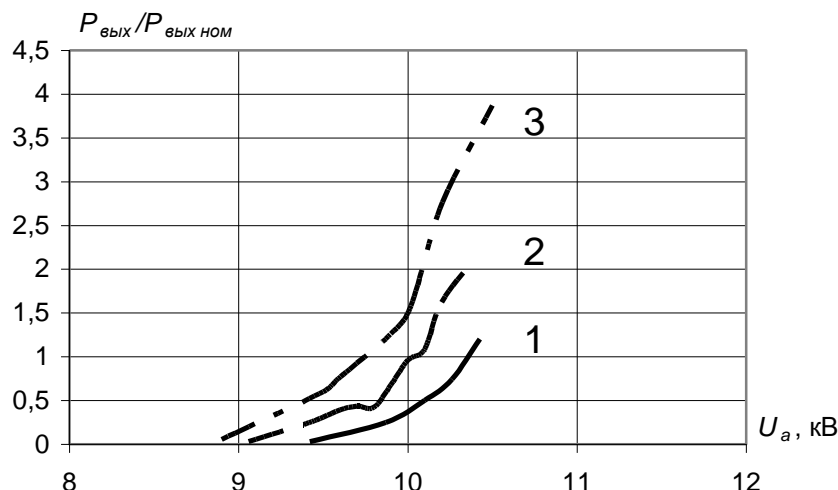


Рис. 1. Зависимость выходной мощности от анодного напряжения магнетрона миллиметрового диапазона: экспериментальная кривая (1), рассчитанная по предложенной модели (2) и рассчитанная по модели с приближением гладкого анода (3)

Показано, что уменьшение КПД расчетного и приближение его к экспериментальному значению связано с наличием основной гармоники. Основная гармоника, не будучи синхронной с электронным потоком, имеет амплитуду, много большую, чем синхронная гармоника, и оказывает влияние на траектории электронов, вызывая дополнительные потери на аноде и катоде (рис. 1).

Проанализировано влияние эмиссии на процессы в приборе. Увеличение эмиссии (больше, чем требуется для поддержания заряда) может увеличить КПД, т.к. разрушает электронные сгустки «солитонного» типа. Эти сгустки возникают случайным образом, но обладают устойчивостью [5, 6] и являются специфической особенностью магнетронов, работающих в миллиметровом диапазоне и имеющих электронную втулку, почти полностью заполняющую пространство между катодом и анодом. Разрушение этих сгустков, не связанных с ВЧ-полями, ведет к уменьшению паразитного «нулевого» тока, обусловленного прямым (без ВЧ-полей) токопрохождением электронов на анод.

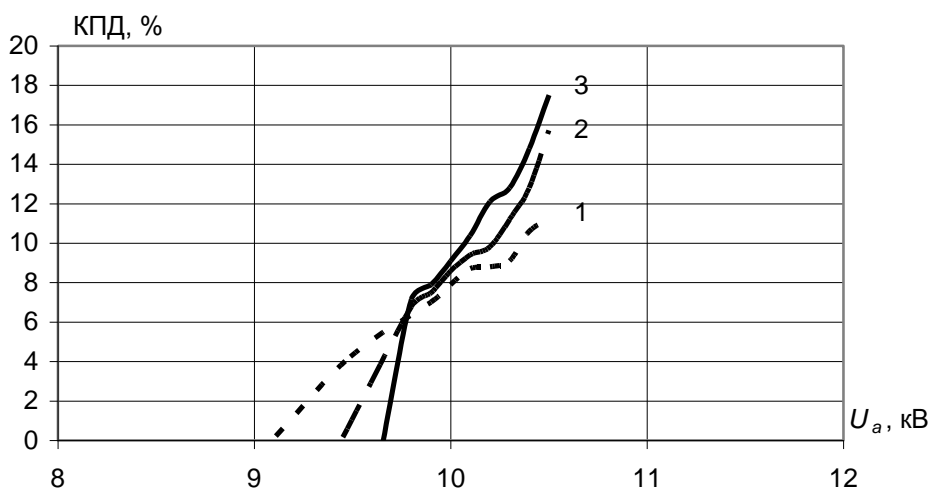


Рис. 2. Зависимость КПД от анодного напряжения при значениях максимального коэффициента вторичной эмиссии 1.8 (1), 2.3 (2) и 2.7 (3)

Выявлены особенности конкуренции разных видов. Показано, что конкуренция с видом, имеющим номер, на единицу меньший, чем рабочий вид, определяет нижнюю границу генерации, в то время как конкуренция с видом, имеющим номер больше на единицу, практически не влияет на верхнюю границу генерации (рис. 3).

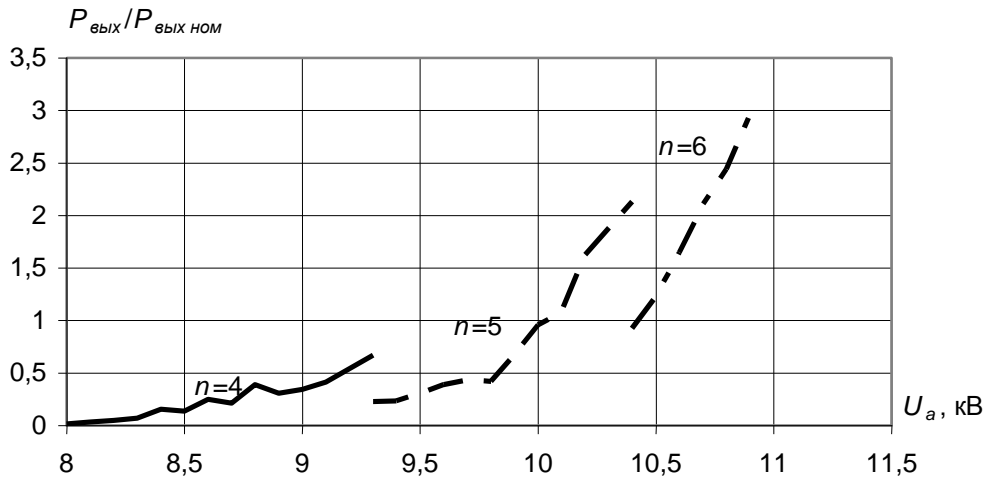


Рис. 3. Изменение доминирующего вида колебаний с изменением режима питания: (зависимость выходной мощности от анодного напряжения), где  $n$  – номер вида

Анализ изменения амплитуд во времени (от «затравочного» до устойчивого значения) показал, что возможно так называемое «эстафетное» возбуждение видов (рис. 4). Это связано с тем, что вид с номером  $n=5$  находится в синхронизме с электронным потоком (в области «основания», или «подошвы») втулки, а вид с номером  $n=4$  имеет лучшее условие синхронизма в прианодной области (в области вершины спицы).

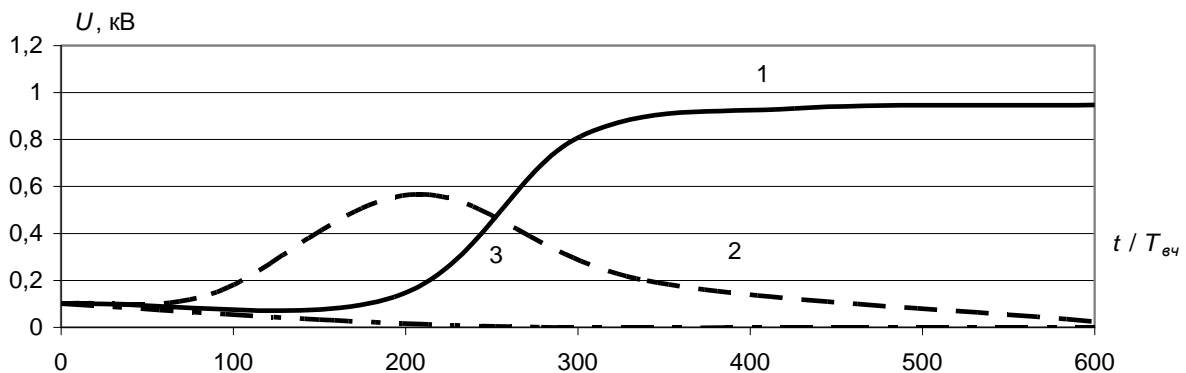


Рис. 4. Зависимость амплитуд трех видов колебаний  $n=4$  (1),  $n=5$  (2),  $n=6$  (3) от времени моделирования ( $T_{вч}$  – ВЧ период колебаний вида  $n=4$ )

Созданная программа расчетов может быть использована и с практическими целями, например, для оптимизации приборов на стадии их разработки. Методика заключается в расчете ВАХ с учетом конкуренции возможных видов и вариацией параметров, значения которых не определены точно или в отношении которых имеются сомнения. На рис. 5 показан пример таких расчетов. Уменьшение радиуса катода при неизменном радиусе анода позволяет существенно увеличить КПД, однако при этом теряется устойчивость работы, т.к. происходит уменьшение предельного значения выходной мощности (мощности при срыве колебаний) и приближение ее к номинальному значению.

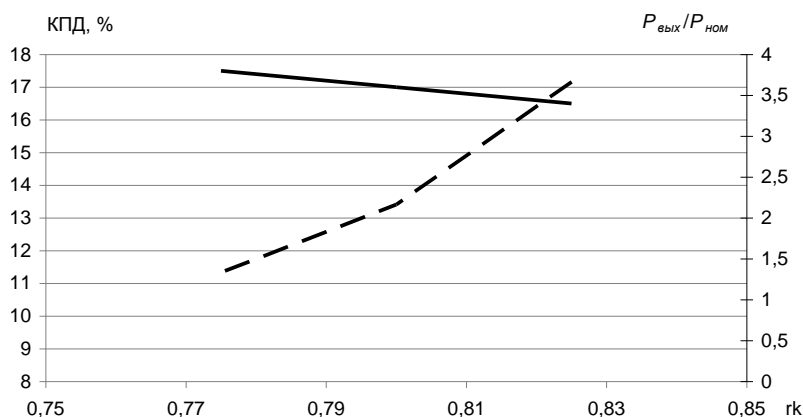


Рис. 5. Зависимость КПД в номинальном режиме (сплошная линия) и выходной мощности при срыве (пунктир) от радиуса катода (при неизменном радиусе анода)

Таким образом, как представляется, созданная модель, учитывающая разрезную структуру анода, наличие гармоник, конкуренцию видов, описывает характеристики магнетрона более близко к экспериментальным данным, чем модели, основанные на одноволновом приближении и приближении гладкого анода. Модель может быть использована для анализа физических эффектов при многоволновом взаимодействии в скрещенных полях, а также в практических задачах - оптимизации разрабатываемых приборов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байбурин В.Б. Многопериодная численная модель магнетронного генератора на основе метода крупных частиц / В.Б. Байбурин, А.А. Терентьев, С.Б. Пластун // Радиотехника и электроника. 1996. Т. 41, № 2. С. 236-240.
2. Терентьев А.А. Моделирование магнетронов с учетом разрезной структуры анода / А.А. Терентьев, И.К. Гурьев // Прикладные исследования в радиофизике и электронике: сб. науч. ст. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2001. С. 15-17.
3. Гурьев И.К. Анализ особенностей работы магнетронов на гармониках основного вида колебаний / И.К. Гурьев, В.П. Еремин, А.А. Терентьев // Моделирование в радиофизических устройствах: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2003. С. 29-33.
4. Бербасов В.А. Экспериментальное исследование роли флуктуаций электрического поля в механизме токопрохождения в магнетронном диоде в режиме отсечки / В.А. Бербасов, М.И. Кузнецов, С.В. Степанов // Известия вузов. Радиофизика. 1968. Т. XI, № 9. С. 1423-1430.
5. «Нулевой» ток в приборах М-типа и самоподдерживающиеся электронные сгустки / А.А. Терентьев, В.Б. Байбурин, А.В. Сысуев и др. // Письма в ЖТФ. 1998. Т. 24, № 12. С. 57-62.

**Гурьев Иван Константинович** – соискатель кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета, заместитель начальника лаборатории математического моделирования ОАО «НИИ Тантал»

**Guryev Ivan Konstantinovich** – Graduate Student of the Department of «Software support of computer engineering and automated systems» of Saratov State Technical University, Deputy Manager of Mathematical Modeling Laboratory of Research Institute «Tantal» JSC

Статья поступила в редакцию 21.07.08, принята к опубликованию 05.09.08

УДК 621.372

**В.Ю. Косолап, В.А. Коломейцев, Д.И. Карпов****ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В СВЧ-КАМЕРЕ  
РЕЗОНАТОРНОГО ТИПА ПРИ ТРЕХЩЕЛЕВОМ  
БОКОВОМ СПОСОБЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ**

*Рассмотрены структуры электрического поля в камере резонатора, заполненной диэлектрическим слоем, при возбуждении камеры трехщелевой боковой системой возбуждения. Рассчитаны коэффициенты неравномерности электрического поля в объеме диэлектрического слоя при различной высоте расположения слоя относительно системы возбуждения.*

Резонатор, электрическое поле, тепловое поле, математическое моделирование.

**V.Y. Kosolap, V.A. Kolomeitsev, D.I. Karpov****ELECTRIC FIELD STRUCTURE IN THE WORKING CHAMBER  
OF RESONATOR TYPE MICROWAVE HEATING DEVICE IN CASE  
OF THREE-APERTURE LATERAL EXCITATION**

*The structures of electric field in the resonator chamber loaded with dielectric strip in case of three-aperture lateral excitation are represented. The values of the electric field no homogeneity coefficients with different height of the arrangement of the dielectric material are calculated.*

Resonator, electric field, heat field, mathematical modeling.

В современных СВЧ-камерах резонаторного типа, как правило, используется способ возбуждения посредством одной прямоугольной щели (расположенной сбоку камеры), при этом, однако, без механического перемещения нагреваемого материала или применения диссекторов обеспечить однородную плотность тепловых источников в объеме материала невозможно [1, 2]. Для решения этой задачи представляет интерес рассмотреть использование многощелевой системы возбуждения для обеспечения требуемого распределения электрического поля в области расположения обрабатываемого материала.

Как показано в работе [3], расположение обрабатываемого материала в ближней зоне возбуждения позволяет посредством изменения свойств возбуждающей системы управлять распределением удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого диэлектрического материала и повышать уровень равномерности нагрева. Это положение апробируется при моделировании трехщелевой системы возбуждения электромагнитного поля.

В данной работе исследуется прямоугольная резонаторная камера с размерами 300×270×250 мм, что соответствует габаритам рабочей камеры СВЧ печи LG MS-192U. В камере находится диэлектрический образец в форме сплошного слоя высотой 20 мм. Возбуждение электромагнитного поля осуществляется посредством прямоугольного волновода сечением 90×45 мм и длиной 270 мм, соединенного с генератором частоты 2,45 ГГц. Проводимость стенок волновода и резонаторной камеры считается идеальной. Система возбужде-

ния представляет собой три прямоугольные щели размером 10×60 мм, расположенные на боковой стенке камеры, при этом расстояние между щелями равно половине длины волны  $H_{10}$  в прямоугольном волноводе, то есть 83,5 мм ( $\lambda_v \approx 167$  мм).

Проведение численного расчета структуры электрического поля в данной работе осуществляется на основе программы метода конечных элементов с применением принципа Галеркина и метода взвешенных невязок [2], при этом исследуются два материала с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon' = 49$  и  $\epsilon' = 25$ . Для определения структуры теплового поля в объеме нагреваемого материала исследовалась структура квадрата модуля электрического поля в резонаторе.

На рис. 1-4 (а) приведены структуры электрического поля при возбуждении тремя прямоугольными щелями. На рис. 1-4 (б) с помощью черно-белой цветовой гаммы показано распределение величины  $|\vec{E}|^2$  в объеме диэлектрического образца.

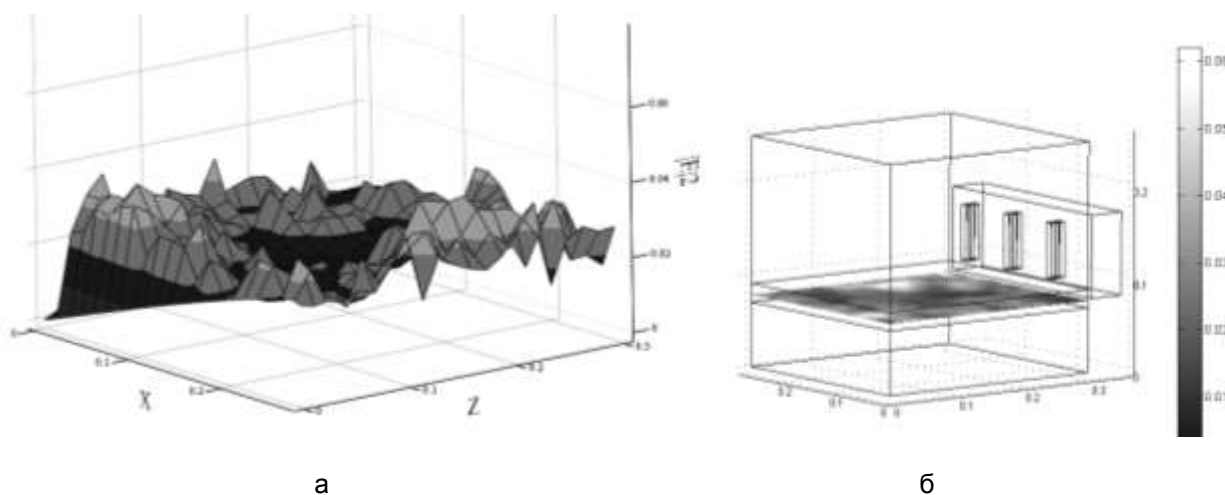


Рис. 1. Структура электрического поля в резонаторной камере. Диэлектрический образец ( $\epsilon' = 49$ ) на высоте 80 мм

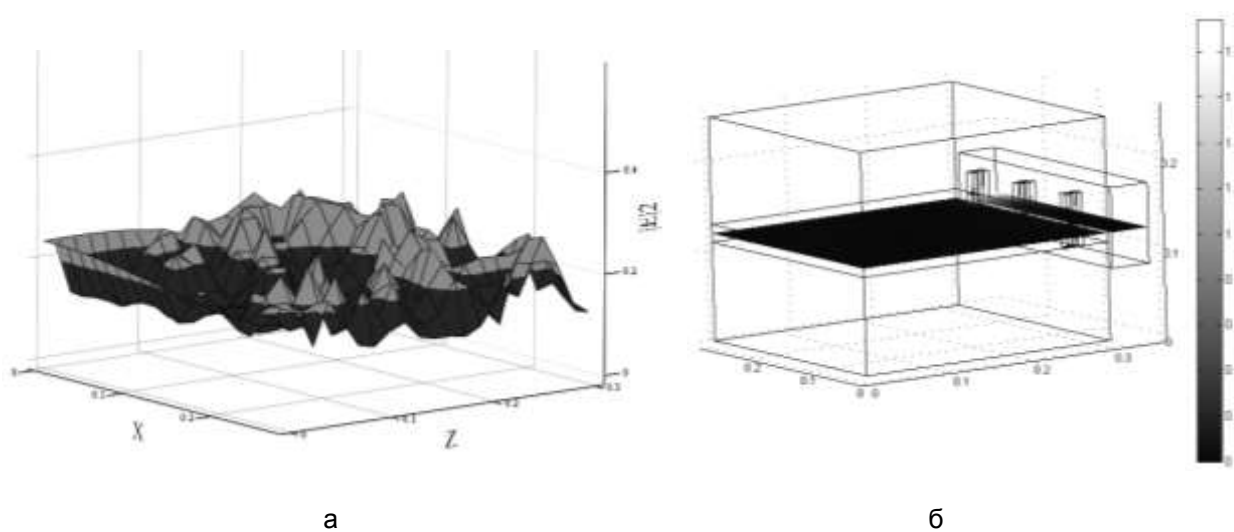


Рис. 2. Структура электрического поля в резонаторной камере. Диэлектрический образец ( $\epsilon' = 49$ ) на высоте 120 мм



Как видно из групп рис. 1-2 (а) и 3-4 (а), при перемещении образца в ближнюю зону возбуждения (на высоту 120 мм, рядом со щелями возбуждения) амплитуда напряженности электрического поля повышается.

Во всех исследованных случаях расположения диэлектрического образца помимо структуры электрического поля рассчитывались значения коэффициентов неравномерности электрического поля по формуле (1), которая аналогична формуле коэффициента неравномерности температурного поля в объеме обрабатываемого материала [1] и позволяет количественно оценить однородность структуры электрического поля:

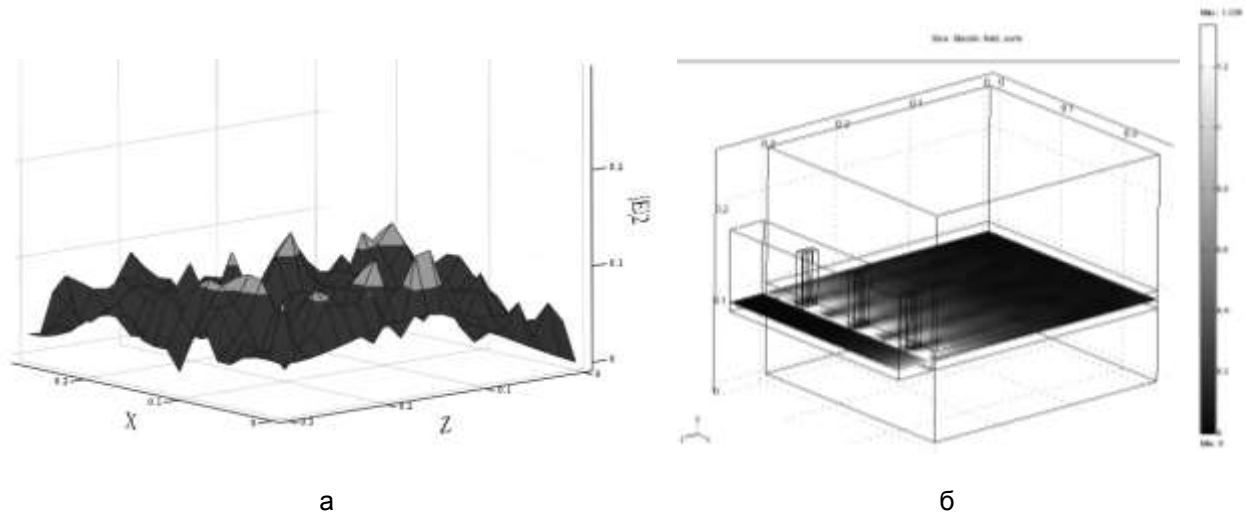


Рис. 3. Структура электрического поля в резонаторной камере. Диэлектрический образец ( $\epsilon' = 25$ ) на высоте 80 мм

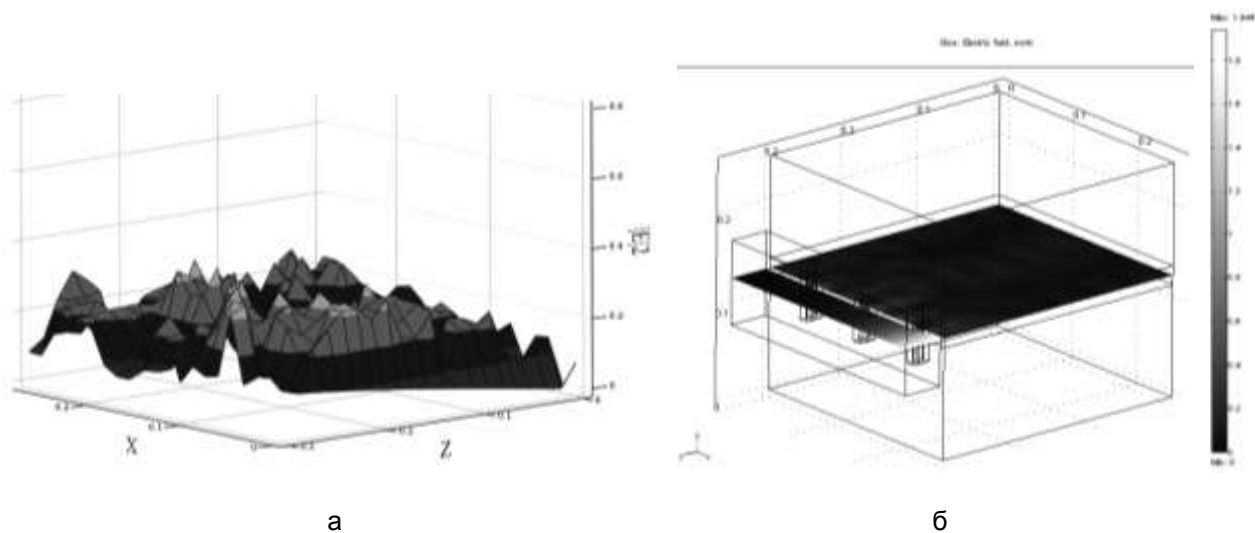


Рис. 4. Структура электрического поля в резонаторной камере. Диэлектрический образец ( $\epsilon' = 25$ ) на высоте 120 мм

$$\eta_E = \frac{\left| \vec{E} \right|_{\max}^2 - \left| \vec{E} \right|_{\min}^2}{\left| \vec{E} \right|_{\text{cp}}^2}, \quad (1)$$

где  $|\bar{E}|_{\max}^2$ ,  $|\bar{E}|_{\min}^2$ ,  $|\bar{E}|_{cp}^2$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения квадрата модуля электрического поля в объеме обрабатываемого материала.

Значения коэффициентов неравномерности представлены в таблице.

Значения коэффициента неравномерности электрического поля в диэлектрическом образце в СВЧ-камере в зависимости от высоты расположения и диэлектрической проницаемости

Диэлектрическая проницаемость образца, $\epsilon'$	Высота расположения диэлектрика, $h$ , мм	
	80	120
	Коэффициент неравномерности $\eta_E$	
49	1,71	0,97
25	1,95	1,11

Таким образом, значение коэффициента неравномерности электрического поля существенно снижается при перемещении исследуемого образца в ближнюю зону возбуждения ( $h = 120$  мм) для  $\epsilon' = 49$  и  $\epsilon' = 25$ . При этом структура электрического поля и коэффициент неравномерности определяются параметрами системы возбуждения (количеством щелей, их размером, формой и характером расположения на стенке рабочей камеры).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коломейцев В.А. Микроволновые системы с равномерным объемным нагревом. Ч. 1 / В.А. Коломейцев, В.В. Комаров. Саратов: СГТУ, 1997. 160 с.
2. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника / А.Д. Григорьев. СПб.: Лань, 2007. 704 с.
3. Критерии оценки равномерности теплового поля в области взаимодействия при СВЧ-нагреве / В.А. Коломейцев, В.В. Комаров, А.В. Цыганков, А.А. Скворцов // Технологические СВЧ-установки, функциональные электродинамические устройства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 1998. С. 35-40.

**Косолап Вадим Юрьевич** – аспирант кафедры «Радиотехника» Саратовского государственного технического университета

**Kosolap Vadim Yuryevich** – Graduate Student of the Department of «Radio techniques» of Saratov State Technical University

**Коломейцев Вячеслав Александрович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиотехника» Саратовского государственного технического университета

**Kolomeitsev Vyacheslav Aleksandrovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Radio techniques» of Saratov State Technical University

**Карпов Дмитрий Игоревич** – аспирант кафедры «Радиотехника» Саратовского государственного технического университета

**Karpov Dmitry Igorevich** – Graduate Student of the Department of «Radio techniques» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 02.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

А.А. Львов, В.А. Пыльский

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ, ПОВЫШЕНИЕ  
ТОЧНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДВУХКАНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ  
СИГНАЛА И ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ИМПЕДАНСА**

*Рассматриваются методы аппаратной и алгоритмической оптимизации двухканальных формирователей сигнала параметрических датчиков и измерителей импеданса, нацеленные на повышение точности данных устройств. Приведено описание двухканальной измерительной структуры. Разработаны система параметров обрабатываемых сигналов и оптимальные процедуры их оценки, определяемые спецификой задачи. Изложены особенности и результаты моделирования характеристик оптимизированных измерительных устройств.*

Измеритель импеданса, формирователь сигнала, планирование эксперимента.

A.A. L'vov, V.A. Pylsky

**STRUCTURE OPTIMIZATION, ACCURACY INCREASING  
AND CHARACTERISTICS MODELING OF THE TWO-CHANNEL DIGITAL  
SIGNAL CONDITIONERS AND IMPEDANCE METERS**

*The article describes the methods of hardware and algorithmic optimization of two-channel signal conditioners for modulating transducers and impedance meters. The aim of them is the accuracy increasing of named measuring devices. The description of two-channel measuring structure is given. Processed signals parameters aggregate and optimal procedures of their estimation are developed especially for the considered tasks. Specificity and results of modeling of optimized measuring devices are mentioned.*

Impedance meters, signal conditioner, experiment planning.

Формирование сигнала параметрических датчиков – задача, требующая решения для широкого класса измерительных и управляющих систем, построенных по принципу обратной связи. Ввиду разнообразия процессов, протекающих в современных технических системах, и увеличения объемов информации, обрабатываемой в них, усиливается потребность создания универсальных, гибких и высокоточных формирователей сигнала, оптимальных как по структуре, так и по точности производимых измерений. Задача включает в себя два аспекта – возбуждение (питание) параметрического датчика и преобразование изменения его рабочего параметра в форму, пригодную для обработки. Эти же аспекты характерны для задачи измерения импеданса элементов электрических цепей. Обеспечить указанные требования к устройствам такого класса позволяет метод, основанный на применении двухканальной измерительной структуры в совокупности со специализированными оптимальными алгоритмами обработки цифровой измерительной информации.

Под термином «двухканальный формирователь сигнала параметрических датчиков» (а также «двухканальный измеритель импеданса») подразумевается измерительная схема, основанная на методе сравнения сигналов, полученных по двум каналам – измерительному (*sensitive*) и опорному (*reference*). Измерительный канал формирует сигнал, полученный с подключенного к нему датчика или элемента, импеданс которого нужно определить; опорный канал – с подключенного к нему опорного элемента, характеризующегося определенным опорным импедансом. Обобщенная структура подобного устройства приведена на рисунке. Измерительных каналов может быть несколько, в соответствии с количеством включенных в цепь возбуждения исследуемых элементов.



Структура двухканального цифрового формирователя – измерителя импеданса

Авторами настоящей статьи разработаны методы обработки сигналов и структура устройства, построенного по двухканальному принципу и призванного заменить широко распространенные, но не свободные от существенных недостатков (нелинейность статической характеристики, влияние импеданса соединительных проводников и помех, наводимых в них и т.д. [1, 2]) мостовые схемы. Совокупность указанных методов и структуры получила название «токовая петля» ([2, 3]) и может быть применена в решении задач формирования сигнала пассивных датчиков и измерения импеданса.

Ряд зарубежных источников освещают разработки, базирующиеся на принципе, аналогичном описанному выше принципу двухканальности [7-9]. Однако в той или иной степени описанные разработки не являются оптимальными как с точки зрения структуры и полноты класса решаемых задач (а следовательно, универсальности), так и с точки зрения возможностей по достижению максимального уровня точности, предоставляемого двухканальной измерительной структурой. К примеру, разработка Карла Андерсона (*Karl F. Anderson*) [7] не предполагает работы с элементами с реактивным (а также смешанным, активно-реактивным) импедансом. Примененная же авторами публикации [8] схема возбуждения (питания) исследуемого элемента использует неоптимальный подход к выбору характера возбуждающего сигнала (как показано в [2], применение источника тока вместо источника напряжения более полно решает проблемы, характерные для мостовых схем и связанные с наличием соединительных проводников).

Более того, указанные разработки не предлагают вниманию исследователя методов цифровой обработки сигналов, которые все более актуальны ввиду предоставляемых потенциальных возможностей по увеличению точности производимых измерений и которые приобретают явную специфику в рамках подобных двухканальных измерительных устройств. С этой точки зрения наиболее проработана и близка к оптимальной разработка [9], включающая описание подобных методов. Однако и она по ряду параметров уступает вышеупомянутой «токовой петле».

Основной недостаток аппаратной структуры разработки, описанной в [9] – применение в цепи возбуждения исследуемого и опорного элементов источника напряжения. Это обуславливает сохранение у рассматриваемого подхода недостатков, свойственных мосто-

вым схемам – влияние импеданса соединительных проводников на результат измерения (что негативно проявляется как в задачах дистанционного сбора информации с датчиков, находящихся в сложных технологических условиях, так и в задачах прецизионного измерения импеданса), а также подмешивание к входному сигналу помех, наводимых в этих проводниках. Первая проблема частично решается посредством указанной авторами и широко распространенной четырехпроводной схемы подключения измеряемого элемента, однако в данном случае это требует применения высококачественного измерительного усилителя с большим входным сопротивлением для обработки полученного сигнала и удвоенного объема проводников, что удорожает конструкцию, но не приводит к решению второй проблемы. В работах, посвященных «токовой петле» ([2, 3]), показано, что применение источника тока вместо источника напряжения позволяет наиболее полно нивелировать эти недостатки.

Нерациональным представляется использование (особенно в портативном варианте устройства) в качестве задатчика синусоидального питающего напряжения специализированной цифровой микросхемы с 10-разрядным ЦАП на выходе, тогда как в распоряжении разработчиков имеется мощный сигнальный процессор (DSP), способный генерировать синусоидальный сигнал с разрешением вплоть до 16 разрядов на фоне основных вычислительных процессов оптимальной обработки сигналов.

Дальнейшие выкладки касаются повышения точности измерений путем оптимизации алгоритмов обработки сигналов двухканального измерителя. В первую очередь следует отметить примененную авторами [9] и, как будет показано ниже, неудачную в нескольких отношениях квадратурную запись сигналов  $u(t)$ , получаемых в измерительном и опорном каналах:

$$u(t) = \alpha \cdot \cos(2 \pi f t) + \beta \cdot \sin(2 \pi f t) + \gamma, \quad (1)$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$  – синфазная и квадратурная составляющие выходного гармонического сигнала;  $\gamma$  – постоянная составляющая сигнала;  $f$  – частота возбуждающего генератора;  $t$  – время. В предположении, что получаемые в обоих каналах дискретные отсчеты напряжения  $u(t_i)$  измеряются с малой погрешностью  $\lambda_i$ , распределенной по нормальному закону, параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  после представления (1) в матричной форме оцениваются с помощью алгоритма, подобного методу наименьших квадратов (МНК). В [4] показано, что такая оценка соответствует оценке максимального правдоподобия и является несмещенной, состоятельной и асимптотически эффективной.

Далее делается предположение о том, что малые вариации частоты питающего измерительный контур генератора  $\Delta f$  также могут быть оценены в рамках подобного же алгоритма, и после расширения вектора оцениваемых переменных компонентой  $\Delta f$  и введения некоторых дополнительных обозначений предложена итерационная процедура оценивания параметров  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  и поправки частоты  $\Delta f$ . Предложенную процедуру нельзя считать оптимальной, так как:

1) запись обрабатываемых сигналов в виде (1) после формального применения МНК для оценки расширенного за счет  $\Delta f$  вектора параметров привела к зависимости матрицы плана эксперимента от значений оцениваемых параметров, полученных на предыдущей итерации; таким образом, полученная оценка теряет свойства состоятельности и эффективности, так как не является оценкой максимального правдоподобия;

2) из записи (1) не очевидно, что оцениваемые параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\Delta f$  связаны друг с другом соотношениями, ограничивающими области их возможных значений; поиск оценки параметров в таком случае должен производиться с учетом данных ограничений ([4, 5, 6]).

В [2, 3] приводится оптимальное решение данной задачи. В частности, предлагается воспользоваться следующим выражением для записи получаемых в измерительном и опорном каналах дискретных отсчетов сигналов:

$$u_i = u(t_i) = A \sin[(\omega_0 + \nu)t_i + \varphi] + B + \lambda_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

где  $A$  – амплитуда исследуемого сигнала;  $\omega_0$  – круговая частота, задаваемая генератором;  $v$  – частотная модуляционная составляющая, обусловленная нестабильностью генератора;  $\varphi$  – фаза сигнала;  $B$  – паразитная постоянная составляющая сигнала;  $\lambda$  – шумы измерений, распределенные по закону Гаусса с неизвестной дисперсией;  $N$  – количество измерений в выборке.

Нетрудно убедиться, что выражения (1) и (2) эквивалентны, а их параметры однозначно связаны друг с другом следующими соотношениями:

$$A = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}, \quad \varphi = \arctg(-\beta/\alpha), \quad B = \gamma, \quad \omega_0 = 2\pi f, \quad v = 2\pi\Delta f. \quad (3)$$

Проведя несложные тригонометрические преобразования и сделав замену переменных [4], можно линеаризовать систему (2) и представить ее в следующем матричном виде:

$$\mathbf{U} = \mathbf{X}\mathbf{Q} + \mathbf{\Lambda}, \quad (4)$$

где

$$\mathbf{U} = [u_1, \dots, u_N]^T, \quad \mathbf{Q} = [q_1, \dots, q_5]^T, \quad \mathbf{\Lambda} = [\lambda_1, \dots, \lambda_N]^T, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1N} & x_{2N} & x_{3N} & x_{4N} & x_{5N} \end{bmatrix}; \quad (5)$$

$$\begin{cases} q_1 = A \cos \varphi, q_2 = A \sin \varphi, q_3 = Av \cos \varphi, q_4 = Av \sin \varphi, q_5 = B; \\ x_{1i} = \sin \omega_0 t_i, x_{2i} = \cos \omega_0 t_i, x_{3i} = t_i \cos \omega_0 t_i, x_{4i} = -t_i \sin \omega_0 t_i, x_{5i} = 1. \end{cases}$$

Вектор  $\mathbf{Q}$  представляет собой вектор новых оцениваемых переменных линейной системы (4). Однако из (5) видно, что его компоненты связаны друг с другом следующим соотношением:

$$q_1 q_4 - q_2 q_3 = 0. \quad (6)$$

Решение задачи поиска оценки  $\mathbf{Q}$  в классе оценок максимального правдоподобия описано в [2], [3] и представлено итерационным алгоритмом следующего вида:

$$\mathcal{Q}_k = \mathcal{Q}_{k-1} - \frac{0,5 \mathcal{Q}_{k-1}^T \mathbf{G} \mathcal{Q}_{k-1}}{\mathcal{Q}_{k-1}^T \mathbf{G} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{G}^T \mathcal{Q}_{k-1}} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{G}^T \mathcal{Q}_{k-1}, \quad k = \overline{1, K-1}, \quad (7)$$

$$\mathcal{Q}_0 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{U}),$$

где  $k$  – номер итерации;  $K$  – общее число итераций;  $\mathbf{G}$  – матрица квадратичной формы линеаризованного ограничения (6):

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Получив по алгоритму (7) состоятельную и эффективную [5] оценку вектора  $\mathbf{Q}$ , оценку параметров функции (2) легко получить, подставляя его компоненты в следующие выражения [4]:

$$\hat{A} = \sqrt{\hat{\mathcal{C}}_1^2 + \hat{\mathcal{C}}_2^2}, \quad \hat{\mathcal{C}} = \sqrt{\frac{\hat{\mathcal{C}}_3^2 + \hat{\mathcal{C}}_4^2}{\hat{\mathcal{C}}_1^2 + \hat{\mathcal{C}}_2^2}}, \quad \hat{\mathcal{C}} = \begin{cases} \vartheta, & \hat{\mathcal{C}}_3 \geq 0, \hat{\mathcal{C}}_4 \geq 0 \\ \vartheta + \pi, & \hat{\mathcal{C}}_3 < 0 \\ \vartheta + 2\pi, & \hat{\mathcal{C}}_3 \geq 0, \hat{\mathcal{C}}_4 < 0 \end{cases}, \quad \vartheta = \arctg\left(\frac{\hat{\mathcal{C}}_4}{\hat{\mathcal{C}}_3}\right), \quad B = q_5. \quad (9)$$

Таким образом, найденные оценки параметров позволяют учесть влияние факторов, способных породить неточность в проводимых измерениях – постоянных смещений и шумов аналоговых элементов устройства, а также нестабильности частоты питающего контур генератора. Однако тот факт, что оба канала – измерительный и опорный – имеют своим источ-

ником сигналы, полученные от соответствующих элементов, включенных в питаемый одним генератором контур, предоставляет дополнительную возможность по оптимизации производительной обработки сигналов. Она заключается в совместном оценивании нестабильности частоты по результатам измерений, полученным в обоих каналах.

Введем в рассмотрение систему  $2N$  уравнений, аналогичных (2) и описывающих результаты произведенных в обоих каналах измерений:

$$\begin{aligned} u_i^S &= A^S \sin[(\omega_0 + \nu)t_i + \varphi^S] + B^S + \lambda_i^S, \\ u_i^R &= A^R \sin[(\omega_0 + \nu)t_i + \varphi^R] + B^R + \lambda_i^R, \quad i = \overline{1, N}, \end{aligned} \quad (10)$$

где верхние индексы  $S$  и  $R$  соответствуют параметрам сигналов измерительного (*sensitive*) и опорного (*reference*) каналов.

По аналогии со случаем одноканального оценивания, (10) можно преобразовать к следующему виду:

$$\begin{aligned} u_i^S &= A^S \sin(\omega_0 t_i) \cos(\varphi^S) + A^S \nu t_i \cos(\omega_0 t_i) \cos(\varphi^S) + A^S \cos(\omega_0 t_i) \sin(\varphi^S) - \\ &\quad - A^S \nu t_i \sin(\omega_0 t_i) \sin(\varphi^S) + B^S + \lambda_i^S, \\ u_i^R &= A^R \sin(\omega_0 t_i) \cos(\varphi^R) + A^R \nu t_i \cos(\omega_0 t_i) \cos(\varphi^R) + A^R \cos(\omega_0 t_i) \sin(\varphi^R) - \\ &\quad - A^R \nu t_i \sin(\omega_0 t_i) \sin(\varphi^R) + B^R + \lambda_i^R. \end{aligned} \quad (11)$$

После введения следующих обозначений:

$$\begin{aligned} \begin{cases} q_1 = A^S \cos \varphi \\ q_2 = A^S \sin \varphi \\ q_3 = A^S \nu \cos \varphi \\ q_4 = A^S \nu \sin \varphi \\ q_5 = B^S \end{cases} & \begin{cases} q_6 = A^R \cos \varphi \\ q_7 = A^R \sin \varphi \\ q_8 = A^R \nu \cos \varphi \\ q_9 = A^R \nu \sin \varphi \\ q_{10} = B^R \end{cases} & \begin{cases} x_{1i} = \sin \omega_0 t_i \\ x_{2i} = \cos \omega_0 t_i \\ x_{3i} = t_i \cos \omega_0 t_i \\ x_{4i} = -t_i \sin \omega_0 t_i \\ x_{5i} = 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (12)$$

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

система (11) линеаризуется относительно параметров  $q_1, \dots, q_{10}$  и может быть представлена в матричном виде (4), где:

$$\begin{aligned} \mathbf{Q} &= [q_1, \dots, q_{10}]^T, \quad \mathbf{U} = [u_1^S, \dots, u_N^S \mid u_1^R, \dots, u_N^R]^T, \quad \Lambda = [\lambda_1^S, \dots, \lambda_N^S \mid \lambda_1^R, \dots, \lambda_N^R]^T, \\ \mathbf{X} &= \begin{bmatrix} \mathbf{X}^S & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}^R \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X}^S = \mathbf{X}^R = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1N} & x_{2N} & x_{3N} & x_{4N} & x_{5N} \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (13)$$

Таким образом, вместо семи исходных переменных ( $A^S, B^S, \varphi^S, A^R, B^R, \varphi^R, \nu$ ) предстоит оценить десять ( $q_1, \dots, q_{10}$ ). Соответственно, систему (4), (13) необходимо дополнить тремя уравнениями связи, которые могут быть выбраны по (12) следующим образом:

$$\begin{aligned} q_1 q_4 = q_2 q_3, \quad q_6 q_9 = q_7 q_8, \quad \frac{q_3 + q_4}{q_1 + q_2} = \frac{q_8 + q_9}{q_6 + q_7} \Rightarrow \\ \begin{cases} q_1 q_4 - q_2 q_3 = 0, \\ q_6 q_9 - q_7 q_8 = 0, \\ q_3 q_6 + q_3 q_7 + q_4 q_6 + q_4 q_7 - q_1 q_8 - q_1 q_9 - q_2 q_8 - q_2 q_9 = 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (14)$$

Выражения (14) задают нелинейные ограничения на области значений оцениваемых параметров  $q_i$ . Задача оценивания в этом случае может быть решена путем их линеаризации относительно величин  $\Delta q_i$ , определяемых выражением:

$$q_i = \bar{q}_i + \Delta q_i \quad (15)$$

и представляющих собой ошибки оценивания искомых параметров. С этой целью введем в рассмотрение систему уравнений относительно  $\Delta q_i$ :

$$\begin{aligned} \mathcal{Q} &= [\mathcal{Q}_1, \dots, \mathcal{Q}_{10}]^T, \Delta \mathcal{Q} = [\Delta q_1, \dots, \Delta q_{10}]^T \Rightarrow \mathcal{Q} = \mathcal{Q} + \Delta \mathcal{Q}; \\ U &= X\mathcal{Q} + A = X(\mathcal{Q} + \Delta \mathcal{Q}) + A \Rightarrow \\ \Delta U &= X\Delta \mathcal{Q} + A, \quad \text{где } \Delta U = U - X\mathcal{Q}. \end{aligned} \quad (16)$$

Основываясь на предположении, что компоненты матрицы ошибок измерения  $\Lambda$ , обуславливающие отличие оценок параметров  $q_i$  от их истинных значений, малы, можно утверждать, что величины  $\Delta q_i$  также малы:  $|\Delta q_i| \ll |q_i|$ . Тогда, подставляя (15) в (14) и пренебрегая всеми величинами второго и более порядков, ограничения (14) можно привести к линейному виду относительно параметров  $\Delta q_i$ :

$$\begin{cases} q_1 q_4 + q_1 \Delta q_4 + q_4 \Delta q_1 - q_2 q_3 - q_2 \Delta q_3 - q_3 \Delta q_2 = 0, \\ q_6 q_9 + q_6 \Delta q_9 + q_9 \Delta q_6 - q_7 q_8 - q_7 \Delta q_8 - q_8 \Delta q_7 = 0, \\ q_3 q_6 + q_3 \Delta q_6 + q_6 \Delta q_3 + q_3 q_7 + q_3 \Delta q_7 + q_7 \Delta q_3 + q_4 q_6 + q_4 \Delta q_6 + q_6 \Delta q_4 + q_4 q_7 + q_4 \Delta q_7 + q_7 \Delta q_4 - \\ - q_1 q_8 - q_1 \Delta q_8 - q_8 \Delta q_1 - q_1 q_9 - q_1 \Delta q_9 - q_9 \Delta q_1 - q_2 q_8 - q_2 \Delta q_8 - q_8 \Delta q_2 - q_2 q_9 - q_2 \Delta q_9 - q_9 \Delta q_2 = 0, \end{cases} \quad (17)$$

или в матричном виде:

$$\mathbf{G}\Delta \mathcal{Q} = \mathbf{D}, \quad (18)$$

где матрицы  $\mathbf{G}$  и  $\mathbf{D}$  определяются из (17) с учетом (14):

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \mathcal{Q}_4 & -\mathcal{Q}_3 & -\mathcal{Q}_2 & \mathcal{Q}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathcal{Q}_9 & -\mathcal{Q}_8 & -\mathcal{Q}_7 & \mathcal{Q}_6 & 0 \\ -\mathcal{Q}_8 - \mathcal{Q}_9 & -\mathcal{Q}_8 - \mathcal{Q}_9 & \mathcal{Q}_6 + \mathcal{Q}_7 & \mathcal{Q}_6 + \mathcal{Q}_7 & 0 & \mathcal{Q}_3 + \mathcal{Q}_4 & \mathcal{Q}_3 + \mathcal{Q}_4 & -\mathcal{Q}_1 - \mathcal{Q}_2 & -\mathcal{Q}_1 - \mathcal{Q}_2 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{D} = 0. \quad (19)$$

Из (16) и (19) видно, что

$$\Delta U = \Delta U(\mathcal{Q}), \quad \mathbf{G} = \mathbf{G}(\mathcal{Q}). \quad (20)$$

Решение поставленной задачи получения оценки максимального правдоподобия для вектора ошибок оценивания параметров  $\Delta \mathcal{Q}$  с учетом линейных ограничений (18) может быть получено в форме итерационного алгоритма методом множителей Лагранжа [6] и при  $\mathbf{D} = 0$  принимает следующий вид:

$$\Delta \mathcal{Q}_k = \Delta \mathcal{Q}_{k-1} - (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{G}_{k-1} \left[ \mathbf{G}_{k-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{G}_{k-1}^T \right]^{-1} \mathbf{G}_{k-1} \Delta \mathcal{Q}_{k-1}, \quad k = \overline{1, K-1} \quad (21)$$

где  $k$  – номер итерации;  $K$  – общее число итераций, и использованы следующие обозначения:

$$\Delta U_k = \Delta U(\mathcal{Q}_k), \quad \mathbf{G}_k = \mathbf{G}(\mathcal{Q}_k). \quad (22)$$

Матрица  $\mathbf{A}_k$  вычисляется по (19) с подстановкой компонент уточняемого на каждом шаге вектора оцениваемых переменных:

$$\mathcal{Q}_k = \mathcal{Q}_{k-1} + \Delta \mathcal{Q}_{k-1}. \quad (23)$$

Нулевое приближение оценки вектора поправок  $\Delta \mathcal{Q}_0$  вычисляется по МНК следующим образом:

$$\Delta \mathcal{Q}_0 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \Delta U_0). \quad (24)$$

Значения матриц  $\Delta U_0$  и  $\mathbf{G}_0$  вычисляются по (22) с применением (16) и (19) после подстановки в них компонент нулевого приближения оценки вектора параметров  $\mathcal{Q}_0$ . Последнее может быть получено по МНК для системы (4), (13) без учета ограничений (14):

$$\mathcal{Q}_0 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T U). \quad (25)$$



Применяемая система параметров (3) обрабатываемых сигналов (2) двухканальных измерительных устройств делится на две характерные группы:

1) параметры, характеризующие измеряемый и опорный элементы – амплитуда  $A$  и фаза  $\varphi$  сигнала в соответствующих каналах;

2) параметры, характеризующие погрешности работы элементов аппаратной части устройства – постоянное смещение сигнала  $B$  и вариации частоты  $\nu$ .

Оценки параметров первой группы определяются характеристиками включенных в контур элементов и помехами измерения. Оценки параметров второй группы несут иное содержание, так как определяются характеристиками узлов и элементов измерительного устройства. Следовательно, спланированные эксперименты по оценке параметров второй группы предоставляет исследователю аппарат калибровки и аттестации средства измерения, а также моделирования его характеристик.

В соответствии с этим положением работа алгоритма двухканальной оценки параметров (21), (24), (25) была промоделирована в системе Matlab в сравнении с алгоритмом из [9]. В качестве исследуемой характеристики выступала точность оценивания алгоритмом нестациональности частоты, искусственно введенной в программно синтезируемый входной гармонический сигнал. Точность оценивания нестациональности частоты, лежащей в коридоре  $\pm 0,1\%$  для сигнала частотой 1000 Гц, составила для алгоритма (21) 0,016% уже после второй итерации, тогда как алгоритм [9] показал подобную точность после четвертой. Последующие итерации алгоритма (21) сохраняли точность на установившемся уровне, тогда как точность оценок по [9] характеризовалась наличием разброса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аш Ж. Датчики измерительных систем: в 2 т. / Ж. Аш; пер. с франц. М.: Мир, 1992. Т. 1. 480 с.; Т. 2. 424 с.
2. Львов А.А. Линейная петлевая схема точной обработки сигналов датчиков / А.А. Львов, В.А. Пыльский // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2004. № 2. С. 102-112.
3. L'vov A.A. Optimal Digital Signal Processing for Current Loop Circuit / A.A. L'vov, V.A. Pylskiy // Proceedings of the 25th IEEE Conference of Precision Electromagnetic Measurements CPEM-2006. Turin, Italy, 2006. P. 386-387.
4. Львов А.А. Основы статистической обработки измерительной информации в задачах автоматического управления: учеб. пособие / А.А. Львов. Саратов: СГТУ, 2005. 84 с.
5. Репин В.Г. Статистический синтез в условиях априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В.Г. Репин, Г.П. Тартаковский. М.: Сов. радио, 1977. 242 с.
6. Вучков И.Н. Прикладной линейный регрессионный анализ / И.Н. Вучков, Л.Н. Бояджиева, Е.Б. Солаков. М.: Финансы и статистика, 1987. 239 с.
7. Anderson K.F. Your Successor to the Wheatstone Bridge? NASA's Anderson Loop / K.F. Anderson // IEEE Instrumentation and Measurement. 1998. Vol. 1, № 1. P. 5-15.
8. Preethichandra D.M. A Simple Interface Circuit to Measure Very Small Capacitance Changes in Capacitive Sensors / D.M. Preethichandra, K. Shida // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2001. Vol. 50, № 6. P. 1583-1586.
9. Radil T. Impedance Measurement With Sine-Fitting Algorithms Implemented in a DSP Portable Device / T. Radil, P.M. Ramos, A.C. Serra // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2008. Vol. 57, № 1. P. 197-204.

**Львов Алексей Арленович** –  
доктор технических наук, профессор кафедры  
«Техническая кибернетика и информатика»  
Саратовского государственного  
технического университета

**L'vov Aleksey Arlenovich** –  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
of the Department of «Technical cybernetics  
and information science»  
of Saratov State Technical University

**Пыльский Виктор Александрович** –  
аспирант кафедры  
«Техническая кибернетика и информатика»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Pylsky Victor Aleksandrovich** –  
Graduate Student  
of the Department of «Technical cybernetics  
and information science»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 30.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 621.372

**В.С. Рыбков, Д.И. Карпов, А.А. Евсейкин**

**СРАВНЕНИЕ СТРУКТУР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ТЕПЛООВОГО ПОЛЕЙ  
В ОБЛАСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА  
ПРИ БОКОВОМ СПОСОБЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ РЕЗОНАТОРНОЙ КАМЕРЫ**

*Приводятся структуры электрического и теплового полей в резонаторной камере, частично заполненной диэлектрическим материалом в форме слоя, при боковом способе возбуждения четырьмя прямоугольными щелями. Подсчитаны коэффициенты неравномерности электрического и теплового полей при различной высоте расположения обрабатываемого материала.*

Резонатор, электрическое поле, тепловое поле, система возбуждения.

**V.S. Rybkov, D.I. Karpov, A.A. Evseykin**

**ELECTRIC AND HEAT FIELDS  
STRUCTURES COMPARISON IN THE AREA OF DIELECTRIC MATERIAL  
WITH THE LATERAL METHOD OF THE EXCITATION**

*The structures of electric and heat fields in the resonator chamber, partially loaded with dielectric material in the form of layer with the lateral method of the excitation by four rectangular splits are represented. The values of the electric and temperature field no homogeneity coefficients with different height of the arrangement of the material are calculated.*

Resonator, electric field, heat field, system of excitation.

При проектировании СВЧ-нагревательных установок резонаторного типа основной задачей является обеспечение требуемого уровня однородности удельной плотности тепловых источников в объеме обрабатываемого материала  $q_v$ . Самым известным путем решения указанной задачи является механическое перемещение нагреваемого продукта (поворотные стойки в микроволновых печах). Однако, при этом возникает радиальная составляющая неравномерности нагрева, что приводит к снижению качества термообработки различных диэлектрических материалов [1]. Альтернативой механическому способу является создание распределенной системы возбуждения электромагнитного поля в рабочей камере. При этом

обеспечение требуемого уровня однородности  $q_V$  осуществляется за счет вариации структурой сторонних источников электромагнитного поля [2].

Во многих современных микроволновых печах подвод СВЧ-мощности в рабочую камеру осуществляется с боковой стенки. При этом доминирующей является тангенциальная составляющая электрического поля в объеме обрабатываемого материала, которая обеспечивает более равномерный нагрев диэлектрического образца в форме слоя [3]. Данный способ ввода мощности в рабочую камеру представляется перспективным при разработке устройств СВЧ-нагрева нового типа. Следовательно, необходимы расчет и экспериментальное исследование электродинамических и тепловых свойств рабочих камер при боковом распределенном способе возбуждения.

Численный расчет структур электрического поля осуществляется с помощью программы WGTA, работающей по методу конечных объемных элементов с применением принципов Галеркина и взвешенных невязок [4]. С ее помощью смоделирована система (рис. 1), состоящая из прямоугольной резонаторной камеры размером  $300 \times 270 \times 250$  мм, что соответствует размерам рабочей камеры СВЧ-печи LG MS-192U. Возбуждение электромагнитного поля осуществлялось посредством отрезка прямоугольного волновода сечением  $110 \times 45$  мм и длиной 300 мм, соединенного с генератором стандартной частоты 2,45 ГГц. Проводимость стенок волновода и резонаторной камеры считалась идеальной. На дне камеры расположен диэлектрический образец в форме сплошного слоя высотой 50 мм с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon' = 81$ , что соответствует относительной диэлектрической проницаемости воды в диапазоне температур  $20-50^\circ\text{C}$ . Система возбуждения представляет собой четыре щели прямоугольного профиля, шириной 110 мм, расположенные на расстоянии половины длины волны  $H_{10}$  в прямоугольном волноводе, определяемой соотношением [5]:

$$\Lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_{кр}}\right)^2}}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{кр}$  – критическая длина волны прямоугольного волновода;  $\lambda_0$  – длина волны источника СВЧ-мощности. Учитывая значения  $\Lambda$  для указанного волновода, щели располагались на расстоянии 73,6 мм друг от друга. Продольные размеры щелей равны 3, 5, 7 и 10 мм, то есть ширина щели увеличивается по мере удаления от источника СВЧ-мощности, что повышает уровень согласования с рабочей камерой [6]. Для количественного анализа однородности структур электрического и температурного полей во всех проведенных опытах были рассчитаны значения коэффициентов неравномерности электрического  $\eta_E$  и температурного  $\eta_T$  полей по формулам [7]:

$$\eta_E = \frac{|\vec{E}|_{\max}^2 - |\vec{E}|_{\min}^2}{|\vec{E}|_{cp}^2}, \quad (2)$$

$$\eta_T = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{cp} - t_0}, \quad (3)$$

где  $|\vec{E}|_{\max}^2$ ,  $|\vec{E}|_{\min}^2$  и  $|\vec{E}|_{cp}^2$  – максимальное, минимальное и среднее значения квадрата модуля вектора напряженности электрического поля в объеме обрабатываемого материала соответственно. Данные величины определяются численным расчетом. А  $t_{\max}$ ,  $t_{\min}$ ,  $t_{cp}$  – максимальное, минимальное и среднее значения температуры нагретого материала соответственно и начальная температура  $t_0$  определяются экспериментально.

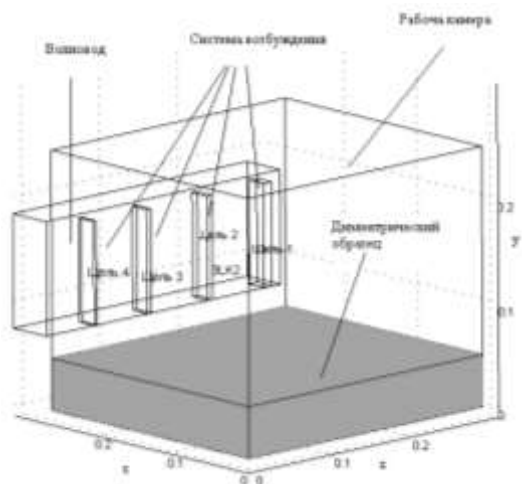


Рис. 1. Схема СВЧ-установки с боковым способом возбуждения

При проведении экспериментов в данной работе в качестве диэлектрического поглощающего материала используется вода, разлитая в определенной пропорции в 12 стаканов. В ходе экспериментальных исследований рассчитывается распределение теплового поля в обрабатываемом материале и коэффициент неравномерности согласно формуле (2). Кроме того, проводится расчет коэффициента неравномерности нагрева по 9 зонам (общее международное определение) [1, 7].

На рис. 2 приведены структуры электрического и теплового полей при боковом способе возбуждения. Анализируя приведенные результаты, заметим, что при боковом способе возбуждения уровень однородности структуры электрического и теплового полей в объеме обрабатываемого материала достаточно высок, однако не удовлетворяет установленным международным требованиям [1].

Данное обстоятельство объясняется тем, что диэлектрический образец находится на дне камеры, то есть в дальней зоне возбуждения, где структура электрического и теплового полей определяется в первую очередь резонансными свойствами исследуемой системы [2].

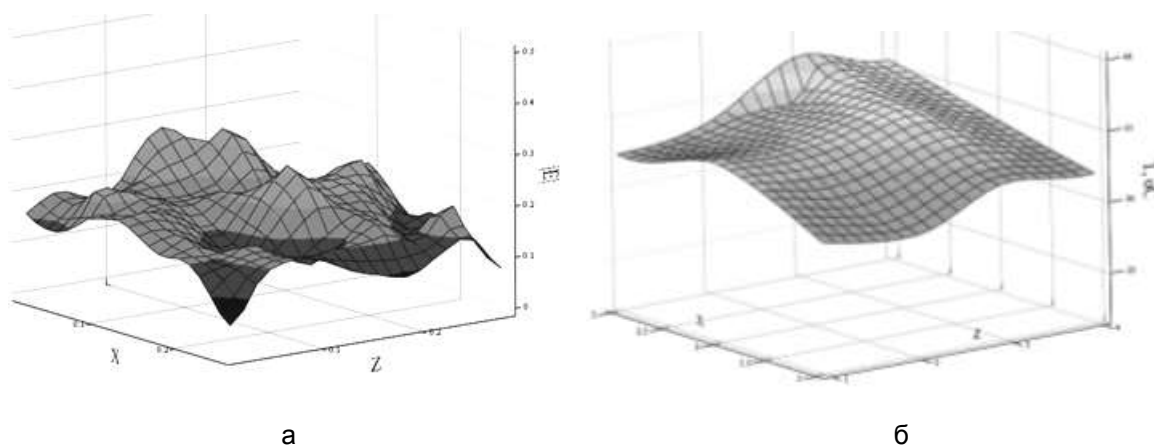


Рис. 2. Структура электрического (а) и теплового (б) полей в объеме обрабатываемого материала

В связи с этим представляет интерес исследовать процесс нагрева диэлектрического материала в ближней зоне возбуждения, поднимая диэлектрический слой при численном расчете и поднос со стаканчиками, наполненными водой, при экспериментальном исследовании. При этом возможно добиться повышения однородности электрического и теплового полей за счет того, что данные величины будут определяться параметрами системы возбуждения.

Далее происходило исследование структур электрического и теплового полей при различной высоте расположения диэлектрического образца (стаканчиков с водой). Проведены эксперименты при расположении образца на дне резонаторной камеры (рис. 2) и на высоте подъема 30, 60 и 90 мм, то есть рассмотрен нагрев диэлектрического материала как в ближней, так и в дальней зоне возбуждения, которая при щелевом возбуждении определяется по методике, описанной в работе [5]. Считая щель прямоугольным поверхностным излучателем, оценить ближнюю зону возбуждения возможно по формуле:

$$R \leq (x^2 + y^2) / 2\lambda, \tag{4}$$

где  $x$  и  $y$  – размеры прямоугольной щели;  $\Lambda$  – длина волны в волноводе связи, определяемая по формуле (1). Согласно формуле (4) при заданных параметрах системы возбуждения ближняя зона определяется условием  $R \leq 35$  мм. Структуры электрического и теплового полей при различной высоте расположения образца приведены на рис. 3-5, а значения коэффициентов неравномерности электрического  $\eta_E$  и теплового  $\eta_T$  полей – в таблице.

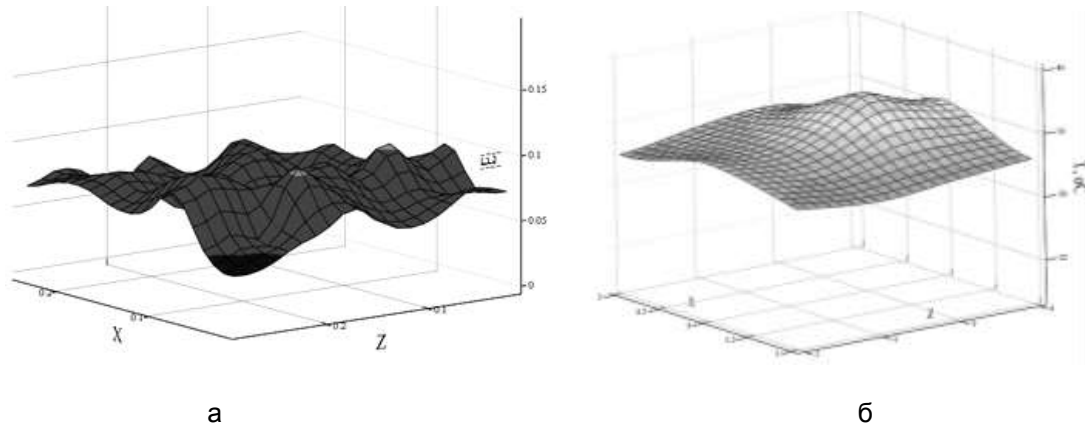


Рис. 3. Результаты исследований процесса нагрева образца, находящегося на высоте 30 мм: а – структура электрического поля в объеме обрабатываемого материала; б – теплового поля

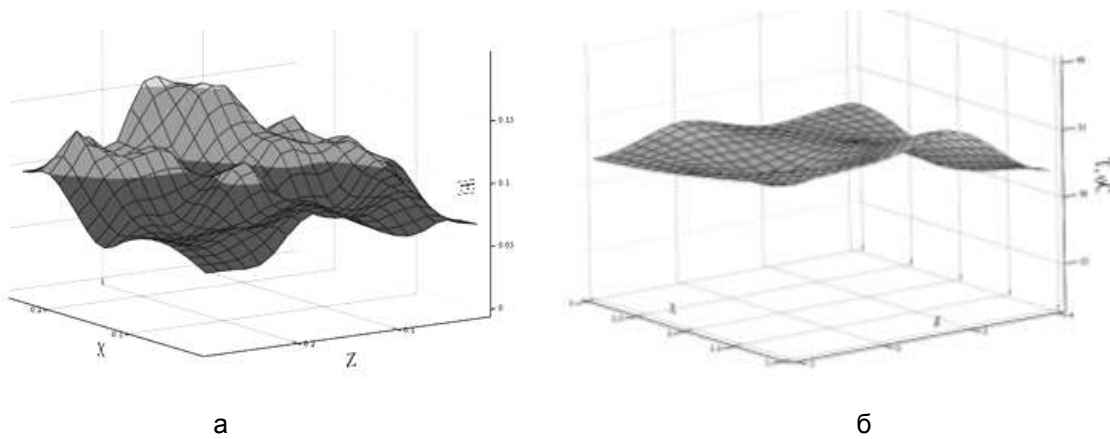


Рис. 4. Результаты исследований процесса нагрева образца, находящегося на высоте 60 мм: а – структура электрического поля в объеме обрабатываемого материала; б – теплового поля

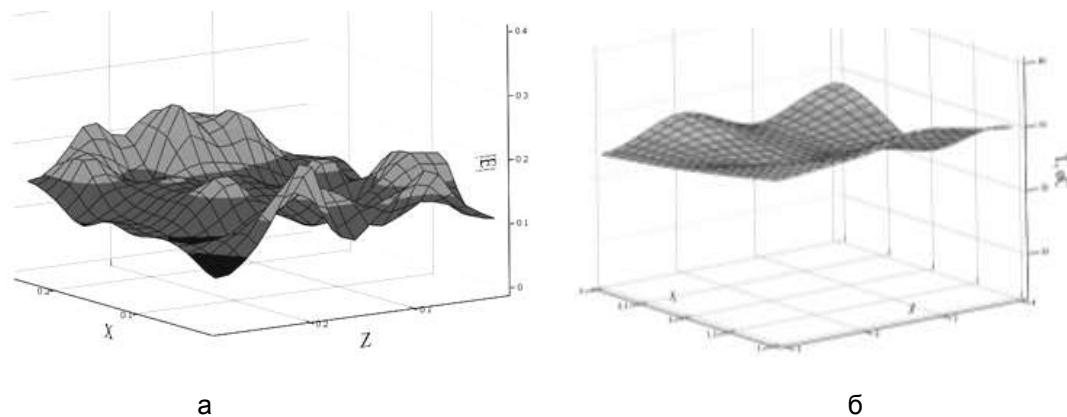


Рис. 5. Результаты исследований процесса нагрева образца, находящегося на высоте 90 мм: а – структура электрического поля в объеме обрабатываемого материала; б – теплового поля

Значения коэффициентов неравномерности  
при боковом способе возбуждения электромагнитного поля

Высота подъема диэлектрического образца, мм	0	30	60	90
Коэффициент неравномерности электрического поля $\eta_E$	1,5	0,94	1,07	1,01
Коэффициент неравномерности теплового поля по 12 зонам	0,60	0,51	0,56	0,44
Коэффициент неравномерности теплового поля по 9 зонам	0,41	0,41	0,36	0,35

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что значения коэффициентов неравномерности электрического поля выше, чем теплового:  $\eta_E > \eta_T$ . Данное обстоятельство объясняется тем, что при нагреве жидкости происходит перераспределение и усреднение температуры за счет конвективного теплообмена [8]. Значения коэффициентов неравномерности теплового поля снижаются по мере приближения образца к ближней зоне возбуждения, что особенно заметно при анализе данных по 12 зонам:  $0,44 \leq \eta_T \leq 0,60$ . При определении коэффициента неравномерности  $\eta_T$  по девяти зонам можно заключить, что распределенный способ возбуждения электромагнитного поля со стороны боковой стенки рабочей камеры позволяет добиться значений коэффициента неравномерности теплового поля  $0,35 \leq \eta_T \leq 0,41$ , то есть максимально приблизиться к установленным международным требованиям  $\eta_T \leq 0,3$  [1, 7].

При проектировании СВЧ-печей нового типа (без механического перемещения обрабатываемого материала) боковой распределенный способ возбуждения предпочтителен тем, что обрабатываемый материал произвольной формы легче расположить в ближней зоне возбуждения электромагнитного поля. При этом возможно эффективно варьировать распределением электрического поля в объеме обрабатываемого материала за счет изменения параметров системы возбуждения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Салимов И.И. Исследование процесса термообработки диэлектрических материалов в СВЧ-установках с распределенным возбуждением электромагнитного поля: дис. ... канд. техн. наук / И.И. Салимов. Саратов, 2007. 202 с.
2. Коломейцев В.А. Микроволновые системы с равномерным объемным нагревом. Ч. 1 / В.А. Коломейцев, В.В. Комаров. Саратов: СГТУ, 1997. 160 с.
3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника / А.Д. Григорьев. СПб.: Лань, 2007. 704 с.
4. Сегерленд Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерленд. М.: Мир, 1979. 392 с.
5. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн / Б.М. Петров. М.: Горячая линия – Телеком, 2003. 558 с.
6. Рыбков В.С. Сравнение структуры поверхностных токов волноводов различного поперечного сечения с целью выбора оптимального для дальнейшего щелевого возбуждения резонаторной камеры / В.С. Рыбков, П.В. Замоторин, И.И. Салимов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2008. № 1 (30). Вып. 1. С. 80-86.
7. Коломейцев В.А. Критерии оценки равномерности теплового поля в области взаимодействия при СВЧ-нагреве / В.А. Коломейцев, В.В. Комаров, А.В. Цыганов, А.А. Скворцов // Технологические СВЧ-установки, функциональные электродинамические устройства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 1998. С. 35-40.

8. Комаров В.В. Специализированные системы обработки образцов диссипативных материалов и сред СВЧ-излучением: дис. ... доктора техн. наук / В.В. Комаров. Саратов, 2007. 369 с.

**Рыбков Вадим Сергеевич** –  
аспирант кафедры «Радиотехника»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Rybkov Vadim Sergeyevich** –  
Graduate Student  
of the Department of «Radio techniques»  
of Saratov State Technical University

**Карпов Дмитрий Игоревич** –  
аспирант кафедры «Радиотехника»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Karpov Dmitriy Igorevich** –  
Graduate Student  
of the Department of «Radio techniques»  
of Saratov State Technical University

**Евсейкин Алексей Александрович** –  
начальник отдела  
математического моделирования  
компании «АЛСиТЕК», г. Саратов

**Evseykin Aleksey Aleksandrovich** –  
Head of Mathematical Modeling Division  
of ALSiTEK Company in Saratov

*Статья поступила в редакцию 02.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

## ЭКОНОМИКА

---

УДК 331.101.38

**Х.А. Абдухманов**

### **СОВРЕМЕННЫЕ ПАРАДИГМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ**

*Освещены основные подходы к теории и практике управления трудовым потенциалом – экономический, органический и гуманистический. Даны характеристики, подробно описаны особенности каждого подхода, приведены достоинства и недостатки каждой из парадигм. Вместе с тем, автор подчеркивает, что каждая из них имеет свои внутренние противоречия.*

Трудовая политика, управление, основные подходы.

**К.А. Abdukhmanov**

### **MODERN PARADIGMS OF LABOUR POTENTIAL MANAGEMENT**

*This article deals with the basic approaches of the theory and practice of the labor potential management – economical, organic and humanistic. Advantages and disadvantages of every paradigm are presented in the article. The author focuses on inner contradictions of each of the paradigms as well.*

Labor policy, management, basic approaches.

Управление трудом – одна из важнейших составляющих управленческой деятельности в организации, которая основывается на некотором (необязательно декларируемом) представлении о месте человека в организации.

Так, по мнению академика Л.И.Евченко, в теории и практике управления «человеческой стороной» организации можно выделить три общих подхода (или парадигмы) управления – экономический, органический и гуманистический [1, с. 33].

Начало концепции использования трудового потенциала было заложено *экономическим подходом* к управлению. В рамках данного подхода ведущее место занимает техническая (инструментальная, т.е. направленная на овладение трудовыми приемами), а не управленческая подготовка людей на предприятии. Организация здесь означает упорядоченность отношений между ясно очерченными частями целого, имеющими определенный порядок, и представляет собой набор механических отношений. В связи с этим и действовать она должна подобно механизму: алгоритмизированно, эффективно, надежно, предсказуемо.

Среди основных принципов концепции «использования трудовых ресурсов» можно выделить следующие:



1) обеспечение единства руководства: подчиненные получают приказы только от одного начальника;

2) соблюдение строгой управленческой вертикали: цепь управления от начальника к подчиненному идет сверху вниз по всей организации и используется как канал для коммуникации и принятия решения;

3) фиксирование необходимого и достаточного объема контроля: число людей, подчиненных одному начальнику, должно быть таким, чтобы это не создавало проблемы для коммуникации и координации;

4) соблюдение четкого разделения штабной и линейной структур организации: штабной персонал, отвечая за содержание деятельности, ни при каких обстоятельствах не может осуществлять властных полномочий, которыми наделены линейные руководители;

5) достижение баланса между властью и ответственностью: бессмысленно делать кого-либо ответственным за какую-либо работу, если ему не даны соответствующие полномочия;

6) обеспечение дисциплины: подчинение, исполнительность, энергия и проявление внешних знаков уважения должны осуществляться в соответствии с принятыми правилами и обычаями;

7) достижение подчинения индивидуальных интересов общему делу с помощью твердости, личного примера, честных соглашений и постоянного контроля;

8) обеспечение равенства на каждом уровне организации, основанного на доброжелательности и справедливости, чтобы вдохновить персонал к эффективному исполнению своих обязанностей; заслуженное вознаграждение, повышающее моральное состояние, но не ведущее к излишней оплате или излишнему мотивированию.

Экономическому подходу свойственна противоречивость.

С одной стороны, он предполагает вмененное условие эффективности, постановку четких задач для исполнения, достаточно стабильную производственную среду, специализацию на производстве одного и тот же продукта, подчиненное положение человека по отношению к режиму работы оборудования, технологическому процессу, а с другой стороны, реализация этого подхода на практике сталкивается со сложностью адаптации организации к меняющимся экономическим условиям, неповоротливостью бюрократической надстройки (строгая заданность и иерархичность управленческой структуры, затрудняющая принятие креативных и самостоятельных решений исполнителями при изменении ситуации); интересы работников зачастую берут верх над целями организации; персонал испытывает дегуманизирующее воздействие (использование ограниченных возможностей персонала может быть эффективным только при неквалифицированном труде).

В рамках *органической* парадигмы последовательно сложились концепция «управления персоналом» (personnel management) и концепция «управления человеческими ресурсами» (human resources management). Именно органический подход обозначил новую перспективу управления персоналом, выведя данный тип управленческой деятельности далеко за рамки традиционных функций организации труда и зарплаты. Кадровая функция из регистрационно-контрольной постепенно стала развивающейся и распространилась на поиск и подбор работников, планирование карьеры значимых для организации кандидатур, оценку работников управленческого аппарата, повышение их квалификации.

Акцентирование внимания на человеческом ресурсе способствовало рождению нового представления об организации: она стала восприниматься как живая система, существующая в окружающей среде. В этой связи использовались, как минимум, две аналогии, способствовавшие развитию нового взгляда на организационную реальность. Первая, исходившая из отождествления организации с человеческой личностью, ввела в научный оборот такие ключевые понятия, как «цели», «потребности», «мотивы», а также «рождение», «взросление», «старение» и «смерть» или «возрождение» организации. Вторая, приняв в качестве образца для описания организационной реальности функционирование человеческого мозга

(организация как мозг, перерабатывающий информацию), позволила взглянуть на организацию как на собрание частей, соединенных линиями управления, коммуникации и контроля.

Иллюстрацией первой возможности является использование положений теории мотивации А. Маслоу в качестве основы для выделения направлений и содержания деятельности по управлению персоналом.

Что касается рассмотрения организационной реальности по аналогии с деятельностью мозга высокоорганизованных живых существ, то такой возможности способствовали исследования в области кибернетики, физиологии мозга и нейропсихологии. Именно в этих исследованиях были пересмотрены такие понятия, как «функция», «локализация» и «симптом», «связь» и «обратная связь», являющиеся существенными для области управления персоналом.

Аналогия с мозгом в отличие от аналогии с механизмом позволила совершенно иначе представить как организационную реальность в целом, так и управление персоналом в частности [2, с.74]. Если воспользоваться понятием голограммы, в любой части которой содержится изображение в целом, то легко заметить, что различные части мозга специализируются на разных видах активности, но контроль над конкретным поведением не локализован. Главный принцип деятельности мозга заключается не в дифференциации и узкой специализации, а в системности и комплексности, для которых важны связи, в каждый момент создающиеся в избыточном количестве. Отсюда можно сформулировать принципы голографического структурирования организации:

1. Сохранять целое организации в каждой ее части (в подразделении и вплоть до каждого работника).

2. Создавать множественные связи между частями организации (причем избыточные).

3. Развивать одновременно и специализацию персонала, и его универсализацию (не забывая о том, насколько все должны знать и уметь делать все).

4. Создавать условия для самоорганизации каждого работника и коллектива в целом.

Значимость выводов рассматриваемого подхода усиливается тем, что на практике принятие управленческих решений никогда не может быть полностью рациональным, поскольку в реальности работники управленческого аппарата действуют на основе неполной информации, способны исследовать только ограниченный набор вариантов каждого решения, не способны точно оценить результаты.

В конечном итоге, органический подход, признавая принцип ограниченной рациональности (ограниченной поиском информации и контролем результатов с помощью целей и задач, а не контролем за поведением с помощью правил и программ), фокусируется на следующих *ключевых моментах*, которые особенно значимы для нашего дальнейшего исследования:

1. Необходимо делать акцент на окружающей среде, в которой живет организация.

2. Организацию следует понимать в терминах взаимосвязанных внутри- и межорганизационных подсистем, выделяя ключевые подсистемы и анализируя способы управления их отношениями со средой. (Распространенный способ анализа – определение набора ключевых потребностей, которые организация должна удовлетворить для выживания).

3. Между подсистемами необходимо создавать равновесие и устранять дисфункции.

Как и экономическому, органическому подходу тоже свойственны противоречия: с одной стороны, ориентирование на условие эффективности, подчинение целей организации взаимодействию с окружающей средой, улучшение управления за счет внимания к дифференцированным потребностям людей, взгляд на организацию с точки зрения взаимодействия целей, стратегии, структуры и других измерений, выделение различных подсистем организации, учет естественных возможностей в процессе инновации, повышенное внимание к «экологии» внутри- и межорганизационных взаимодействий, а с другой стороны, противодействующие обстоятельства – игнорирование социальности организации как продукта взглядов, идей, норм и верований, превращение людей в ресурс, который нужно развивать в ущерб праву личности на свободу выбора, тезис о «функциональном единстве» (все органы

работают на благо организма в целом), предположение о том, что работники должны удовлетворять все свои потребности через организацию, перекладывание ответственности на внешние причины вместо изменения курса.

Преодоление противоречий, характерных для органического подхода к управлению, позволило науке сформулировать следующие положения, существенные с точки зрения повышения эффективности управления человеческим ресурсом:

1. Признавая ошибки, допускаемые при действии в сложной среде, неизбежными, поощрять у сотрудников такие качества, как открытость и рефлексивность.

2. Поощрять такие способы анализа, которые дают возможность реализации разных подходов к решению проблем; при этом необходимо инициировать конструктивные конфликты и дискуссии между представителями разных точек зрения (это часто приводит к переосмыслению целей организации и переформулированию способов их достижения).

3. Избегать того, чтобы структура деятельности непосредственно определяла организационную структуру; цели и задачи должны не задаваться сверху, а появляться в процессе работы; в планах указываются скорее ограничения (то, чего нужно избегать), чем то, что конкретно нужно сделать.

4. Подбирать людей, создавать организационные структуры и поддерживать процессы, способствующие реализации этих принципов.

Развивающаяся в последнее время *гуманистическая* парадигма исходит из концепции «управления человеком» (human being management) и из представления об организации как культурном феномене. При этом культура рассматривается сквозь призму соответствующих эталонов развития, отраженных в системе знаний, идеологии, ценностях, законах и повседневных порядках социальных общностей.

Влияние культурного контекста на управление персоналом сегодня очевидно. Например, в Японии организация рассматривается не как рабочее место, объединяющее отдельных работников, а как коллектив. Для такой организации характерны дух сотрудничества, взаимозависимость; пожизненный найм превращает организацию в продолжение семьи; между начальниками и подчиненными устанавливаются патерналистские отношения.

Согласно гуманистическому подходу, культура может рассматриваться как процесс создания реальности, которая позволяет людям видеть и понимать события, действия, ситуации определенным образом и придавать смысл и значение своему собственному поведению.

Внешне представляется, что вся жизнь человека определяется различными правилами, однако обычно правила являются лишь средством, а основное действие разворачивается в момент выбора: какое из правил применять в данном случае. Наше понимание ситуации определяет то, какой набор правил мы используем. Часто наше понимание организации основывается на тех процессах, которые порождают системы смыслов, разделяемые всеми членами организации.

Гуманистический подход фокусируется на собственно человеческой стороне организации, которой мало внимания уделяют другие подходы. С точки зрения данного параметра, важно, насколько работники предприятия интегрированы в существующую систему ценностей (в какой степени они безоговорочно принимают ее как «свою собственную») и насколько они чувствительны, гибки и готовы к изменениям в ценностной сфере в связи с переменами в условиях жизни и деятельности. Также важным является, живет ли предприятие в целом по одним и тем же правилам и принципам принятия решения или же на предприятии разные группы работников живут по разным правилам и исповедуют разные принципы.

Современный менеджмент предполагает, что «объектом» управленческой деятельности являются организационные культуры различного типа, а не процессы, люди, их деятельность и т.п., поэтому овладение новейшими управленческими технологиями невозможно без освоения основ организационно-культурного подхода, дающего комплексное понимание процессов эволюции и функционирования различных организаций с учетом

глубинных механизмов поведения людей в многофункциональных, динамически изменяющихся контекстах.

Разные культуры отличают членов одной группы людей от другой. Люди создают культуру как механизм воспроизведения социального опыта, помогающий жить в своей среде и сохранять единство и целостность сообщества при взаимодействии с другими сообществами. Каждая организация как некая совокупность людей, реализующая определенные цели и задачи за достаточно продолжительный отрезок времени, вынуждена заниматься воспроизведением и заимствованного социального опыта.

В литературе выделены следующие основные исторические типы организационных культур: органическая (ООК), предпринимательская (ПрОК), бюрократическая (БОК), партиципативная (ПартОК).

Краткое описание организационных культур через основные характеристики представлено в табл. 1.

Таблица 1

## Характеристика основных типов организационных культур

Тип организационной культуры			
ОКК	ПрОК	БОК	ПартОК
<i>Организация направляется</i>			
согласием с общей идеей	свободной инициативой	сильным руководством	всесторонними обсуждениями
<i>Проблемы решаются на основе</i>			
исходного согласия с целями и задачами	индивидуального творчества	ясного и сосредоточенного продумывания	открытого взаимодействия
<i>Лидерство основывается на</i>			
разделяемых взглядах о направлении общего движения	наличии авторитета и признания	власти и положении	содействии контактам и сотрудничеству
<i>С хроническими проблемами справляются с помощью</i>			
непридания им значения и отказа от обсуждения	поиска новых творческих подходов	укрепления руководства и следования правилам	более напряженной дискуссии и выработки способов решения
<i>Повседневная работа</i>			
осуществляется при минимальном вмешательстве в нее	выполняется и видоизменяется каждым по-своему	зависит от неизменности курса и активности руководства	постоянно перепроверяется для большего совершенства
<i>Функции и ответственность</i>			
реализуются почти с автоматической точностью	получаются такими, какими их делают люди	предписываются и закрепляются	разделяются и сменяются по необходимости
<i>Желания и интересы отдельных людей</i>			
оцениваются по степени их согласованности с целями организации	считаются более важными, чем интересы организации	подчиняются интересам организации	согласуются с интересами организации путем договоренностей
<i>Руководство</i>			
задает контекст и цель, сводя к минимуму остальное вмешательство	дает людям возможность делать так, как они считают нужным	определяет лидеров и возможные направления развития	действует как катализатор группового взаимодействия и сотрудничества

Тип организационной культуры			
ОКК	ПрОК	БОК	ПартОК
<i>Разногласия и конфликты</i>			
отражают факт расхождения с общими целями и задачами	являются продуктивным выражением индивидуальных особенностей и различий	угрожают стабильности организации и мешают работе	считаются жизненно необходимыми для эффективного решения проблем
<i>Коммуникации (общение)</i>			
ограничены и несущественны	меняются по интенсивности и непредсказуемы	формальны и подчиняются правилам	открыты и насыщены
<i>Информация и данные</i>			
расцениваются как совместное знание, которое не нужно выносить вовне	используются для индивидуальных достижений	контролируются, доступ к ним ограничен	оцениваются и распределяются открыто

Обычно существующая в организациях культура является оригинальной системой из приведенных выше исторических типов организационных культур. Современные руководители и управляющие рассматривают культуру своей организации как мощный стратегический инструмент, позволяющий ориентировать все подразделения и отдельных лиц на общие цели, мобилизовать инициативу сотрудников и облегчать продуктивное общение между ними. Они стремятся создать собственную культуру для каждой организации так, чтобы все служащие понимали и придерживались ее.

Современные организации, как правило, представляют собой поликультурные образования. Определение значения той или иной культуры в жизнедеятельности этой организации может быть произведено с учетом того обстоятельства, что для каждой из них характерны специфические управленческие формы, выполняющие функцию воспроизведения социального опыта параллельно с функцией регулирования деятельности людей в этой организации. Управленческие формы (или их сочетание) обеспечивают воспроизведение совокупности норм, ценностей, философских принципов и психологических установок, предопределяющих поведение людей в организации.

В зарубежной литературе, посвященной вопросам управления, выделено четыре типа управленческих форм и соответствующие им рычаги управления и области целеопределения (табл. 2).

Таблица 2

Индикаторы типов организационных культур

Организационная культура	Управленческая форма	Рычаг управления	Область целеопределения
Органическая	Коллективистская	Авторитет	Групповые интересы
Предпринимательская	Рыночная	Деньги	Максимальная прибыль
Бюрократическая	Бюрократическая	Сила	Воля начальства
Партиципативная	Демократическая	Закон	Интересы законопослушного большинства при обязательном соблюдении прав меньшинства
	Основанная на знаниях	Знания	Поиск истины

В поликультурных организациях наличие этих управленческих форм позволяет отыскивать различные варианты решения возникающих проблем. В частности, в случае конфликтов его участники могут апеллировать и к общепризнанным нормам поведения (коллективная управленческая форма), и к соображениям выгоды (рыночная управленческая форма), и к установлению властей (бюрократическая управленческая форма), и к легитимному мнению большинства заинтересованных участников (демократическая управленческая форма); наконец, прибегнуть к развернутой аргументации, чтобы убедить своих противников (знаниевая управленческая форма).

Итак, в современной экономической науке сложились три парадигмы управления трудом: экономическая, органическая и гуманистическая, каждая из которых не лишена внутренних противоречий. В практической деятельности по управлению трудом организации целесообразно использовать положительные моменты каждого из подходов, создавая из них систему, отвечающую требованиям ситуационного принципа производственной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Евенко Л.И. Эволюция концепций управления человеческими ресурсами / Л.И. Евенко // Стратегия развития персонала. Н.Новгород: НИМБ, 1996. С. 30-37.

2. Бланк И.А. Финансовый менеджмент: учеб. курс / И.А. Бланк. Киев: Ника-Центр Эльга, 1999. 200 с.

**Абдухманов Халим Абдуллоевич** –  
соискатель кафедры «Менеджмент и маркетинг»  
Ивановского государственного  
энергетического университета

**Abdukhanov Khalim Abdulovich** –  
Graduate Student of the Department  
of «Management and marketing»  
of Ivanovo State Power Energy University

*Статья поступила в редакцию 07.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 338.24

**Ю.Г. Агаджанова**

#### **ГЛОБАЛИЗАЦИЯ: ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЙ АСПЕКТ**

*Рассматриваются информационно-коммуникационные аспекты глобализации и ее влияние на экономическую политику.*

Экономическая политика, глобализация, информационный аспект.

**Y.G. Agadjanova**

#### **GLOBALIZATION: INFORMATIONAL & COMMUNICATIONAL ASPECTS**

*The author considers the informational and communicational aspects of globalization and its influence on the economical policy.*

Economical policy, globalization, informational aspect.

Подобно тому, как катаклизмы XX века показали, что в среднесрочном плане технический прогресс отнюдь не обязательно ведет к общественному прогрессу, первый кризис глобальной экономики (1997-1999) убедил человечество в том, что повышение интенсивности коммуникации способно не только улучшать, но и качественно осложнять социально-экономическую ситуацию как в отдельных странах, так и в мире в целом.

«Коммуникационный бум», сблизивший человечество и превративший его в единое целое, породил понятие «глобализация». Кризис же 1997-1999 годов сделал его едва ли не наиболее популярным термином. Глобализация представляет собой совершенно особый, современный и, по всей вероятности, высший этап интеграции [1].

Глобализация – это процесс формирования и последующего развития единого общемирового финансово-экономического пространства на базе новых, преимущественно компьютерных технологий [2].

Но, несмотря на значительные темпы развития и всемирные масштабы, несмотря на глубину и наглядность преобразований, глобализация все еще находится на начальном этапе своего развития. Она не только не принесла еще все свои плоды – эти плоды, как правило, еще только начинают вызревать и содержатся в сегодняшних процессах «в зародыше».

Поэтому многие черты глобализации, например, «закрывающие технологии», обеспечивающие качественный рост эффективности и разрушающие традиционные производства, существуют пока что не только не как доминанта, но лишь как начинающаяся проявляться тенденция, а то и вовсе как настоятельная потребность общественного развития. Данная статья ограничивается лишь теми действительными проявлениями глобализации, которые успели приобрести значимый характер уже в настоящее время. При знакомстве с ними, как уже было отмечено выше, наибольшее впечатление производят такие яркие явления, как глобальное телевидение и вершина всего – Интернет, виртуальная реальность, интерактивность. Однако внешние атрибуты и инструменты глобализации не должны заслонять главного – влияния новых, на современном этапе развития информационных технологий на общество и, шире, на человечество в целом.

Основные технологические атрибуты глобализации – компьютер и порожденные им новые информационные технологии. Именно эти технологии объединили развитую часть мира в единую коммуникативную систему, создав единое финансово-информационное пространство, являющееся критерием глобализации.

Однако сегодня ясно: этот критерий носит лишь внешний, формальный, количественный характер. Влияние информационных технологий на общественные отношения проявилось через формирование единого финансово-информационного пространства лишь наиболее наглядным, но отнюдь не наиболее значимым образом.

Главное в глобализации – не количество открытий и технологий, но изменение самого предмета человеческого труда. Современные информационные технологии сделали наиболее прибыльным, наиболее коммерчески эффективным бизнесом не преобразование окружающей среды, мертвых вещей, которое оставалось единственным образом действия человечества с момента его появления, но преобразование живого человеческого сознания – как индивидуального, так и коллективного.

Современные информационные технологии кардинально изменили ситуацию. Совместив навыки рекламы, достижения психологии, лингвистики и математики с качественно новыми коммуникативными возможностями и общим усилением воздействия на органы чувств человека, они не только кардинально повысили эффективность пропагандистских технологий, превратив их в технологии формирования сознания, но и удешевили и упростили их до такой степени, что они стали практически общедоступными.

Превращение формирования сознания в наиболее выгодный бизнес отнюдь не является частным вопросом коммерции. Ведь в современном рыночном мире сделать тот или иной

вид общедоступной деятельности наиболее коммерчески эффективным, значит, в кратчайшие сроки сделать его наиболее распространенным.

Подводя предварительный итог, непосредственным предметом изучения глобализации как таковой, как самостоятельного явления служит влияние породивших и поддерживающих ее технологий, на современном этапе преимущественно информационных, на общественные отношения, понимаемые как отношения внутри общества и между различными человеческими обществами.

В конце XX века, когда скорость развития технологий начала превышать скорость осознания человеческим обществом причин и особенно последствий этого развития, общество было вынуждено начать приспосабливаться и к этому ускорению, приспосабливая к нему само свое сознание, ускоряя и усложняя его процессы. Этим оно открыло новое направление собственного развития: ментальную эволюцию, эволюцию сознания. Ключевым инструментом этого ускорения и усложнения стали информационные технологии.

Наблюдая и воспринимая мир, человек тем самым расширяет его, творит ранее не существовавшие его элементы. Сам процесс наблюдения и осознания созидает свой собственный, особый и, что принципиально важно, воспринимаемый как отдельным человеком, так и человечеством в целом мир. Стремительный рост коммуникаций привел к соответствующему росту не столько первичной информации (основанной на прямом восприятии человеком существующего помимо него мира), сколько информации вторичной – информации, основанной на восприятии не самого физического мира, а уже созданной другими людьми информации о нем.

Увеличение объема вторичной информации привело к сгущению между человеком и физическим миром своего рода «информационного облака», – «информационного» или «виртуального» мира, представляющего собой совокупность накопленных человечеством восприятий [2]. Спецификой и одним из важнейших результатов информационной революции стало почти полное погружение критически значимой части человечества в этот «информационный мир», во многом отгораживающий от него реально существующий, физический мир.

Таким образом, информационная революция объективно способствует снижению эффективности человеческого сознания и нарастания его неадекватности, ставя на пути дальнейшего развития человечества подлинный «информационный барьер [3]». Человек действительно создал мир, слишком сложный для своего сознания. Превышая физические границы индивидуального восприятия (следовательно, и возможности его познания), информационная революция делает мир все менее познаваемым для отдельного человека, загоняя его тем самым в «информационный тупик», в подлинный кризис индивидуального сознания, не способного более справляться с все возрастающим количеством информации.

Необходимым условием сохранения человечества в условиях информационной революции является формирование надличностного сознания в дополнение к сознанию индивидуальному [4].

Информационные технологии увеличивают информацию путем ее непосредственно порождения, практически без участия материального, физического мира. Информационные технологии, хотя и порождены человеком, находятся вне человека, вне его сущности. Таким образом, они являются частью, хотя и рукотворной, окружающего его мира, – частью «второй», технологической природы. Соответственно, их развитие влечет за собой расширение и резкое усложнение наблюдаемого человеком мира за счет его особой, «технологической» части.

Их принципиальное отличие от обычных технологий, которые лишь изменяют окружающий человека мир (high-tech), заключается в направленности на изменение самого человека и человечества (такие технологии получили «симметричное» наименование high-hume). Информационные технологии изменяют человечество в первую очередь при помощи карди-



нального расширения «информационного мира», находящегося между человеком и существующим помимо него физическим миром. С одной стороны, «сгущение» этого мира размывает границы человечества, с другой – создает своего рода «спайку», соединяющую человечество и «окружающую среду» в единую ноосферу.

Снижая адекватность человека, информационные технологии создают потребность в формировании нового, надличностного типа сознания, способного адекватно воспринимать новый, стремительно усложняющийся мир.

Фундаментальным следствием информационной революции является возникновение и обострение противоречия между нарастающей важностью упорядочивания информации и принципиальной, технологической ограниченностью возможностей этого упорядочивания. Частным проявлением этого противоречия представляется то, что информационные технологии увеличивают разнообразие воспринимаемой каждым из нас части мира чрезмерно по сравнению с накопленным нами жизненным опытом.

Так или иначе, масштабы восприятия начинают устойчиво превышать возможности осознания, в результате чего традиционные способы осознания окружающего мира, и, прежде всего, логическое мышление начинают давать систематические сбои.

Наиболее распространенным следствием расширения кругозора за пределы, доступные здравому смыслу, становится фрагментарность анализа: по классической поговорке физиков, «перестав видеть за деревьями лес, ученые решают проблему переходом к изучению отдельных листьев». Беда в том, что при этом они продолжают уверенно делать выводы о лесе в целом.

Рассматривая логические цепочки, жертвы фрагментарного подхода не обращают внимания на их соотнесение друг с другом и с окружающей действительностью. С формальной точки зрения их построения, взятые сами по себе, безусловно логичны, однако в тех случаях, когда они с самого начала не «ухватили суть» рассматриваемого явления, а сосредоточились на изучении его второстепенных черт, несущественность исходных фактов делает весь анализ не только несущественным, но и неверным.

Другой все более распространенной стандартной ошибкой, родственной описанной, является забвение количественных критериев и сосредоточение исключительно на качественном анализе.

Расширение восприятия за пределы возможного осмысления вызывает естественную компенсаторную реакцию, заключающуюся, с одной стороны, в придании гипертрофированного значения всякого рода авторитетным мнениям, а с другой – в растущей склонности к внелогическим интуитивным решениям, «озарениям», апеллирующим в конечном счете не к логическим доводам, а к собственной психологии принимающего решение лица.

«Сотворение кумира» в виде того или иного эксперта или целого «экспертного сообщества» означает переориентацию принимающего решение субъекта с приоритетного восприятия реальности на приоритетное восприятие мнений более авторитетных для него субъектов. При этом упускается из виду то, что эксперты обычно – по вполне объективным обстоятельствам – погружены в интересующую его реальность меньше, чем он сам. Таким образом, с точки зрения жаждущего совета экспертное сообщество неминуемо оторвано от реальности – по крайней мере, от непосредственно интересующей его части этой реальности.

Поэтому их правильные сами по себе суждения не полностью соответствуют тем конкретным условиям, в которых действует управляющий субъект и по поводу которых он обращается к экспертам, что неминуемо делает советы экспертов либо двусмысленными, либо неадекватными. Следует учесть также, что для экспертов обращающийся к ним за советом является, строго говоря, посторонним, и они, как минимум, не заинтересованы жизненно в решении его проблем, сколь угодно важных для него самого.

Чрезмерно полагающийся на экспертное сообщество и перекладывающий на него бремя своих решений превращается в еще одно живое (а иногда и мертвое) подтверждение

правильности библейской заповеди о недопустимости сотворения кумира. «Ни мраморного, ни железного», ни, добавим с высоты накопленного за две с лишним тысячи лет опыта, экспертного.

Однако упование на сторонних авторитетов является, как было отмечено, лишь одной из основных компенсаторных реакций на утрату человеческим сознанием способности перерабатывать возрастающий поток информации.

Другая компенсаторная реакция – отказ от логики в пользу интуиции. Этот отказ представляется стихийным, но в целом верным ответом организма (неважно, индивидуума, организации или человеческого общества) на качественное снижение под ударами информационной революции эффективности логического инструмента познания, «еще сегодня утром» неотъемлемого от человека.

Однако процесс этого отказа исключительно сложен, многопланов и непоследователен. Как минимум, он далек от своего завершения. Сегодня можно говорить лишь о его первых, еще весьма и весьма робких шагах, для понимания которых следует рассмотреть стихийную реакцию человеческого сознания на утрату способности обрабатывать растущий объем необходимой информации.

Болезненность неразрешаемого на сегодняшнем уровне развития противоречия между ростом объема коммуникаций и ограниченностью способностей их упорядочивания усугубляется тем, что, как это часто бывает, средство подменяет собой цель. Происходит своего рода «затягивание в коммуникации», когда коммуникация осуществляется сама ради себя, а не ради достижения ее участниками некоего реального результата [5].

При этом средство подменяет собой цель не только вследствие отсутствия или неясной артикуляции последней, но и благодаря исключительной привлекательности самого этого средства как такового. Превращение получения новой информации в самоцель существенно облегчается генетически присущим человеку «инстинктом любопытства»; при этом коммуникация, утрачивая содержательные цели в реальном мире, превращается в простой инструмент удовлетворения неограниченной любознательности. Становясь бесцельным и, следовательно, хаотичным, познание лишается своей сущности и превращается в коммуникацию ради коммуникации, – процесс, бесплодность которого его участники пытаются компенсировать нарастанием его интенсивности [1].

Наиболее важным становится узнать новость первым и распространить ее дальше безотносительно к тому, верна ли она или нет, разрушительна или созидательна. Коммуникация сама по себе становится таким же категорическим императивом информационного мира, каким была – и в основном еще и является – прибыль для мира традиционных рыночных отношений.

В соответствии с теорией информации в конкурентной борьбе побеждает тот, кто первым реализовал информацию, а не тот, кто первым получил ее. При этом в результате растущего влияния ожиданий «информационного мира», значение адекватности передаваемой информации снижается. Быстро распространив сомнительную или даже заведомо ложную информацию, вы успеете первым отреагировать на реакцию на нее тех или иных сообществ (например, фондового рынка) и зафиксировать свою выгоду до того, как выяснится правильность или ошибочность сообщенной вами информации.

Абсолютизация коммуникативных мотиваций, являясь естественным следствием информационной революции, приносит победу действующему, а не знающему, сплетнику (в том числе бездумному), а не исследователю. В частности, поэтому вопиющая ограниченность, а зачастую и откровенная безграмотность целого ряда «экспертов», – например, фондовых аналитиков, – не должна восприниматься как некий парадокс или вызов здравому смыслу. Ведь они являются специалистами в первую очередь в «информационном», а не физическом мире, в среде ожиданий, а не реальности, в области коммуникации, а не познания.

Существенно, что объективно обусловленная недооценка этого прискорбного, но ключевого для современного мира правила поддерживает, в частности, уязвимость государственной и корпоративной бюрократии перед атаками энтузиастов-одиночек. Возможно, эта уязвимость является фундаментальной закономерностью, поддерживающей гибкость и адаптивность человеческого общества, которое в противном случае закоснело бы в непробиваемой броне неповоротливых больших организаций.

В результате наблюдается массовое отвыкание общества от критического осмысления в пользу стихийного, инстинктивного восприятия или, наоборот, столь же стихийного отторжения пропаганды, которая становится основным содержанием информационного обмена. В современной российской литературе используется более мягкое и научное понятие – public relations. Его научный смысл действительно несколько отличается от научного смысла понятия «пропаганда», однако это вызвано не содержательными, а в первую очередь технологическими различиями. Понятие «пропаганда» связано с государственными технологиями формирования сознания первой половины XX века, «реклама» – с более эффективными коммерческими технологиями, достигшими расцвета в 50-80-е годы, а «public relations» – с наиболее эффективными, комплексными технологиями эпохи глобализации, являющимися, по крайней мере, сегодня вершиной эволюции технологий формирования сознания [6].

Естественно, что это стихийное восприятие или отторжение этой пропаганды, становясь все менее логичным, становится все более эмоциональным. В результате реакция на воспринимаемые явления становится как для человека, так и для коллектива, и для общества все менее логичной и все более эмоциональной. Таким образом, в результате воздействия информационной революции познание не только затрудняется в силу переизбытка информации, но и становится неэффективным как инструмент достижения локальных жизненных целей.

Однако описанные проблемы являются не только неустраняемыми, технологически обусловленными особенностями всего современного этапа развития человечества, но и привычными явлениями практически всех относительно развитых современных обществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазьев С. О стратегии экономического роста на пороге XXI века: научный доклад / С. Глазьев. Отделение экономики РАН, ЦЭМИ РАН. М., 1997. 24 с.
2. Делягин М.Г. Мировой кризис. Общая теория глобализации / М.Г. Делягин. М.: ИНФРА-М, 2003. 368 с.
3. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура / М. Кастельс. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 608 с.
4. Уткин А.И. Глобализация: процесс и осмысление / А.И. Уткин. М.: Логос, 2001. 254 с.
5. Практика глобализации: игры и правила новой эпохи / под ред. М. Делягина. М.: ИНФРА-М, 2000. 341 с.
6. Россия и процессы глобализации: что делать? Стратегия для России: 10 лет СВОП. М.: Вагриус, 2002. 816 с.

**Агаджанова Юлия Геннадьевна** –  
соискатель кафедры  
«Институциональная экономика»  
Саратовского государственного  
социально-экономического университета,  
начальник отдела  
по связям с общественностью

**Agadjanova Yulia Gennadiyevna** –  
Graduate Student of the Department  
of «Institutional economics»  
of Saratov State Socioeconomic University,  
Head of Public Relations Department

*Статья поступила в редакцию 30.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

**П.Л. Алтухов**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Рассматриваются методические аспекты выбора стратегических направлений развития и стратегии управления развитием промышленного предприятия. Показан комплексный характер влияния взаимодействия стратегического и оперативного планирования деятельности предприятия на выбор стратегии управления развитием и схема взаимосвязи планов, разрабатываемых условным промышленным предприятием в системе внутрифирменного планирования. Предложен последовательный поэтапный подход к составлению годовой программы выпуска продукции и объемов продаж.*

Стратегия, развитие, предприятие, управление, конкурентоспособность.

**P.L. Altukhov**

### **METHODOLOGICAL STATEMENTS OF COMPANY DEVELOPMENT MANAGEMENT STRATEGY**

*This article is about methodological aspects of choosing strategical developments and the management strategy of development of a company. The complex character of the influence of the strategical and operative planning of a company for choosing the management strategy of development and the scheme of plans, which are made in the company according to the sistem of the company's planning are shown in this article. This article offers the ways for making the year programm of production and sales.*

Strategy, development, industrial company, management, competetivness.

В последнее время отношение к вопросам выбора стратегии управления промышленным предприятием далеко неоднозначно.

По определению А. Чандлера, стратегия – «это определение основных долгосрочных целей и задач предприятия и утверждения курса действий и распределения ресурсов, необходимых для достижения этих целей» [1, с.5].

А. Ансофф выделяет несколько отличительных особенностей стратегии [2]:

1. Процесс выработки стратегии не завершается каким-либо немедленным действием. Обычно он заканчивается установлением общих направлений, продвижение по которым обеспечит рост и укрепление позиций фирмы.

2. Сформулированная стратегия должна быть использована для разработки стратегических проектов, методов поиска. Роль стратегии в поиске состоит в том, чтобы, во-первых, сосредоточить внимание на определённых участках или возможностях, во-вторых, отбросить все остальные возможности как несовместимые со стратегией.

3. Необходимость в данной стратегии отпадает, как только реальный ход событий выведет организацию на желаемое развитие.

4. В ходе формулирования стратегий нельзя предвидеть все возможности, которые откроются при составлении проекта конкретных мероприятий. Поэтому приходится пользоваться сильно обобщенной, неполной и неточной информацией о различных альтернативах.

5. При появлении более точной информации может быть поставлена под сомнение обоснованность первоначальной стратегии. Поэтому необходима обратная связь, позволяющая обеспечить своевременное переформулирование стратегии.

Процесс реализации стратегии может быть разделён на два больших этапа: процесс стратегического планирования – выработка набора стратегий, начиная от базовой стратегии предприятия и заканчивая функциональными стратегиями и отдельными проектами; процесс стратегического управления – реализация определённой стратегии во времени, переформулирование стратегии в свете новых обстоятельств.

Стратегическое планирование, как элемент и функция управления предприятием, является одним из наиболее важных и значимых экономических инструментов как на макро-, так и на микроуровнях. Однако, следует отметить, что данный вопрос часто является предметом обсуждения. Так, Л.Г. Червова и А.Г. Попов отмечают, что «совершенствование экономики в начале перехода к рынку связывают прежде всего с отказом от планирования и других традиционных форм управления» [3, с.41].

«Или план, или рынок» – такую прямолинейную монистическую мораль, – отмечает Б.А. Райзберг, – привыкли проповедовать рыночники-экстремисты. Между тем и зарубежный опыт, и логика, и объективный анализ подсказывают другое» [4, с.18].

Особый интерес в разработке стратегий развития предприятия представляет применение биологического подхода к классификации конкурентных стратегий, в соответствии с которым их можно подразделить на четыре вида [5, с.48]: эксплерентная, означающая выход на рынок с новым (инновационным) продуктом и захват части рынка; виолентная, характерная для крупных компаний, осуществляющих массовое производство, опережая конкурентов за счет серийности производства и эффекта масштаба; пациентная, заключающаяся в приспособлении к узким сегментам рынка путем специализированного производства продукции с уникальными характеристиками; коммутантная, состоящая в приспособлении к условиям спроса местного рынка, заполнении ниш, по тем или иным причинам, не занятых «виолентами» и «пациентами».

Многочисленность промышленных предприятий в настоящее время и разнообразие выполняемых ими функций предопределяют разнообразие конкурентных стратегий, применение которых, в соответствии с биологическим подходом к классификации, рассматривалось автором ранее [6, с.107].

Исследования показывают, что стратегии, направленные на реструктуризацию (реорганизацию, реинжиниринг), применяются в трех основных ситуациях: в условиях, когда предприятия (фирма) находится в состоянии кризиса; когда текущее положение фирмы может быть признано удовлетворительным, однако прогнозы ее деятельности являются неблагоприятными; когда воплощением в жизнь подобных стратегий занимаются благополучные быстрорастущие и агрессивные фирмы.

Проведенные исследования и многолетний опыт практической работы дают веские основания утверждать, что в целях скорейшего вывода экономики из кризисного состояния необходимо не только не ослаблять и уж тем более не отказываться от стратегического планирования, а, напротив, значительно усилить внимание этому процессу как на макро-, так и на микроуровнях.

«Современный рынок, – пишет И. Кац, – не отменяет необходимости планирования. Управление постиндустриальным типом экономики невозможно без стратегического замысла, определения целей оперативного регулирования, координации из единого центра» [7, с.114].

Эффективная экономическая политика невозможна без государственного планирования. И в мировой практике, включая и опыт бывшего СССР, сложилось несколько его типов. Основными из них являются: директивное (административно-командное) планирование; ин-

дикативное (направляющее) планирование. Исходной точкой здесь также является смешанная экономика, однако цель планирования меняется. Составляемые плановые документы содержат лишь общие контуры государственного прогноза о желаемом развитии экономики. Поэтому индикативное планирование называют еще рекомендательным.

Определенная система планирования сформировалась в мировой практике и на внутрифирменном уровне. Как свидетельствует зарубежный опыт, система планов, успешно используемая ведущими компаниями промышленно развитых стран, характеризуется следующими их видами: стратегическими планами, охватывающими период 10-15 лет, в которых формируются главные цели предприятия на перспективу, конкретные задачи, привязанные по времени и ресурсам, общая стратегия достижения поставленных целей; долгосрочными планами, разрабатываемыми на несколько лет и нацеленными на решение отдельных самостоятельных проблем стратегии фирмы и формируемыми чаще всего как составная часть стратегического плана; текущими планами, в которых увязываются все направления деятельности фирмы и работа всех функциональных подразделений на текущий финансовый год; оперативными планами, посвященными решению конкретных вопросов деятельности предприятия в краткосрочном периоде; инвестиционными проектами, то есть планами капитальных вложений, направляемых на создание новых производственных мощностей; бизнес-планами по различным направлениям деятельности: планами создания новой фирмы или новых видов продукции, выхода на новые рынки сбыта и др. [8, с.62].

Как свидетельствует мировой опыт, стратегическое планирование широко применяется и в системе внутрифирменного менеджмента как прекраснейший инструмент обеспечения устойчивого положения компании на рынке.

Таким образом, изложенное выше достаточно убедительно свидетельствует об очевидной необходимости «восстановления в правах» отечественной системы планового регулирования экономики на макро- и микроуровнях, ее совершенствования с учетом богатой практики развитых стран и полезного опыта бывшей советской системы планирования.

На данном этапе одним из высокоэффективных средств государственного макроэкономического регулирования может стать индикативное планирование, на что указывали многие ученые-экономисты.

Как свидетельствует мировая практика, деятельность предприятия вписывается в систему индикативного планирования. Регулирует работу предприятий рынок, но предприятия везде работают в определенных экономических рамках. Это и налоги, и таможенные тарифы, квоты, лицензии, дотации, нормы амортизации и т.д. При переходе к рыночным отношениям внутрифирменное планирование, и это наглядно подтверждает мировая практика, становится важнейшей функцией внутрифирменного стратегического управления.

Внутрифирменное планирование призвано обеспечить взаимоувязку между отдельными структурными подразделениями предприятия, включающими всю технологическую цепочку: научные исследования и разработки, производство и сбыт. Эта деятельность должна опираться на выявление и прогнозирование потребительского спроса, анализ и оценку имеющихся ресурсов и перспектив развития хозяйственной конъюнктуры. Отсюда вытекает необходимость увязки планирования с маркетингом и контролем с целью постоянной корректировки показателей производства и сбыта вслед за изменением спроса на рынке. Внутрифирменное планирование превращается сегодня в особую объективно необходимую сферу хозяйственной деятельности, ключевую значимость при этом имеет активное внедрение в систему санирования принципов программно-целевого подхода и таких определяющих рабочих инструментов стратегического управления, как бизнес-планы, в целях решения стратегических задач обеспечения конкурентоспособности предприятия.

Как показывает зарубежный опыт, главное достоинство бизнес-планирования заключается в том, что правильно составленный бизнес-план дает перспективу развития фирмы,

позволяет определить рынки и место фирмы на этих рынках, сформулировать долговременные и краткосрочные цели фирмы, стратегию и тактику их достижения, определить состав маркетинговых мероприятий по изучению рынка, рекламе, стимулированию объема продаж, ценообразованию, каналам сбыта, четко формализует обязанности и ответственность персонала, всех руководителей фирмы, позволяет осуществить более четкую координацию принимаемых усилий по достижению поставленных целей [9, с. 56-57].

В управленческой литературе стратегическое планирование в обобщенном виде рассматривается как динамическая совокупность следующих этапов: стратегического анализа, постановки целей, выбора и обоснования конкурентных преимуществ, формирования стратегии, составления стратегических планов и программ, оценки и контроля выполнения.

С учетом этих требований, предваряя стадию планирования, должен проводиться комплексный системный стратегический анализ перспектив предприятия в каждой стратегической зоне хозяйствования.

При широкой номенклатуре выпускаемой продукции такие зоны следует выделять и соответственно проводить стратегический анализ по каждому производству – продуктовому центру (центру прибыли) промышленного предприятия.

Стратегия управления развитием предприятия должна быть основана на деятельности в стратегических зонах хозяйствования в направлении, определяющем развитие всего предприятия. В этой связи следует определить процесс выбора стратегических направлений развития предприятия (см. рис. 1).

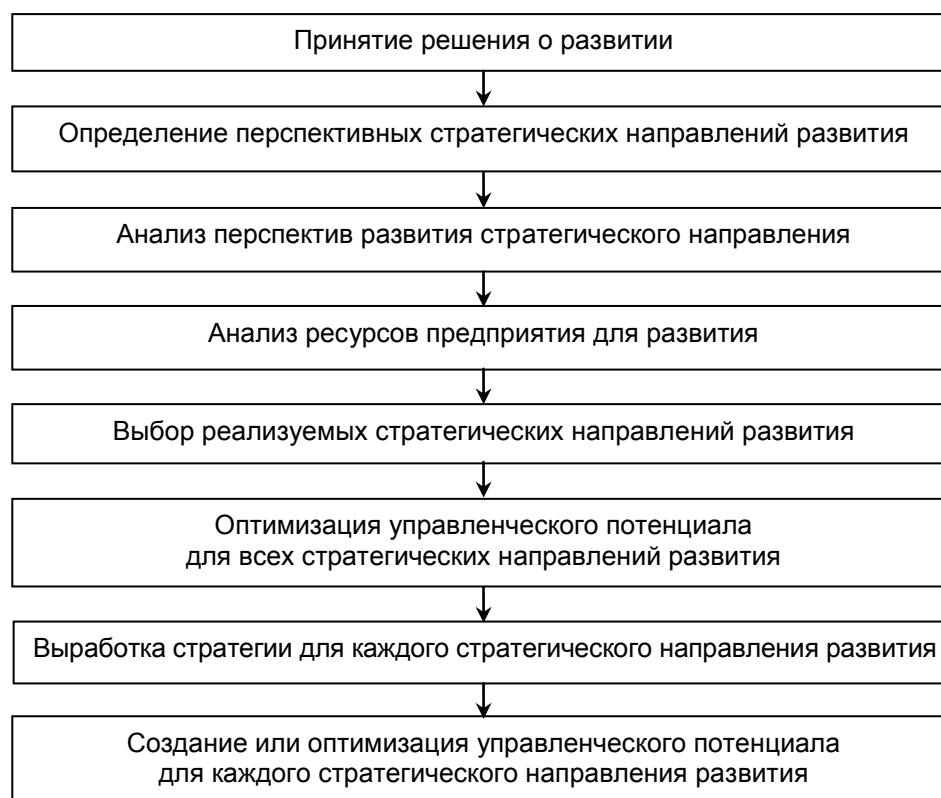


Рис. 1. Процесс выбора стратегических направлений развития предприятия

Изложенные выше концептуальные положения по обеспечению системного подхода к планированию деятельности промышленного предприятия в условиях рыночных отношений являются основой для разработки методических положений по выбору стратегии управления развитием предприятия и его конкурентоспособности (рис. 2).



Рис. 2. Процесс выбора стратегии управления развитием предприятия

Как подчеркивают зарубежные специалисты, первым и самым важным шагом по пути к корпоративному планированию, предопределяющим всю дальнейшую работу по систематической разработке планов компании, является четкое определение миссии и постановка стратегических целей предприятия.

Комплексный характер влияния взаимодействия стратегического и оперативного планирования деятельности промышленного предприятия на выбор стратегии управления развитием и схема взаимосвязи планов, разрабатываемых условным промышленным предприятием в системе внутрифирменного планирования, представлены на рис. 3.

Предваряя более подробное рассмотрение процесса организации внутрифирменного планирования, следует подчеркнуть что разработка взаимоувязанной и внутренне сбалансированной многоуровневой системы перспективных, текущих и оперативных планов деятельности акционерного общества подчинена решению триединой ключевой задачи – максимизации прибыльности работы предприятия, достижению его финансовой устойчивости и формированию затрат на производство, обеспечивающих бездефицитный бюджет и самофинансирование его развития. Осуществление этой чрезвычайно сложной целевой установки в свою очередь требует выполнения, по крайней мере, двух групп не менее сложных задач.

Во-первых, речь идет о дополнении традиционных для процесса планирования таких его стадий, как разработка планов, реализация планов, оценка и контроль новым и особо важным в условиях рыночных отношений этапом, предшествующим процессу разработки



планов, – анализом внешней среды, базирующимся на изучении рынков сбыта, характера конкуренции, себестоимости аналогов производимой продукции, ее рыночных ценах, сырьевого обеспечения, сильных и слабых сторон предприятия применительно к изменениям внешнего окружения и т.п.

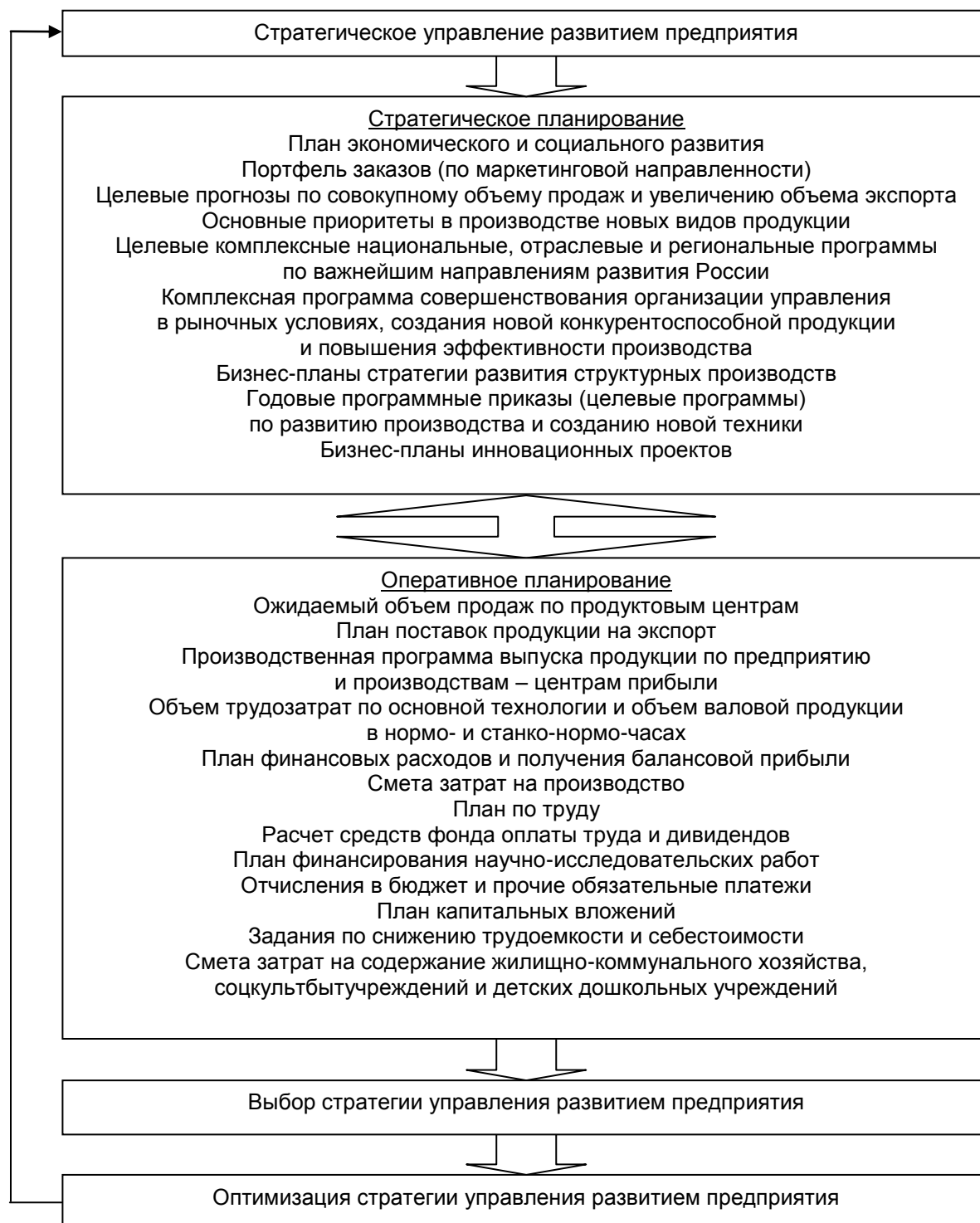


Рис. 3. Влияние взаимодействия стратегического и оперативного планирования деятельности промышленного предприятия на выбор стратегии управления развитием

Во-вторых, о необходимости комплексной автоматизации и компьютеризации процесса внутрифирменного планирования, что в условиях масштабов и специфики производства промышленного предприятия представляет принципиальную значимость, ибо обеспечение эффективности процесса планирования на предприятии без применения вычислительной техники практически невозможно.

Обозначенные стратегическим планированием определенные «ниши» хозяйственной деятельности подлежат заполнению средствами текущего и оперативного планирования.

Текущее (тактическое) планирование, как и в прежние годы, является формой взаимосвязи всех направлений деятельности предприятия, синхронизации работы всех его функциональных подразделений на предстоящий плановый финансовый год.

Вместе с тем сегодня, в отличие от прошлых лет, текущее планирование на микроуровне должно рассматриваться как важнейший этап реализации выработанной стратегии развития предприятия и через совокупность планов по различным направлениям и видам деятельности представлять «разверстку» данной стратегии в годовом разрезе. При этом следует особо подчеркнуть, что если раньше отправной точкой разработки текущих планов был план производства, то теперь во главу угла должен быть поставлен прогноз объема продаж на текущий год. Именно реальный прогноз реализации продукции и получения денежных средств – основа, на которой, в конечном счете, должны строиться все другие плановые расчеты. Важно, чтобы такой прогноз осуществлялся по каждому производству, конкретным номенклатурам продукции и в разрезе территорий – стратегических зон хозяйствования на внешнем и внутреннем рынках.

С планируемым объемом продаж должны быть органически взаимоувязаны производственные планы всех структурных подразделений предприятия, планы маркетинга и торговых издержек, план по себестоимости и материалам, план по труду, программы расчета загрузки каждой единицы технического оборудования, задания по снижению трудоемкости и себестоимости выпускаемой продукции.

Формой обобщения всех вышеназванных и ряда других плановых расчетов, осуществляемых промышленным предприятием в процессе текущего планирования, является разрабатываемый в конечном итоге годовой Комплексный план деятельности. Все программы и плановые задания, объединенные в Комплексном плане, взаимоувязаны по количественным параметрам и ресурсному обеспечению, финансовым затратам и охватывают все структурные подразделения и службы предприятия.

С целью оптимального решения этой сложной задачи на промышленном предприятии предлагается применять последовательный поэтапный подход к составлению годовой программы выпуска продукции и объемов продаж. Начинать эту работу следует «снизу» – с разработки директоратами производств и специалистами предприятия своих предложений по набору планируемых объемов производства. Это первый и особо ответственный этап процесса текущего планирования. Все структурные подразделения предприятия на основе выявления потребностей потенциальных заказчиков, учета их финансового состояния, изучения и анализа ситуации на рынках сбыта, возможностей заключения выгодных для предприятия контрактов на изготовление и поставку выпускаемой продукции, а также оценки собственного производственного потенциала и наличия остатков готовой продукции производят предварительные расчеты загрузки мощностей соответствующих производств и разрабатывают свои предложения по формированию плана годовой программы выпуска продукции в номенклатуре и стоимостном выражении в соответствии с требованиями конкретных заказчиков предприятия, в том числе и дальнего зарубежья. При этом расчеты потенциального спроса на выпускаемую продукцию и соответственно объемов производства на планируемый год выполняются по каждому производству акционерного общества в трех вариантах: определяются объемы производства продукции по

реально заключенным и профинансированным контрактам (В1); рассчитывается планируемый объем продукции как сумма В1 и объемов выпуска оборудования по реально заключенным, но еще не профинансированным контрактам (В2); определяется общий объем годовой производственной программы на планируемый год как сумма В1, В2 и вероятных (по заявкам заказчиков) объемов выпуска продукции (В3).

Предложения всех структурных подразделений по набору объемов производства с указанием конкретных потребителей выпускаемой продукции представляются в планово-экономический отдел предприятия.

Всесторонняя оценка и сопоставительный анализ предложений – структурных подразделений предприятия – второй важнейший этап текущего планирования, на котором происходит формирование проекта годового Комплексного плана деятельности предприятия.

Основная цель второго этапа – выработать оптимальный вариант проекта Комплексного плана деятельности предприятия, то есть такого плана, реализация которого обеспечит выпуск продукции, загрузку мощностей и освоение новых видов оборудования с минимальными издержками и позволит получить денежные средства в размерах, достаточных не только для покрытия расходов производства, но и для осуществления реконструкции и технического перевооружения предприятия, содержания социальной сферы, реализации социальных прав гарантий трудящихся.

Для того чтобы в конечном счете выйти с положительным сальдо, следует обеспечить покрытие планируемых затрат объемом продаж, необходима четкая взаимоувязка трех основных составляющих комплексного плана: производственной программы, плановых заданий по объему продаж и плана расходов денежных средств.

Решение этой задачи обеспечивается активным использованием в системе годового планирования методов функционально-стоимостного анализа, в частности в процессе разработки и оценки различных вариантов загрузки производственных мощностей, формирования затрат на производство, определения плановой себестоимости выпускаемой продукции, расчетных цен ее реализации и др.

Мерами по реализации методических положений могут быть: создание новых технических возможностей для повышения конкурентоспособности предприятия (это программа капитальных затрат на приобретение новых видов оборудования, на модернизацию действующего оборудования, на создание предметно-замкнутых участков, укрепление возможностей изготовления высококлассных деталей и др.); разработка новых технологий и «ноу-хау»; создание новой техники и оборудования, новых инженерных разработок; освоение новых рынков сбыта выпускаемой техники и оборудования; увеличение объемов экспорта и поступления валюты на предприятие; снижение удельных затрат по использованию электроэнергии, газа, тепловой энергии; снижение финансовых и материальных средств на оплату за газ, электроэнергию и железнодорожные тарифы (за счет использования многовариантных подходов при согласовании цены и способов оплаты, включая и бартерные операции; профессиональных знаний, умений и идей менеджеров, экономистов, которые можно реализовать и при этом получить эффективность за счет минимизации затрат); снижение удельных норм расхода и использования сырья; приобретение в целях снижения производственных комплектующих и материалов только на конкурсной основе (по самым выгодным для предприятия ценам); максимальное использование имеющихся запасов, материалов комплектующих изделий; разработка и реализация комплексной программы концентрации однотипных производств (снижение себестоимости производства в результате консервации неиспользуемого оборудования, высвобождения численности персонала, выбора наиболее «дешевых» технологических маршрутов, блочной концентрации производств, что позволит сократить накладные, транспортные и др. расходы); повышение знаний и профессионального мастерства специалистов, руково-

дителей, служащих и рабочих; совершенствование мотивационного механизма (усиление заинтересованности в исполнении намеченной программы, поощрение за выявление внутрипроизводственных резервов снижения себестоимости продукции, развитие творческой инициативы, заключение выгодных контрактов); коренное изменение системы расчетов цехов и производств.

В экономическом механизме хозяйственной деятельности предприятий в режиме рыночных отношений первостепенное значение приобретает создание «следающей» системы контроля за издержками производства, обеспечивающей возможность своевременного принятия управленческих решений по их снижению с целью достижения запланированных стратегических задач развития предприятия.

Достижение поставленной цели возможно при глубоком теоретическом и практическом исследовании методик оценки конкурентоспособности. Рассмотрение наиболее известных методик анализа и оценки конкурентоспособности было проведено автором ранее в коллективных монографиях и диссертационном исследовании [см. 6, с.77-98; 10, с.130-154; 11, с.67-86].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Chandler A.D. Strategy and Structure: A Chapter in the History of Industrial Enterprises / A.D. Chandler. Cambridge, Mass, MIT Press, 1962. 210 p.
2. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф; пер. с англ.; науч. ред. и авт. предисл. Л.И. Евенко. М.: Экономика, 1989. 519 с.
3. Червова Л.Т. Проблемы планового регулирования экономики в новых условиях / Л.Т. Червова, А.Г. Попов // Проблемы управления государственным сектором экономики: сб. науч. тр. Донецк: ИЭП НАН Украины, 1996. С. 41-50.
4. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск / Б.А. Райзберг. М.: Знание, 1992. 64 с.
5. Толкачев С.А. Конкурентные стратегии российских оборонных компаний / С.А. Толкачев // Российский экономический журнал. 1998. № 1. С. 48-57.
6. Алтухов П.Л. Управление эффективным развитием государственных предприятий: дис. ... канд. экон. наук / П.Л. Алтухов. Саратов, 1999. 183 с.
7. Кац И. Планирование – системообразующий элемент государственного регулирования экономики / И. Кац // Проблемы теории и практики управления. 1997. № 3. С. 114-118.
8. Куксов А. Планирование деятельности предприятия / А. Куксов // Экономист. 1996. № 6. С. 61-67.
9. Герчикова И.Н. Менеджмент: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / И.Н. Герчикова. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995. 480 с.
10. Управление холдингами в машиностроении / П.Л. Алтухов, О.В. Грищенко, Е.П. Резник, А.Г. Ильичев; под ред. В.Т. Денисова. Саратов: Изд-во В.П. Латанова, 2005. 180 с.
11. Алтухов П.Л. Управление развитием предприятий / П.Л. Алтухов, В.Т. Денисов. Саратов: СГТУ, 2000. 160 с.

**Алтухов Павел Леонидович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление внешнеэкономической деятельностью» Саратовского государственного социально-экономического университета

**Altukhov Pavel Leonidovich** – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of «Economics and foreign-economic activity management» of Saratov State Socioeconomic University

*Статья поступила в редакцию 30.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

Э.А. Андреева, М.Б. Казакова, И.И. Шукшина

## ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

*Рассматриваются классификация инвестиционных рисков, особенности методов качественного анализа и количественной оценки проектных рисков, методика оценки рисков инвестиционных проектов.*

Инвестиционные проекты, классификация рисков.

E.A. Andreeva, M.B. Kazakova, I.I. Shukshina

## RISK ANALYSIS PROBLEMS AND INVESTMENT PROJECTS EVALUATION

*The article deals with the problems of risk evaluation of investment projects. Classification of investment risks, the particularities of qualitative analysis methods and quantitative project risk assessment, procedures of risk assessment of investment projects are the matter in question.*

Investment projects, classification of risks.

Инвестиционная деятельность в любой стране, особенно в стране с переходной экономикой, такой как Россия, сопряжена с определенным набором рисков, как на микро-, так и на макроуровне. Инвестиции в форме инвестиционных проектов (далее ИП) возможны лишь на основе комплексной инвестиционной стратегии, краеугольным камнем которой должен стать процесс управления инвестиционными рисками на всех стадиях инвестиционной деятельности: при подготовке ИП, на инвестиционной и операционной фазах, а также при завершении инвестиционной деятельности [1].

В рамках реализации ИП проводится определенный набор взаимосвязанных мероприятий, направленных на достижение строго определенных целей, связанных с инвестиционной деятельностью; при этом данные мероприятия осуществляются в условиях ограниченных временных рамок, финансовых и других ресурсов. При этом каждый проект является уникальным, что подразумевает поиск абсолютно новых решений, различное использование и комбинирование всевозможных инструментов и методов для достижения намеченных целей.

Именно поэтому инвестиционной деятельности присущи повышенные риски по сравнению с обычной хозяйственной деятельностью.

Риск является неотъемлемой частью инвестиционной деятельности, так как даже при самых благоприятных экономических условиях сохраняется возможность недополучения дохода (упущенной выгоды) или даже возникновения прямых потерь. Каждое предприятие в своей деятельности встречается со всевозможными рисками, возникающими при реализации любого проекта. Поэтому оценка и управление рисками является одной из важнейших задач инвестиционного проектирования.

В последнее время, вопреки устоявшемуся мнению, риск наиболее часто понимается в различных аспектах: риск как возможность, риск как опасность или угроза, риск как неопределенность. Рассмотрим различные подходы к понятию «риск» [2, 3].

**Риск как возможность** – имеет в своем основании концепцию существования взаимосвязи между риском и доходностью. Чем выше риск, тем выше потенциальный доход, но также выше и вероятные убытки. В этом смысле риск-менеджмент (управление риском) означает использование техники максимизации дохода при одновременном ограничении или минимизации потерь.

**Риск как опасность или угроза** – наиболее часто употребляемая концепция. В рамках данного подхода рассматриваются негативные события, такие как финансовые потери, мошенничество, хищения, угроза репутации, ущерб или банкротство, участие в судебных процессах и т.д. С точки зрения этой концепции, риск-менеджмент означает технику уменьшения вероятности наступления нежелательных событий или полного краха организации с помощью ряда мероприятий, которые требуют произведения разумных затрат.

Третья точка зрения является наиболее академической. В ее рамках **риск рассматривается как неопределенность**. Она апеллирует к такому теоретическому понятию, как вероятностное распределение возможных исходов (позитивных и негативных). С этой точки зрения риск-менеджмент имеет своим предметом уменьшение дисперсии между ожидаемыми исходами и действительными результатами.

Эти концепции не являются изолированными, а представляют собой непрерывное пространство или континуум внутри организации. Функционально каждая из концепций характерна для своего круга менеджеров.

На всех стадиях инвестиционного проектирования в той или иной степени присутствует фактор неопределенности. Естественно, степень неопределенности будет уменьшаться по мере изучения сложившейся ситуации, уточнения исходной информации и целей ИП, а также конкретных способов их достижения. Однако полностью исключить неопределенность при планировании в принципе невозможно. Поэтому общая оценка ИП должна осуществляться с учетом возможных изменений внешних и внутренних параметров при его выборе [4].

Правильная оценка риска осуществления инвестиций является необходимым условием при управлении рисками при инвестиционном проектировании. Она в меньшей степени, чем другие способы оценки, поддается формализации. Методика оценки риска должна отвечать следующим требованиям [5]:

- достоверность и объективность заключений;
- достаточная точность;
- экономическая целесообразность (затраты на проведение анализа не должны превышать дополнительных доходов от использования результатов оценочной деятельности).

Основу проведения оценки проектных рисков составляет определение степени вероятности их возникновения и объема возможных финансовых потерь при наступлении рискового события. Исходя из этого, оценка рисков реальных ИП состоит из следующих основных этапов:

- идентификации отдельных видов рисков ИП;
- оценки достаточности и достоверности информации, необходимой для оценки степени вероятности возникновения и объема возможных финансовых потерь по каждому виду риска;
- выбора и использования методов оценки вероятности наступления рискового события и размера возможных финансовых потерь по каждому виду риска;
- оценки общего уровня проектного риска ИП;
- ранжирования рассматриваемых вариантов ИП по уровню риска.

Один из наиболее важных этапов оценки реальных ИП – это выбор и использование методов оценки рисков, цель которых – определение возможных масштабов последствий проявлений риска. Каждый из существующих в настоящее время методов анализа и оценки риска имеет свою область применения и свои процедуры, которые во многом и определяют

возможности метода. Выбор конкретных методов оценки риска определяется следующими факторами:

- видом инвестиционного риска;
- полнотой и достоверностью информационной базы;
- уровнем квалификации, технической и программной оснащенностью инвестиционных менеджеров, осуществляющих оценку проектных рисков;
- возможностью привлечения к оценке сложных инвестиционных рисков квалифицированных экспертов;
- отраслевыми и региональными особенностями реализуемого проекта.

При функциональном подходе методы анализа риска разделяют на качественные и количественные [5].

**Качественный анализ рисков** выполняется с помощью эвристических методов на формально-абстрактном уровне мышления с целью идентификации проектных рисков. Качественный анализ проводится на стадии разработки бизнес-плана. В процессе качественного анализа важно исследовать причины возникновения и динамики проектных рисков. По каждому виду риска должны быть изучены их последствия и дана стоимостная оценка возможного отрицательного эффекта. Наиболее значимыми рисками ИП могут быть:

- снижение цен на готовую продукцию;
- уменьшение объемов реализации продукции;
- увеличение переменных издержек в расчете на единицу продукции;
- возрастание темпов инфляции;
- увеличение инвестиционных затрат по ИП.

Определение основных проектных рисков позволяет начать планирование круга мероприятий по минимизации отрицательных эффектов наступления рисков событий.

**Количественный анализ проектных рисков** дает возможность проведения численного измерения величины отрицательного эффекта и вероятностного распределения вариантов рисков события. Для осуществления количественной оценки риска необходимо наличие выполненных расчетов результативных показателей по исходному (базисному) варианту и варианту согласно проведенной качественной оценке рисков.

Для количественной оценки риска ИП могут быть применены следующие методы:

- статистический метод;
- метод экспертных оценок;
- анализ вероятностных распределений денежных потоков;
- метод «дерева решений»;
- метод корректировки нормы дисконта;
- метод достоверных эквивалентов;
- анализ чувствительности критериев эффективности;
- метод сценариев;
- имитационное моделирование.

Как видим, методы оценки и управления рисками весьма разнообразны. Они применимы практически во всех видах бизнеса. Однако некоторые методы, идеально подходящие, например, для банков или страховых компаний, по объективным причинам неприменимы для исследования рисков предприятий реального сектора экономики, поскольку не учитывают специфику их производственной деятельности, которая характеризуется низкой оборачиваемостью активов и жесткой зависимостью от социальных процессов в трудовых коллективах.

Не останавливаясь подробно на специфике каждого метода, нужно отметить следующее. Во-первых, нет единого универсального метода. Во-вторых, методы, основанные на анализе дисперсий, методы теории игр, методы многоэтапного выбора вариантов («дерево решений») и другие применимы во многих случаях только на начальном этапе при выборе

проекта. В-третьих, при учете определения управляемости и достижимости, многие исходные данные (прибыли/убытки, вероятности и др.), применяемые в перечисленных методах, известны лишь приблизительно, либо на основании выработки экспертного заключения (например, коллективного «угадывания» группой компетентных экспертов вероятностей), либо просчетом смет бизнес-планов без учета вероятной динамики переходного процесса.

Одним из наиболее совершенных методов оценки инвестиционных рисков, позволяющих получить реальную пользу, является **имитационное моделирование**. Оно основано на нахождении результирующего показателя при многократном повторении модельного эксперимента. Многократность повторения эксперимента необходима для отсева случайных флуктуаций результирующего показателя [6].

Имитационное моделирование позволяет учесть максимально возможное число факторов. Его применение особенно эффективно в тех случаях, когда исследуемые взаимосвязи сложны, носят стохастический характер и не могут быть смоделированы в условиях объектного эксперимента. При применении стохастического имитационного моделирования с помощью метода Монте-Карло появляется возможность получения интервальных, а не точечных характеристик результирующих показателей.

Проведение имитационного модельного эксперимента включает в себя следующие этапы [7]:

1. Выявление основных параметров, являющихся ключевыми в имитируемой экономической системе, установление взаимосвязи между входными и выходными показателями в виде математических выражений. При этом, как правило, применяются экспертные методы выявления ключевых параметров.

2. Оценка законов распределения вероятностей для ключевых параметров модели. В этом случае применяют аналитический аппарат анализа, статистические и вероятностные методы оценки.

3. Проведение компьютерной имитации исследуемого бизнес-процесса.

4. Оценка характеристик распределений выходных показателей.

5. Проведение анализа полученных результатов и принятие решения.

Результаты имитационного модельного эксперимента могут быть дополнены статистическим анализом (оценка ковариации и корреляции, проверка гипотезы о характере распределения вероятностей, описательная математическая статистика) и построением системы прогнозных сценариев.

Необходимо отметить некоторые недостатки метода:

- трудности восприятия имитационных моделей из-за их математической сложности и громоздкости;

- трудоемкость и дороговизна создания моделей;

- неточность результата при использовании упрощающих допущений в модели.

Несмотря на отмеченные недостатки, можно говорить о том, что имитационно-математическая методология является эффективным средством оценки и управления рисками ИП. Эта методология может стать научно-методологическим базисом при разработке и совершенствовании существующих методов риск-менеджмента и вновь появляющихся методов динамического управления рисками.

Таким образом, для эффективного анализа всего многообразия рисков в деятельности предприятия необходимо применять целый комплекс методов, что, в свою очередь, требует разработки комплексного механизма управления рисками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цветкова Л.И. Методологические основы управления инвестиционными рисками / Л.И. Цветкова, В.В. Иванов // Управление риском. 2004. № 4. С. 55-63.



2. Верещагин В.В. Процесс формирования и оценки инвестиционных рисков / В.В. Верещагин, М.Н. Лепешкина // Управление риском. 2006. № 2. С. 55-61.
3. Оценка риска инвестирования как группового риска // Реформы в России и проблемы управления – 2001: материалы 16-й Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов. М.: ГУУ, 2001. С. 155-156.
4. www.alt-invest.ru. Коммерческая оценка инвестиционных проектов. Основные положения методики.
5. Чернов В.Б. Анализ риска комплексного инвестиционного проекта / В.Б. Чернов // Управление риском. 2003. № 3. С. 50-65.
6. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками / А.А. Емельянов. СПб.: Инжэкон, 2000. 376 с.
7. Грачева М.В. Анализ проектных рисков: учеб. пособие для вузов / М.В. Грачева. М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999. 216 с.

**Андреева Элина Александровна** – кандидат экономических наук, доцент Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства, г. Москва

**Andreeva Elina Aleksandrovna** – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Russian State University of Innovational Technologies and Entrepreneurship, Moscow

**Казакова Марина Борисовна** – ассистент Пензенского регионального центра высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства

**Kazakova Marina Borisovna** – Assistant of the Penza Regional Center of the High Educational School (branch) of the Russian State University of Innovational Technologies and Entrepreneurship

**Шукшина Ирина Ивановна** – старший преподаватель Пензенского регионального центра высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства

**Shukshina Irina Ivanovna** – Senior Lecturer of the Penza Regional Center of the High Educational School (branch) of the Russian State University of Innovational Technologies and Entrepreneurship

*Статья поступила в редакцию 13.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 504.062(075.8)

**И.В. Архипова**

### **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОАУДИТА В СЕТЕВЫХ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Рассматриваются направления развития экологического аудита в сетевых торговых предприятиях на примере ОАО Торговый Дом «ТЦ-Поволжье», раскрываются особенности проведения внешнего и внутренне-*

*го экоаудита и значение предаудиторской проверки, систематизирована документация для формирования базы исходных данных экоаудита, а также предложены рекомендации по внедрению принципов регулирования количества отходов. Эффект выразится в росте стоимости компании, вызванном положительной оценкой инвесторами системы управления рисками и благоприятного имиджа компании.*

Экоаудит, окружающая среда, отходы.

**I.V. Arkhipova**

## **ECOLOGICAL AUDIT OF TRADE ENTERPRISES**

*The article is devoted to the importance of the problems of the trends of development of ecological audit of the integrated trade enterprises. There are exposed features of the realization outside and inside ecological accounting, systematized document, and also offered recommendations for inculcation the principles of minimization ecological and economical risks with using management of wastes. The effect will be evaluated in the positive estimation, favorable status and growth of value of the company.*

Ecological audit, environment, wastes.

В настоящее время в России постоянно растет количество предприятий, для которых экологический аудит становится обязательным элементом системы экологического менеджмента. Основные положения экоаудита используются при проведении процедуры приватизации государственных и муниципальных предприятий, для экологического обоснования инвестиционных проектов и проведения экологической санации предприятий, внедрения экологического страхования, для управления эколого-экономическими рисками. Эта же тенденция проявляется и среди сетевых торговых предприятий, для которых экологический менеджмент становится одним из условий формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

Торговые сети как централизованные объединения относятся к предприятиям, развивающимся наиболее быстрыми темпами, обладающими всеми преимуществами, присущими объединениям, значительным потенциалом роста: они позволяют в разы увеличивать товарооборот, ощутимо снижать издержки обращения на образующих их торговых предприятиях. Они получают конкурентные преимущества за счёт интеграции ресурсов, масштабов деятельности, использования сетевых стандартов, но использующих при этом разные схемы управления, принципы организации бизнес-процессов. Повышающаяся требовательность отечественных потребителей и заинтересованность иностранных инвесторов в финансировании разнообразных проектов требуют применения общепринятых в мировой практике соответствующих экологических процедур с учетом специфики наличия разветвленной филиальной сети.

Ряд российских предприятий, имеющих выход на международные рынки, вынуждены проводить международную согласованную процедуру экологического аудита и получать соответствующий сертификат по экологической безопасности производства и продукции; если предприятие соответствует требованиям международных экологических стандартов, обеспечивается конкурентоспособность его продукции на мировом рынке.

Строгое соблюдение природоохранного законодательства и репутация организации, дружественно относящейся к окружающей среде, в ближайшее время станут важными конкурентными преимуществами сетевых торговых компаний, в которых ежегодно хранятся, распределяются, продаются миллионы тонн различных товаров. Систематическое проведе-

ние экоаудита позволит крупным торговым компаниям организовать управление и минимизировать эколого-экономические риски, а также заявить о себе как о «экологически дружелюбной организации».

Таким предприятием является открытое акционерное общество Торговый Дом «ТЦ-Поволжье», занимающее площадь более 20 га. На этой территории расположены административный корпус, 10 торговых комплексов. Экологическая программа предприятия предусматривает снижение влияния образующихся отходов на состояние окружающей среды и снижение содержания загрязняющих веществ в сточных водах.

На предприятии существует 10 источников выбросов загрязняющих веществ, что подтверждает актуальность введения системы экоаудита на крупных торговых предприятиях, в том числе: организованных – 5, неорганизованных – 4, оснащенных газоочистительной установкой – 1.

Валовой выброс загрязняющих веществ 15 наименований в целом по предприятию составляет около 10 т/год, включая выбросы всех классов опасности.

Спецификой торговых предприятий, занимающих отдельно стоящие здания со значительной прилегающей территорией, является значительный объем сброса загрязненных вод, образующихся в результате ежедневного мытья (полива) территории (в том числе стоянки) и влажной уборки помещений. Степень загрязненности этих вод может быть сокращена за счет использования менее токсичных моющих средств или применения специального оборудования.

В связи с ожидаемым многократным ростом ставок платежей за выбросы актуальным для данного сетевого предприятия является вопрос о снижении выбросов и адекватной их классификации с целью точного определения объема и класса опасности выбросов и недопущения необоснованного завышения суммы платежей. С этой целью на предприятии целесообразно организовать систематическое проведение экоаудита.

Эффект экоаудита, по нашему мнению, выразится в росте стоимости компании, вызванном положительной оценкой инвесторами системы управления рисками и благоприятным имиджем компании. Соответственно, затраты на достижение эффекта осуществляются на нескольких основных этапах организации экологического аудита:

- выявление аспектов воздействия на окружающую среду;
- создание системы управления эколого-экономическими рисками и снижения негативного воздействия на окружающую среду;
- экологическая сертификация;
- оплата услуг внешних экоаудиторов;
- доведение до сведения общественности и потенциальных инвесторов информации и результатах систематических проверок экоаудиторами.

В соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды» (ст. 32, 33) оценка воздействия на окружающую среду проводится в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, независимо от организационно-правовых форм собственности субъектов хозяйственной и иной деятельности. С 1 января 2006 г. полномочия по контролю и взиманию платы поделили федеральные и региональные органы власти. Вопросы контроля за внесением платы занимаются как территориальные органы Ростехнадзора, так и органы власти субъектов РФ в сфере охраны окружающей среды (комитеты, департаменты и министерства экологии и охраны окружающей среды) [2, п.1, ст.27, 35]. Однако право взыскивать в судебном порядке плату полностью отошло к ведению органов Ростехнадзора как бюджетного администратора платы. Это привело к тому, что в КоАП РФ появилась новая ст. 8.41 «Невнесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду», предусматривающая внушительные штрафы (для должностных лиц – в размере от 3 до 6 тыс. руб.; для юридических лиц – от 50 до 100 тыс. руб.) за невнесение в срок платы даже в размере нескольких рублей [3].

Мы считаем, что именно поэтому на предприятии необходимо создание системы управления эколого-экономическими рисками и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Внутренний экоаудит следует проводить по решению руководства предприятия с целью получения объективной информации для оценки эффективности внедренной системы экологического менеджмента, для снижения различных экологических рисков и эколого-экономических ущербов и совершенствования экологических аспектов ее деятельности. Он может быть плановым и внеплановым. Плановый экоаудит рекомендуется проводить не реже 1 раза в год, внеплановый – с целью оперативного решения возникающих экологических проблем. Внутренние экоаудиты филиалов сетевого предприятия проводятся как силами сотрудников проверяемой организации, так и с помощью сторонней экоаудиторской организации (экоаудитора). Проведение экоаудита собственными силами целесообразно в том случае, если эта деятельность осуществляется с целью получения информации, которую планируется использовать для решения проблем филиалов сети. В иных случаях, когда материалы экологического аудита предполагается использовать для защиты интересов сетевой компании в органах исполнительной власти или в спорах с другими хозяйствующими субъектами, экоаудит предпочтительнее проводить, привлекая независимых экоаудиторов. Объективность выводов внутреннего экоаудита в случае его проведения силами проверяемой организации должна обеспечиваться отсутствием ответственности членов аудиторской группы за деятельность, которая подвергается экоаудиту. В состав аудиторской группы руководство организации должно включать сотрудников, которые в силу своих производственных обязанностей не отвечают за осуществление проверяемых аспектов деятельности и за контроль над ними. Для этого в головном офисе ОАО ТД «ГЦ-Поволжье» уже введена должность менеджера-эколога, необходимо только возложить обязанности по организации и проведению экоаудита на соответствующих работников.

Внешний инициативный экоаудит осуществляется с согласия проверяемой организации экоаудиторскими организациями (независимыми экоаудиторами) по инициативе самой организации, а также иных организаций и лиц, заинтересованных в деятельности компаний, но не относящихся к органам государственной власти.

Результаты экоаудита, проведенного независимыми аудиторскими организациями (независимыми экоаудиторами), осуществляющими свою деятельность по договору, заключенному с проверяемой организацией (заказчиком экоаудита), могут быть использованы:

– для совершенствования деятельности компаний в сфере охраны окружающей среды и природопользования;

– в интересах потенциальных покупателей и инвесторов, в том числе при подготовке к проведению IPO (Initial Public Offering) – первичного размещения акций компании на фондовом рынке;

– при проведении сертификации систем экологического менеджмента в соответствии с требованиями национального стандарта ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению»;

– в процедуре оформления и сопровождения кредитов от международных и национальных финансовых организаций;

– при подготовке договора обязательного страхования ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде, а также иных договоров страхования ответственности, обусловленной экологическими аспектами деятельности организации (в случае их наличия);

– для удовлетворения обоснованных просьб о предоставлении подобной информации со стороны общественности, неправительственных организаций, органов местного самоуправления и других заинтересованных сторон;

а также в иных целях по решению руководства компании.

Стоимость проведения экоаудита определяется условиями договора с заказчиком или проверяемой организацией. Затраты, связанные с проведением обязательного экоаудита, мо-

гут быть включены в себестоимость продукции (работ, услуг) заказчика в соответствии с главой 25 Налогового кодекса Российской Федерации.

Также для проведения сертификации необходимо приглашать внешнюю сертифицирующую организацию. Экологическая сертификация осуществляется для контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья населения и имущества, а также создания экологически справедливого рынка. Объективная маркировка экологических параметров товара влияет на эффективность стратегии маркетинга и способствует развитию конкурентных преимуществ.

Однако, по нашему мнению, перед проведением внешнего эоаудита целесообразно осуществить предаудиторскую проверку в целях оценки данных о текущем состоянии сетевой компании или отдельного филиала, а также выявления и преждевременного устранения недостатков экологической системы, а следовательно, в дальнейшем и минимизации экологических издержек. Особенно это важно в том случае, если внешний эоаудит проводится по инициативе иных организаций и лиц, заинтересованных в деятельности компаний.

Таким образом, целями предаудиторской проверки ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» являются:

- предварительный сбор данных и систематизация имеющихся на предприятии материалов о воздействии на окружающую среду, о состоянии окружающей среды, об использовании ресурсов и технологии производства;
- оценка полноты и достоверности данных о текущем состоянии сетевой компании или отдельного филиала;
- определение необходимости сбора дополнительных материалов силами аудиторской группы;
- преждевременное устранение недостатков;
- выявление целей эоаудита;
- определение вида эоаудита: внешний или внутренний.

Для формирования базы исходных данных эоаудита ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» могут использоваться следующие документы:

- 1) Экологический паспорт природопользователя, разработанный на предприятии в соответствии с Законом Саратовской области «Об охране окружающей среды в Саратовской области» от 28 ноября 2003 г. № 78-ЗСО, ст.11;
- 2) проект нормативов предельно допустимой величины (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу для ТД, разработанный на основании Закона РФ «Об охране окружающей природной среды», год достижения ПДВ-2000;
- 3) паспорта водного хозяйства;
- 4) экологическая статистическая отчетность за несколько лет;
  - периодический аналитический контроль промышленных выбросов в атмосферу;
  - периодический аналитический контроль качества сточных вод;
  - журналы первичного учета образования отходов на предприятии;
- 5) справки о платежах за использование природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и размещение отходов за несколько лет;
- б) акты об эколого-правовой и эколого-экономической ответственности за несколько лет (исковые заявления и др.);
- 7) данные инвентаризации источников воздействия на окружающую среду и отходов (инвентаризационная ведомость источников загрязнения);
- 8) лицензии и договоры на специальное и комплексное природопользование:
  - договор с МУПП «Саратовводоканал» на отпуск питьевой воды и прием сточных вод;
- 9) договоры по снижению влияния образующихся отходов на состояние окружающей природной среды:
  - договор с ООО «Экологическая безопасность»;
  - договор с организацией, специализирующейся на мойке автотранспорта;

– договор с МУП «Жилкоммунтехника», регулярно приобретаются талоны на вывоз мусора на санкционированную свалку;

10) территориальные экологические программы и планы, в которых предприятие принимает непосредственное участие:

– содержание территории ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» в чистоте;

– озеленение территории предприятия;

– уборка и благоустройство территории предприятия;

– доленое участие в строительстве очистных сооружений на городской системе ливневого водоотведения;

11) производственные планы мероприятий по охране окружающей среды за несколько лет и документы об их фактическом выполнении;

12) справки о потреблении сырья, реагентов, материалов, а также об объемах производства готовой продукции за несколько лет;

13) технологические паспорта по эксплуатации средоохранных и природоохранных сооружений и оборудования;

14) проекты строительства (реконструкции, технического перевооружения) основных производств, систем очистки сточных вод, отходящих газов, систем размещения и удаления отходов;

15) существующие экологические ситуационные планы, карты-схемы и другие картографические материалы.

Для реализации экологической программы ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» на предприятии имеется следующая нормативная документация в сфере обращения с отходами производства и потребления:

– проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, согласованный ГУПР МПР России по Саратовской области;

– лимиты на размещение отходов, выданы ГУПР МПР России по Саратовской области.

На предприятии имеется следующая нормативная документация по охране атмосферного воздуха:

– проект предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, согласованный Государственным комитетом по охране окружающей среды г. Саратова;

– разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками, выданное ГУПР МПР России по Саратовской области.

В ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» составляется баланс массы отходов, ведутся учёт и контроль размещения отходов, образующихся на территории предприятия, а также организация ежегодно предоставляет в органы государственной статистики сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления.

На предприятии уже имеются элементы эоаудита, в частности класс опасности основных видов отходов определяется в специализированной лаборатории по договору.

Учитывая специфику сетевых торговых предприятий, мы предлагаем традиционные этапы экологического аудита [4] дополнить анкетированием персонала. Цель опроса – привлечение персонала и более точная оценка экологических аспектов, непосредственно влияющих на работников и клиентов, поскольку работники постоянно общаются с клиентами и обладают информацией о том, что им нравится или не нравится.

По данным проведенного опроса персонала и клиентов ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» мы выяснили, что их привлекают в первую очередь красивый ландшафт, дизайн и благоустройство территории (93% опрошенных), наличие детских и спортивных площадок (48%), мест отдыха, особенно парковая зона около водоема с фонтанами (63%). При этом большая часть опрошенных считают данное предприятие местом семейного посещения, а удобный подъезд и наличие стоянок создают для этого наиболее комфортные условия и конкурентные

преимущества. А замусоренность и загазованность территории конкурирующих торговых предприятий города раздражает и отпугивает клиентов.

Именно поэтому только на озеленение территории ОАО ТД «ТЦ-Поволжье» в бюджете на каждый год закладывается около 70 тыс. рублей, а для благоустройства и уборки территории предприятия – 150 тыс. рублей.

Таким образом, можно сделать вывод, что экологические аспекты деятельности предприятия и благоустройство его территории оказывают важное влияние на создание его имиджа и маркетинговой привлекательности, а следовательно, и прибыльности.

Мы предлагаем на сетевых торговых предприятиях внедрить экологическую политику 6R, основанную на 6 положениях (методах) регулирования количества отходов. Эти принципы, все вместе или по отдельности являясь частью системы экологического менеджмента, присутствуют в деятельности многих предприятий, и каждый можно проиллюстрировать реальными действиями и достигнутыми результатами:

- 1) снижение использования (Reduce);
- 2) повторное использование (Reuse);
- 3) переработка (Recycle);
- 4) перезаправка (Refill);
- 5) замена (Replace);
- 6) ремонт, поддержание в рабочем состоянии (Repair).

Особенность положения снижения использования (Reduce) [5] состоит в том, что на предприятии отказываются от индивидуальной упаковки товаров. Помимо экологических эффектов данное обстоятельство принесет еще и прямую финансовую выгоду – чем меньше упаковочных материалов, которые в результате оказываются на свалке, тем меньше стоимость продукции.

В рамках второго метода повторного использования (Reuse) подразумевается использование возвратной тары для воды и моющих средств, что позволяет предотвратить образование многих тонн отходов пластика.

Переработка (Recycle) отходов является одним из основных методов предотвращения их накопления в окружающей среде. Переработке подвержено подавляющее большинство видов отходов, но основная проблема, возникающая на пути их переработки, – это сортировка отходов, которая существенно затрудняет весь процесс. Поэтому многие предприятия сразу сортируют отходы. Например, на некоторых предприятиях отходы разделяются на несколько фракций, что может позволить повысить уровень переработки отходов. Кроме того, отсортированные отходы могут продаваться перерабатывающим компаниям как вторсырье и приносить дополнительную прибыль (картон и др.).

Особенность принципа перезаправки (Refill) касается в первую очередь офисного оборудования – факсов, копиров, принтеров. Перезаправленные картриджи для лазерных принтеров стоят в два и более раз дешевле новых.

В рамках положения замены (Replace) встает вопрос о снижении и последовательном отказе от использования моющих средств, содержащих хлор, а также замене систем кондиционирования, основанных на фреонах.

Метод ремонта, поддержания в рабочем состоянии (Repair) включает в себя своевременный ремонт оборудования и поддержание его в надлежащем состоянии, что продлевает срок его службы и экономит финансовые средства предприятия.

Подводя итог, можно сказать, что перед торговыми предприятиями различных стран с внедрением системы экологического менеджмента открываются широкие перспективы по привлечению клиентов, укреплению имиджа и конкурентоспособности. Предприятие, внедрив систему экологического менеджмента по требованиям международного стандарта ISO 14001, при умелом использовании всех преимуществ, с ней связанных, займет лидирующее положение среди конкурентов, станет «зеленым» предприятием – примером, на основании

которого другие фирмы станут развивать экологическую деятельность, и заявит о себе на международном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьянчиков Н.Н. Экономика и организация природопользования. 3-е изд., перераб. и доп. / Н.Н. Лукьянчиков, И.М. Потравный. М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 591 с.
2. Федеральный закон № 199-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий» от 31.12.2005.
3. Попов П.А. Минимум позитива для плательщиков «негатива» / П.А. Попов, Е.А. Шаронова // Главная книга. 2007. № 19. С. 25-30.
4. Типовая программа экологического аудита энергокомпаний холдинга ОАО РАО «ЕЭС России». М.:ОАО РАО «ЕЭС России», 2006. 123 с.
5. Тамбовцева Т. Возможности использования экологического менеджмента в гостиничном бизнесе / Т. Тамбовцева // Экономическое развитие и окружающая среда: стратегии, модели, инструменты управления: материалы 8-й Междунар. конф. Рос. общества экологической экономики. М.:НИА-Природа, 2007. С. 42-46.

**Архипова Ирина Владимировна** –  
аспирант кафедры  
«Менеджмент, коммерция и право»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Arkhipova Irina Vladimirovna** –  
Graduate Student of the Department  
of «Management, commerce and law»  
of the Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 02.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 332.135:338.242.2

**А.М. Батюшов, Н.А. Новикова, Е.Г. Христинина**

#### **ВЛИЯНИЕ ИНТЕГРАЦИИ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ЭКОНОМИКИ РОССИИ**

*Раскрывается влияние межотраслевой интеграции на системную конкурентоспособность, выделяются инструменты обеспечения этой взаимозависимости.*

Конкурентоспособность экономики, межотраслевая интеграция.

**A.M. Batyushov, N.A. Novikova, E.G. Christinina**

#### **OF INTEGRATION INFLUENCE ON ABILITY OF COMPETITIVENESS OF RUSSIAN ECONOMICS**

*The influence of inter branch integration on the competitiveness is shown in this article. The instruments ensuring this interconnection are described.*

Competitiveness of the economy, interindustry integration.



Конкурентоспособная экономика – это экономика, имеющая в своей основе качественное соответствие используемых ресурсов и сопоставимую взаимосвязь при их распределении. Такая экономика покоится на общем научно-техническом потенциале, располагает общим ареалом квалифицированной рабочей силы, имеет общую заинтересованность хозяйствующих субъектов друг в друге, в выработке согласованной позиции при определении экономических приоритетов.

В конкурентоспособной экономике субъекты выстраивают свои отношения на основе долгосрочных контактов и вертикальной интеграции, что обеспечивает технологическое развитие, разработку и освоение технологических введений. Вертикальная интеграция обеспечивает такое разделение труда, которое строится по типу доминирующей фирмы – фирмы вертикально интегрированного корпоративного типа. Такие фирмы нацелены не только на удешевление продукции, но и на специализацию в развитии определенной технологии и создании высокотехнологичных видов новых изделий.

Таким образом, вертикальная интеграция – основа и важнейший фактор формирования конкурентоспособности российского хозяйства. Интеграционные процессы включают в себя не только объединение и специализацию производства, но и поиск новых источников и обеспечение более высоких темпов экономического роста. Для этого предстоит сформировать качественно новую отраслевую структуру, задействовать новые факторы роста производительности труда, эффективности используемого производственного аппарата страны, установить соответствующий уровень заработной платы. Экономическая политика в качестве одного из приоритетов должна будет включить рост покупательной способности и снижение дифференциации доходов населения, повышение эффективности и качества государственного управления. Новая модель воспроизводства должна будет нацелена на обеспечение социально-политической стабильности, на кардинальное сокращение масштаба криминализации и коррупции в экономике и во всей общественной жизни.

Интеграция, реализующаяся через смену условий воспроизводства капитала, выступает важнейшим фактором системной конкурентоспособности. Под воздействием процессов интеграции формируются вертикально интегрированные межотраслевые корпорации, обеспечивающие расширенное воспроизводство и планово-корпоративную форму управления, создаются условия для модернизации экономики на основе развития НИОКР, применения наукоемких технологий и повышения производительности труда.

Общепризнано, что конкурентоспособность национальной экономики определяется в первую очередь сложившимися условиями воспроизводства промышленного капитала, которые испытывают возрастающее влияние интеграционных процессов. Сложность и многоплановость этих условий создают немало трудностей при формировании конкурентоспособности российской экономической системы.

Трудности формирования конкурентоспособной экономики в России, в первую очередь, связаны со следующими обстоятельствами: дезорганизацией системы воспроизводства, снижением качества мощностей, отсутствием роста эффективности производства, обременительностью издержек по содержанию и эксплуатации ключевых факторов расширенного воспроизводства. Для устранения этих трудностей нужны новые подходы к решению проблем восстановления производственного потенциала на новой технико-технологической, структурной, организационно-управленческой (самоуправление) и социальной основе. Речь идет о технологиях, формирующих более высокие уклады. Только так возможно последовательное наращивание доли накопления в ВВП при принципиально новом понимании роли его потребительной составляющей, которая не изолируется от общего воспроизводственного процесса, а, наоборот, тесно связана с формированием человеческого капитала, обеспечивающего эффективную жизнедеятельность производственного персонала в условиях новой модели воспроизводства.

Выделенные направления потребуют огромных усилий со стороны властных структур и хозяйствующих субъектов. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в последние

годы, объем промышленного производства при всех положительных результатах полностью по отношению к 1990 г. не восстановлен (в 2001 г. он составлял лишь 59,6%). Полностью не восстановлен и объем инвестиций в основной капитал. Кроме того, неравномерна динамика загрузки мощностей по отраслям. В 2001-2004 гг. в черной металлургии загрузка поднялась с 77,9 до 86,0%), в нефтеперерабатывающей промышленности – с 67,8 до 75,6, а в химической и нефтехимической – с 4,5 до 67,4, в угольной – с 82,1 до 82,9, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной – с 66,1 до 76,0, промышленности строительных материалов – с 38,7 до 50,0, легкой – с 35,0 до 48,7, пищевой – с 46,5 до 53,4, в машиностроении и металлообработке – с 36,6 до 44,8% [1]. Очевидно, что ориентированные на внутренний спрос отрасли увеличивали загрузку мощностей медленнее остальных. При этом качество мощностей не соответствует уровню конкурентоспособности. Поддержание загрузки малоконкурентных мощностей в отраслях внутреннего спроса на уровне 50% не продвигает решение задачи структурной и технологической модернизации, не открывает перспективу роста эффективности и обременительно по издержкам содержания и эксплуатации. Как показывают данные, по отдельным отраслям наблюдается рост производства, но добиться поворота к инновационному и высокотехнологическому типу развития пока не удается: рост по-прежнему носит преимущественно сырьевой характер, поскольку темпы роста обрабатывающей индустрии ниже индекса ВВП.

В целом, эксперты оценивают сложившуюся ситуацию как характерную для дезорганизованной системы воспроизводства. Нарастание объемов промышленного производства посредством увеличения загрузки мощностей, без кардинального обновления на базе высоких технологий, ограничивает спрос и сужает возможности обновления основных фондов всей экономики, включая инвестиционно-технологический комплекс, производящий активную часть основных фондов – машиностроение и металлообработку. При сложившихся тенденциях и преобладании сырьевого по своей природе роста ВВП фактически происходит снижение качества и потенциала воспроизводства промышленного капитала. Необходима целенаправленная стратегия промышленного развития с механизмом реализации в приоритетном порядке новейших технологий и производств, имея в виду такие прорывные направления, как электроника, нанотехнологии, достижения в области использования атома в мирных целях, авиа- и судостроение, морские буровые платформы и др. Основная роль при этом должна быть отведена отечественному машиностроению. На основе использования инновационного потенциала ВПК представляется реальным выработать механизм ускоренного развития машиностроительного комплекса, продукции двойного назначения, диверсификации чисто военного производства, создания банка данных новейших технологий для использования на коммерческих началах в секторах, выпускающих продукцию потребительского назначения.

Первоочередным приоритетом с точки зрения формирования системной конкурентоспособности является реструктуризация воспроизводства промышленного капитала, обеспечение его расширения во всех отраслях и сферах народного хозяйства. Реструктуризация воспроизводства промышленного капитала – крупномасштабная и стратегическая задача. Ее практическое решение требует внесения системных корректировок, направленных на достижение эффективного сочетания различных форм и укладов хозяйствования, многообразных экономических интересов. Проведение таких корректировок без ущерба для экономического роста возможно лишь на базе интеграции экономических интересов субъектов хозяйствования. Без интеграции корпоративных интересов предприятий невозможно создать опору для активизации инновационно-инвестиционных процессов и перехода к новому качеству экономического роста. Именно вертикальная интеграция делает более устойчивой технологическую сбалансированность, отражающую соответствие технологических и стоимостных параметров в экономике, и учитывающую возросшую роль информации в современном научно-техническом прогрессе.

Новый подход к формированию конкурентоспособной экономической системы России в рамках современной экономической политики должен состоять в усилении экономиче-

ской и социальной функции государства. Речь идет о необходимости корректировки рыночных регуляторов и механизмов, нацеленных на рост потребностей и инвестиций, на обеспечение сбалансированности между финансовой, производственной и ресурсной сферами. Ключевыми элементами при этом выступают повышение эффективности управления экономикой и собственностью, создание финансово-кредитной и инвестиционной инфраструктуры. Государству предстоит обеспечить становление вертикально интегрированных структур, взаимосвязанных производств и хозяйствующих субъектов, образующих системную целостность и обладающих мощным потенциалом развития, и превращение их в главные движущие силы подъема ведущих отраслей и в целом экономики страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Ю. Интеграция как условие воспроизводства промышленного капитала / Ю. Соколов // Экономист. 2006. № 8. С. 20-24.

**Батюшов Абдулхак Мустафович** – соискатель кафедры «Экономическая теория» Саратовского государственного социально-экономического университета

**Batyushov Abdulhak Mustafovich** – Graduate Student of the Department of «Economical theory» of Saratov State Socioeconomic University

**Новикова Надежда Александровна** – доцент кафедры «Финансы и кредит» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова

**Novikova Nadezhda Aleksandrovna** – Assistant Professor of the Department of «Finances and credit» of Saratov State Agrarian University in the name of N.I. Vavilov

**Христинина Елена Геннадьевна** – соискатель кафедры «Экономическая теория» Саратовского государственного социально-экономического университета

**Christinina Elena Gennadyevna** – Graduate Student of the Department of «Economical theory» of Saratov State Socioeconomic University

*Статья поступила в редакцию 03.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 656:38:47

**А.А. Бочкарев, В.Н. Клочков**

#### **МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ МЕЛКОПАРТИОННЫХ ГРУЗОВ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА**

*Рассматриваются методологические вопросы, связанные с решением проблемы планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города и предлагаются альтернативные алгоритмы планирования доставки мелкопартионных грузов методом локализации. Проводится вычислительный эксперимент, подтверждающий эффективность предложенных алгоритмов. Рассматриваются также вопросы использования географических информационных систем для планирования доставки мелкопартионных грузов на примере программы «Деловая карта».*

Планирование маршрута, мелкопартионные перевозки, геоинформационная система.

A.A. Bochkaryov, V.N. Klochkov

## LESS-THAN-CARLOAD CARGOES DELIVERY PLANNING METHODOLOGY WITHIN A LARGE CITY

*The methodological questions connected with the decision of the problems of planning of delivery less-than-carload of cargoes in conditions of a large city are considered and alternative algorithms of planning of delivery less-than-carload cargoes are offered by a method of localization. The computing experiment confirming the efficiency of the offered algorithms is given. Questions of use of geographical information systems for planning delivery less-than-carload cargoes on an example of the program of the "Business map" are considered also.*

Route planning, transportation of small sets, geoinformation system.

### Введение

Анализ состояния теории и практики планирования доставки грузов автомобильным транспортом позволяет утверждать, что планирование и проектирование автотранспортных систем может вестись на основе математических методов и последних достижений науки и техники (например, с использованием автоматизированных информационных систем) или же так, как оно сложилось в результате исторического развития, т.е. на основании предыдущего опыта. Однако независимо от того, проектируется ли система или она сложилась в результате исторического развития, в ней необходимо решать ряд конкретных организационных и плановых задач:

- принятие и обработка заявок на доставку грузов;
- определение кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети (грузоотправителями и грузополучателями);
- маршрутизация перевозок грузов;
- идентификация автотранспортных систем;
- определение технико-эксплуатационных показателей функционирования автотранспортных систем;
- расчет потребности в транспортных ресурсах;
- разработка плана перевозок и др.

Анализ публикаций, посвященных теории и практике планирования доставки грузов автомобильным транспортом, показывает, что, во-первых, существуют различные подходы к планированию и проектированию автотранспортных систем, различающиеся последовательностью и содержанием этапов планирования. Во-вторых, применение современных информационных технологий в логистике позволяет значительно облегчить решение задач, связанных с планированием грузовых автомобильных перевозок. Программные продукты, предназначенные для транспортной логистики, относятся к классу географических информационных систем (ГИС). Использование программных продуктов класса ГИС для планирования доставки грузов автомобильным транспортом не нашло пока отражения в предлагаемых подходах к планированию и проектированию автотранспортных систем. Указанные обстоятельства определяют актуальность проведения исследования по данной проблеме.

### Алгоритм планирования доставки мелкопартионных грузов

В управлении цепями поставок крупных компаний, включающих десятки поставщиков, несколько распределительных центров и тысячи потребителей, важное место занимает проблема оптимизации доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города. Решение данной проблемы подразумевает поиск решения двух взаимосвязанных задач: во-

первых, задачи оптимального закрепления потребителей за поставщиками, во-вторых, задачи разбиения потребителей, т.е. рынков на зоны обслуживания. Оптимизация в обоих случаях должна приводить к минимуму транспортных расходов в распределительной сети.

Первая задача, известная как классическая транспортная задача, подробно рассмотрена в работе [6], а также в специальной литературе по исследованию операций. Вторая задача не имеет строгого решения. Как правило, на практике зоны обслуживания потребителей формируются по географическому принципу, в соответствии с которым в одну зону обслуживания попадают клиенты, территориально близко расположенные друг к другу. Если сеть обслуживания большая, включает сотни или тысячи клиентов, то зоны обслуживания могут группироваться по уровням. На первом уровне делят всю сеть обслуживания на регионы, границы которых, как правило, совпадают с административными границами городских или сельских районов. На втором уровне регионы разбивают на сектора развозки таким образом, чтобы в каждом секторе было возможно сформировать один развозочный маршрут с учетом всех ограничений. Это упрощает формирование маршрутов, но не гарантирует минимума транспортных затрат, т.к. процедура разбиения на сектора не является оптимизационной. Разбиение определенного региона на сектора развозки проводят, как правило, из соображений «здорового смысла», например, один городской квартал (микрорайон) – один сектор развозки.

Содержательную постановку задачи планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города можно сформулировать следующим образом.

Организовать отpravку мелких партий грузов большому количеству клиентов, таким образом, чтобы получить оптимальные маршруты следования грузовых автомобилей при минимальных транспортных затратах.

Основными условиями задачи являются следующие:

1. Поставщик или дистрибьютор располагает одним или несколькими складами, с которых осуществляется доставка товаров клиентам.
2. Склады являются многономенклатурными по ассортименту продукции, т.е. заказ клиента может быть полностью удовлетворен поставкой с любого склада.
3. Складские и транспортные мощности достаточны для выполнения заказов клиентов, то есть, гарантировано отсутствие дефицита.
4. Мы рассматриваем «заказную» систему поставок, то есть дистрибьютор только должен выполнить заказы клиентов в определенном объеме, и он располагает ресурсами для этого.
5. Количество клиентов может достигать нескольких сотен или тысяч, которые расположены в разных районах города и области.
6. Доставка осуществляется клиентам со складов автомобилями различной грузоподъемности. При этом практикуется следующая схема маршрутизации. Каждый автомобиль выполняет только один рейс от одного склада по принципу «один ко многим», то есть за один рейс автомобиль может обеспечить доставку нескольким клиентам, но клиент должен быть обслужен одним автомобилем. Суммарные заказы клиентов по маршруту автомобиля не должны превосходить его грузоподъемность.
7. Накладываются строгие требования на время доставки товаров, которые, как правило, зависят от режима работы клиентов и особенностей поставляемых товаров. Также временные ограничения могут возникать из условий работы водителей автомобилей и сопровождающих (продолжительность рабочего дня, перерывы на обед и т.д.).
8. Транспортные затраты представляют собой сумму арендной платы за автомобили, которая зависит от пробега автомобиля по конкретному маршруту, времени его использования и, возможно, некоторых других факторов.

В настоящее время для формирования маршрутов движения транспортных средств (ТС) широко используется специализированное программное обеспечение ГИС-класса. Сегодня на российском рынке представлено достаточно много фирм, предлагающих свои программные продукты для решения задач транспортной логистики. Наибольшим успехом на российском

рынке пользуются Деловая карта (разработчик ООО «Фирма «ИНГИТ»<sup>1</sup>, Санкт-Петербург, Россия) и Top Logistic (разработчик «Компания «TopPlan»<sup>2</sup>, Санкт-Петербург, Россия) [3]. Функциональные возможности этих и подобных им программных продуктов очень близки. Продажная цена одной лицензии для установки программы на локальном компьютере колеблется от 500 до 2000 долларов США. Окупаются эти программные продукты, по мнению разработчиков, за два-три месяца. Основными недостатками этих программных продуктов является невозможность сформировать маршруты в автоматическом режиме, если имеется несколько пунктов отправления (баз, складов, терминалов), которые используются одновременно, и если число формируемых маршрутов велико, например, для Top Logistic свыше 100. Как правило, в дистрибутивных сетях крупных компаний решаются задачи именно такого масштаба и сложности. Поскольку «в лоб» решить данную задачу не представляется возможным, предлагается проводить декомпозицию общей задачи маршрутизации мелкопартионных грузов.

Целесообразно общую (глобальную) задачу оптимизации доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города разбить на ряд локальных задач, т.е. задач, в которых рассматривается не все множество складов, клиентов и возможных маршрутов, а только их часть, которую мы называем локальной системой доставки. Локальная система доставки – это система, в которой клиенты расположены недалеко друг от друга и их обеспечение осуществляется от одного грузоотправителя (базы, склада, терминала).

Решением задачи локализации, т.е. сведения общей задачи оптимизации доставки мелкопартионных грузов к локальной, будет решение задачи разбиения всей зоны обслуживания на сектора развозки или клиентские группы закрепления секторов развозки (клиентских групп) за грузоотправителями (базами, складами, терминалами).

В работах [2, 4, 5, 7] рассматривается *первый вариант* алгоритма планирования доставки мелкопартионных грузов. Данный алгоритм включает пять этапов планирования, каждый из этапов представлен соответствующим блоком или группой блоков на рис. 1.

Сначала формируется база данных (блок 1), включающая сведения о количестве транспортных средств, их типе и грузоподъемности; количестве грузоотправителей и грузополучателей; ограничениях, накладываемых грузоотправителем и грузополучателем на партию груза, которая может быть отправлена и получена соответствующим субъектом; временных ограничениях по доставке грузов в пункты назначения и их вывозу из пунктов отправления; затратах на выполнение рейса (или на доставку партии груза конкретному грузополучателю) и другие.

На основе полученной информации определяется транспортно-технологическая система (ТТС) доставки грузов (блок 2). Предлагается выделять две ТТС доставки грузов: глобальную и локальную. Локальная система доставки определена выше.

В противном случае, т.е. если доставка осуществляется из нескольких пунктов и/или клиенты расположены далеко друг от друга, данная система является глобальной системой доставки в масштабе данного города. Следовательно, необходимо провести декомпозицию общей задачи на ряд подзадач, каждая из которых является локальной. Декомпозиция общей задачи планирования доставки на локальные задачи заключается в последовательном выполнении следующих двух этапов.

Во-первых, решается задача разбиения всех клиентов по признаку близости территориального расположения на группы, регионы или сектора развозки (блок 3). Решаться эта задача может разными методами. В первом приближении разбивают всю обслуживаемую территорию на регионы, причем границы регионов совпадают, как правило, с границами административных районов. Затем каждый регион разбивают на сектора развозки, границы ко-

<sup>1</sup> [www.ingit.ru](http://www.ingit.ru) Официальный сайт разработчика ООО «Фирма «ИНГИТ».

<sup>2</sup> [www.topplan.ru](http://www.topplan.ru) Официальный сайт разработчика «Компания «TopPlan».

торых совпадают с границами микрорайонов или городских кварталов. Вместе с тем, широкое распространение в настоящее время получили методы кластерного анализа.

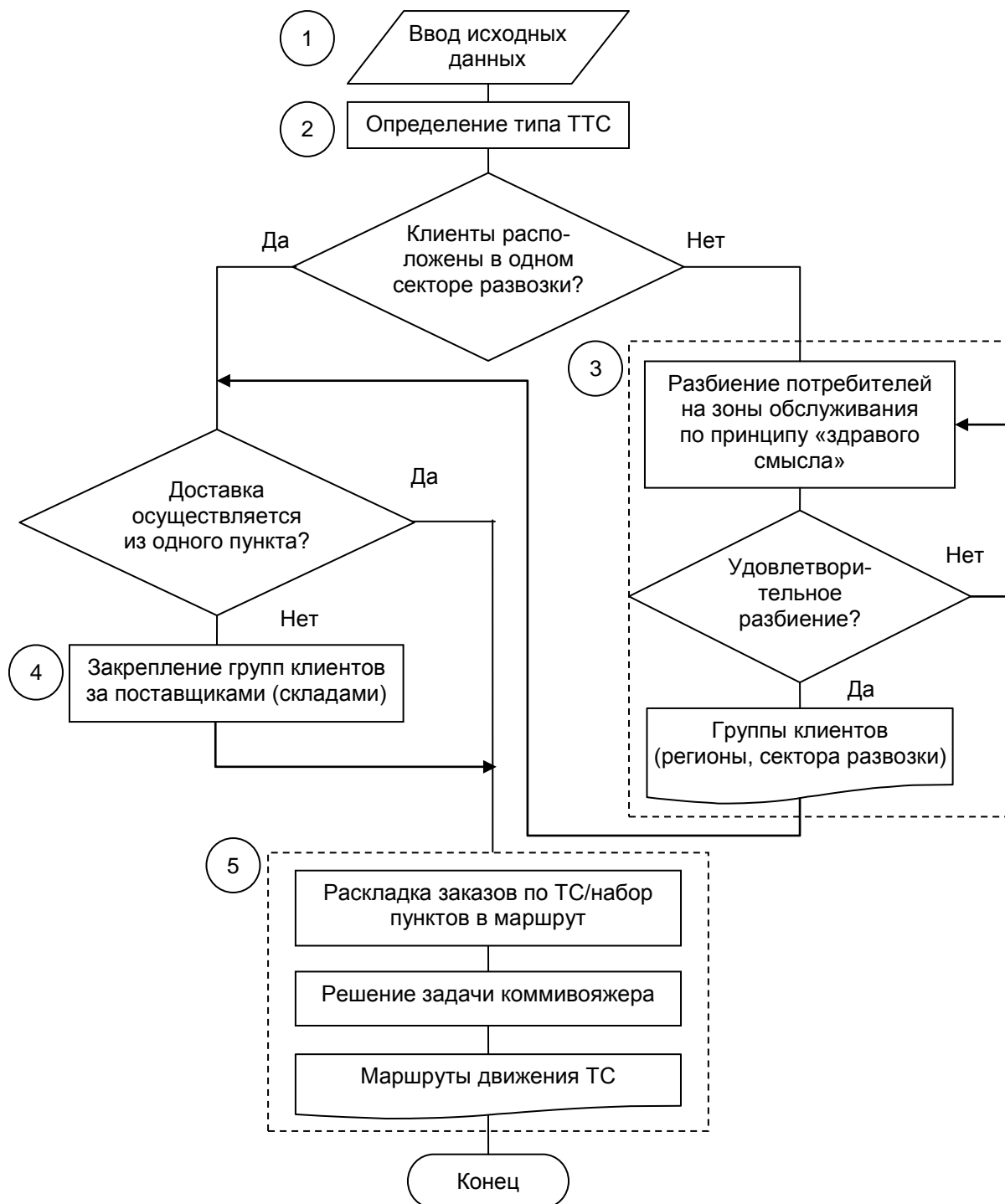


Рис. 1. Алгоритм планирования доставки мелкопартионных грузов (первый вариант)

Например, метод *k*-средних или метод нечетких *s*-средних. Метод *k*-средних принадлежит к группе итеративных методов кластерного анализа. Сущность их заключается в том, что процесс классификации начинается с задания некоторых начальных условий (количество образуемых кластеров, порог завершения процесса классификации и т.д.). Метод

k-средних реализован в таких популярных пакетах статистического анализа, как STATISTICA® и SPSS®. В представленном на рис. 1 алгоритме процедура разбиения всей зоны обслуживания на регионы и сектора развозки не является оптимизационной, т.е. считается, что это разбиение проведено менеджерами компании в первом приближении из соображений «здравого смысла».

Во-вторых, решается задача об оптимальном закреплении групп клиентов (регионов, зон обслуживания) за поставщиками однородной продукции. Данная задача формулируется и решается как классическая транспортная задача (блок 4). Очевидно, что решение данной задачи имеет смысл в том случае, если каждый заказ конкретного клиента может быть отгружен из любого склада, т.е. склады являются многономенклатурными, отсутствует их специализация.

Затем, с использованием упомянутых выше программных продуктов ГИС-класса (Top Logistic, Деловая карта) или аналогичных решается задача маршрутизации движения ТС (блок 5) для каждой группы клиентов.

Таким образом, декомпозиция общей (глобальной) задачи планирования доставки мелкопартионных грузов на ряд локальных подзадач, в соответствии с изложенным выше алгоритмом, позволит находить эффективное решение в тех случаях, когда доставка заказов осуществляется от нескольких складов сотням или даже тысячам клиентов ежедневно.

В предложенном алгоритме дискуссионными являются несколько моментов. Во-первых, не очевидна последовательность решения задачи локализации, т.е. сведения общей задачи планирования доставки мелкопартионных грузов к локальной задаче. Возможны два варианта локализации. Первый вариант, заключающийся в последовательном решении двух задач: разбиения клиентов на группы и закрепления групп клиентов за поставщиками (складами), представлен на рис. 1. Причем, как было отмечено выше, процедура разбиения клиентов на группы проводится из соображений здравого смысла, т.е. не является оптимизационной.

**Второй вариант**, заключающийся в решении тех же задач, но в другой последовательности, представлен на рис. 2.

Сначала решается задача о закреплении потребителей (клиентов) за поставщиками (складами), т.е. определяется зона обслуживания каждого склада (см. рис. 2, блок 3). Затем отдельно для каждой зоны обслуживания (группы клиентов, закрепленной за определенным складом), решается задача кластеризации, т.е. определение клиентов, территориально близко расположенных друг к другу (см. рис. 2, блок 4).

Во-вторых, работа [1] и наш собственный опыт показывают, что в задаче, где клиенты расположены компактно, эффект от решения оптимальной маршрутизации незначителен. Причем решение на момент использования может стать неоптимальным или даже недопустимым. Поэтому в работах [8, 9] был предложен алгоритм решения задачи раскладки заказов по транспортным средствам, как задачи линейного программирования. В результате получен **третий вариант** решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов, который отличается от представленного на рис. 2 варианта тем, что в данном случае на завершающем этапе планирования (блок 5) решается задача о раскладке заказов по транспортным средствам как задача линейного программирования. Очевидно, что расчеты по данному алгоритму заканчиваются, когда получен оптимальный вариант раскладки заказов по транспортным средствам с учетом накладываемых ограничений.

Таким образом, предлагается три различных варианта решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов, которые отличаются последовательностью и содержанием этапов планирования.

В данной статье обсуждается эффективность применения предложенных алгоритмов. Приводятся результаты вычислительного эксперимента, в ходе которого рассматриваемые алгоритмы сравниваются с решениями, полученными с помощью Деловой карты, а также с базовым вариантом, под которым понимается маршрутизация, осуществляемая диспетчерами вручную.



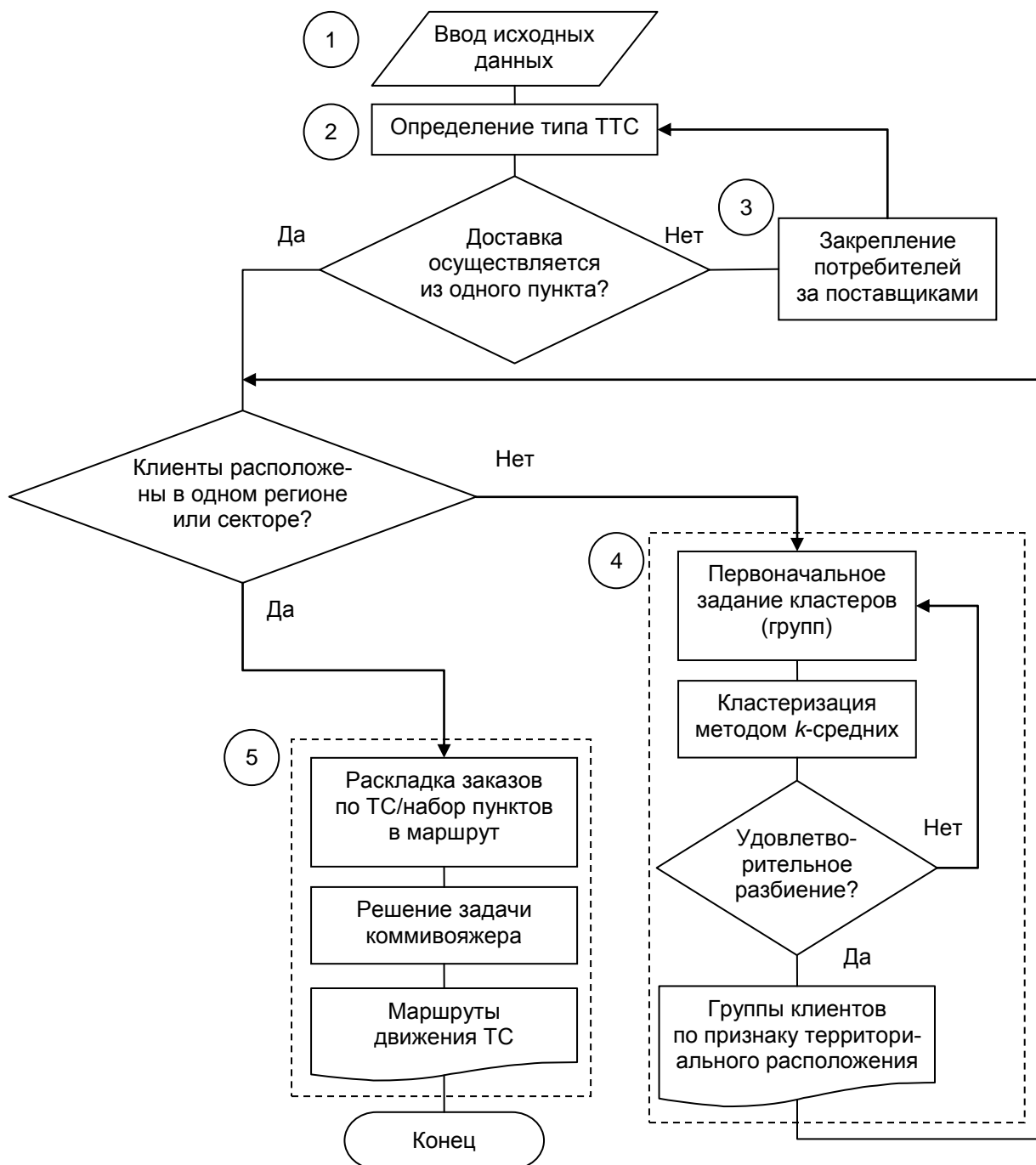


Рис. 2. Алгоритм планирования доставки мелкопартионных грузов (второй вариант)

### Проведение вычислительного эксперимента

Основная цель вычислительного эксперимента: доказать эффективность предлагаемой методики решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города с помощью алгоритмов локализации (см. рис. 1 и 2).

Задачи эксперимента:

1. Обосновать выбор наиболее эффективного алгоритма решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города.

2. Оценить эффективность применения автоматизированной информационной системы «Деловая карта» при решении поставленной задачи и встроенных в нее алгоритмов оптимизации маршрутов.

3. Проверить возможность улучшения полученных результатов с помощью комбинированных (эмпирико-математических) методов (методика Дж. Шапиро) и методов целочисленного линейного программирования.

Исходные данные. В качестве исходных данных для эксперимента рассматривались реальные данные о развозке продукции клиентам Московского и Фрунзенского районов города Санкт-Петербурга, предоставленные менеджерами одной из дистрибьюторских компаний.

Доставка грузов осуществляется 110 клиентам территориально расположенным в Московском и Фрунзенском районах города Санкт-Петербурга. Обслуживание клиентов осуществляется с двух складов:

– РЦ «Центр», расположенного по адресу: Санкт-Петербург, Московский пр, д. 65;

– РЦ «Сервис», расположенного по адресу: Санкт-Петербург, 4-й Предпортовый пр-д, д. 5.

Фирма не располагает собственным парком подвижного состава, а использует транспортные средства различных перевозчиков, с которыми заключены договора на перевозку. В процессе доставки использовались грузовые автомобили следующих марок: ГАЗ-3302 («Газель») г/п 1500 кг – 7 единиц; ГАЗ-52 г/п 2500 кг – 6 единиц; ГАЗ-3307 г/п 4500 кг – 4 единицы. Итого 17 автомобилей.

Стоимость аренды транспортного средства, зависящая только от его типа и грузоподъемности и не зависящая от времени его использования, составляет:

– ГАЗ-3302 («Газель»), г/п 1500 кг, стоимость 2800 руб./день;

– ГАЗ-52, г/п 2500 кг., стоимость 3200 руб./день;

– ГАЗ-3307, г/п 4500 кг, стоимость 3600 руб./день.

Клиенты предъявляют определенные требования по времени доставки товара, которые должны быть учтены в расчетах. Кроме того, заказы не могут быть разбиты между двумя или более грузовиками и каждый клиент может быть посещен только один раз. Задача состоит в составлении маршрутов таким образом, чтобы все ограничения были соблюдены при минимальных общих затратах.

В процессе эксперимента сопоставлялись следующие варианты организации доставки мелкопартионных грузов:

1. Базовый вариант (маршруты сформированы диспетчерами вручную).

2. Вариант с применением ГИС Деловая карта и встроенных в нее 4 алгоритмов:

2.1. «Начинать с отдаленных точек»; 2.2. «Выбирать попутные заказы»; 2.3. «Определять дальние направления»; 2.4. «Искать самые выгодные совмещения».

3. Первый вариант алгоритма планирования доставки мелкопартионных грузов (см. рис. 1). Вариант планирования доставки мелкопартионных грузов, при котором, в рамках сформированного в базовом варианте разбиение всей зоны обслуживания на регионы и сектора развозки и существующего закрепления регионов за распределительными центрами, делается попытка улучшения полученного средствами Деловой карты решения. Для этого создается и оптимизируется модель линейного программирования по алгоритму, предложенному Дж. Шапиро [15].

4. Второй вариант алгоритма планирования доставки мелкопартионных грузов (см. рис. 2). Вариант планирования доставки мелкопартионных грузов, при котором, во-первых, решается транспортная задача, т.е. проводится закрепление клиентов за распределительными центрами. В результате решения данной задачи формируются зоны обслуживания для каждого распределительного центра. Во-вторых, проводится разбиение сформированных зон обслуживания на кластеры (группы клиентов) по признаку близости территориального расположения.

5. Третий вариант алгоритма планирования доставки мелкопартионных грузов. Вариант расчетов с применением «локализации» общей задачи оптимизации доставки мелкопартионных грузов и решения задачи линейного программирования о раскладке заказов по транспортным средствам.

Таблица 1

## Результаты вычислительного эксперимента

№ п/п	Параметр / Показатель для сравнения	Базовый вариант	Применение ДК / Вариант				Вариант 3: Кластеризация → ТЗ → ДК → методика Шапиро	Вариант 4: ТЗ → Кла- стеризация → ДК → методика Шапиро	Вариант 5: ТЗ → Кла- стериза- ция → ЛП → ДК
			2.1. «Начи- нать с от- даленных точек»	2.2. «Вы- бирать попутные заказы»	2.3. «Опре- делять дальние направле- ния»	2.4. «Искать самые вы- годные совмеще- ния»			
1	Суммарные транспортные издержки, руб., в том числе:	53200	43200	44000	38000	41600	38000	28000	30800
	по группе клиентов «Центр»		18400	22000	16400	19200	16400	13600	13600
	по группе клиентов «Сервис»		24800	22000	21600	22400	21600	14400	17200
2	Общее число задействованных единиц ТС, из них:	17	14	14	12	13	12	8	9
	Газель г/п 1500 кг	7	7	6	5	4	5	1	1
	ГАЗ г/п 2500 кг	6	4	4	3	5	3	0	2
	ГАЗ г/п 4500 кг	4	3	4	4	4	4	7	6
3	Суммарное время движения ТС по маршрутам, ч		57,94	56,26	56,09	54,96	56,09	53,89	54,56
4	Суммарное расстояние, пройденное ТС, км		356,5	313,2	256,3	268,6	256,3	233,2	266,0
5	Общий объем перевезенного груза, кг	29357,2	29357,2	29357,2	29357,2	29357,2	29357,2	29357,2	29357,2
6	Провозная способность подвижного состава, кг	43500	34000	37000	33000	36500	33000	33000	33500
7	Коэффициент использования грузоподъемности	0,67	0,86	0,79	0,89	0,80	0,89	0,89	0,88

Таблица 2

Улучшение в % по отношению к базовому варианту / наихудшему варианту

№ п/п	Параметр / Показатель для сравнения	Базовый вариант	Применение ДК / Вариант				Вариант 3: Кластеризация → ТЗ → ДК → методика Шапиро	Вариант 4: ТЗ → Кластеризация → ДК → методика Шапиро	Вариант 5: ТЗ → Кластеризация → ЛП → ДК
			2.1. «Начинать с отдаленных точек»	2.2. «Выбирать попутные заказы»	2.3. «Определять дальние направления»	2.4. «Искать самые выгодные совмещения»			
1	Суммарные транспортные издержки, руб.	–	18,8	17,3	28,6	21,8	28,6	47,4	42,1
2	Общее число задействованных единиц ТС	–	17,6	17,6	29,4	23,5	29,4	52,9	47,1
3	Суммарное время движения ТС по маршрутам, ч	–	–	2,9	3,2	5,1	3,2	7,0	5,8
4	Суммарное расстояние, пройденное ТС, км	–	–	12,1	28,1	24,7	28,1	34,6	25,4
5	Провозная способность подвижного состава, кг	–	21,8	14,9	24,1	16,1	24,1	24,1	23,0
6	Коэффициент использования грузоподъемности	–	27,9	17,6	31,8	19,2	31,8	31,8	29,9

Примечание. По параметрам «Суммарное время движения ТС по маршрутам, ч» и «Суммарное расстояние, пройденное ТС, км» все варианты сравниваются с наихудшим вариантом, полученным средствами «Деловой карты»

Формат публикации не позволяет подробно рассмотреть методику проведения вычислительного эксперимента. В ряде работ подробно рассматривается методика решения отдельных задач планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города. Например, в работах [8, 9] рассмотрена постановка задачи о раскладке заказов по транспортным средствам при мелкопартионных перевозках, в работах [1, 6] – планирование доставки мелкопартионных грузов средствами Деловой карты, в сочетании с унифицированной методикой оптимизации маршрутов, предложенной Дж. Шапиро.

### Анализ результатов вычислительного эксперимента

Для определения степени эффективности предлагаемой методики решения задачи нами были рассмотрены все возможные варианты решения, каждый из которых оценивался по таким показателям, как:

- суммарные транспортные издержки (суммарная арендная плата за использованные автомобили), руб.;
- общее число задействованных единиц ТС;
- суммарное время движения ТС по маршрутам, ч;
- суммарное расстояние, пройденное ТС, км;
- общий объем перевезенного груза, кг;
- провозная способность подвижного состава, кг;
- коэффициент использования грузоподъемности.

Результаты расчета контрольных показателей по каждому из возможных вариантов представлены в табл. 1 и 2.

Базовый вариант по сравнению с другими вариантами дает наихудший результат как по показателю «Суммарные транспортные издержки, руб.», так и по показателю «Коэффициент использования грузоподъемности». Основная причина состоит в том, что в системе доставки задействовано избыточное число автомобилей, в основном, марки ГАЗ-3302 «Газель», грузоподъемностью до 1,5 т (рис. 3). Избыток автомобилей связан с традиционной системой распределения заказов и прокладки маршрутов строго в границах административных районов города, когда даже близко расположенные клиенты, относящиеся к разным районам, не могут включаться в маршрут одного автомобиля, что приводит к недогрузке ТС и необходимости формирования дополнительных маршрутов.

Оценка результатов по варианту 2 показывает, что применение ГИС Деловая карта привело к улучшению исходного результата на 17,3...28,6% по показателю «Суммарные транспортные издержки, руб.» и на 17,6...31,8% по показателю «Коэффициент использования грузоподъемности». Необходимо отметить, что применение каждого из 4, заложенных в Деловую карту алгоритмов приводит к разным результатам. Результаты расчетов, полученных средствами Деловой карты с применением различных алгоритмов, сильно варьируются по отдельным показателям. Например, по транспортным издержкам наилучшее решение, полученное средствами Деловой карты (вариант 2.3 «Определять дальние направления»), отличается от наихудшего (вариант 2.1 «Начинать с отдаленных точек») на 5200 руб., т.е. на 12%. Этот же вариант расчета дает лучшие результаты по показателям: «Общее число задействованных единиц ТС», «Суммарное расстояние, пройденное ТС, км» и «Коэффициент использования грузоподъемности». В то же время по показателю «Суммарное время движения ТС по маршрутам, ч» наилучший результат дает вариант 2.4 «Искать самые выгодные совмещения». Это затрудняет анализ результатов и выбор наилучшего решения, полученного с использованием Деловой карты. Следует отметить также, что оптимизация по критерию минимума транспортных издержек не реализована в Деловой карте и проведение этих расчетов требует дополнительных усилий и затрат времени пользователя.

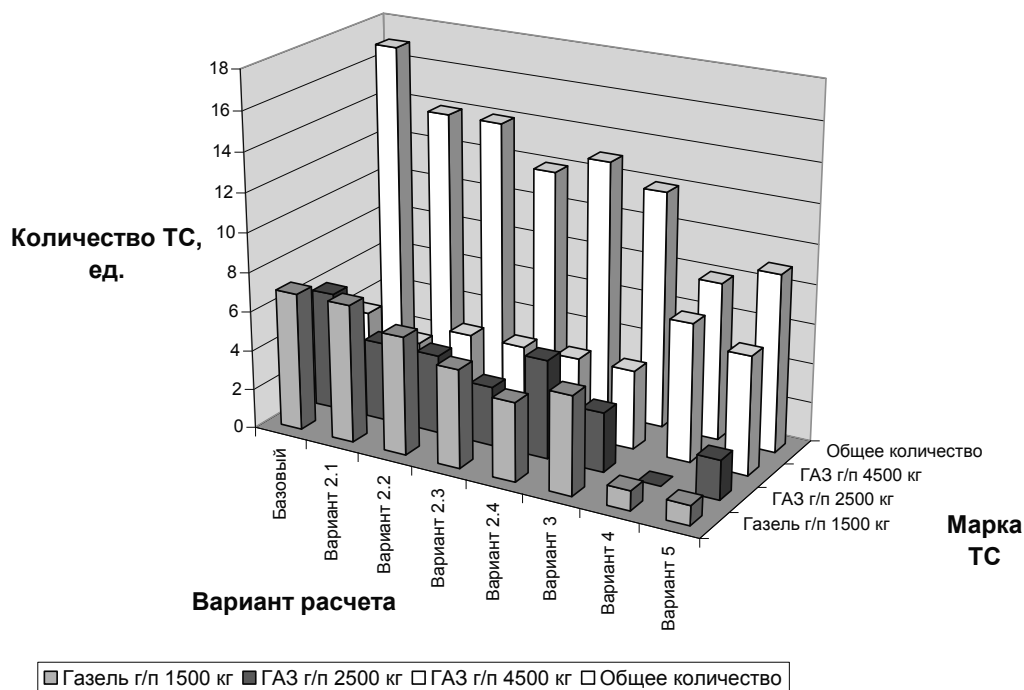


Рис. 3. Количество задействованных единиц ТС в различных вариантах расчета

Результаты расчетов по варианту 3 показывают, что применение методики Шапиро, заключающееся в объединении гибких эвристических методов и строгих моделей линейного программирования, не всегда позволяет улучшить первоначальное решение, полученное с помощью эвристики. В рассматриваемом примере решение, полученное средствами Деловой карты с использованием алгоритма предварительной раскладки заказов «Определять дальние направления», является оптимальным. Данное решение не удалось улучшить созданием модели линейного программирования по методике Шапиро, т.е. в оптимальное решение попадают только маршруты из варианта 2.3. Сравните также графы «Применение ДК/Вариант 2.3» и «Вариант 3» в табл. 1 и 2.

Вариант 4 дает сравнительно лучшие результаты по всем рассматриваемым показателям потому, что здесь были более точно определены зоны обслуживания РЦ методом  $k$ -средних, то есть априори была оптимально перераспределена ответственность между РЦ по обслуживанию клиентов. Кроме того, в 4-м варианте при формировании маршрутов считалось, что транспортные средства заранее не привязаны к конкретному РЦ, что повысило шансы на оптимальную загрузку транспортных средств и привело к значительному сокращению их общего числа (см. диаграмму на рис. 3). Улучшение по сравнению с базовым вариантом составило 47,4% по транспортным издержкам и 31,8% по коэффициенту использованной грузоподъемности.

Результаты расчетов по варианту 5 показывают эффективность применения методики локализации для планирования доставки мелкопартионных грузов. В рассматриваемом примере эта методика позволила улучшить результат по сравнению с базовым вариантом 42,1% по транспортным издержкам и на 29,9% по коэффициенту использования грузоподъемности.

Таким образом, последовательность действий, соответствующая алгоритму локализации общей задачи оптимизации доставки мелкопартионных грузов, реализованная в варианте 5, позволила существенно улучшить результаты по всем показателям по сравнению с базовым вариантом. При этом отклонения от лучшего альтернативного варианта 4 по транспортным издержкам составили всего 5,3%, а по коэффициенту использования грузоподъемности – 1,9%.

Это свидетельствует об эффективности предложенного алгоритма решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города методом лока-

лизации, а также подтверждает правильность той четкой последовательности решения задач об определении зон обслуживания, наборе пунктов в маршрут и маршрутизации, которая была определена в алгоритме.

### Заключение

Проведенный анализ проблемы доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города позволяет сделать следующие выводы и обобщения.

Во-первых, проведенный анализ состояния теории и практики планирования доставки грузов автомобильным транспортом показывает, что применительно к перевозкам мелкопартионных грузов в настоящее время не существует алгоритмов, которые полностью и адекватно отражали бы специфику данного вида перевозок, что и определяет актуальность решения данной задачи.

Во-вторых, дана содержательная постановка задачи планирования доставки мелкопартионных грузов в крупных городах, учитывающая ее нетривиальный характер ввиду многокритериальности, значительного количества накладываемых ограничений и большого количества грузоотправителей и грузополучателей, между которыми необходимо проложить оптимальные маршруты.

В-третьих, разработан методологический подход к планированию доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города. В рамках данного подхода предложены альтернативные алгоритмы решения задачи планирования доставки мелкопартионных грузов методами локализации. Поставлен и проведен вычислительный эксперимент, подтверждающий эффективность предложенных алгоритмов.

Применение предложенного методологического подхода к планированию доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города, по нашему мнению, позволит эффективно с учетом всех накладываемых ограничений решать задачи маршрутизации в реальных условиях, когда ежедневно необходимо планировать десятки или, в отдельных случаях, более сотни маршрутов по обслуживанию тысяч грузополучателей. Безусловно, экономический эффект от внедрения предложенных алгоритмов планирования будет получен только в том случае, если эти алгоритмы будут реализованы в информационных системах, предназначенных для планирования массовой доставки грузов автомобильным транспортом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев А.А. Унифицированная методика оптимизации маршрутов в цепях поставки товаров / А.А. Бочкарев // Логистика сегодня. 2004. № 2. С. 36-42.
2. Бочкарев А.А. Решение задачи маршрутизации перевозок мелкопартионных грузов в управлении цепями поставок крупных компаний / А.А. Бочкарев // Логистика: современные тенденции развития: тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГИЭУ, 2004. С. 27-29.
3. Бочкарев А.А. Анализ программных продуктов для оптимальной маршрутизации перевозок грузов / А.А. Бочкарев // Логистика и управление цепями поставок. 2005. № 5 (10). 2005. С. 16-20.
4. Бочкарев А.А. Алгоритм планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города / А.А. Бочкарев // Логистика: современные тенденции развития: тез. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГИЭУ, 2006. С. 29-34.
5. Бочкарев А.А. Методика планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города / А.А. Бочкарев // Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы: материалы II Всерос. конф. с междунар. участием: в 3 т. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2006. Т. 1. С. 64-68.
6. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок / А.А. Бочкарев. М.: Альфа-Пресс, 2008. 192 с.

7. Бочкарев А.А. Проблема оптимизации мелкопартионных перевозок / А.А. Бочкарев, О.В. Бадокин // Логистика: современные тенденции развития: тез. докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГИЭУ, 2005. С. 30-33.

8. Бочкарев А.А. Решение задачи о назначениях в управлении цепями поставок мелкопартионных грузов / А.А. Бочкарев, Д.В. Горбатенко // Логистика сегодня. 2004. № 5. С. 12-19.

9. Васильев И.Л. Локальная задача обеспечения поставок мелкопартионных грузов / И.Л. Васильев, А.А. Бочкарев // Вестник ИНЖЭКОНА: Серия «Экономика». 2005. Вып. 4 (9). С. 230-234.

10. Витвицкий Е.Е. Развозочно-сборные автотранспортные системы перевозки грузов: монография / Е.Е. Витвицкий. Омск: Вариант-Сибирь, 2003. 274 с.

11. Лукинский В.С. Транспортная логистика: общий алгоритм планирования грузовых автомобильных перевозок / В.С. Лукинский, И.А. Пластунок, И.А. Цвиринько // Вестник ИНЖЭКОНА: Серия «Экономика». 2003. Вып. 1. С. 89-99.

12. Мочалин С.М. Научные основы совершенствования теории автомобильных перевозок по радиальным маршрутам: монография / С.М. Мочалин. Омск: Вариант-Сибирь, 2003. 246 с.

13. Мочалин С.М. Методика расчета потребности в транспортных средствах в автотранспортных системах доставки грузов / С.М. Мочалин // Вестник ОГУ. 2004. Вып. 4. С. 156-160.

14. Проектирование автотранспортных систем доставки грузов / В.И. Николин, С.М. Мочалин, Е.Е. Витвицкий, И.В. Николин; под ред. В.И. Николина. Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. 184 с.

15. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро; пер. с англ. под ред. В.С. Лукинского. СПб.: Питер, 2006. 720 с.

**Бочкарев Андрей Александрович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Логистика и организация перевозок» Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета

**Bochkaryov Andrey Aleksandrovich** – Candidate of Economical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Logistics and transportation organization» of St-Petersburg State Economical and Technical University

**Клочков Виктор Николаевич** – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте» Саратовского государственного технического университета

**Klochkov Victor Nikolayevich** – Doctor of Economical Sciences, Professor, Head of the Department of «Organization of transportation and management on transport» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 20.05.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 331.104

**А.А. Бращей**

## **ИНВЕСТИЦИОННО-ИННОВАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

*Рассмотрены инновационные формы эффективного использования  
финансовых ресурсов малого бизнеса как стратегий преодоления проблем*



*на рынке заемных средств. Современные ресурсосберегающие финансовые технологии: лизинг, факторинг, франчайзинг, форфейтинг, аутсорсинг и другие формы привлечения финансовых ресурсов позволяют субъектам малого бизнеса более интенсивно использовать свои финансовые возможности главным образом за счет развития кооперативных форм взаимодействия со средним и крупным бизнесом, путем глубокой интеграции в бизнес-процессы последнего.*

Финансовое обеспечение субъектов малого предпринимательства, ресурсосберегающие инновационные технологии, государственно-частное партнерство.

**A.A. Brashchey**

### **INNOVATIVE INVESTMENT METHODS OF FINANCIAL INSTRUMENTS DEVELOPMENT IN THE SMALL BUSINESSES INTEGRATION PROCESS**

*The article concerns innovative forms of the effective usage of the financial resources of small businesses as part of the strategic measures aimed at solving problems of the loan market. The author also considers modern resource-saving financial technologies such as leasing, factoring, franchising, forfeiting, outsourcing and other forms of attracting financial resources allowing small businesses to use their financial resources more intensively, mainly through developing cooperative forms of interaction with medium and big businesses and their deep integration.*

Financial backing of the small business, resource-saving financial technologies, state-private partnership.

В последние 10-15 лет мировая экономика претерпела значительные изменения, связанные с изменением общих условий хозяйствования, усилением интеграционных процессов и углубляющегося мирового разделения труда. Всё более широкое признание получает способность малых предприятий вносить существенный вклад в решение проблем занятости и повышения конкурентоспособности целых отраслей. В связи с этим усиливается интерес как к изучению малых фирм, особенностей управления малым бизнесом, так и к анализу тенденций изменения состояния данного сектора экономики, и формируется потребность в соответствующей информации.

На сегодняшний день интересной проблемой является рассмотрение современных форм организации бизнеса в среде малого предпринимательства. Эти формы экономисты часто оценивают как ресурсосберегающие формы бизнеса, особенно выгодные субъектам малого предпринимательства. При этом эффективность данных форм объясняется тем, что сразу решается множество проблем, стоящих перед малым бизнесом – это проблемы привлечения финансовых ресурсов на льготных условиях, проблемы устойчивости бизнеса и включения его в производственную или реализационную цепочки крупных компаний. К таковым мы можем отнести форфейтинг, факторинг, как методы эффективных финансовых технологий, а также лизинг, франчайзинг, аутсорсинг, использование венчурного капитала, кластерного подхода, как современных форм организации бизнеса.

Одними из новых в России форм кредитования, способных решить часть финансовых проблем малых предприятий, являются факторинг и форфейтинг. Суть *факторинга* заключается в предоставлении торговым, производственным и сервисным компаниям-поставщикам

трех видов услуг в обмен на уступку дебиторской задолженности: финансирование поставок товаров; покрытие ряда рисков, имеющих место в торговых операциях компаний; административное управление дебиторской задолженностью, включающее учет состояния дебиторской задолженности, регулярное предоставление соответствующих отчетов клиенту, контроль за своевременностью оплаты и работу с дебиторами. Для определенных групп малых предприятий, особенно строительных и производственных, факторинг – один из эффективных способов погашения задолженности.

Особым видом кредитования экспорта является *форфейтинг* – операция, аналогичная факторингу. Банк (форфейтор) выкупает у экспортера (продавца) денежное обязательство импортера (покупателя) оплатить купленный им товар сразу же после поставки товара и сам производит досрочную, полную или частичную оплату стоимости товара экспортеру. В дальнейшем денежные средства банку-форфейтору уплачивает импортер. Форфейтинг ориентирован на малые предприятия, функционирующие во внешней торговле. Таким образом, данный вид кредитования используется, главным образом, для покрытия кассового разрыва малых предприятий, возникающего между периодом производства и отгрузки продукции и ее оплатой.

Тем не менее, применение на практике данных форм кредитования сталкивается с определенными проблемами, главной из которых является проблема доверия между банком и малым предприятием. Как правило, положительное решение по данным видам кредитования принимается только в индивидуальном порядке в случае положительной кредитной истории, а также, если субъект малого предпринимательства является постоянным клиентом банка. По нашему мнению, развитие данных видов кредитования для субъектов малого предпринимательства представляется возможным посредством создания бюро кредитных историй, а также гарантийных фондов на территории РФ, при непосредственной поддержке государства, его нормативно-правовой регламентации данного процесса.

Особый интерес представляет сотрудничество малых и крупных предприятий на основе *аутсорсинга*. В основе этого направления лежит поиск вариантов передачи на изготовление части выполняемого заказа другим исполнителем при условии, что это будет дешевле, чем самостоятельное выполнение данной работы. Также аутсорсинг может рассматриваться как передача стороннему подрядчику некоторых бизнес-функций или частей бизнес-процесса компании. Аутсорсинг широко применяется во всех областях деятельности, но наибольшую эффективность он демонстрирует в инновационной деятельности. Об этом свидетельствует опыт передовых стран в освоении достижений научно-технического прогресса.

Так, например, в совокупном объеме расходов на НИОКР в крупных компаниях затраты достигают 200 млрд. долл., чтобы оптимизировать издержки, компании прибегают к механизму аутсорсинга, привлекая тем самым к услугам субъектов малого предпринимательства. В передовых странах отработаны и постоянно совершенствуются механизмы взаимодополняемости и взаимодействия деятельности корпоративного сектора и малого бизнеса в научно-технической области [1].

Таким образом, аутсорсинг выступает, с одной стороны, как механизм оптимизации ресурсов для субъектов малого бизнеса. В этом случае идет передача части бизнес-процессов сторонним организациям как коммерческого, так и общественного секторов, т.к. это приводит к снижению издержек и повышает эффективность использования финансовых ресурсов. С другой стороны, само развитие механизма аутсорсинга способствует развитию малого бизнеса. Как показывает практика, на рынке аутсорсинговых услуг подавляющая часть субъектов является как раз малыми предприятиями, предлагающими узкоспециализированные и инновационные продукты для средних и больших компаний.

В России объем аутсорсинговых услуг, по некоторым оценкам, достигает 2 млрд. долл. и занимает третье место в мире после Индии и Китая [2]. В связи с этим государственная политика в данной сфере должна быть более продуманной и прозрачной. Государственная поддержка

рынка аутсорсинговых услуг и в сфере малого бизнеса позволит в ближайшей перспективе решить задачу перевода российской экономики на инновационные рельсы и занять достойное место в мировой системе распределения труда, создавая высокотехнологичные продукты с высокой добавленной стоимостью, а также повысить вклад малого бизнеса в национальный ВВП.

По нашему мнению, можно выделить следующие положительные моменты использования аутсорсинга для малого бизнеса:

- возможность повышения прибыльности бизнеса (аутсорсинг снижает издержки обслуживания бизнес-процесса);

- использование чужого опыта (аутсорсинговая компания уже сталкивалась с проблемами, возникшими на предприятии, и с каждым разом она решает их все лучше);

- внедрение передовых технологий (специализированная аутсорсинговая компания оперативно знакомится с новыми разработками и различными нововведениями, в результате чего появляется возможность их своевременного внедрения, что, несомненно, сказывается на конкурентоспособности компании, пользующейся услугами аутсорсера);

- повышение качества и надежности обслуживания (аутсорсинговая компания обычно дает гарантии и несет ответственность за качество выполняемых работ (услуг)).

Но наравне с преимуществами, есть и существенные недостатки использования аутсорсинга: опасность передачи слишком многих важных функций предприятия в руки аутсорсера; угроза утечки важной информации.

Исходя из вышеизложенного, на наш взгляд, при разумном и взвешенном подходе аутсорсинг является перспективной формой интеграционного сотрудничества малого и крупного бизнеса, результатом которого являются увеличение финансовой устойчивости субъектов малого бизнеса, а также оптимизации внутренних и внешних издержек.

Проблема нехватки у субъектов малого предпринимательства высокотехнологичных основных фондов может быть решена на основе *лизинга* оборудования, с помощью которого малые предприятия и индивидуальные предприниматели, не имея достаточных средств и не прибегая к привлечению кредитов, могут использовать в производстве новое прогрессивное оборудование и технологии.

Лизинг предоставляет субъектам малого предпринимательства дополнительные возможности и снижает отдельные факторы риска для участников инвестиционного рынка по сравнению с другими финансовыми формами, что особенно повышает его привлекательность. В частности, лизинг позволяет снижать объем необходимых инвестиций, предоставлять соискателям инвестиций не денежные средства, а оборудование, которое будет использоваться по прямому назначению и одновременно может выступать в качестве залога, более гибко расходовать часть свободных средств, получаемых в процессе эксплуатации оборудования и обслуживания лизинговых платежей.

Развитию лизинга в РФ в настоящее время способствуют наличие у многих хозяйствующих субъектов предметов лизинговых сделок – неиспользуемых оборудования и помещений, а также ориентация большинства малых предприятий на аренду, а не на покупку имущества.

К сожалению, в современных условиях лизинговые компании не ориентированы на малое предпринимательство, при том, что в зарубежных странах на малый бизнес приходится 60-80% лизинговых сделок. Условия лизинга не всегда доступны малым предприятиям. С целью решения данной проблемы создаются специализированные лизинговые компании. Например, приемлемые условия предлагаются лизинговыми компаниями, поддерживаемыми зарубежными организациями, региональными органами власти. Как отмечают специалисты, важным преимуществом данной формы поддержки является то, что предоставляются не денежные ресурсы, контроль за использованием которых не всегда осуществим, а непосредственно оборудование.

Результаты аналитических исследований института стратегического анализа развития предпринимательства свидетельствуют о низкой распространенности лизинга среди малых

предприятий [3]. При этом более 75% малых предприятий испытывают потребность в лизинге и позитивно относятся к лизингу как к одной из форм государственной поддержки.

На сегодняшний день, несмотря на развитие лизинговых услуг, спрос на них заметно превышает предложение, особенно в отраслях с достаточно низкой нормой прибыли и выполняющих, в том числе, и социальные задачи, например, в сельском хозяйстве. Около половины всех лизинговых компаний сосредоточено в столичных регионах, при этом в провинции возникают еще большие диспропорции спроса и предложения. Пока еще не существует больших лизинговых компаний всероссийского масштаба, хотя этот процесс активно развивается. Положительным моментом является то, что многие столичные и региональные банки начинают предлагать лизинговые программы, но пока это не может существенным образом повлиять на ситуацию.

Неразвитость лизинговых услуг в РФ обуславливается, на наш взгляд, следующими причинами:

Во-первых, это достаточно низкая доступность долгосрочного финансирования. Улучшение в данном случае зависит от состояния всей российской экономики и от развития банковской системы.

Во-вторых, система защиты прав собственности в суде. Лизинговые компании все ещё испытывают трудности с возвратом оборудования в случае нарушения лизингополучателем условий договора лизинга.

В-третьих, неразвитость вторичных рынков оборудования. Отсутствие развитых вторичных рынков увеличивает риски лизинговой компании и лизингополучателя (у которого в дальнейшем, при выкупе предмета лизинга, могут возникнуть сложности при его реализации, продаже) и серьезно ограничивает развитие лизинговой отрасли.

В-четвертых, уровень знаний о лизинге потенциальных лизингополучателей все еще остается достаточно низким. В связи с этим, необходима популяризация механизма и преимуществ лизинговой сделки.

В-пятых, недостаточная проработанность нормативно-правовой базы лизинга. Его основу составляют Гражданский кодекс РФ и ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)». Недостаточно четкими на сегодняшний день являются нормы деятельности лизинговых компаний в плане уплаты налогов, таможенных пошлин и схемы предоставления лизинговых услуг в целом.

В связи с этим мы считаем необходимым на государственном уровне разработать и принять необходимые правовые и законодательные акты, для исправления выделенных нами проблем в области лизинговых услуг. Несомненно, широкое распространение лизинга даст мощный стимул роста числа предприятий малого бизнеса именно в производственной сфере, приведет к более оптимальному перераспределению капитала между отраслями, что на настоящий момент является важнейшей задачей для экономики РФ.

Одной из привлекательных ресурсосберегающих форм привлечения средств является *франчайзинг*. Для продавца франчайзинг – это идеальный способ расширения бизнеса при ограниченных ресурсах, для покупателя – шанс завести свое дело, не ломая голову над бизнес-идеей. Франчайзинг – организация бизнеса, в основе которой лежит договор о передаче права (франшизы) одному предприятию или индивидуальному предпринимателю на использование торговой марки и ноу-хау другого. Как правило, крупное предприятие – франчайзер, в целях расширения сбытовой сети заключает договор с уже существующей или вновь открывшейся мелкой самостоятельной фирмой – франчайзи – на производство и/или реализацию на определенной территории строго оговоренных видов товара (услуг), соответствующих тем стандартам качества, которые обеспечивает компания-франчайзер. Владелец марки, а также секрета изготовления и продажи продукта или услуги обеспечивает партнера необходимым сырьем и оборудованием, оказывает ему рекламную поддержку. По договору франчайзи регулярно отчисляет франчайзеру определенную сумму (роялти) или процент с оборота.

В России франчайзинг имеет пока достаточно узкую секторную ориентацию. Различные механизмы франчайзинга преимущественно используются в розничной торговле (продажа товаров и услуг массового спроса под определенной торговой маркой), общественном питании (различные системы быстрого питания), причем преобладают зарубежные франчайзинговые технологии. В настоящее время на российском рынке по франчайзинговой схеме успешно работают такие известные зарубежные торговые марки, как «Coca-Cola», «Pepsi», «Baskin Robins», «Reebok», «Kodak» и ряд других. Среди отечественных можно выделить «1С», «ГНК», «Позитроника» и др.

Следует отметить, что система подобных отношений между крупными и малыми предприятиями обладает рядом преимуществ, способствующих успешному развитию малого предпринимательства в России, в чем напрямую заинтересовано государство:

- отмечается большая степень выживаемости малых предприятий, работающих на основе франчайзинга, так как они опираются на опыт и поддержку крупных компаний и на уже освоенные ими сегменты рынка;

- в кратчайшие сроки создается обширная сеть малых предприятий, действующих в сфере торговли и услуг, а это и дополнительные рабочие места, и удовлетворение потребностей населения в продуктах (товарах), и дополнительный доход в казну государства;

- в условиях российской экономики эта система может стать мощным финансовым подспорьем для бюджета – здесь расходы по поддержке в значительной степени перекадываются на плечи крупных компаний.

Очевидно, что франчайзинг является перспективной формой взаимодействия крупного и малого бизнеса в России, а также важным элементом системы поддержки малого предпринимательства. Крупные предприятия, ставящие перед собой задачи увеличения объема продаж, развития региональных рынков сбыта, могут осуществить их с помощью малых фирм в рамках франчайзинговых отношений. Это взаимовыгодное партнерство поможет малому бизнесу в период его становления решить проблемы финансовых ресурсов, оборудования, обучения, и в то же время позволит крупному предприятию решать поставленные задачи, значительно снизив издержки и риск.

Следующим альтернативным источником финансирования малого бизнеса является венчурный капитал. Венчурным капиталом оперируют специальные венчурные фонды или индивидуальные инвесторы, которых часто называют «бизнес-ангелами». Специфика венчурного бизнеса следующая: во-первых, венчурные фонды, как правило, занимаются финансированием малых компаний научно-технической инновационной сферы, во-вторых, эти вложения несут в себе большую степень риска, в-третьих, риск компенсируется потенциально высокой нормой доходности, в-четвертых, предоставление капитала осуществляется на долгосрочный период без какого-либо материального обеспечения.

Опыт венчурного финансирования Западной Европы и США насчитывает не одно десятилетие: объем рынка венчурного капитала составил в 90-х годах 100 млрд. долл. [4]. Наибольшего развития венчурная индустрия получила в США, где осуществляется более половины венчурных инвестиций. Венчурный капитал предоставляется на формальном и неформальном рынках.

Основа неформального рынка – состоятельные частные инвесторы, именуемые «бизнес-ангелами», инвестирующие личные финансовые ресурсы в новые и растущие малые предприятия, находящиеся преимущественно на ранних стадиях развития.

Формальный рынок венчурного капитала представлен венчурными фондами. Венчурный фонд – это профессиональная фирма, аккумулирующая ресурсы различных инвесторов и инвестирующая их – в обмен на пакет акций или посредством предоставления кредита – в высокорисковые инновационные проекты. После реализации инновационного проекта компания продается на рынке, полученный доход делится между участниками в соответствии с заранее оговоренными условиями. Прибыль венчурного фонда определя-

ется, с одной стороны, успешным развитием фирмы, а с другой – долей акций, находящейся во владении фонда.

В России венчурные фонды стали создаваться с 1994 г. Признанными центрами российского венчурного бизнеса являются Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород. На сегодняшний день можно констатировать, что инфраструктура венчурного бизнеса находится в РФ на стадии становления. Венчурных инвестиций ждут около 70 тыс. малых инновационных предприятий. Венчурные фонды необходимы российской экономике для развития научно-технической сферы страны. Развитие данных институтов позволит России быть равным партнером в условиях жесткой международной конкуренции в сфере разработки новых продуктов и технологий.

В то же время, следует отметить, что для развития венчурного бизнеса в России в настоящее время сложились не самые благоприятные условия. Основными причинами этого являются:

Во-первых, низкий уровень развития отечественного фондового рынка, так как доход венчурного фонда возникает при продаже возросшего в цене пакета акций инновационного предприятия после его успешной «раскрутки».

Во-вторых, недостаток отечественных инвестиционных ресурсов и, как следствие, трудности с формированием российского венчурного бизнеса. Отечественные банки, пенсионные фонды, страховые организации не участвуют в работе компаний венчурного капитала.

Третьей причиной, препятствующей развитию венчурного бизнеса в России, является низкая информационная прозрачность российского рынка интеллектуальной собственности, что приводит к значительным трудностям с поиском предприятий-реципиентов и инновационных проектов под венчурные инвестиции.

В-четвертых, негативное влияние на деятельность венчурного капитала в России оказывает несовершенство законодательной базы в этой области.

К основным направлениям деятельности по развитию венчурного финансирования инновационных малых предприятий, по нашему мнению, можно отнести:

- усовершенствование нормативно-правовой базы венчурного финансирования как на федеральном, так и на региональном уровнях;
- активное финансовое участие государства в образовании и поддержке венчурных фондов на принципах возвратного, долевого финансирования. Мы считаем целесообразным создание минимум одного венчурного фонда в каждом регионе РФ;
- конкретизация форм, методов и механизмов венчурного инвестирования, в рамках созданных государственно-частных венчурных фондов;
- обеспечение прозрачности деятельности венчурных фондов, их требований к подаваемым на рассмотрение проектам, обеспечение гласной процедуры выбора проектов-победителей;
- разработка и оптимизация налоговой системы для венчурного капитала, мер по льготному налогообложению или освобождению от обязательных платежей в случае инновационного инвестирования средств;
- популяризация венчурного финансирования в среде малого бизнеса.

Таким образом, развитый рынок венчурного капитала позволил использовать потенциал малых фирм в формировании инновационной экономики.

Исходя из вышеизложенного, повышение степени финансового обеспечения субъектов малого бизнеса возможно путем применения новых финансовых и организационных ресурсосберегающих технологий, а именно внедрение оперативного управленческого учета, форфейтинга, факторинга, как методов эффективных финансовых технологий, лизинга, франчайзинга, аутсорсинга, использование венчурного капитала, кластерного подхода, как современных форм организации бизнеса.

Лизинг, франчайзинг, аутсорсинг, использование венчурного капитала выступают прогрессивными формами организации малого бизнеса, использующими возможности тес-

ной и взаимовыгодной кооперации с субъектами крупного бизнеса и государства на принципах государственно-частного партнерства.

При этом следует отметить, что повышение эффективности применения данных форм в малом бизнесе может быть усилено за счет учета экономико-географических факторов. Перспективным видится путь по созданию отраслевых и межотраслевых кластеров, как группы географически локализованных взаимосвязанных компаний-поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных услуг, инфраструктуры, научно-исследовательских институтов, вузов и других организаций, дополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом.

Реализация кластерного подхода невозможна без активного участия государства в данном процессе. На наш взгляд, роль государства должна, прежде всего, заключаться в участии в инфраструктурных проектах, а также в выработке единой организационно-методической основы для формирования кластеров. Такой подход исключает прямое участие государственных структур в непосредственной хозяйственной деятельности компаний, но не исключает их возможностей в регулировании макроэкономической ситуации.

Данный подход позволяет реализовать механизм государственно-частного партнерства, который на сегодняшний день выступает как эффективная форма взаимодействия государства и бизнеса вообще. Включение в этот механизм малых предприятий позволит решить множество организационных, правовых, финансовых, социальных проблем, стоящих перед ними, увеличить долю малого бизнеса в ВВП и способствовать росту доли экономически активного населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко Э. Основы инновационного лидерства США / Э. Кириченко // Мировая экономика и международные отношения. 2005. № 7. С. 43-45.
2. Сычев В. Азия переходит на аутсорсинг / В. Сычев // Эксперт. 2006. № 25. С. 10-19.
3. Исследование Ресурсного центра поддержки малого предпринимательства «Финансовые технологии в малом предпринимательстве» // www.rcse.ru
4. Дагаев А.А. Механизмы венчурного (рискового) финансирования; мировой опыт и перспективы развития в России / А.А. Дагаев // Менеджмент. 1998. № 2. С. 101-113.

**Бращей Ангелина Антоновна** – аспирант кафедры «Финансы» Саратовского государственного социально-экономического университета

**Brashchey Angelina Antonovna** – Graduate Student of the Department of «Finances» of Saratov State Socioeconomic University

*Статья поступила в редакцию 24.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 330.101

**В.В. Глазкова**

#### **МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА КАК ИНСТРУМЕНТ АНТИКРИЗИСНОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Рассмотрены три наиболее известные модели прогнозирования банкротства предприятий (модели Фулмера, Спрингейта, Альтмана), проведен*

*их сравнительный анализ. Построение каждой модели основано на расчете определенной системы индикаторов (коэффициентов). Практика применения указанных моделей на предприятиях развитых стран показала их высокую эффективность. Проведен анализ сельскохозяйственного предприятия на основе модифицированной функции Альтмана.*

Модели банкротства, функция Альтмана, прогнозирование банкротства.

**V.V. Glazkova**

### **BANKRUPTCY PROGNOSTICS MODELS AS AN INSTRUMENT OF ENTERPRISES CRISIS-PROOF STRATEGIES**

*There are three most known models of establishment bankruptcy forecasting (Fulmer, Springate, Altman models) in the article; the comparative analyses of these models are done here. The construction of every model is based on calculation of a certain system of indicators (factors). The implementation of these models at enterprises of industrially developed countries demonstrated their high effectiveness. The agricultural enterprises are analyzed on the basis of modified Altman function here.*

Bankruptcy models, Altman function, bankruptcy forecasting.

В условиях рыночной экономики любая организация сталкивается с возможностью возникновения кризиса. И если организация не успела к нему подготовиться, например, разработать грамотную антикризисную стратегию, то даже небольшая кризисная ситуация может со временем перерасти в банкротство. Поэтому к кризисным явлениям в деятельности предприятия, организации, фирмы следует готовиться заранее и разрабатывать мероприятия по профилактике кризисных явлений, которые и станут составляющими элементами антикризисной стратегии.

Одним из инструментов антикризисной стратегии является комплексный финансовый анализ состояния предприятия. Он позволяет прогнозировать возможность наступления кризисных ситуаций (или даже банкротство) в деятельности предприятия. Это касается любой организации, в том числе и процветающей. Благодаря этому инструменту антикризисной стратегии можно эффективно управлять финансовыми ресурсами предприятия. Предприятие, на котором ведется систематический и системный финансовый анализ, способно заранее распознать надвигающийся кризис, оперативно отреагировать на него и с большей вероятностью избежать «неприятностей» или уменьшить негативные последствия кризиса.

Для того, чтобы определить вероятность наступления банкротства на предприятии, во многих развитых странах обращаются к построению экономических моделей прогнозирования банкротства, которые основаны на расчете целой системы индикаторов, для каждого из которых устанавливаются нормативные значения. В данной статье рассмотрены три модели, проявившие весьма высокую степень надежности на практике. Любая из рассмотренных в статье моделей, на наш взгляд, может и должна быть использована при разработке антикризисной стратегии предприятий. Данные модели достаточно просты в использовании, так как используют данные отчета о прибылях и убытках, отчета о финансовом состоянии и баланса.

**Модель Фулмера** была создана на основании обработки данных 30 потерпевших крах и 30 нормально работавших предприятий со средним годовым балансом в 455000 долларов США (1984 г.). Изначальный вариант модели содержал 40 коэффициентов, окончательный использует всего 9. Общий вид модели представляет формула (1).



$$H = 5,528x_1 + 0,212x_2 + 0,073x_3 + 1,270x_4 - 0,120x_5 + 2,335x_6 + 0,575x_7 + 1,083x_8 + 0,894x_9 - 3,075, \quad (1)$$

где

$$x_1 = \frac{\text{нераспределенная прибыль прошлых лет}}{\text{баланс}};$$

$$x_2 = \frac{\text{объем реализации}}{\text{баланс}};$$

$$x_3 = \frac{\text{прибыль до налогообложения}}{\text{собственный капитал}};$$

$$x_4 = \frac{\text{денежный поток}}{\text{обязательства (краткосрочные + долгосрочные)}};$$

$$x_5 = \frac{\text{долгосрочные обязательства}}{\text{баланс}};$$

$$x_6 = \frac{\text{краткосрочные обязательства}}{\text{баланс}};$$

$$x_7 = \log(\text{материальные активы});$$

$$x_8 = \frac{\text{оборотный капитал}}{\text{обязательства}};$$

$$x_9 = \log\left(\frac{\text{прибыль до налогообложения} + \text{проценты к уплате}}{\text{проценты к уплате}}\right)$$

Если  $H < 0$ , крах неизбежен. Точность прогнозов, сделанных с помощью данной модели на год вперед – 98%, на два года – 81%.

**Модель Спрингейта** была построена в университете Симона Фрейзера в 1978 году с помощью пошагового дискриминантного анализа методом, который разработал Эдуард И. Альтман в 1968 году.

В процессе создания модели из 19 финансовых коэффициентов, считавшихся лучшими, в окончательный вариант вошли только 4. Общий вид модели представлен формулой (2).

$$Z = 1,03x_1 + 3,07x_2 + 0,66x_3 + 0,4x_4, \quad (2)$$

в которой

$$x_1 = \frac{\text{оборотный капитал}}{\text{баланс}};$$

$$x_2 = \frac{\text{прибыль до налогообложения} + \text{проценты к уплате}}{\text{баланс}};$$

$$x_3 = \frac{\text{прибыль до налогообложения}}{\text{краткосрочные обязательства}};$$

$$x_4 = \frac{\text{выручка(нетто) от реализации}}{\text{баланс}}$$

Если  $Z < 0,862$ , то предприятие получает оценку «крах». При создании модели Гордон Л.В. Спрингейт использовал данные 40 предприятий и достиг 92,5-процентной точности предсказания неплатежеспособности на год вперед.

Модель Спрингейта более проста в использовании по сравнению с моделью Фулмера, вследствие небольшого числа показателей. Однако данные для расчета показателей этих моделей берутся из разных документов бухгалтерской отчетности (баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет о движении денежных средств), а это, на наш взгляд, не совсем корректно. По нашему мнению, каждый из документов бухгалтерской отчетности должен подвергаться анализу отдельно и независимо от другого (а не совместно в одном и том же показателе). За-

ключение по поводу финансового состояния предприятия должно приниматься на основе комплексного анализа всех финансовых документов, т.е. исходя из результатов, полученных от анализа баланса, и результатов, полученных на основе анализа отчета о прибылях и убытках и т.д. К сожалению, нормативные значения коэффициентов (индикаторов) для данной модели пока не разработаны и, вероятнее всего, должны разрабатываться самостоятельно на каждом предприятии с учетом ретроспективы.

В результате применения моделей Фулмера и Спрингейта для оценки предприятий сельского хозяйства и пищевой промышленности Венгрии были выявлены недостатки этих моделей. Работа выполнялась с использованием программы Microsoft Excel. При наборе формул моделей возникла необходимость применения условной функции «Если» (IF) с целью избежания деления на ноль и вычисления логарифма нуля и отрицательных чисел. В таких случаях критический параметр принимался за единицу. Полученные результаты значительно отличаются от результатов применения тех же моделей на предприятиях США (табл. 1).

Таблица 1

Точность предсказания моделей на примере венгерских предприятий за год до несостоятельности [3]

Модели	Предприятия-банкроты	Работающие предприятия	Всего
Модель Фулмера	66%	66%	66%
Модель Спрингейта	79%	40%	60%

Модель Фулмера учитывает больше факторов, поэтому работает стабильнее. Кроме того, при вычислении логарифмов модель учитывает и размер фирм, что справедливо не только в США, но и в любой стране с рыночной экономикой. По крайней мере, распределение венгерских фирм по уставному капиталу подтверждает правильность идеи. Модель с одинаковой надежностью определяет как банкротов, так и работающие фирмы. Результаты же модели Спрингейта очень несимметричны. Данная модель явно ориентирована на крах предприятий и поэтому ее применение возможно для разработки стратегии избежания риска.

Как отмечалось выше, надежность обеих моделей оказалась намного ниже, чем в среде ее разработки. Можно выявить несколько причин такого дисбаланса:

1. Значения переменных в оригинальных моделях давались в американских и канадских долларах. При применении в других странах нужно учитывать искажение значений логарифмов. Пересчет на доллары проблему решает, но изменения курса оставляют незначительные ошибки.

2. В венгерском бухучете значения в бланки отчетов вносятся в тысячах форинтов (в России аналогичная ситуация). Необходима коррекция, которая в свою очередь нарушает непрерывность.

3. Условия экономики венгерского сельскохозяйственного производства сильно отличаются от экономических условий США и Канады (то же самое можно сказать и про положение дел в сельском хозяйстве России).

4. Отличительной чертой политики и сельского хозяйства Венгрии является тот факт, что экономические трудности начинают принимать социальный характер (особенно среди мелких сельскохозяйственных предприятий). Таким образом, нарушаются принципы рыночной экономики.

**Модель Альтмана** (или пятифакторный индекс кредитоспособности) широко используется в западной практике для прогнозирования банкротства предприятий. При построении модели Э. Альтман анализировал 22 аналитических коэффициента, характеризующих финансовое состояние 33 обанкротившихся американских промышленных фирм в период меж-

ду 1946 и 1965 гг. и сравнил с такими же показателями 33 успешно работающих предприятий тех же отраслей и аналогичных масштабов [5]. Из этих показателей Альтман отобрал 5 наиболее значимых для прогнозирования вероятности банкротства и построил пятифакторную модель, которая имеет следующий вид:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5, \quad (3)$$

где  $Z$  – интегральный показатель уровня угрозы банкротства; 1,2; 1,4; 3,3; 0,6; 1,0 – коэффициенты Альтмана.

Уровень угрозы банкротства предприятия в модели Альтмана оценивается по шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Оценочная шкала для модели Альтмана

Значение показателя «Z»	Вероятность банкротства
до 1,80	Очень высокая
1,81 – 2,70	Высокая
2,71 – 2,99	Невысокая
3,00 и выше	Очень низкая

Несмотря на относительную простоту использования этой модели для оценки угрозы банкротства, следует обратить внимание на то, что применение модели Альтмана в изложенном виде не позволяет получить объективных результатов в современных российских условиях [2]. Эта модель строилась по данным 1946-1965 гг., учитывающим особенности внешней и внутренней среды и оценки активов американских промышленных предприятий. Однако данный показатель стал практически стандартом при оценке вероятности банкротства предприятия [4]

Сложность применения модели Альтмана для российских предприятий связана с тем, что при расчетах показателей уровня рентабельности, доходности и оборачиваемости активов (соответственно  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$ ) в условиях инфляции нельзя использовать балансовую стоимость этих активов, т.к. в этом случае все рассматриваемые показатели будут искусственно завышены. Поэтому при расчетах должна быть использована восстановительная (рыночная) стоимость этих активов.

В этой связи наиболее интересной и состоятельной нам представляется модель Альтмана, предложенная Ю.Д. Шмидтом в статье «Экспресс-диагностика кризисных ситуаций на предприятии промышленности» [1]. В данной статье предлагается для наступления кризисных ситуаций на предприятиях промышленности использовать модифицированную функцию Альтмана в виде линейной дискриминантной функции 4 переменных ( $Z_m$ ):

$$Z_m = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4, \quad (4)$$

где  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  – финансовые показатели, которые вычисляются по следующим формулам:

$$X_1 = \frac{\text{оборотные активы}}{\text{сумма всех активов}};$$

$$X_2 = \frac{\text{прибыль до налогообложения}}{\text{сумма всех активов}};$$

$$X_3 = \frac{\text{сумма долго- и краткосрочных пассивов} - \text{доходы будущих периодов} - \text{фонды потребления}}{\text{капитал и резервы} + \text{доходы будущих периодов} + \text{фонды потребления}};$$

$$X_4 = \frac{\text{собственный капитал}}{\text{сумма всех обязательств предприятия}}.$$

В этих показателях собственный капитал, оборотные активы, активы и пассивы, обязательства предприятия оцениваются по балансовой стоимости, т.е. по соответствующим данным бухгалтерского баланса предприятия.

В отличие от классической модели Альтмана в предполагаемой модели количество переменных сокращается до 4. Следует отметить, что изменение числа переменных дискриминантной функции ( $Z_m$ ) влияет на результаты дискриминантного анализа. Проведенные эксперименты с переменными дискриминантной функции в ходе исследования определили выбор переменных  $X_1, X_2, X_3, X_4$ .

Для построения модифицированной функции Альтмана были выбраны 38 промышленных предприятий, 18 из которых – банкроты, 11 предприятий находились в относительно устойчивом состоянии, 9 предприятий – в устойчивом состоянии.

В результате вычислений была получена модифицированная функция Альтмана:

$$Z_m = -2,6473 + 6,2054X_1 + 12,1853X_2 + 0,0089X_3 + 0,2538X_4 . \quad (5)$$

Значения дискриминантной функции по исходным данным выбранной совокупности предприятий распределились следующим образом:

[-4,02; 0,59] – для предприятий-банкротов;

[0,68; 1,74] – для предприятий, находящихся в относительно устойчивом состоянии;

[2,26; 4,79] – для предприятий, находящихся в устойчивом состоянии.

Для проверки работоспособности полученной модифицированной функции была сформулирована экспериментальная выборка из промышленных предприятий Приморского края. Результаты показали, что если значение построенной функции меньше 0,64, то предприятию угрожает банкротство. Если значение находится в интервале от 0,64 до 2,0, то предприятие находится в относительно устойчивом состоянии. Если же значение функции больше 2,0, то предприятие находится в устойчивом состоянии.

Коэффициенты функции  $Z_m$  вычислялись на основе статистических данных по предприятиям промышленности Приморского края. Однако предлагаемая методика построения такой модели и экспресс-диагностика кризисных ситуаций на предприятии применима в любом регионе России.

В случае получения значений модифицированной функции и показателей текущей ликвидности и обеспеченности собственными средствами, свидетельствующих о кризисной ситуации на предприятии, руководству предприятия необходимо принять решение о проведении тщательного анализа состояния предприятия для выявления причин возникновения кризисной ситуации и разработке комплекса мер по их предотвращению.

Приведенная методика экспресс-диагностики была апробирована на предприятиях Приморского края, дала хорошие результаты. Для демонстрации этих результатов предлагаются 2 характерных примера. Один из них – ОАО «Приморский сахар» в рассматриваемые два периода находилось в кризисной ситуации, результатом которой было конкурсное управление и продажа данного предприятия. Второе предприятие – ЗАО «Уссурийский масложиркомбинат «Приморская соя» – в рассматриваемые два периода находилось в устойчивом состоянии и продолжает свою деятельность.

Значения модифицированной функции Альтмана в обоих периодах для ЗАО «УМЖК «Приморская соя» попадают в интервал, в котором находятся значения данной функции для предприятий, находящихся в устойчивом состоянии, что совпадает с мнением аудиторской фирмы, проводившей проверку на данном предприятии. Значения модифицированной функции Альтмана для ОАО «Приморский сахар» говорят о том, что на предприятии наблюдается кризисная ситуация (табл. 3).

На основе предложенной модели модифицированной функции Альтмана нами был проведен анализ агрофирмы ООО «Мальт», которая занимается выращиванием и продажей яблок и саженцев. Результаты этого анализа приведены в табл. 4.

Таблица 3

Значения модифицированной функции Альтмана для ЗАО «УМЖК «Приморская соя» и ОАО «Приморский сахар»

Показатель	ЗАО «УМЖК «Приморская соя»		ОАО «Приморский сахар»	
	Период 1	Период 2	Период 1	Период 2
X <sub>1</sub>	0,80	0,84	0,30	0,29
X <sub>2</sub>	-0,02	0,01	-0,02	-0,02
X <sub>3</sub>	2,30	3,33	-8,60	-7,30
X <sub>4</sub>	0,43	0,30	-0,13	-0,15
Значение модифицированной функции Альтмана	2,24	2,76	-1,12	-1,21

Таблица 4

Значения модифицированной функции Альтмана для ООО «Мальт» за 2005, 2006, 2007 гг.

Показатель	ООО «Мальт»		
	2005 г.	2006 г.	2007 г.
X <sub>1</sub>	0,12	0,08	0,14
X <sub>2</sub>	-12,35	-15,97	-30,30
X <sub>3</sub>	0,02	0,01	0,06
X <sub>4</sub>	0,53	0,80	0,76
Значение модифицированной функции Альтмана	-14,33	-17,73	-31,99

Произведенные расчеты показывают, что рассматриваемое предприятие находится в глубоком кризисе, и глубина кризиса с каждым годом увеличивается. Но все же ООО «Мальт» выживает. Главной причиной, за счет которой рассматриваемое предприятие до сих пор работает, является энтузиазм его сотрудников. Люди радеют за общее дело и пытаются сделать все возможное только для того, чтобы предприятие существовало. К сожалению, теперь очень сложно убедить руководство, что выживание – не главная цель и надо стараться работать на перспективу, т.е. не выживать, а работать эффективно. Но данная проблема очень актуальна для предприятий агропродовольственного комплекса (АПК) России, поскольку изначально большинство предприятий данного комплекса являются убыточными. Однако, надо все же стремиться работать на развитие тем более, что сейчас проблема кризиса в АПК стоит очень остро.

На наш взгляд, более достоверной в практике прогнозирования банкротства все-таки является модель Альтмана. Об этом свидетельствует мировой опыт применения, и тот факт, что данная модель считается практически стандартом при оценке вероятности банкротства предприятия. Наибольшую предсказательную силу по данным современной финансовой статистики показывает ZETA<sup>tm</sup> модель, однако ее параметры защищены патентом и не разглашаются [5].

Подводя итог, следует сказать, что все вышеуказанные модели, как и любые другие, следует использовать лишь как вспомогательные средства финансового анализа предприятий. Это совсем не означает, что данные, полученные в результате их построения, не могут быть использованы для разработки стратегии фирмы. Как отмечалось выше, необходимо проводить экспресс-диагностику на основе любой из вышеуказанных моделей, но помимо этого анализировать предприятие и с помощью других финансовых показателей для получения более достоверной информации о его финансовом состоянии.

Наиболее рациональным использование моделей прогнозирования банкротства будет в нескольких случаях:

1) обработка данных потенциальных заемщиков с целью определения риска неплатежеспособности;

- 2) определение условий кредита;
- 3) покупка или продажа предприятия;
- 4) «сигнал тревоги» для менеджмента предприятия;
- 5) проверка принятых решений в симуляции экономических ситуаций;
- 6) создание динамичной картины платежеспособности предприятия (анализ трендов), используя данные предыдущих отчетных периодов.

Практика показывает, что зачастую руководители мало внимания уделяют проблеме ранней диагностики кризисных ситуаций и начинают действовать лишь тогда, когда фактически предприятие уже находится в кризисном состоянии и выход из него практически неосуществим.

В связи с тем, что внешняя и внутренняя среда функционирования российских предприятий динамично изменяется, достижению более высокой точности результатов прогнозирования банкротства будет способствовать постоянная корректировка факторов и значений коэффициентов их весового влияния, анализ получаемых результатов в соответствии с реально складывающимися экономическими условиями текущего периода. Поэтому необходимо проводить постоянный мониторинг финансового состояния всех предприятий (обанкротившихся, неплатежеспособных и нормально функционирующих). Только на основе собранных и правильно проанализированных статистических данных можно построить многофакторные экономико-математические модели прогнозирования банкротства предприятий, адекватные российским условиям. Именно такие модели позволят дать достоверные и объективные результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шмидт Ю.Д. Экспресс-диагностика кризисных ситуаций на предприятии промышленности / Ю.Д. Шмидт // Проблемы прогнозирования. 2007. № 6. С. 108-118.
2. Ле Хоа Суан. Оценка и прогнозирование банкротства предприятия: дис. ... канд. экон. наук / Ле Хоа Суан. М., 1999. 180 с.
3. [www.cfin.ru](http://www.cfin.ru) (Опыт применения моделей Фулмера и Спрингейта в оценке венгерских предприятий сельского хозяйства и пищевой промышленности).
4. [www.finic.by.ru](http://www.finic.by.ru) (Прогнозирование банкротства – модели Альтмана).
5. [www.i2r.ru](http://www.i2r.ru) (Модели предсказания неплатежеспособности).

**Глазкова Валентина Владимировна** – аспирант кафедры «Менеджмент, коммерция и право» Саратовского государственного технического университета

**Glazkova Valentina Vladimirovna** – Graduate Student of the Department of «Management, commerce and law» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 13.06.08, принята к опубликованию 09.09.08*

УДК 001.895 (075.8)

**А.А. Захарова**

#### **ИННОВАЦИОННЫЙ И ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТЫ: ЧТО ИХ ОБЪЕДИНЯЕТ?**

*Широкое практическое применение и наибольший интерес в настоящее время представляют два вида проектов: инновационный и инвестици-*

онный. Чем же они отличаются, и что их сближает, – является предметом публикуемого исследования.

Инновационные и инвестиционные проекты.

**A.A. Zakharova**

## **INNOVATIVE & INVESTMENT PROJECTS: WHAT IS COMMON?**

*Two types of projects, innovative and investment, present a wide practical usage and the greatest interest now. The article researches the distinction and similarity of the subject.*

Innovative and investment projects.

Между инновационными и инвестиционными проектами есть много общего и несколько меньше отличий. Чтобы выявить их, необходимо предварительно уяснить, что представляют собой исходные понятия: соответственно, инновации и инвестиции; инновационная и инвестиционная деятельности; инновационные и инвестиционные проекты.

В российской экономической литературе и других источниках продолжает отсутствовать однозначное толкование инновации (нововведения): существуют широкий и узкий подходы к ее определению [1-21]. Подобная ситуация порождает определенные проблемы не только в теоретическом, но и в чисто практическом плане и вызывает необходимость принятия закона об инновационной деятельности. Следует отметить, что Конституция Российской Федерации не определяет предмет ведения инновационного законодательства. Отчасти это можно объяснить тем, что на момент принятия Основного закона РФ инновационная деятельность не была столь широко востребована [8].

В общем понимании (широкий подход) под инновацией подразумевают осуществление изменений путем внедрения чего-либо нового. В рамках данного подхода различные специалисты определяют нововведение либо как результат целесообразной творческой деятельности, практическое применение которого приводит к существенным изменениям в функционировании системы, либо как процесс внедрения нового вместо ранее действовавшего, но устаревшего. В узком смысле инновация – новое, как правило, техническое решение, осуществленное на практике.

В соответствии с «Руководством Фраскати» (документ принят ОЭСР<sup>1</sup> в 1993 г. в итальянском городе Фраскати) инновация определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо нового подхода к социальным услугам.

Следует отметить, что представление инновации в виде новой техники является, по мнению многих специалистов, некорректным, так как термин «новая техника» характеризует производственную сферу, в то время как инновации охватывают все сферы деятельности общества: производственную, экономическую, организационную, правовую, социальную [5].

Следует разграничивать понятия «новшество», «новация», «инновация» [5, 10, 13, 14, 20].

*Новшество* – это оформленный результат фундаментальных (поисковых), прикладных исследований, разработок или экспериментальных работ в какой-либо сфере деятельности по повышению ее эффективности. Новшества могут оформляться в виде: патентной до-

<sup>1</sup> ОЭСР – организация экономического сотрудничества и развития.

кументации на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, рационализаторские предложения; документации на новый или усовершенствованный продукт, технологию, управленческий или производственный процесс, в виде организационной, производственной или другой структуры; ноу-хау; документов (стандартов, рекомендаций, методик, инструкций и т.п.); результатов маркетинговых исследований и т.д.

Новшества могут разрабатываться как для собственных нужд (для внедрения в собственном производстве или для накопления), так и для продажи. Таким образом, они могут быть либо покупными, либо собственной разработки [14, 20, 21].

*Новшество и новация* – это почти одно и то же. Однако некоторые авторы пытаются их различать. Например, новшество, разработанное, но не внедренное в практической деятельности, называется новацией [5].

Необходимо иметь в виду, что в гражданском праве также применяется термин «*новация*», однако он трактуется иначе и никакого отношения к инноватике (науке о инновациях) не имеет. Так, в ст. 414 ГК РФ (часть 1) под *новацией* понимается прекращение первоначального обязательства между сторонами путем замены его другим обязательством.

В отечественной практике инновацию рассматривают как конечный результат (или просто результат) инновационной деятельности, в зарубежной – как деятельность, процесс изменений. На наш взгляд, можно предложить следующее определение: инновация (нововведение) – результат научной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного и востребованного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо новой или усовершенствованной организационно-экономической формы, обеспечивающей экономическую и /или иную выгоду [6, 13].

В отличие от новшеств инновации не могут быть покупными и могут осуществляться только на конкретном предприятии (как результат внедрения новшеств) [20, 21].

Следует также различать ретроинновации и псевдоинновации.

*Ретроинновации* – инновации, воспроизводящие на новом уровне ранее производившиеся изделия, способы и средства их производства [17].

*Псевдоинновации (или рационализирующие, формальные инновации)* – это инновации, направленные на частичное улучшение устаревших поколений техники и технологии и обычно тормозящие технический прогресс (они либо не дают эффекта для общества, либо приносят отрицательный эффект) [5, 15]. В псевдоинновациях осуществляются, как правило, частные, чаще всего декоративного характера (форма, цвет) изменения устаревших поколений техники и технологии, которые по своей сути тормозят технический прогресс. Примерами псевдоинноваций могут быть:

а) введение в практику обслуживания населения элементарных бытовых услуг (удобств) [13];

б) незначительные технические или внешние изменения в продукте, оставляющие неизменным его конструктивное исполнение и не оказывающие достаточно заметного влияния на параметры, свойства, стоимость того или иного изделия [5, 13, 14];

в) расширение номенклатуры продукции за счет ввода в производство не выпускавшихся ранее на данном предприятии видов продукции (возможно, не профильных), но уже достаточно известных на рынке сбыта с целью обеспечения сиюминутного спроса и доходов предприятия [5, 13, 14];

г) чайник с двумя носиками [5] и др.

В отличие от инноваций, инвестиции и инвестиционная деятельность в отечественной экономике и литературе представлены значительно шире и толкование их однозначно [2, 22-24]. Термин «инвестиция» входит в число наиболее часто используемых понятий в экономике, находящейся в процессе трансформации или испытывающей подъем. Это понятие происходит от латинского *investio* – одеваю и подразумевает долгосрочное вложение капитала в экономику внут-



ри страны и за границей. В руководствах по инвестиционной деятельности его, как правило, трактуют в широком смысле, понимая под инвестицией «расходование ресурсов в надежде на получение доходов в будущем, по истечении достаточно длительного периода времени» [23].

В законодательстве Российской Федерации инвестиции определены как «денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и/или иной деятельности в целях получения прибыли и/или достижения иного полезного эффекта» [2].

Традиционно различают два вида инвестиций – финансовые и реальные. Первые представляют собой вложение капитала в долгосрочные финансовые активы – паи, акции, облигации; вторые – в развитие материально-технической базы предприятий производственной и непроизводственной сфер. За реальными инвестициями в российском законодательстве закреплен специальный термин – капитальные вложения, под которыми понимают инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты [23].

Таким образом, у инноваций и инвестиций присутствует общая сторона. Первые представляют собой новинку, реализуемую на рынке, вторые – вкладываемый капитал, но и те и другие имеют своей целью получение прибыли или дохода, либо снижение расходов вследствие положительного экономического эффекта от изменения объекта управления, либо получение иного полезного эффекта.

Сравним определения (понятия) инвестиционной и инновационной деятельности. Если инвестиционная деятельность трактуется более или менее однозначно как «вложение инвестиций (инвестирование) и осуществление практических действий в целях получения прибыли и/или достижения иного полезного эффекта» [2], то для инновационной деятельности (как и для инноваций) в научной литературе отсутствует единый подход к ее пониманию (определению). В нижеприведенных нормативных документах и литературных источниках термин «инновационная деятельность» используется в следующих значениях:

а) в «Основных направлениях политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года» [15] под инновационной деятельностью понимается «выполнение работ и/или оказание услуг, направленных на:

- создание и организацию производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции (товаров, работ, услуг);
- создание и применение новых или модернизацию существующих способов (технологий) ее производства, распространения и использования;
- применение структурных, финансово-экономических, кадровых информационных и иных инноваций (нововведений) при выпуске и сбыте продукции (товаров, работ, услуг), обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии».

б) в Модельном законе [1] инновационная деятельность определяется как деятельность, обеспечивающая создание и реализацию (введение в гражданский оборот) новаций (новшеств) и получение на их основе практического результата (нововведения) в виде новой продукции (товара, услуги), нового способа производства (технологии), а также реализованных на практике решений (мер) организационного, производственно-технического, социально-экономического и другого характера, оказывающих позитивное влияние на сферу производства, общественные отношения и сферу управления обществом.

Отметим, что прочие определения инновационной деятельности [3, 4, 6, 11, 13, 14, 19-21] по смыслу совпадают с приведенными выше. Таким образом, эти два вида деятельности имеют общую цель – получение прибыли (дохода) и/или иного положительного эффекта и, одновременно, различаются подходами к ее достижению: инновационная – создание и внед-

рение (введение) новшества (новации), инвестиционная – финансовая и другая имущественная поддержка первой.

Интересна точка зрения П.Н. Завлина, Л.С. Барютина, А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели и др. [14], которые вводят следующее определение: «Деятельность, связанная с капитальными вложениями в инновации, называется инновационно-инвестиционной деятельностью». Аналогичная мысль встречается у И.Т. Балабанова [13], который считает, что «инновации – это инвестиции в новации, то есть в новшества». Тем самым оба вида деятельности уравниваются, делаются равноправными.

Однако подобная трактовка, на наш взгляд, выглядит слишком узкой, ограничивающей понятие инновационной деятельности. Действительно, инновационная деятельность – не только инвестирование, это, прежде всего, научные разработки, маркетинговые исследования, вопросы товародвижения и многое другое. Поэтому можно согласиться с Р.А. Фатхутдиновым, который считает, что «инновационная деятельность понимается несколько шире, что она включает в себя деятельность инвестиционную» [20]. Косвенное подтверждение сказанному можно увидеть и в определении инновационного проекта, данном в [16], где говорится: «Финансирование работ... должно осуществляться за счет средств заемных, привлеченных, находящихся в самостоятельном распоряжении, а также других средств, не запрещенных законом». Кроме того, в Законе Саратовской области [3] «Об инновациях и инновационной деятельности» говорится прямо: «Инновационная деятельность – процесс использования результатов ... деятельности человека и включающий в себя ... управленческую и инвестиционную деятельность».

Таким образом, понятие инновационной деятельности более широкое: оно включает в себя инвестиции как стадию (фазу, этап) на пути достижения более высокой цели. Инвестиционная деятельность является частью, функцией деятельности инновационной.

Инвестиционная и инновационная деятельности (как и реальные инвестиции [23]), как правило, оформляются (реализуются) в виде так называемых инвестиционных и инновационных проектов. Согласно Закону [2] «инвестиционный проект есть обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством Российской Федерации и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план)».

Таким образом, если следовать букве закона, то инвестиционный проект трактуется как набор документации, содержащий два крупных блока документов:

– документально оформленное обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, включая необходимую проектно-сметную документацию, разработанную в соответствии с законодательством РФ и утвержденную в установленном порядке стандартами (нормами и правилами);

– бизнес-план как описание практических действий по осуществлению инвестиций.

Однако на практике инвестиционный проект не сводится к набору документов, а понимается в более широком аспекте – как последовательность действий, связанных с обоснованием объемов и порядка вложения средств, их реальным вложением, введением мощностей в действие, текущей оценкой целесообразности поддержания и продолжения проекта и итоговой оценкой результативности проекта при его завершении. В этом случае инвестиционному проекту свойственна определенная этапность, т.е. он развивается в виде предусмотренных стадий (фаз), а набор документов, обосновывающих его целесообразность и эффективность, выступает лишь одним из элементов, хотя и ключевых, проекта в целом [23].

П.Л. Виленский и др. [22] под инвестиционным проектом понимают любое мероприятие (предложение), направленное на достижение определенных целей (экономического или внеэкономического характера) и требующее для своей реализации расхода или использова-

ния капитальных ресурсов (природных ресурсов, машин, оборудования и т.д.), т.е. капиталобразующих инвестиций.

В.М. Попов, С.И. Ляпунов и С.Г. Млодик [25] определяют инвестиционный проект (авторы называют его бизнес-проектом) как ограниченное по времени, целенаправленное изменение системы с установленными требованиями к качеству результатов, рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией по его разработке и реализации.

В современной экономической литературе и официальных документах также отсутствуют однозначные толкования и классификация инновационных проектов. Так, Закон Саратовской области [3] трактует инновационный проект как продукт (результат) инновационной деятельности, определяющий технологию и результаты освоения конкретной инновации, а инновационный научно-технический проект – как форму организации инновационной деятельности, осуществляющей решение конкретной научно-технической проблемы с целью получения инновационного продукта.

Закон Воронежской области [4] определяет инновационный проект как документацию, содержащую: задание организации-исполнителю на выполнение работ, протокол согласования стоимости работ, календарный план исполнения работ, научно-техническое задание с проектной документацией на разработку изделия или технологии, содержащей инновационное решение поставленной задачи.

Р.А. Фатхутдинов [20] понятие «инновационный проект» рассматривает:

- как форму целевого управления инновационной деятельностью;
- как процесс осуществления инноваций;
- как комплект документов.

Как форма целевого управления инновационной деятельностью инновационный проект представляет собой сложную систему взаимообусловленных и взаимоувязанных по ресурсам, срокам и исполнителям мероприятий, направленных на достижение конкретных целей (задач) на приоритетных направлениях развития науки и техники.

Как процесс осуществления инноваций – это совокупность выполняемых в определенной последовательности научных, технологических, производственных, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, приводящих к инновациям.

Одновременно инновационный проект – это комплект технической, организационно-плановой и расчетно-финансовой документации, необходимой для реализации целей проекта (на Западе для обозначения этого аспекта используется термин «design»).

Учитывая все три приведенных выше аспекта, Р.А. Фатхутдинов дает следующее определение: инновационный проект – это комплект документов, определяющих систему научно обоснованных целей и мероприятий по решению проблемы, организацию инновационных процессов в пространстве и во времени.

П.Н. Завлин и др. [14], учитывая те же приведенные выше аспекты, под инновационным проектом понимают систему взаимоувязанных целей и программ их достижения, представляющих собой комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, организационных, финансовых, коммерческих и других мероприятий, соответствующим образом организованных (увязанных по ресурсам, срокам и исполнителям), оформленных комплектом проектной документации и обеспечивающих эффективное решение конкретной научно-технической задачи (проблемы), выраженной в количественных показателях и приводящих к инновации.

А.Г. Поршнева и др. [19] считают, что «инновационными проектами являются разработки обновленных или новых изделий и комплексов, технологий, организаций».

А.Ф. Наумов [13] дает свою формулировку инновационного проекта: это система (совокупность, комплект) организационно-правовых, научно-технических (инженерных) и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления инновационного процесса или описывающих его, позволяющая материализовать результат научной (научно-

исследовательской) и научно-технической деятельности (новшество) в сфере производства (или услуг) и довести его до потребителя.

В приложении к проекту «Основных направлений политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года» [6, 15] под инновационным проектом понимается «обоснованный интересами рынка комплекс мероприятий, согласованный по ресурсам, исполнителям и срокам их осуществления, обеспечивающий эффективную разработку создания и освоения инновационного продукта».

Как видно, многие авторы (источники) едины в одном понимании термина «инновационный проект», дают практически аналогичные и исчерпывающие определения, поэтому отсутствует необходимость что-то добавлять или перефразировать. Однако можно сформулировать более конкретное определение понятия инновационного проекта, которое удовлетворяет всем основным признакам, не противоречит ни одному из приведенных ранее определений и рассматривает инновационный проект как проектно-документационное отражение (сопровождение, обеспечение, описание) стадий (фаз) и этапов инновационного процесса, а именно: инновационный проект – это комплект документов (проектных материалов), содержащих формулировки цели и задач предстоящей деятельности и описывающих комплекс практических действий, которые позволяют создать и/или предложить одно или несколько новшеств, материализовать их в сфере производства (или услуг) и довести до потребителя (рынка) [12].

Литературный обзор определений (понятий) инновационного проекта был широко представлен в работе [12], однако и в других источниках можно встретить определения инновационного проекта: и как системы мероприятий, и как комплекта документации [6, 7, 13, 19, 20, 26]. Кроме того, авторы [25] констатируют, что «преобладающее большинство проектов носит инвестиционный (затратный) характер. К инвестиционным обычно относят проекты, главной целью которых является вложение средств в различные виды бизнеса для получения прибыли. В этой группе проектов выделяют инновационные проекты, к которым относят систему различных нововведений, обеспечивающих непрерывное развитие организационно-экономических систем (компаний)».

Таким образом, по своей сущности и структуре проектных материалов инновационный проект имеет много общего с инвестиционным. Однако, между ними имеются и отличия [13].

Р.А. Фатхутдинов [20] убедительно раскрывает их на примере постановки цели (целеполагания) проектирования, вытекающей из целей инвестиций и инноваций, инвестиционной и инновационной деятельности. По его мнению, целью инвестиций является получение прибыли от вложенных средств любым путем, а целью инноваций – улучшение объекта инвестирования. Поэтому инновационная деятельность (как и инновационный проект) преследует более высокие цели, чем инвестиционная (или инвестиционный проект). Инвестиции – это средства инноваций. Отсюда можно сделать вывод, что инвестиционная деятельность является частью (функцией) инновационной деятельности, а инвестиционный проект является составной частью (стадией, фазой) инновационного проекта. Такое толкование инновационного проекта органически увязывается с инновационным процессом.

Так как же соотносятся между собой инвестиционный и инновационный проекты? Несмотря на обилие публикаций, этот вопрос почти обойден в научной литературе, но в свете вышесказанного можно отметить следующие отличительные черты проектов [13]:

– инвестиционный проект предполагает получение прибыли, используя в основном, традиционные (известные ранее) технологии и товары, инновационный – только создавая новые технологии и/или продукты;

– как правило, инвестиционный проект осуществляется на основе какой-либо базы, располагающей основным капиталом; при реализации инновационного проекта базу приходится создавать или существенно изменять имеющуюся;

– наконец, инновационный проект в силу наукоемкости продукции тесно связан с наукой, имеет с ней обратную связь, тогда как инвестиционный пользуется уже законченными, зарекомендовавшими себя разработками.

Вместе с тем, следует подчеркнуть, что на прединвестиционной стадии (фазе) [14, 20] инновационный проект полностью аналогичен инвестиционному, что подтверждается тождественностью используемых методик и показателей оценки эффективности проектов. В соответствии с рекомендациями ЮНИДО<sup>1</sup> в зарубежной [20] и отечественной практике [11] для оценки эффективности инновационных проектов применяются показатели, идентичные рекомендованным для оценки эффективности инвестиционных проектов [24]. Это, как правило, интегральный эффект (чистый дисконтированный доход), индекс рентабельности (индекс доходности), норма рентабельности (внутренняя норма доходности), период окупаемости (срок окупаемости). Различаются лишь названия показателей, содержание же остается неизменным.

Кроме того, П.Н. Завлин и др. [14] констатируют, что на прединвестиционной стадии (фазе) разработки инновационного проекта следующие его характеристики практически не отличаются от любого инвестиционного проекта:

– потребность в инвестициях для организации производства и реализации нововведения (товара, услуги), которая может быть оценена с достаточной степенью достоверности на основе планируемых масштабов реализации проекта;

– наличие неопределенности в объемах продаж (вероятности коммерческого успеха), уровень которой зависит как от внутренних факторов (глубины и направленности маркетинговых исследований, например), так и внешних факторов (конъюнктуры рынка).

В этом случае на прединвестиционной стадии (фазе) инновационные проекты могут оцениваться с помощью показателей, характеризующих эффективность инвестиций.

Согласно Модельному закону [1]:

– инновационный проект – документ, определяющий увязанный по срокам и исполнителям комплекс работ, организационных условий, требований к источникам финансирования, к способам организации производства, к техническим характеристикам и потребительским свойствам разрабатываемой и поставляемой на внутренний и внешний рынки конкурентоспособной наукоемкой инновационной продукции;

– инвестиционный проект – документ, содержащий порядок финансирования инновационной деятельности, установленный в соответствии с техническими регламентами и стандартами бухгалтерского учета и финансовой отчетности или в соответствии с иным порядком, принятым в государстве.

Как видно из вышесказанного, абсолютное большинство инновационных проектов имеют инвестиционный (затратный) характер, содержат в той или иной степени инвестиционную составляющую, поэтому разделение проектов на инвестиционные и инновационные достаточно условное. Такие проекты называют взаимодополняющими и рекомендуют объединять их в один, например, – инновационный или инновационно-инвестиционный [22].

Таким образом, инновационный и инвестиционный проекты взаимно дополняют друг друга, органично взаимосвязаны и взаимозависимы, являются синтезом двух замыслов (идей), двумя частями одного целого *проекта – инновационно-инвестиционного*. Первая его часть нацелена на создание и внедрение (введение в оборот) новшества, вторая – на финансовую (инвестиционную) поддержку первой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Модельный закон «Об инновационной деятельности» // Инновации. 2007. № 1. С. 12-13.

<sup>1</sup> ЮНИДО – Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.

2. Федеральный закон от 25 февраля 1999 г. № 39 ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».
3. Закон Саратовской области от 25 июля 1997 г. № 50-ЗСО «Об инновациях и инновационной деятельности».
4. Закон Воронежской области от 11 декабря 2003 года № 68-ОЗ «Об инновационной политике на территории Воронежской области».
5. Василевская И.В. Инновационный менеджмент: учеб. пособие / И.В. Василевская. М.: РИОР, 2004. 80 с.
6. Винокуров В.И. Основные термины и определения в сфере инноваций / В.И. Винокуров // Инновации. 2005. № 4. С. 6-15.
7. Инновационный менеджмент: учебник для студентов вузов / под ред. С.Д. Ильенкова. М.: ЮНИТИ, 2007. 335 с.
8. Кванина В.В. Инновации: Определимся с понятиями? / В.В. Кванина // Администратор образования. 2007. № 1. С. 75-81.
9. Кондрашова Т.К. Инновационная модель для российской экономики / Т.К. Кондрашова // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2005. № 6. С. 21-24.
10. Кистаубаев А.А. Новшество и инновация / А.А. Кистаубаев // Вестник Оренбургского государственного университета. 2003. № 3. С. 159-161.
11. Мызрова О.А. Развитие и современное состояние теории инновации / О.А. Мызрова // Инновации. 2006. № 7. С. 79-83.
12. Наумов А.Ф. Инновационное проектирование / А.Ф. Наумов, А.А. Захарова // Фундаментальные и прикладные исследования. 2007. № 1. С. 11-16.
13. Наумов А.Ф. Организация инновационной деятельности в потребительской кооперации региона: монография / А.Ф. Наумов. Энгельс: РИИЦ ПККИ, 2003. 168 с.
14. Основы инновационного менеджмента: теория и практика: учебник / под ред. А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели. М.: Экономика, 2004. 518 с.
15. Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года // Инновации. 2005. № 7. С. 3-6.
16. Порядок формирования, финансирования и выполнения инновационных научно-технических программ и проектов: норм.-метод. материалы. М.: ГК РФ по высшему образованию, 1996. 108 с. (серия «Инновационная деятельность», вып. 8).
17. Румянцева Е.Е. Новая экономическая энциклопедия / Е.Е. Румянцева. М.: ИНФРА-М, 2006. 810 с.
18. Уваров А.Ф. Понятие термина «инновация» в деятельности учебно-научно-инновационного комплекса / А.Ф. Уваров, Ю.М. Осипов // Инновации. 2006. № 2. С. 84-85.
19. Управление организацией: учебник / под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Соломатина. М.: ИНФРА-М, 1999. 669 с.
20. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник / Р.А. Фатхутдинов. М.: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2000. 624 с.
21. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: учебник / Р.А. Фатхутдинов. М.: ИНФРА-М, 2002. 672 с.
22. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика: учеб.-практ. пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. М.: Дело, 2001. 832 с.
23. Инвестиции: учебник / под ред. В.В. Ковалева, В.В. Иванова, В.А. Лялина. М.: ТК ВЕЛЪБИ: Проспект, 2005. 440 с.
24. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Вторая редакция / М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр.-ву, архит. и жил. политике; рук. авт. кол.: В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. М.: Экономика, 2000. 421 с.
25. Бизнес-планирование: учебник / под ред. В.М. Попова, С.И. Ляпунова, С.Г. Млодика. М.: Финансы и статистика, 2007. 816 с.

26. Инновационные проекты: опыт Новосибирского научного центра / Ин-т экономики и орг. пром. пр-ва Сиб. отд-ния РАН. Новосибирск, 2004. 116 с.

**Захарова Анастасия Анатольевна** –  
аспирант кафедры «Экономика»  
Поволжской академии государственной  
службы им. П.А. Столыпина, г. Саратов

**Zakharova Anastasya Anatolyevna** –  
Graduate Student of the Department  
of «Economics» Povolzhsky Academy of State  
Service in the name of P.A. Stolypin, Saratov

*Статья поступила в редакцию 03.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 336.74; 336.748.12

**С.С. Игнатьева**

### **ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ИНФЛЯЦИИ НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

*Рассматривается влияние показателя инфляции на инвестиционную привлекательность предприятий АПК на основе соотношения роста цен на продукцию сельского хозяйства и индекса потребительских цен.*

Предприятия АПК, инвестиции, инфляция.

**S.S. Ignatyeva**

### **INFLATION INDICATOR INFLUENCE ON INVESTMENT APPEAL OF AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES**

*The article researches the influence of an indicator of inflation on investment appeal of the enterprises of agrarian and industrial complex on the basis of a parity of a rise in prices for agriculture and consumer price index production.*

Enterprises of agricultural and industrial complex, investments, inflation.

Инфляция, в открытой или скрытой форме, является характерной чертой развития любой экономической системы, способом, посредством которого система реагирует на внутренние потрясения и институциональные изменения. Даже в стабильной экономике актуален вопрос о возможности прогнозирования инфляции, точности ее измерения и способах дальнейшего применения полученных значений. Затрагивая проблемы функционирования агропромышленного комплекса, инфляция приобретает ярко выраженный социальный оттенок, так как подавляющая часть продукции отрасли – продукты первого потребления.

Проблему влияния инфляции на экономическое управление в АПК можно рассматривать с двух сторон. С одной стороны, роль цен на продукцию АПК и методика ценообразования на сельскохозяйственную продукцию в значительной степени влияет на исходный показатель инфляции. С другой стороны, показатель инфляции используется при оценке инвестиционной привлекательности предприятий комплекса.

В соответствии с «Методологическими положениями по наблюдению за потребительскими ценами на товары и услуги и расчету индексов потребительских цен» [1], индекс по-

требительских цен (ИПЦ) является одним из важнейших показателей, характеризующих инфляционные процессы в стране, и используется в целях осуществления государственной финансовой и денежно-кредитной политики, анализа и прогноза ценовых процессов в экономике, пересмотра минимальных социальных гарантий населению, решения отдельных правовых споров и т.д. ИПЦ применяется при пересчете макроэкономических показателей из текущих цен в сопоставимые цены.

Исчисление индексов потребительских цен осуществляется на основе двух источников информации: средних сопоставимых цен на отдельные товары (услуги) и весов для исчисления агрегатных, групповых и сводных индексов цен. Набор товаров (услуг) для расчета ИПЦ состоит из трех крупных групп: продовольственные товары, непродовольственные товары и платные услуги населению. Изменение цен по укрупненным группам из года в год оказывает различное влияние на итоговое значение индекса инфляции. Категория «продовольственные товары» представлена подавляющей частью продукцией агропромышленного комплекса, его производящих, перерабатывающих отраслей и торговой инфраструктуры. В свою очередь, изменение по отдельным видам товаров в рамках группы формирует общую динамику показателя прироста цен по категории «продовольственные товары».

Сравнительный анализ федерального показателя индекса потребительских цен и его составляющей, индекса потребительских цен на продовольственные товары, позволяет выявить следующее. Наиболее близко рост цен на продовольственные товары приближается к общему темпу инфляции в период стабилизации 1999-2007 гг., когда разница показателей составляет менее 4%. В период высокой инфляции в 1998 г. цены на продовольствие поднялись на 11,6% больше, чем в целом по индексу потребительских цен. Можно сделать предположение, что в критические моменты высокой инфляции, а также на промежутках возрастания, цены на продовольственные товары растут быстрее, чем цены на остальные составляющие индекса инфляции.

Однако визуальное сравнение тенденций динамики не дает возможности получить точные количественные оценки и оценить количественно, насколько вероятно, что просматриваемая связь между данными не является случайным совпадением. Применение корреляционно-регрессионного анализа позволяет избежать этих трудностей и минимизировать действие субъективного подхода к анализу данных [4].

Исследование при помощи многофакторного корреляционно-регрессионного анализа изменений цен сельскохозяйственных производителей за период 1999-2007 гг. и сравнение их прироста с темпами роста средних потребительских цен на продовольственные товары и общим индексом инфляции по Российской Федерации [3] приводит к следующим результатам. Коэффициент корреляции (более 0,7) ИПЦ со всеми видами продукции сельского хозяйства говорит о тесной линейной связи между ростом цен сельхозтоваропроизводителей и инфляцией. Данные, распределенные по подкомплексам АПК, т.е. на молочно-продуктовый, зерновой, мясной, и оцененные по F-критерию, подтверждают статистическую значимость связи между динамикой средних цен на продукцию сельхозпроизводства и инфляцией с вероятностью 95%.

Коэффициент регрессии по полученным уравнениям регрессии по каждому условно выделенному подкомплексу составил от 0,1 по мясной продукции до 0,6 по овощной. В то же время свободный член уравнений составил от 9,2% по овощам до 12,1% по зерновой продукции. Это говорит о том, что прирост цен на продукцию сельского хозяйства в целом на 1% увеличит общий индекс инфляции не более, чем на 0,6%.

Анализ статистических данных показал, что цены сельхозпроизводства коррелируют с индексом инфляции. Рост цен сельхозтоваропроизводителей идет быстрее роста индекса потребительских цен, не подстегивая тем самым инфляцию издержек. Это говорит о возможности вливания в сферу сельскохозяйственного производства крупных инвестиционных вложений без опасения спровоцировать очередной виток инфляционной спирали.



С другой стороны, сам показатель инфляции оказывает влияние на расчет инвестиционной привлекательности предприятий при необходимости обращения к государственной поддержке за счет средств Инвестиционного фонда Российской Федерации. Согласно Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 г. № ВК 477), инфляция во многих случаях существенно влияет на величину эффективности проектов, условия финансовой реализуемости, потребность в финансировании и эффективность участия в проекте собственного капитала. Показатель инфляции непосредственно влияет на удельную финансовую эффективность инвестиционного проекта, рассчитываемую по формуле:

$$RFA = \frac{NPV}{\sum_{t=1}^T \frac{Inv_t}{\prod_{i=1}^t (1 + \pi_i)}}, \quad (1)$$

где  $\pi$  – среднегодовой темп инфляции в  $i$ -м периоде (на основе данных  $i$ -го прогноза);  $Inv$  – суммарный объем инвестиций, осуществленных всеми участниками  $t$  инвестиционного проекта (инвесторами, кредиторами и государством) в инвестиционный проект в периоде  $t$ .

Влияние инфляции особенно заметно для проектов с растянутым во времени инвестиционным циклом, или требующих значительной доли заемных средств [2]. Инвестиции в сельском хозяйстве следует рассматривать как долгосрочные вложения средств с целью создания новых и модернизации действующих сельскохозяйственных предприятий, ведения эффективного земледелия, освоения новейших ресурсосберегающих технологий и техники на производстве, формирования перспективных производственных структур, ориентированных на получение прибыли, насыщения потребительского рынка продуктами питания высокого качества и реализации социальных задач на селе.

К сожалению, согласно данным Госкомстата, на текущий период в структуре инвестиций в основной капитал крупных и средних организаций сельское хозяйство получает только 4%. Более детальный анализ влияния ценовой динамики по подкомплексам АПК на рост итогового показателя инфляции даст возможность частным инвесторам выбрать наиболее выгодные объекты для вложения финансовых средств, а государству определить социально значимые дотируемые отрасли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Минэкономразвития РФ и Минфина РФ от 23 мая 2006 г. № 139/82н «Об утверждении Методики расчета показателей и применения критериев эффективности инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет средств Инвестиционного фонда Российской Федерации».
2. Бузулукская В.А. Оптимизация инвестиционной деятельности сельскохозяйственных предприятий на региональном уровне/ В.А. Бузулукская. Майкоп, 2001. 160 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2007: Стат. сб. М.: Росстат, 2007. 825 с.
4. Тихомиров Н.П. Эконометрика / Н.П. Тихомиров, Е.Ю. Дорохина. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2002. 640 с.

**Игнатьева Светлана Сергеевна** – аспирант кафедры «Экономическая кибернетика» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова

**Ignatyeva Svetlana Sergeyevna** – Graduate Student of the Department of «Economic cybernetics» of Saratov State Agrarian University in the name of N.I. Vavilov

*Статья поступила в редакцию 04.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

**О.А. Казанкина**

**ЛИЗИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИННОВАЦИОННОЕ  
РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Рассматривается роль лизинга в активизации инвестирования в инновационное развитие машиностроительного предприятия. Дается характеристика понятия «инновационный лизинг», его специфических черт, сформулированы некоторые предложения по его развитию.*

Машиностроительное предприятие, лизинг, инновационное развитие.

**O.A. Kazankina**

**LEASING AS AN INSTRUMENT INTO INNOVATIONAL DEVELOPMENT  
OF MACHINE BUILDING ENTERPRISES**

*The role of leasing in investments activation into innovational development of machine building enterprises is studied in the article. The characteristics of the notion “innovational leasing”, its features are given here; certain proposals are made here on its development.*

Machine building enterprises, leasing, innovational development.

Переход на инновационный путь развития является сегодня безальтернативным решением для сохранения нашей страны, обеспечения должной конкурентоспособности отдельных предприятий и выпускаемой продукции. Инновационная политика является важнейшей составляющей государственного регулирования экономики, так как темпы экономического роста, безопасность и благосостояние страны, технологическая независимость все значительнее в современном мире определяются уровнем развития науки и технологий. Не подвергается сомнению тот факт, что переход на инновационный путь развития возможен только на основе широкомасштабного освоения самых перспективных достижений науки и техники. Однако требуются большие усилия, чтобы инновационный механизм стал основополагающим в деятельности конкретного хозяйствующего субъекта.

Анализ инновационной деятельности в российской экономике показывает, что в настоящее время основная часть всех инновационно-активных организаций приходится на долю промышленности (88,7%) [1]. В 2005 г. число инновационно-активных организаций промышленного производства, осуществлявших инновационную деятельность, составило 2402. Инновационная активность организаций промышленного производства в том же году составляла 9,3% против 10,5 % в 2004 г. и 10,3% в 2003 г. и это негативная тенденция [2]. При этом наибольшую часть инновационно-активных организаций составляли организации машиностроения (производство машин и оборудования, электрооборудования, электронного и оптического оборудования, транспортных средств) – 382%. По сравнению с 2001 годом число инновационно-активных машиностроительных организаций возросло на 3,8% [1]. Однако если в производстве электрооборудования, электронного и оптического оборудования их число увеличилось в 1,3 раза, то в производстве машин и оборудования оно уменьшилось на 20,6%. Кроме этого, достаточно высокий уровень инновационной активности наблюдается в производстве пищевых продуктов, химическом и металлургическом производстве, про-

изготовлении и распределении электроэнергии, газа и воды. Рост объема отгруженной инновационной продукции инновационно-активных организаций промышленности в 2005 г. относительно 2004 г. был незначительным и составил 3%. На долю инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции инновационно-активных организаций приходится примерно десятая часть. Наибольший удельный вес инновационной продукции в объеме отгруженной продукции инновационно-активных организаций в 2005 г. составил в производстве:

- транспортных средств, резиновых и пластмассовых изделий, пищевых продуктов;
- электрооборудования, электронного и оптического оборудования, машин и оборудования.

Удельный вес затрат на технологические инновации в объеме отгруженной продукции инновационно-активных организаций в 2005 г. составлял 2,8%. В структуре затрат на технологические инновации в организациях промышленного производства преобладают затраты на приобретение машин и оборудования.

Доля собственных средств организаций в общем объеме затрат в 2005 году составила 78,7%. Доля государственной поддержки из средств федерального бюджета и средств бюджетов субъектов Российской Федерации, соответственно 5,1%, прочих источников финансирования – 14,6%, иностранных инвестиций – 1,5%.

В целом анализ показателей, характеризующих состояние инновационной сферы нашей страны, показывает, что ее развитие идет недостаточно интенсивно и продолжает наблюдаться существенное отставание от промышленно развитых стран. Одной из важнейших причин этого является недостаточно эффективная система финансирования инновационной деятельности. Несмотря на то, что в настоящее время существует достаточно много финансовых инструментов, обеспечивающих доступ к финансовым ресурсам, статистические данные показывают, что основным источником инновационных затрат организаций промышленного производства (и машиностроения в частности) являются собственные средства организаций. Банковский кредит до сих пор остается слишком дорогим, а кредиты – короткими для развития инновационной деятельности. Схемы венчурного финансирования не адаптированы и пока мало работают в российских условиях.

Система финансирования инновационного развития представляет собой весьма сложный и постоянно развивающийся механизм. В настоящее время в качестве основных источников средств, используемых для финансирования инновационной деятельности, выступают:

- бюджетные ассигнования, выделяемые на федеральном и региональном уровнях;
- средства специальных внебюджетных фондов финансирования инновационного цикла, которые образуются предприятиями, региональными органами управления;
- собственные средства предприятий (инвестиции из прибыли и амортизационные накопления);
- финансовые ресурсы различных типов коммерческих структур (инвестиционных компаний, коммерческих банков, страховых обществ, ФПГ и т.п.);
- кредитные ресурсы специально уполномоченным правительством инвестиционных банков;
- конверсионные кредиты для предприятий оборонного комплекса;
- иностранные инвестиции промышленных и коммерческих фирм и компаний;
- средства национальных и зарубежных научных фондов;
- частные накопления физических лиц [3].

Говоря о периоде 2000-2006 гг., необходимо отметить следующие недостатки применявшейся в указанное время модели государственных инвестиций в инновации. Во-первых, систематически наблюдалось запаздывание и несвоевременное принятие решений по бюджету, влекущее за собой перманентное недофинансирование запланированных инвестиционных расходов и перенос их на более поздние сроки. Во-вторых, применяемые схемы разме-

щения бюджетных инвестиционных средств, как правило, не привязывались к срокам получения отдачи и не были подчинены критериям эффективности использования инвестиционных ресурсов. В-третьих, нестабильность лимитов финансирования приводила к недоосвоению ресурсов из-за снижения заинтересованности. Наблюдалась и недостаточная индексация средств, запланированных на бюджетные инвестиции.

В данных условиях в качестве предпосылок обеспечения эффективного инвестирования можно предложить следующие требования.

Требуется обеспечить полную компенсацию заказчикам инфляционного обесценения запланированных государственных инвестиционных расходов, а также расходов по уплате процентов за кредит в случае задержки финансирования намеченных объемов работ. При отсутствии средств финансирование и предоплата могли бы осуществляться на базе фиксированной доли поступающих в бюджет доходов, соразмерной с долей запланированных на капитальные вложения ассигнований в общих бюджетных расходах.

Кроме того, необходим контроль за эффективностью финансирования и целевым использованием, а также контроль возврата полученных кредитов в натуральной форме.

Весьма эффективной может оказаться также практика передачи государством своих инвестиционных функций хорошо зарекомендовавшим себя негосударственным коммерческим и финансовым структурам (инвестиционным фондам, холдинговым компаниям), способным разместить ограниченные государственные инвестиционные ресурсы на рыночных принципах в проекты финансирования инноваций, с учетом их окупаемости и целевой направленности. Данная мера должна быть направлена на повышение эффективности и отдачи централизованных капитальных вложений.

Еще одним условием эффективного инвестирования является введение контрактной системы размещения целевых средств государства между различными инвесторами и инвестиционными проектами. Иными словами, должна осуществляться поддержка только конкретных инвестиционных проектов и программ государственного заказа.

При формировании ресурсов внебюджетного финансирования инноваций используются такие первичные источники, как средства износа нематериальных активов, включаемых в себестоимость продукции; средства амортизационных отчислений на реновацию в той их части, в которой в стоимости основных производственных фондов в неявном виде учтены предпроизводственные затраты, включая затраты на НИОКР и инновации; доходы от продажи (передачи) научно-технической продукции, имущественных прав на объекты интеллектуальной и промышленной собственности, а также доходы от продажи объектов материально-технической инфраструктуры науки и прав пользования ими; доходы по прямым и портфельным инвестициям в инновации, получаемые в виде дивидендов и отчислений от прибыли (роялти). В качестве источников финансирования могут привлекаться также средства, полученные от выкупа объектов приватизации научно-технической сферы, эмиссионный доход, компенсации за несанкционированное (безлицензионное) использование научно-технических новшеств как объектов интеллектуальной и промышленной собственности.

В научной литературе и периодических изданиях достаточно оживленно обсуждаются различные меры по совершенствованию экономической системы, внедрению нетрадиционных методов обновления материальной базы, ускорению модернизации основных фондов предприятий различных форм собственности и оживлению инвестиционной сферы, инновационной деятельности и деловой активности.

Учитывая сложности финансирования капитальных затрат, в международной практике выработана схема с применением элементов арендных и кредитных отношений, где финансовый и материальный потоки слиты в единый взаимосвязанный комплекс натурально-денежных отношений. Совокупность возникающих при этом отношений получила название лизинговых.

Лизинг как вид предпринимательской деятельности, связанной с передачей имущества на условиях аренды, известен за рубежом уже на протяжении нескольких десятков лет.

Тогда феномен лизинговых отношений определялся как новая (инновационная), специфическая, дополнительная система перспективного финансирования, в которой задействованы арендные отношения, отношения кредитного финансирования под залог, отношения по долговым обязательствам и пр. Сегодня как в зарубежной, так и в отечественной практике лизинг в основном перестал быть новым инструментом. Однако в тех случаях, когда лизинг как способ инвестирования обеспечивает инновационную деятельность, он приобретает новый экономический смысл – становится инновацией. В этом понимании лизинг не потерял своей актуальности как в практическом применении, так и в теоретическом его осмыслении.

Инновационный лизинг – это достаточно тонкий и сложный инструмент, и только правильное и умелое его использование дает значительный результат, благоприятный как для лизингодателя, так и для лизингополучателя. В результате использования лизинга выигрывают и производители основных средств, осваивающие посредством этого механизма новые рынки сбыта своей продукции, и производственный сектор бизнеса, получающий новый эффективный способ оснащения производственных фондов, и банковская система, приобретающая реальные объемы денежных ресурсов. При этом экономика в целом получает мощный импульс инновационного роста.

Среди преимуществ для предприятий-лизингополучателей особое значение имеют такие, как экономия средств при эксплуатации оборудования, приобретенного по лизингу (по существу, в кредит, с рассрочкой платежа); возможность в достаточно короткие сроки возратить стоимость основных фондов, возникающая в результате быстрого накопления амортизационного фонда. Совершение лизинговых платежей возможно из выручки, полученной от эксплуатации оборудования. Лизинг позволяет быстро обновлять основные производственные фонды (особенно их активную часть) без значительных единовременных денежных затрат, и на этой основе повышать конкурентоспособность своей продукции. При использовании оперативного лизинга легче происходит устранение неизбежных потерь, вытекающих из владения морально устаревшим оборудованием. Особенно важно то, что применение лизинга открывает путь для пробной эксплуатации принципиально нового дорогостоящего оборудования с целью уменьшения различных видов инновационного риска. К тому же лизингополучатель не сталкивается с проблемами кредитных гарантий или залога, возникающими при обычном кредите. Инновационный лизинг отражает определенный, специфический вид экономических отношений между их субъектами: лизингодателем, лизингополучателем и продавцом лизингового имущества по поводу объектов движимого и недвижимого имущества, относящегося к основным средствам в процессе инновационной деятельности.

Следовательно, инновационный лизинг может быть определен как способ инвестирования, обеспечивающий инновационную деятельность или продвижение инновационного продукта на рынок. В этом случае речь идет о традиционной форме лизинга, ранее известной в практике, но обладающей несколько иными чертами, благодаря инновационности реализуемого посредством лизинга продукта или деятельности. Таким образом, лизинг в данном случае несет на себе печать инноваций, и поэтому, рассматривая его как нетрадиционный способ финансово-кредитного обеспечения инновационной деятельности, его можно определить как «инновационный лизинг». Данная форма инновационного лизинга появляется на рынке лизинговых услуг в момент появления самого инновационного продукта. Более того, тесная взаимосвязь лизинга и инновационного продукта обусловлена здесь тем, что:

- продукт в силу ряда причин (дороговизна продукта, неизвестность продукта для потребителя и т.д.) может быть реализован на рынке только лишь с помощью лизинга;
- посредством лизинговой формы распространения продукта достигается максимальный эффект его реализации;
- лизинговая форма продвижения продукта обеспечивает признание рынком инновационности самого продукта.

Появление данной формы инновационного лизинга обусловлено тем, что реализация инновационного продукта посредством лизинга зачастую сопряжена со значительной долей риска используемого в данных операциях капитала, причисляемого к венчурному. В этой связи капитал данных лизинговых проектов нуждается в хеджировании ввиду недостаточного обеспечения лизинговой сделки со стороны малого бизнеса. Поэтому венчурным лизингодателям наряду с такими традиционными методами, как гарантия банка, залог имущества, страхование оборудования, необходимо использовать в своей работе более гибкие подходы. В качестве одного из таких подходов можно предложить использование производных инструментов фондового рынка, таких как опцион, фьючерс и т.д.

Кроме того, для развития инновационного лизинга необходимо внести определенные изменения в законодательно-правовую базу. Для устранения имеющихся правовых коллизий в законодательство по лизингу необходимо вернуть ранее действовавшую законодательную норму о том, что срок, на который заключен договор лизинга, должен быть равен сроку полной амортизации предмета лизинга. В этом случае будут исключены противоречия между налоговыми и бухгалтерскими нормами и Положениями Гражданского кодекса РФ.

Для подтверждения инвестиционного характера лизинговых операций в законодательстве следует отразить две его функции:

– инвестирование вложений в лизинг в форме основных средств в экономику лизингополучателя;

– возмещение понесенных затрат на приобретение предмета лизинга. Эти инвестиционные слагаемые должны быть четко сформулированы в качестве уточняющей поправки к действующему законодательству о лизинге. Соответствующую реализацию они должны получить и в Налоговом кодексе РФ, и в законодательстве, регламентирующем организацию бухгалтерского учета.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инновации в России: аналит.-стат. сб. / под ред. Л.Э. Миндели. М.: Наука, 2006. 254 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2006. М.: Росстат, 2006/
3. Инновации / под общ. ред. А.В. Барышевой. М.: Издат.-торг. корпорация «Дашков и К», 2008. 382 с.

**Казанкина Оксана Александровна** –  
соискатель кафедры «Экономика  
и управление в машиностроении»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Kazankina Oksana Aleksandrovna** –  
Graduate Student  
of the Department of «Economics  
and management in machine building»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 16.05.08, принята к опубликованию 22.07.08*

УДК 658

**М.Н. Квашнина**

#### **О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ТРАНСФЕРА**

*Рассматриваются некоторые подходы к организации процесса трансфера новшеств, позволяющие активизировать процессы инновационного развития в российской экономике.*

---

Новшество, инновация, информация, трансфер.

**M.N. Kvashnina**

## **INNOVATIVE TRANSFER ORGANIZATIONAL APPROACHES**

*The article describes some approaches of the processes of innovation transfer which enhances the innovative development of Russian economy.*

Novelty, innovation, information, transfer.

Превращение России в высокоразвитую страну, которая в состоянии обеспечить высокий уровень качества жизни своего населения, невозможно без изменения подходов к инновационному развитию. Одна из существенных проблем, которая в подобной трансформации национального хозяйства должна быть решена – это совершенствование системы трансфера технологий из науки в производство, что прежде всего касается так называемых высоких технологий.

Развитие высокотехнологичного комплекса характеризуется большой степенью интеграции различных отраслей науки и техники. В результате этого создание новейших образцов техники и технологии силами одного предприятия или ограниченной кооперации становится невозможным. Следовательно, логично предположить целесообразность структурной перестройки национального хозяйства, которая смогла бы обеспечить создание и дальнейшее развитие кооперационных связей между субъектами инновационной деятельности, то есть, создание и развитие инновационной инфраструктуры. Однако в научной среде высказывается мнение, что сервисный сектор «в силу своих объективных особенностей, нетранспортабельности продукции, ... слабой восприимчивости к нововведениям» [3, с.72], не может рассматриваться как «локомотив роста».

Это позволяет заключить, что актуальной становится задача формирования такой организации инновационной деятельности, которая обеспечит ее целесообразные масштабы и результативность, во-первых, и заинтересованность всех субъектов, во-вторых. Только при соблюдении двух названных условий можно говорить об активизации инновационного трансфера и расширении масштабов инновационной диффузии. Однако, как отмечает Л. Шаборкина, «В большинстве случаев в процессе совершенствования действующего механизма инновационного управления основное внимание уделяется анализу состояния и вариантов рационализации организационных структур, форм, методов и средств управления на базе повышения качественного уровня потенциала предприятия – кадрового, информационного, технического и др. Но любые практические мероприятия, позволяющие в конечном итоге повысить эффективность процессов инновационного менеджмента, должны ориентироваться на выпуск наукоемкой конкурентоспособной продукции и получение прибыли по результатам ее реализации» [4, с.59]. Приведенное положение означает, что при всей важности организационных подразделений, осуществляющих администрирование инновационных процессов на любом предприятии или в организации, позитивный результат их деятельности будет получен только в том случае, если масштабы и вектор инновационного развития будут правильно ориентированы, то есть, иначе говоря, инновационный процесс будет соответствующим образом организован.

Разработка и последующая реализация инновационного проекта требует привлечения значительных по величине материальных, трудовых и финансовых ресурсов, равно как обеспечения их надлежащего качества. При этом на начальных этапах проектирования, когда проводятся иногда только теоретические исследования в виде научно-исследовательских работ, риск вложений достаточно велик. В условиях сбалансированного хозяйства и бюджета, при наличии продуманной государственной стратегии, эти проблемы решаются в той или

иной степени успешно, что можно видеть на примере развитых стран. В условиях постоянно ожидаемой нестабильности, тяжелого экономического положения многих предприятий и организаций и, главное, неадекватного управления хозяйственным механизмом, которые в настоящее время характерны для России, крупных вложений в научные исследования ожидать не приходится. В то же время следует понимать, что без этих исследований создание высокотехнологичной продукции принципиально невозможно, а без нее невозможна какая бы то ни было реанимация отечественной промышленности и экономики в целом. Кроме того, нельзя не отметить, что рынок требует от предприятий немедленного выхода потребительского продукта, а без высоких технологий продукт, который соответствует развитой промышленности, создать нельзя.

Макроэкономическое развитие должно быть сбалансировано, а не строиться на противопоставлении одних отраслевых комплексов другим, поскольку подобный перекоп в конечном итоге приведет к замедлению экономического роста. Именно на это обстоятельство обращают внимание А.О. Вереникин и Д.И. Волошин, отмечая, что «инвестиционный механизм может быть или направлен в сферу создания принципиально новых отраслей (например, американская программа СОИ может подталкивать российское государство к широкомасштабному финансированию высокоинтеллектуальных технологий и тем самым перетягивать интеллектуальные ресурсы из обычных отраслей, как это уже было в советской экономике), или гипертрофирован в отношении отдельных отраслей, например, добывающих в ущерб обрабатывающим» [2, с.35]. В этой связи представляется целесообразным отметить, что развитие отдельных предприятий, отраслевых комплексов должно дополнять друг друга, а не препятствовать наращиванию инновационного потенциала, поскольку только в этом случае возможно широкомасштабное и результативное макроэкономическое развитие всей страны. Данное обстоятельство еще в 1997 г. было отмечено М. Березовской, которая подчеркнула, что «формирование стадии импортозамещения, обеспечивающее промышленный тип «открытой» экономики, осуществляется на основе постепенного сближения разных технологических укладов, перехода от жестких вертикальных производственных связей к гибким горизонтальным в результате проникновения элементов нового технологического уклада, в частности, информационно-коммуникационных систем, во все звенья экономической структуры. Образование множества горизонтальных технологических цепочек, включающих внутрихозяйственные связи и одновременно выходящих за пределы национальной экономики, обеспечит устойчивость и создаст потенциал будущего развития. Следовательно, концепция «точек роста» в экономике не совпадает с отраслевым или даже внутриотраслевым подходом» [1, с.64].

Таким образом, для продвижения отечественных высоких технологий необходимо их развитие рассматривать с учетом кооперации различных отраслей и получения готового продукта на промежуточных стадиях разработки основного проекта.

В России проблема развития новейших технологий выражается в следующем противоречии. Для проведения фундаментальных и прикладных исследований, получения макетного или опытного образца нужно затратить некоторые средства, часто довольно значительные. В этой связи возникает вопрос о возможном источнике финансирования научных исследований. Сложившаяся в мире практика показывает, что существует всего два варианта – финансирование из бюджета и частные инвестиции.

Есть все основания рассматривать организационные аспекты инновационного трансфера, классифицируя их по следующим признакам:

- по составу стадий (этапов) осуществления (прохождения);
- по составу участников;
- по источникам финансирования.

«В зависимости от цели инновационного процесса инновационный трансфер может содержать различное число самостоятельных этапов. В наиболее полном виде трансфер осуществ-



ляется по всему циклу «исследование – производство – потребление» и в этой связи в нем предлагается выделять следующие этапы: наука – внедрение – освоение – потребление» [5, с.36].

На этапе «наука» трансфер проходит четыре стадии: фундаментальные исследования – прикладные исследования – экспериментальные разработки – опытно-конструкторские работы.

Первая стадия – фундаментальные исследования – своим результатом получает новое знание (информацию). Это знание находит свое конкретное воплощение в научных публикациях. Возможно, разумеется, получить и охранные документы, однако, с нашей точки зрения, для этого этапа, точнее для его участников, это вторичная цель. Источник финансирования – бюджетные ассигнования и средства внебюджетных фондов. Исполнители – работники государственных научных и научно-образовательных учреждений. В перспективе возможно присоединение институтов и лабораторий крупных частных предприятий.

Полученный на стадии фундаментальных исследований научный результат, как правило, проходит апробацию на возможность его практического использования. При этом осуществляется первый этап трансфера, связанный с переходом в стадию прикладных исследований. Предмет трансфера – информация.

Прикладные исследования трансформируют знание, полученное на предшествующем этапе, в методологию, и изучаются возможности ее использования в реальной практической деятельности.

Конкретный результат получает воплощение в объектах авторского права и промышленной собственности. Источник финансирования – преимущественно средства бюджета и внебюджетных фондов с небольшим участием частных инвесторов. Исполнители – работники государственных научных и научно-образовательных учреждений и в части, финансируемой частными инвесторами, работники промышленных НИИ и лабораторий. Опыт зарубежных стран показывает, что при стабильном развитии макросистемы доля последних будет увеличиваться.

В случае получения положительного результата прикладных исследований, как правило, осуществляется второй этап инновационного (научно-технического) трансфера, связанный с переходом научно-технического результата в стадию экспериментальных разработок, имеющих целью создание опытного образца новшества (макет, продукт, модель). Предметом трансфера, как правило, является информация.

Экспериментальная разработка представляет процесс трансформации знания, полученного на предыдущих этапах научных исследований, в опытный образец новшества (лабораторный образец). Конкретный результат воплощен в объектах авторского права и промышленной собственности. Источники финансирования – средства бюджета, внебюджетных фондов и частных инвесторов. Исполнители – работники государственных научных и научно-образовательных учреждений, промышленных НИИ и лабораторий.

Опытно-конструкторские работы связаны с адаптацией лабораторного образца (макета, метода) в продукт, использование которого возможно в реальной жизни. Конкретный результат этой стадии воплощается в рабочих чертежах, методиках, материализация которых завершает процесс создания новшества, предназначенного для конкретного потребления предприятиями и организациями. Источники финансирования – средства бюджета, внебюджетных фондов и частных инвесторов. Исполнители – работники проектных институтов, лабораторий.

После завершения процесса проектирования начинается качественно новый этап инновационного трансфера, связанный с трансформацией созданной научно-технической продукции непосредственно в нововведения. Предмет трансфера – информация.

На этапе «внедрение» трансфер осуществляется в две стадии: коммерциализация научно-технического результата – превращение научно-технического продукта в нововведение путем материализации научно-технического результата в ходе инвестиционного процесса.

В ходе коммерциализации происходит движение информации, результатом которого является смена собственника объекта интеллектуальной собственности. Как вариант возможно

распределение долей участия. Нельзя не отметить, что процесс коммерциализации может осуществляться до стадии ОКР, поскольку их результатом уже может быть новшество, подлежащее практическому использованию. Участники: представители разработчика и потенциального пользователя. Источники финансирования: средства бюджета, внебюджетных фондов и частного инвестора в пропорции, оговоренной сторонами. Предмет трансфера – информация.

Реальное внедрение результатов научно-технической деятельности в практическую сферу обычно осуществляется на второй стадии, которая по своей сути представляет инвестиционный процесс, ориентированный на введение научно-технической продукции (новшества) в сферу практического использования. Исполнители: представители разработчика (если масштабы внедрения этого требуют) и потенциального пользователя. Источники финансирования: средства бюджета, внебюджетных фондов и частного инвестора в пропорции, оговоренной сторонами. Предмет трансфера – трансформация информационного носителя в материально-вещественный фактор производства. Цель трансфера – создание материально-технических условий для последующего использования новшества.

Этап «освоение» обеспечивает доведение параметров инновации до расчетных характеристик и проверку соответствия нового продукта требованиям рынка.

На данном этапе происходит окончательная трансформация новшества в нововведение и по существу определяется, может ли инновация дать ожидаемые результаты. Исполнители: работники организации-инноватора. Источник финансирования: средства организации-инноватора. Предмет трансфера: встречное движение информационных и материальных потоков, связанных с доводкой новшества до проектных характеристик с частичным движением нового продукта на рынок.

На этапе «потребление» осуществляется заполнение рыночной ниши. Предмет трансфера – новый (улучшенный) продукт. Цель трансфера – доведение продукта до потребителя. Результат трансфера – изменение экономического положения предприятия.

В случае позитивного результата инновационной деятельности предприятие-инноватор может рассчитывать на осуществление инновационной диффузии, которая происходит на этапе цикла «потребление» и связана с расширением масштабов рыночной ниши.

Изложенные подходы, по мнению автора настоящей статьи, позволят при своей реализации на практике более эффективно осуществлять управление процессами инновационного развития социально-экономических систем различного уровня сложности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березовская М. Инновационный аспект экономического развития / М. Березовская // Вопросы экономики. 1997. № 3. С. 58-66.
2. Вереникин А.О. Исследование технологической структуры с помощью показателей специализации производства / А.О. Вереникин, Д.И. Волошин // Проблемы прогнозирования. 2005. № 1. С. 32-50.
3. Михеева Н.Н. Сервисный сектор в российской экономике: межотраслевой анализ / Н.Н. Михеева // Проблемы прогнозирования. 2005. № 1. С. 72-88.
4. Шаборкина Л. Управление проектами как элемент инновационного менеджмента / Л. Шаборкина // Российский экономический журнал. 1996. № 1. С. 56-59.
5. Жиц Г.И. О некоторых аспектах оценки параметров инновационного трансфера / Г.И. Жиц, М.Н. Квашнина // Инновации. 2007. № 5. С. 32-37.

**Квашнина Мариам Наджмеддиновна** – заведующая сектором маркетинга Центра трансфера технологий и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности

**Kvashnina Mariam** – Head of marketing sector, Centre of technology transfer and commercialization of intellectual property of Saratov State Technical University

Саратовского государственного  
технического университета

Статья поступила в редакцию 16.05.08, принята к опубликованию 22.07.08

УДК 568.016

**А.Н. Крайнюков, В.В. Кузнецов**

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ  
СПЕЦИАЛИСТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.  
РЫНОЧНАЯ ЦЕНА ДОЛЖНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА**

*Выделяются функции управления производством и его обслуживания, отдельные функциональные подразделения. Отражается комплексный синергетический характер труда специалиста. Выявляется, какие конфликты могут возникнуть при распределении сфер управленческих действий. Объясняется необходимость оптимизации системы заработной платы. Приводится количественный анализ качественных характеристик труда специалистов.*

Критерии оценки труда, математическая модель, зарплата, синергетика, соционика.

**A.N. Kraynyukov, V.V. Kuznetsov**

**MATHEMATICAL MODEL OF PRODUCTION ENTERPRISE  
EMPLOYEE'S SALARY STRUCTURE. EXECUTIVE'S POSITION MARKET PRICE**

*The functions of production management and its service, separate functional branches are described here. Synergetic character of an executive's labor is shown. Conflicts of interests are demonstrated that may appear at split-off of the sphere of the management actions. The necessity of optimization of salary system is explained here as well. Quantitative analyses of the qualitative characteristics are done by the author.*

Labor estimation criteria, mathematical model, salary, synergy.

Функция управления производством и его обслуживания на конкретном предприятии сложны и разнообразны. В их число входят общее руководство производством в масштабе деятельности предприятия в целом и руководство его структурными подразделениями, конструкторско-технологическая и планово-экологическая работа, подбор и подготовка кадров, материально-техническое снабжение и сбыт товарной продукции, учётно-бухгалтерская, административно-хозяйственная работа и т.д.

В соответствии с этим выделяются отдельные функциональные подразделения предприятия: цехи, службы, производственные участки и т.д. А к числу специалистов относят лиц, выполняющих руководящие функции, связанные с организацией работы и руководства предприятием в целом (генеральный директор, главный инженер и т.д.) и его структурными

подразделениями (начальники отделов, цехов, участков и т.д.), инженерно-технические или экономические функции (инженеры, конструкторы, технологи, мастера, экономисты и т.д.).

Таким образом, труд специалистов носит комплексный, синергетический характер, учитывающий совместное действие многих факторов, влияющих на процесс организации и управления производством и сбытом товарной продукции. Не всегда удаётся чётко расписать последовательность действий, чтобы решить задачу оценки результатов и эффективности труда специалистов производственного предприятия. Их трудом является управление людьми и процессами, посредством которого достигаются решения определённых производственно-коммерческих задач. В целом труд носит личностный, генетически обусловленный характер. Поэтому оценку труда специалиста, вообще говоря, невозможно формализовать стандартными методами, как пытались и пытаются это сделать чиновники из правительственных структур РФ, субъектов федерации.

Все люди разные, разные у них и мотивы поведения при зарабатывании денег. Метод «кнута и пряника» полностью себя изжил. На современном этапе приходится учитывать более высокие уровни мотивации трудовой деятельности [1]; власть, уникальность, благосостояние и самооценку. При этом, если в основе того или иного из этих мотивов лежит желание улучшить собственное благосостояние специалиста, например, руководителя, то между ним и рядовым сотрудником предприятия возможна конфликтная ситуация: исполнителям кажется, что они должны получать деньги за сам процесс выполнения трудовой операции. Свою работу они обычно никак не связывают с конечным результатом производственно-коммерческой деятельности предприятия, его руководства.

Ещё один серьёзный конфликт может возникнуть при распределении сфер управленческих действий между специалистами – руководителями высшего звена, когда в бизнесе одновременно есть и производство и продажа. Каждый из них обоснованно предполагает, что именно его работа самая важная для дела, приносящая максимальную прибыль. Однако в соответствии с известным принципом Парето только 20% от всех управленческих усилий в сфере производства товарной продукции направлены на поддержание его организационно-управленческой структуры, а 80% – это трудозатраты непосредственно сотрудников, начиная от директора по производству (или начальника цеха) и заканчивая рядовым мастером производственного участка. Такая пропорция характерна в тех случаях, когда производственная деятельность идёт в условиях гарантированного спроса, а сбыт занимает подчинённое положение. Здесь не нужны дорогостоящие маркетинговые исследования потребительского рынка товарной продукции, так как товар расходуется сам, «с колёс».

Необходима, таким образом, оптимизация системы заработной платы специалистов, т.е. приведение её в соответствие с ценами производственно-коммерческой деятельности предприятия. В идеале она должна не представлять собой способ фиксации объёма труда, как в действующих системах заработной платы специалистов, а являться индикатором количественных и качественных усилий работника в достижении указанных целей, иметь прозрачный механизм распределения, понятный как работодателю, так и специалисту. Только в тех случаях, когда заработная плата устраивает обе стороны, производственно-коммерческая деятельность предприятия эффективно работает на получение запланированной прибыли.

Наиболее сложным здесь является количественный анализ качественных характеристик труда специалистов с принятым способом оценки ожидаемых результатов их трудовой деятельности.

Долгое время оценка работы специалистов делалась на основе критериев, разработанных бюрократической системой нашего государства. Любой труд был формально описан в должностных инструкциях, сведён к определённому набору трудовых операций, над которыми трудились и продолжают трудиться сотрудники НИИ труда.

Реальная производственно-коммерческая деятельность предприятий в рыночных условиях, разумеется, намного богаче и сложнее любых формальных конструкций, тарифно-справочных классификаций профессий и должностей специалистов. И здесь необходимо упомянуть универсальный принцип Парето, когда только 20% труда специалистов дают 80% результата, действительно значимого для получения прибыли. Поэтому задача руководителя предприятия, который реально хочет держать под контролем и оценивать эффективность работы специалистов, заключается в том, чтобы выделить основные направления деятельности в 20% затраченного управленческого труда, и на такой основе создать сетку тарифно-квалификационных разрядов, факторов и показателей, например, в соответствии с предложенной О.К. Комаровым [2, 3] и А.П. Ляшецким.

После этого нужно определить критерии оценки работы специалиста по каждому направлению его трудовой деятельности. Они связаны, прежде всего, с текущим временным процессом  $P$ , стабилизирующим и поддерживающим производство, определяющим, в конечном счете, основной объем произведённой предприятием товарной продукции и с текущим временным результатом  $R$ , представляющим собой описание качественных особенностей работы специалиста с переводом в соответствующую количественную форму. Отметим здесь, что функционалы  $P$  и  $R$  – это интегральные показатели трудовой деятельности специалиста, определённые количественными оценками конечных множеств критериев  $K = \{K_1, \dots, K_m\}$  и  $L = \{L_1, \dots, L_n\}$  для  $P$  и  $R$  соответственно. Пусть, например,  $P = \sum_{i=1}^m P_i$ ,  $R = \sum_{i=1}^n q_i$ , где  $P_i$ ,  $q_i$  – приоритеты количественных и качественных, вербальных критериев оценки труда. Для их определения можно воспользоваться подходом, описанным в монографии [4].

Рассмотрим, для примера, работу начальника цеха предприятия, установим основными критериями ( $m = 2$ ,  $n = 1$ )  $K_1$  – сохранение базового уровня производства,  $K_2$  – рост базового уровня производства по отношению к предыдущему временному периоду;  $L_1$  – инновационная деятельность. Пусть, например,  $P_1 = 0,8$ ,  $P_2 = 0,2$ ;  $q_1 = 1$ . Максимальные числовые значения функционалов здесь  $P = R = 1$ .

Та часть заработной платы специалиста, которая обусловлена процессом труда и его результатом, может регулироваться с помощью интегральных показателей  $P$  и  $R$ , если бы он трудился в одиночку. Обычно же результат работы конкретного человека включается в суммарный результат работы всего трудового коллектива предприятия (или его подразделения). Поэтому реально существует и некоторая часть заработной платы – премия  $V$ , отражающая итог деятельности всего предприятия (или его подразделения).

Можно предложить следующую итоговую математическую модель расчета заработной платы (рыночной стоимости должности  $M$ ) специалиста производственного предприятия:

$$M = B + PC + RF + V. \quad (1)$$

Здесь  $B$ ,  $C$ ,  $F$  – соответственно, базовая, постоянная и переменная части заработной платы. Прокомментируем основные параметры формулы (1).

Ту часть заработной платы, которая определяется временем, потраченным непосредственно на работу, назовем базовой частью ( $B$ ). Специалист должен иметь возможность получать деньги за рабочее время, в течение которого он формально не занимается ничем иным, кроме работы по своей должности. КЗОТ РФ рекомендует 8-часовой рабочий день, реально же у специалистов (особенно у руководителей) он является ненормированным.

Вторая часть, выделяемая в формуле (1), – это плата за процесс труда, приносящий, как это уже упоминалось выше, основную прибыль предприятию. Здесь оплачивается непосредственно рабочий процесс производства товарной продукции. Назовем ее постоянной частью заработной платы специалиста ( $C$ ).

Чрезвычайно важным оказывается выделение третьей части заработной платы – платы за результат ( $F$ ). Эта переменная определяется качественными характеристиками труда спе-

специалиста или его трудовых заданий, рассчитанных на определенное, оптимальное время выполнения.

Для стабильно работающего производства соотношение между базовой, постоянной и переменной частями заработной платы специалиста составляет по принципу Парето пропорцию  $B : C : F = (20 : 60 : 20) \% M$ .

Кроме того, будем учитывать и другие факторы, способствующие росту эффективности применения формулы (1). Прежде всего – это учет вариаций приоритетов трудовой деятельности специалистов предприятия с получением для них различных значений числовых характеристик  $P = P(P_1, \dots, P_m)$  и  $R = R(q_1, \dots, q_n)$  за различные временные периоды.

Для специалистов производственного предприятия всегда существует плановый объем производства  $W$  и считающийся нормой процент отклонения от плана в ту или иную сторону, например, из-за сезонного спроса. Если реальный объем производственной продукции станет меньше  $W$ , то специалистам необходимо ввести понижающий, штрафной коэффициент  $d$  ( $0 < d < 1$ ) в постоянную часть их заработной платы:  $C \rightarrow dC$ . Он определяется экспертным путем. Аналогичным образом вводятся штрафные коэффициенты  $e$  ( $0 < e < 1$ ) и  $F \rightarrow eF$ .

Пусть, например,  $W$  – это минимальный объем производства продукции конкретного цеха предприятия, ниже которого вводится коэффициент  $d$  для инженеров и мастеров цеха. А  $W_0$  – объем производства, за который несет персональную ответственность непосредственно начальник цеха. Тогда  $W - W_0 > 0$  – диапазон снижения объема производства товарной продукции, на которой действует понижающий коэффициент  $d$ .

При дальнейшем падении объема производства понижающие коэффициенты  $d$  и  $e$  распространяются на заработную плату еще более вышестоящего руководства предприятия, например, на заместителя директора по производству. Чем выше уровень руководителя, тем меньше места в структуре его заработной платы должен занимать учет прямого руководства подчиненным, точнее, непосредственного контроля рабочим процессом производства товарной продукции.

Отметим, в заключение, следующие обстоятельства. Считающееся безусловно верным утверждение о том, что все люди работают за деньги, опровергается современной деловой соционикой [1]. Внутренние мотивы деятельности специалистов при получении ими заработной платы принципиально различны: от власти над людьми до доказательства своей самоценности. И заработная плата, материальное благосостояние – только одна из мотиваций, причем не для абсолютного большинства специалистов, потому что прямой связи между размерами заработной платы и эффективностью трудовых операций не существует. Эффективность выполняемой работы определяется адекватностью структуры личности человека данному виду трудовой деятельности. Только потенциальные возможности человека определяют результаты труда при условии, разумеется, соответствия его личностной мотивации поставленным перед собой задачам.

С появлением в нашей стране реального рынка труда заработная плата специалистов не может зависеть только от воли собственника бизнеса, его топ-менеджеров. Она представляет собой не обособленный субъективный феномен, а своеобразное психологическое и экономическое соглашение о справедливом вкладе каждого специалиста в общий результат производственно-коммерческой деятельности его предприятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Креггер О. Типы людей в бизнесе / О. Креггер, Дж.М. Тьюсон. М.: АСТ, 1995. 362 с.
2. Ляшецкий А.П. Экономические и организационные механизмы управления заработной платой в промышленности / А.П. Ляшецкий. Саратов: СГТУ, 1995. 216 с.
3. Комаров О.К. Механизмы стимулирования, тарификации и оплата труда в условиях российской экономики / О.К. Комаров. Саратов: СГТУ, 2002. 272 с.

4. Крайнюков А.Н. Управление инновационными процессами в условиях комплексного воздействия факторов риска: монография / А.Н. Крайнюков, В.В. Кузнецов. Саратов: СГТУ, 2007. 80 с.

**Крайнюков Александр Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Экономика и управление в машиностроении» Саратовского государственного технического университета

**Kraynyukov Aleksandr Nikolayevich** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Economics and management in machine building» of Saratov State Technical University

**Кузнецов Вадим Викторович** – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные системы в гуманитарной области» Саратовского государственного технического университета

**Kuznetsov Vadim Victorovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Information systems in liberal arts» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 08.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 330.34

**А.Н. Лизогуб**

### **ПРИРОДА ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Обосновывается положение о том, что теневая экономика имеет двойственную природу: она обусловлена циклическим развитием экономики и оппортунистическим поведением субъектов хозяйствования. Рассматриваются ее особенности в условиях трансформационных преобразований экономического базиса.*

Теневая экономика, экономические противоречия, оппортунистическое поведение.

**A.N. Lizogub**

### **NATURE OF SHADOW ECONOMY**

*The consideration has been grounded that the shadow economy is of dual nature: it is caused by the circular development of economy and the opportunist behavior of business subjects. Its peculiarities under the conditions of the economic basis transformation have been examined.*

Shadow economy, economic contradictions, opportunist behavior.

Небывалый рост теневой экономической активности в условиях трансформационных изменений в странах постсоветского пространства, охватившей по существу все сферы и отрасли экономики, оказывает деструктивное влияние не только на формирующийся новый экономический базис, но и на осуществление реформы элементов надстройки, деформирует моральные нормы и культурные ценности в обществе. Одним словом, она в настоящее время представляет серьезную угрозу проводимым рыночным и политическим преобразованиям во многих государствах, в том числе и России.

Теневая экономика уже достаточно основательно изучена: ей посвящены международные конференции, заседания «круглых столов», многочисленные работы ученых, в том числе и диссертационные исследования, но актуальность ее дальнейшего исследования не уменьшается, а, наоборот, возрастает. Важным, но недостаточно изученным аспектом этой проблемы является социально-экономическая природа этого феномена, глубинные истоки его воспроизводства. Рассмотрим подробнее этот аспект проблемы, опираясь на существующие в публикациях подходы и точки зрения ученых.

Исходным в исследовании любого явления, как известно, является выяснение его природы. Что же касается природы теневой экономики, то следует отметить, что в научной литературе данный вопрос решен неоднозначно, и это во многом затрудняет дальнейшее изучение теневой составляющей экономики, в том числе и определение эффективных направлений и методов борьбы с ней. В публикациях, посвященных исследованию этого феномена, существует несколько подходов к определению его природы. Они детерминированы, прежде всего, методологическими особенностями каждого из направлений современной экономической науки. Кроме этого, при рассмотрении данного аспекта проблемы, зачастую отождествляются такие понятия, как «природа», «причина», «фактор». Вместе с тем следует заметить, что эти понятия не однопорядковые, а имеют свое содержание и применяются для исследования различных аспектов одного и того же явления, процесса.

В самом общем виде природа явления – это источник, первопричина, детерминирующая его возникновение и воспроизводство. Фактор – это явление, которое в процессе воздействия на другое явление приводит к его эволюции, изменению (масштабы, динамика развития, формы проявления).

Из вышеприведенных понятий следует, что причина – это первоисточник, порождающий явление. Он постоянно воспроизводится, обеспечивая непрерывное существование самого явления. Применительно к теневой составляющей экономики это означает, что существуют глубинные причины, которые порождают теневые экономические отношения, их можно также назвать первопричинами, или источниками.

Что же касается понятия «фактор», то его, на наш взгляд, правомерно использовать при выявлении особенностей развития того или иного явления, процесса. В условиях переходного периода, когда теневые процессы в экономике принимают угрожающие масштабы, важным является выявление факторов, способствующих ее стремительному развитию (кризис государственного управления экономикой, отсутствие (или низкое качество) законов, регулирующих новые экономические отношения, резкая дифференциация доходов населения, кризис социальной сферы и др.)

Рассмотрев кратко соотношение вышеназванных категорий, поразмышляем непосредственно о природе теневой экономики. Прежде всего, следует отметить, что каждое направление экономической мысли (неоклассическое, кейнсианское, институционально-социальное, марксистское) по-своему, со своих методологических позиций рассматривает природу экономических явлений и процессов. Так, например, институциональное направление исследований исходит из того, что природа всех социально-экономических явлений обусловлена институтами как таковыми, их качеством, уровнем развития (зрелости), а также оппортунистическим поведением субъектов хозяйствования.



Отсутствие институтов или их недостаточное развитие сопряжено с издержками общества. Величина последних находится в прямой зависимости от состояния и качества функционирования ключевых институтов. Незрелость (отсутствие на первых порах трансформационных преобразований) институтов, в том числе рыночных экономических институтов, является главной причиной существования и воспроизводства негативных явлений. Одно из них – теневая экономическая деятельность.

Кроме этого, теневая экономика обусловлена самим человеком, его иррациональным (оппортунистическим) поведением в процессе экономической деятельности.

Итак, с точки зрения институционализма, первопричинами теневой экономической деятельности являются две: с одной стороны, наличие или степень развития институтов (институциональной среды), а с другой – оппортунистическое поведение индивида. Отсюда следует, что затенение экономики – объективное состояние, свойство, черта экономики любого государства независимо от модели хозяйствования, уровня развития, исторических и культурных традиций, языка и границ.

Ученые-марксисты, например, придерживаются позиции, согласно которой негативные социально-экономические процессы обусловлены в целом противоречивым развитием самой экономики и задача экономической науки состоит в познании этих противоречий и поиске адекватных мер по их «снятию».

Приведем суждения некоторых авторов относительно природы теневой экономики. Так, Т.И. Корягина, рассматривая теневую экономику плановой системы хозяйствования, пишет, что «основным фактором функционирования теневого сектора в сфере услуг является несбалансированность спроса и предложения или, другими словами, колоссальный дефицит товаров и услуг» [2, с.112]. Налицо отождествление, на наш взгляд, фактора и причины. Несбалансированность – это результат противоречивого развития экономики, а в данном случае – это следствие противоречия между спросом и предложением товаров и услуг, а «колоссальный дефицит» – это фактор, способствующий росту теневой экономической активности, это форма проявления несбалансированности или диспропорциональности между предложением и спросом. Отсюда следует, что теневую экономику порождает противоречивое развитие экономики, а одним из факторов ее роста является дефицит товаров и услуг. Это марксистский подход к анализу теневой экономики.

Известные ученые В.О. Исправников и В.В. Куликов считают выявление глубинных причин, порождающих теневую экономику, одним из главных вопросов в исследовании этого феномена. Они задаются следующими вопросами: «Не кроются ли они (*причины*, – курсив мой, Л.А.) в природе человеческой, интересе граждан получать прибыли и сверхприбыли любым путем?» [1, с.53.]. Ученые дают на этот вопрос утвердительный ответ. То есть, по Исправникову – Куликову, истоки, глубинные причины, порождающие теневую экономику, кроются в человеческой природе, в стремлении людей получать прибыль и сверхприбыль любым путем.

Подход В. Исправникова и В. Куликова к определению природы теневой активности отчасти характерен, например, для представителей институционального направления экономической науки. Институционалисты, в частности, полагают, что теневая экономика возникает вследствие отсутствия или незрелости институтов и оппортунистического поведения индивидов. Они исходят из того, что в обществе функционирует два вида институтов – формальные и неформальные и издержки рассогласования между ними детерминируют неформальную (теневую) экономическую активность.

Согласно их точке зрения, причина теневой экономической активности обуславливается субъективным фактором (индивидом), его экономическим поведением, мотивацией. Поведение индивида в процессе экономической деятельности не всегда предсказуемо, оно зачастую далеко от требований, предъявляемых к нему технологией производства, нормами права и т.д. Институционалисты такое поведение называют оппортунистическим. Оно определяется как «преследование собственного интереса, доходящее до вероломства» (self-interest-

seeking-with-guile). Речь идет о любых формах нарушения взятых на себя обязательств, например, уклонение от условий контракта. Индивиды, максимизирующие полезность, будут вести себя оппортунистически (скажем, предоставлять услуги меньшего объема и худшего качества), когда это сулит им прибыль.

С этих позиций, например, рассматривает теневую экономику известный российский ученый А.Н. Олейник. Методологической основой его размышлений является положение о том, что институты бывают двух типов: формальные и неформальные [4, с.5]. Формальные представляют собой нормы и правила, закрепленные в законах и других нормативных документах. Неформальные – незакрепленные, но реально существующие. Оба типа институтов, сосуществуя, претерпевают определенные изменения. Он считает, «если институциональная система общества развивается эволюционно, то два типа институтов развиваются (соотносятся) между собой как два последовательных этапа эволюции» [4, с.5].

Иначе говоря, в процессе продвижения общества вперед первые дрейфуют (эволюционируются) во вторые, а затем из неформальных они постепенно принимают статус формальных. Это означает, что если, например, исходить из факта существования теневых экономических процессов в советском народном хозяйстве, то теперь «задача заключается лишь в умелом стимулировании и поддержке их (*институтов*, – курсив мой, Л.А.) развития, трансформации в формальные институты» [4, с.5].

Наряду с правилами поведения составной частью институтов являются и нормы поведения. Наличие и воспроизводство определенных норм поведения в процессе экономической деятельности характеризуют содержание функционирующих институтов в обществе с точки зрения их соответствия формальным или неформальным.

К сожалению, приходится констатировать, что общие издержки институциональных реформ в России на протяжении 90-х годов были значительными. Это обусловлено, прежде всего, высокой степенью рассогласования между формальными и неформальными нормами и правилами, что привело к существенному росту издержек подчинения.

Рассогласование между институтами в России зависит от следующих трех параметров:

- 1) уровня доверия между экономическими субъектами;
- 2) развития у них симпатии и эмпатии в отношениях;
- 3) степени рационализации их поведения.

Рассогласование между субъектами хозяйствования приводит к тому, что всем, как ни парадоксально, невыгодно следовать предписаниям потенциально более эффективных формальных правил. При этом «индивид, – пишет А.Н. Олейник, – будет выбирать неформальные нормы тогда, когда доля людей, выполняющих неформальные нормы, будет превышать в данном «социуме 66,6%» [4, с.27]. Подчинение неформальным нормам становится в этом случае эволюционно-стабильной стратегией: такой стратегией, что если большинство хозяйствующих субъектов выбирают ее, то никакая альтернативная стратегия не может пройти естественный отбор, какой бы более потенциально эффективной последняя ни была.

В данном контексте важной становится задача определить степень, глубину рассогласования базовых и неформальных норм. Чем больше они противоречат друг другу, тем сильнее люди будут игнорировать требования, навязанные сверху. Эффективным для успешного продвижения импортируемых норм является сопоставление их с неформальными отношениями в каждой из сфер экономической деятельности. Следовательно, успех продвижения институциональных реформ зависит во многом от издержек рассогласования, которые определяются степенью рассогласования новых формальных и неформальных норм и правил, функционирующих в обществе, с одной стороны, и искусством властных структур (законодательных и исполнительных) принимать адекватные и своевременные меры по продвижению базовых норм в интересах снижения общих издержек реформирования институтов, – с другой. Таков в целом институциональный подход к решению вопроса о природе теневой экономики.

Следующим подходом, который активно используется для определения природы теневой экономики, является *диалектико-материалистический или марксистский*. Суть его заключается в том, что в основе развития, в том числе и экономики, лежат противоречия и их разрешение. Рассмотрим природу этого феномена с позиции диалектико-материалистического метода исследования. Размышляя о природе этого явления, следует обратиться к самой экономике в широком смысле этого слова, понимая под ней систему, осуществляющую создание и воспроизводство всей гаммы материальных благ и услуг, обеспечивающую непрерывность этого процесса.

В процессе функционирования экономики постоянно воспроизводятся противоречия, имманентно присущие ей. Речь идет о целой системе противоречий, наиболее фундаментальными из них являются такие, как противоречие между производством и потреблением (предложением и спросом), противоречие между стоимостью рабочей силы и ее ценой (заработной платой) и ряд других.

Теневая экономика (незаконное производство и реализация товаров и оказание услуг, «серая» заработная плата, «теневая» занятость и др.) является одним из средств разрешения существующих объективных противоречий в экономике (перечисленные её виды отчасти снимают проблему диспропорций в производстве, напряженность на рынке труда, в распределительных отношениях, в социальной сфере и т.д.). Следовательно, теневая экономическая деятельность, являясь средством разрешения противоречий, выступает в качестве регулятора экономики, а, стало быть, наряду с ценой, конкуренцией и другими элементами механизма рыночного саморегулирования она является элементом этого механизма.

Однако этот элемент механизма рыночного саморегулирования, в отличие от других его элементов, является весьма специфичным. Специфика проявляется прежде всего в своеобразии влияния теневой составляющей экономики на воспроизводство. Влияние ее в целом противоречиво: с одной стороны, теневая экономическая деятельность, являясь элементом механизма рыночного саморегулирования, служит средством «снятия» некоторых противоречий механизма воспроизводства, вносит свою лепту в достижение равновесия в экономике, а с другой – когда её масштабы, удельный вес в экономике превышают предельно допустимые нормы, она деформирует этот механизм: обостряет противоречие между спросом и предложением (создавая искусственный дефицит, например, предметов потребления или средств производства), а также негативно влияет на субъективный фактор производства (обостряет неравенство в распределении доходов). Деструктивная, негативная ее функция наиболее отчетливо проявилась в условиях агонии административно-командной системы хозяйства, например, в 80-е годы XX в. в нашей стране. В этот период теневая составляющая экономики достигла в своем развитии критической массы и, образно говоря, торпедировала сложившийся механизм планового ведения хозяйства: с одной стороны, её рост был следствием углубляющихся противоречий в экономике страны, а с другой – явился одной из причин кризиса и краха административной модели хозяйствования. Таким образом, по мере роста масштабов теневой экономики, она из регулятора экономических процессов, превращается в свою противоположность – в иррациональное явление, тормоз, подрывает рыночное саморегулирование, способствует обострению существующих проблем.

Итак, противоречивое развитие экономики обуславливает и воспроизводит ее теневую составляющую. Она имманентно присуща экономике вообще и не зависит от модели ее функционирования, языка и границ. В этом заключается одна из сторон природы теневой экономики.

Другой составляющей природы этого явления является субъективный фактор (человек, его поведение, мотивация в сфере экономической деятельности). Дело в том, что поведение индивида в процессе экономической деятельности не всегда предсказуемо, оно зачастую далеко от требований, предъявляемых к нему организацией и технологией про-

изводства, нормами права, корпоративными традициями, сложившимися в трудовом коллективе, и т.д.

Люди, участвующие в воспроизводстве материальных благ и услуг, под воздействием различных факторов объективного и субъективного характера, в качестве средства удовлетворения растущих потребностей используют неблагоприятные формы получения дохода. Объективной основой формирования и воспроизводства подобной психологии во многом является сама экономика, производство, цель которого – не только удовлетворение общественных потребностей, но и получение дохода для удовлетворения личных потребностей. Доход в данном случае выступает как средство реализации экономических интересов индивида. У него формируется мотивация максимизации получаемого дохода. Однако пути, методы и способы получения дохода могут быть различными, в том числе и незаконными.

Для более глубокого понимания основ формирования экономической психологии индивида, на наш взгляд, уместно напомнить положение, которое приводит К. Маркс, давая характеристику первоначальному накоплению капитала. «Капитал избегает шума и брани и отличается боязливой натурой. Это правда, но это ещё не вся правда. Капитал боится отсутствия прибыли, как природа боится пустоты. Но раз имеется в наличии достаточная прибыль, капитал становится смелым. Обеспечьте 10 процентов, и капитал согласен на всякое применение, при 20 процентах он становится оживленным, при 50 процентах положительно готов сломать себе голову, при 100 процентах он попирает все человеческие законы, при 300 процентах нет такого преступления, на которое он не рискнул бы, хотя бы под страхом виселицы. Если шум и брань приносят прибыль, капитал станет способствовать тому и другому» [3, с.770]. Это положение, разумеется, верно и для той части капитала, которая функционирует в тени, скрытно, но, пожалуй, с одной особенностью – неумной алчностью его субъектов, получающих не только баснословные проценты на капитал, но и стремящихся делать *свою* «погоду в доме». Речь идет в данном случае о доме политическом, о погоде в нем: о власти, о стремлении влиять на социально-политические процессы в стране, регионе в своих (групповых, клановых) интересах.

Личный интерес часто приходит в противоречие с интересами общества, сила эгоистических мотивов может перекрывать существующие ограничители человеческой деятельности, зафиксированные в морали, традициях и праве. Из этого следует, что поведение субъективного фактора в процессе экономической деятельности детерминирует возникновение, непрерывное воспроизводство теневой активности. В этом состоит вторая составляющая природы теневой экономики. Именно она определяет специфику и своеобразие этого экономического явления.

Завершая рассмотрение данной проблемы, сделаем основные выводы. Во-первых, теневая экономика имеет двойственную природу: с одной стороны, она детерминирована противоречивым развитием экономики, а с другой – обусловлена оппортунистическим поведением субъектов, их иррациональной мотивацией в процессе экономической деятельности. В этом, на наш взгляд, состоит диалектика понимания природы теневой экономики.

Во-вторых, когда мы говорим о первой составляющей её природы, то речь идет о том, что в процессе функционирования экономики постоянно воспроизводятся противоречия, имманентно присущие ей. Одним из средств их разрешения является теневая экономическая деятельность. В этом состоит объективная и постоянно воспроизводящаяся составляющая природы этого явления. В данном контексте теневая экономическая деятельность выступает в качестве элемента механизма рыночного саморегулирования экономики, служит средством «снятия» некоторых противоречий механизма воспроизводства, способствует достижению равновесия в экономике. Другими словами, она выступает как один из стихийных регуляторов экономики.

В-третьих, теневая экономическая активность хозяйствующих субъектов, являясь элементом рыночного саморегулирования, достигая определенных параметров, из конструктивного элемента хозяйственного механизма превращается в свою противоположность,

обостряет противоречия воспроизводства, то есть подрывает основы саморегулирования. Следовательно, глубинная суть теневой экономики, как элемента механизма рыночного саморегулирования, состоит в выполнении роли стихийного регулятора рыночной системы производства. При этом следует подчеркнуть, что это специфический регулятор, выполняющий как конструктивную, так и негативную функции в процессе становления и воспроизводства механизма рыночного саморегулирования.

В-четвертых, для обеспечения поступательного развития экономики необходимо воздействовать на негативные проявления этого феномена. Эту функцию должно выполнять прежде всего государство. Умозаключение о двойственной природе теневой экономики является важной методологической основой для разработки эффективной системы воздействия на это специфическое социально-экономическое явление.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исправников В.О. Теневая экономика в России: новый путь и третья сила / В.О. Исправников, В.В. Куликов. М.: Экономика, 1997. 192 с.
2. Корягина Т.И. Теневая экономика в СССР (анализ, оценка, прогнозы) / Т.И. Корягина // Вопросы экономики. 1990. № 3. С. 110-119.
3. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии. Т. 1 / К. Маркс. М.: Политиздат, 1978. 907 с.
4. Олейник А.Н. Издержки и перспективы реформ в России: институциональный подход / А.Н. Олейник. М.: ИЧП «Издательство Магистр», 1997. 40 с.

**Лизогуб Алексей Нестерович** –  
кандидат экономических наук, профессор,  
начальник кафедры  
«Гуманитарные и социальные науки»  
Саратовского военного института  
внутренних войск МВД РФ

**Lizogub Aleksey Nesterovich** –  
Candidate of Economic Sciences,  
Professor, Head of the Department  
of «Liberal and social arts»  
of Saratov Military Institute of Internal Forces  
on Ministry of Internal Affairs of RF

*Статья поступила в редакцию 18.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 338.24.01

**Е.В. Литовченко**

#### **ИНТЕГРАЦИОННО-АКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ**

*Рассматривается способ повышения конкурентоспособности регионов РФ путем создания промышленных кластеров. Предлагается модель кластеризации промышленности, в которой активная роль отводится организации – инициатору-катализатору кластеризации (ИКК), специально созданным структурам при правительствах, торгово-промышленных палатах, либо при вузах.*

Стратегия, конкурентоспособность, кластер, кластеризация, модель.

**E.V. Litovchenko**

## **INTEGRATIONALLY ACTIVE STRATEGY OF INDUSTRIAL CLUSTERS FORMATION**

*The method of competitiveness increasing of Russian regions with the help of industry cluster creation is shown in the article. The clustering model is suggested, where the organization initiator-catalysts clustering (ICC), established as special departments within the government, chambers of commerce or institutes, are to play an active role in the clustering process.*

Strategy, competitiveness, cluster, clustering, model.

Российская Федерация занимает 58-е место в рейтинге Всемирного экономического форума по индексу глобальной конкурентоспособности в 2007-2008 [1]. По сравнению с предыдущим годом Россия поднялась в этом рейтинге на одну «ступеньку». Сильными сторонами России считаются следующие показатели: «Макроэкономическая стабильность», «Высшее образование», «Гибкость рынка труда», «Размер рынка» и часть индикаторов, характеризующих «Инновационный потенциал». По развитию ключевых институтов, обеспечивающих защиту прав собственности, качеству государственных услуг, доступу на внешние рынки и эффективности финансового сектора наше государство попадает в число 25% стран с наилучшими показателями.

В «Индексе конкурентоспособности для бизнеса» Россия занимает ещё более скромную позицию – 71-е место, что на две позиции выше, чем в прошлом году. Индекс оценивает два основных фактора: конкурентоспособность компаний и качество национального бизнес-климата. Для создания более динамичной экономики и повышения конкурентоспособности страны России необходим процесс, повышающий конкурентоспособность компаний.

Повышению конкурентоспособности отдельных компаний может способствовать процесс кластеризации промышленности регионов. Согласно определению Томаса Андерсона, кластеризация в общем виде определяется как «процесс совместного расположения фирм и других действующих лиц внутри концентрированной географической области, кооперации вокруг определенной функциональной ниши и установления тесных взаимосвязей и рабочих альянсов в целях усиления их коллективной конкурентоспособности» [2]. В зависимости от того, какие организации являются инициаторами создания кластера, различают несколько видов стратегий формирования эффективных кластеров.

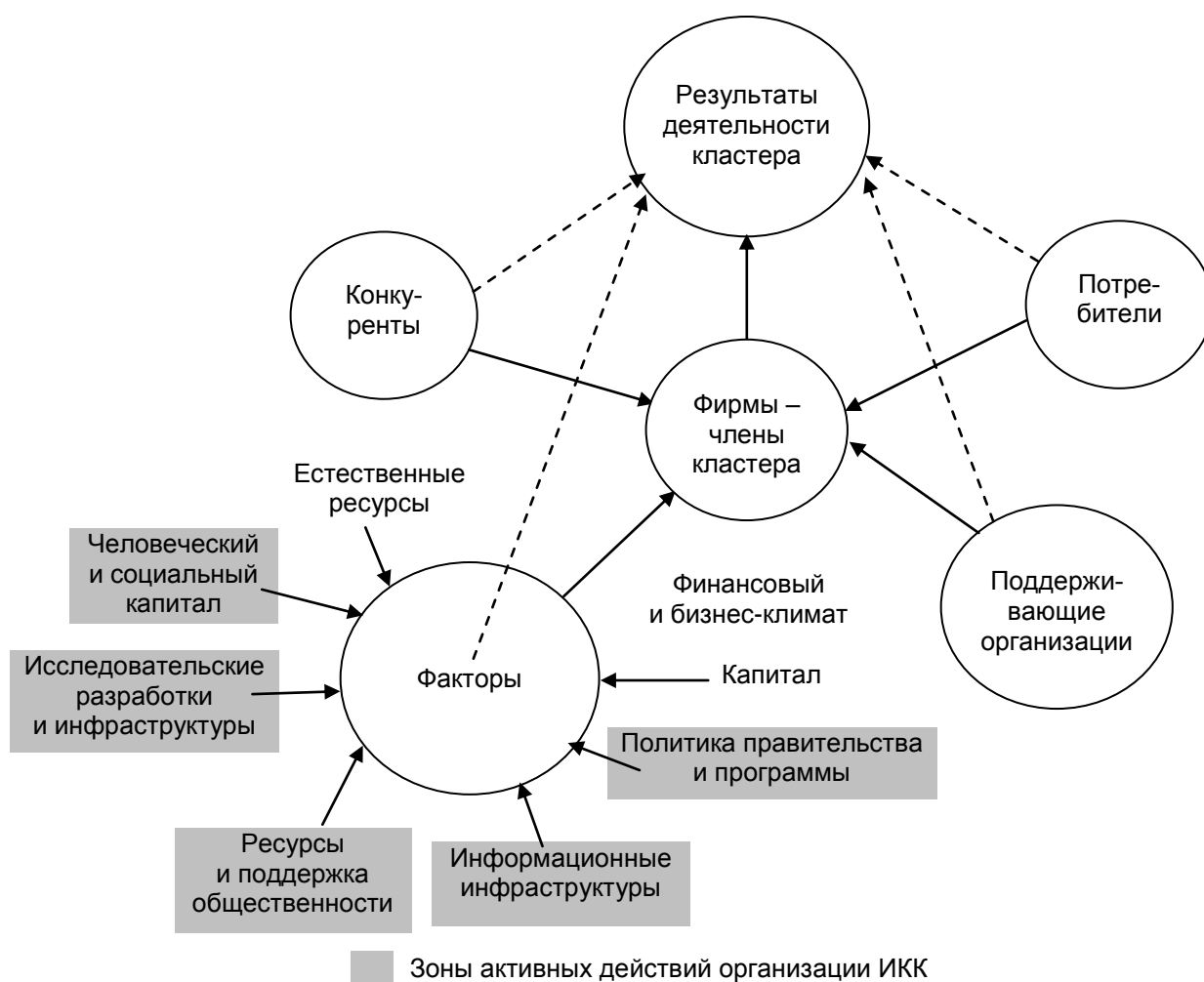
Так, в Казахстане, Индии и Таиланде ключевую роль в инициативе по созданию кластеров играют местные промышленные банки. В Восточной Европе и Канаде важную роль в подобном процессе играют международные финансовые корпорации, торгово-промышленные палаты и правительства различных уровней. В США инициатором кластеризации является частный сектор.

Кластерный процесс в развивающихся странах и странах с трансформирующейся экономикой характеризуется тем, что в них можно найти только ростки кластеров в некоторых областях. Это объясняется нехваткой или даже отсутствием ключевых элементов кластеров (социального капитала, доверия, макропрограмм развития промышленности) и наличием слабых участников кластера и традиций не кооперироваться, а любыми средствами конкурировать друг с другом. Следовательно, в таких странах для процесса создания эффективных промышленных кластеров необходимо применить интеграционно-активную стратегию, где активную роль в процессе кластеризации должны играть организации – инициаторы-катализаторы кластеризации (ИКК), специально созданные структуры при правительствах, торгово-промышленных палатах, либо при вузах.

Для осуществления интеграционно-активной стратегии кластеризации промышленности предлагается следующая модель, изображенная на рисунке.

В центре модели расположены фирмы кластера. На успех этих фирм влияют условия среды их деятельности. Результаты деятельности кластера в целом зависят от успеха индивидуальных фирм кластера и улучшаются положительными кластерными условиями.

Предлагаемая модель имеет важные отличия от ромба Портера. Во-первых, фирмы кластера и их возможности включены в модель, в отличие от ромба Портера, в котором они только подразумевались. Во-вторых, модель имеет зависимую переменную – результаты деятельности кластера. Это позволяет измерять, как изменения кластерных условий, происходящие из деятельности участников кластера, влияют на успех кластера во времени. В-третьих, в данной модели расширен состав группы, определяемой Портером как «Связанная и поддерживающая промышленность», за счет включения в неё общественных и некоммерческих организаций. Роль данных организаций заключается в оказании поддержки кластерных инициатив. Данную группу следует называть «Поддерживающие организации». В-четвертых, в модели идентифицируются факторы, находящиеся в поле деятельности организации ИКК.



Кластерная модель

Структура модели кластеризации промышленности

Составляющие модели	Структура	Элементы структуры	Показатели
---------------------	-----------	--------------------	------------

Условия	Факторы	Человеческие ресурсы	Доступ к квалифицированным кадрам
			Источники квалифицированных кадров
			Отдаленность источников квалифицированных кадров
		Транспорт	Качество местной транспортной инфраструктуры
			Соединение с национальными и международными транспортными системами
		Бизнес-климат	Качество местного стиля жизни
Бизнес-затраты относительно конкурентоспособных регионов			
Инновационность по сравнению с конкурентоспособными регионами			

Окончание таблицы

Составляющие модели	Структура	Элементы структуры	Показатели
	Поддерживающие организации	Инновации	Вклад организации ИКК в идеи, знания и инновации
			Вклад местных институтов в идеи, знания и инновации
		Общественность	Адекватность поддержки регионального развития
		Поставщики	Наличие местных ресурсов сырья и основных фондов
		Услуги	Наличие местных бизнес-услуг
	Финансы	Наличие местного капитала	
	Конкуренты	Расстояние до наиболее важных конкурентов	
Потребители	Расстояние до важных потребителей		
Деятельность	Значимость	Диапазон	Количество фирм в кластере
		Размер	Размер фирм в кластере (количество работающих и объем прибыли)
		Ответственность	Масштаб ответственности фирм кластера (стратегия, исследования, производство, продажи)
		Охват	Экспортная ориентация
	Взаимодействия	Особенности	Внутреннее осознание членов кластеров
			Внешнее признание другими
		Связи	Партнерства или альянсы
			Вовлечение в местные кластерные инициативы
	Инновации	Затраты	Связи внутри кластерной сети
			Затраты на научно-исследовательские работы
			Потенциальные возможности развития бизнеса
Результаты	Динамизм	Потенциальные возможности развития производства	
		Прибыль от новых продуктов и услуг	
			Новые фирмы в кластере

– зоны влияния организаций ИКК



В таблице дается расширенное представление кластерной модели, в которой все составляющие разбиты на структуру, элементы структуры и показатели. Разнообразные характеристики модели кластеризации были собраны из источников иностранной и отечественной литературы. Следует отметить, что зоны действия организаций ИКК находятся в следующих областях: подготовка квалифицированных кадров участников кластера; налаживание внутренних и внешних связей; внедрение инноваций в промышленность; воспитание прогрессивного поведения, как фирм-конкурентов, так и общественных организаций; ориентация на рынок.

Создание кластера – это долгосрочный процесс, ускорить который могут организации ИКК. В большинстве европейских стран кластерная политика на национальном уровне осуществляется с помощью агентств, организованных при различных министерствах. По исследованиям Оксфордской группы, в 31 исследуемой европейской стране (Австрия, Бельгия, Дания, Болгария, Германия, Нидерланды, Франция, Португалия, Финляндия, Великобритания и др.) имеется 75 агентств. Большинство исследуемых стран имеют от одного до трех агентств. Национальные программы кластеризации промышленности имеются в 26 странах из 31. Две трети из исследуемых стран опубликовали планы национального развития, в которых кластерный подход является частью инновационной политики. В целом большинство стран имеют по 1-2 программы, источником финансирования которых является национальный бюджет [3]. В России, несмотря на то, что политики используют термины кластеризации, активные действия по созданию эффективных кластеров пока отсутствуют.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Michael E.P. The Global Competitiveness Report 2007-2008 / E.P. Michael, K. Schwab, Xavier Sala-I-Martin. <http://www.gcr.weforum.org>.
2. The Cluster Policies Whitebook / T. Andersson, S. Schwaag-Serger, J. Sorvik, E. Wise Hansson. IKED, 2004. 266 p.
3. Cluster policy in Europe: A brief summary of cluster policies in 31 European countries / Europe Innova Cluster Mapping Project. Oxford Research AS, January 2008. 34 p.

**Литовченко Елена Валентиновна** – ассистент кафедры «Менеджмент, коммерция и право» Саратовского государственного технического университета

**Litovchenko Elena Valentinovna** – Assistant of the Department of «Management, commerce and law» of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 01.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 338.22; 339.138

**Д.Г. Сафаралиева, М.Г. Кузьмина, О.А. Лузгина**

#### **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Инновационный потенциал хозяйствующих субъектов может быть эффективно использован в условиях совместного участия предприятий и организаций в инновационных проектах, что вызывает потребность в фокуси-*

*рованной координации их творческих инициатив. В статье предложена организационная модель структуры, обеспечивающей гибкий подход к реализации инновационной деятельности промышленных предприятий.*

Инновационная деятельность, управление, системообразующие параметры.

**D.G. Safaraliev, M.G. Kuzmina, O.A. Luzgina**

## **INSITUTIONAL ASPECTS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES INNOVATIONAL ACTIVITIES MANAGEMENT**

*Innovative potential of economic unit can be effectively used in condition of the mutual participation of an enterprise and an organization in innovative projects that demands their coordination of initiatives. The authors suggest such an organizing model of structure which might give flexible scheme of maintenance of innovative activity to industrial enterprises.*

Innovative activity, management, system creating parameters.

Руководство российской экономикой за последние годы предпринимает активные шаги в направлении перехода на качественно новый этап экономического роста и поставило перед страной и промышленными субъектами задачу по значительному увеличению валового внутреннего продукта к 2020 году. Реализация этой программы требует формирования у кадров всех уровней управления промышленностью инновационного взгляда на тенденции развития экономики страны. Суть развития данной тенденции состоит в модернизации деятельности промышленных предприятий, применении новых способов управления, основанных на использовании внутренних факторов конкурентоспособности, соответствующих мировым тенденциям и сдвигам в структуре экономики, происходящим на базе новых информационных технологий, усилении глобальных и региональных институциональных процессов.

Известными способами реформирования деятельности предприятий являются проведение изменений как в их структуре, так и в номенклатуре производимой продукции, т.е. инновации. Опыт зарубежных стран мира с высокоразвитой экономикой показал, что инновации придают стратегическую устойчивость функционирования организации, ослабляют ее зависимость от конъюнктуры отдельных рынков, обеспечивают прочную опору на различные слои потребителей.

В РФ в последние годы произошли положительные сдвиги в адаптации промышленных предприятий к рыночным условиям хозяйствования. Тем не менее, инновационные процессы, протекающие в экономике, как один из способов обеспечения устойчивого экономического роста и поворота к потребителю претворяются с большими трудностями, осложняются рядом факторов развития промышленных предприятий. Это объясняется тем, что проводимые ранее преобразования многими предприятиями ВПК, машиностроения, приборостроения и других отраслей происходили в условиях ограниченности материальных, финансовых, информационных и других ресурсов.

Управление экономикой осуществляется в условиях формирования федеративных отношений, основным признаком которых является обеспечение экономической самостоятельности регионов, и предполагает, что в каждом субъекте Российской Федерации необходимо развивать региональные инновационные системы, учитывающие экономические тенденции стратегического развития предпринимательства. Интенсификация хозяйственной

жизни субъектов экономики ведет к появлению новых сегментов рынка, на которых могут успешно функционировать предприятия. Однако углубление рыночных отношений вызвало разобщенность в поведении организаций, сложность обеспечения единства отраслевых региональных комплексов и ограничило возможности региональной власти в воздействии на наиболее перспективные отрасли экономики.

В промышленности регионов наблюдается неразвитость инфраструктуры и недостаточность координации между организациями, заинтересованными в реализации инновационных идей. Для активизации хозяйствующих субъектов, повышения использования инновационного потенциала промышленных предприятий, создания условий для развития всех отраслей экономики территории на основе генерации, распространения и реализации нововведений требуется соответствующая консолидация усилий и ресурсов.

Необходимо учесть и тот факт, что только незначительная часть выпускаемой продукции и оказываемых производственных услуг (5-10%) идет на внешние рынки. Значительная ее доля расходуется по местным, локальным рынкам сбыта. Специфика географии РФ, огромные затраты времени на укрепление и администрирование межрегиональных и межотраслевых производственных связей вызывают необходимость проведения предприятиями фокусированной гармонизации инновационных инициатив, предполагающих сегментацию капитала и позиционирование предпринимателей в своем регионе [1].

Организационно-экономические взаимодействия заинтересованных в инновациях промышленных предприятий, с одной стороны, и заинтересованных региональных институтов – с другой, можно представить как институциональный механизм (организация, альянс, кластер, консорциум и др.), обеспечивающий формирование и реализацию инновационных стратегий для удовлетворения спроса потребителей в промышленных товарах и услугах, которые будут производиться предприятиями того же региона.

Для покрытия дефицита необходимых ресурсов (материальных, информационных, инновационных, людских), а также развития предпринимательства во всех отраслях промышленности отдельно взятого региона потребуется формирование кооперационных связей предприятий на базе производственно-инновационных субконтрактинговых отношений.

Авторы исходят из предположения, что для эффективного взаимодействия между заинтересованными субъектами в регионе необходимо создание специализированной региональной структуры, миссией которой будут являться координация и инфраструктурная поддержка инновационных процессов промышленных предприятий.

Организация поддержки инноваций базируется на экономических инструментах. Экономическая основа межсубъектных отношений в интегрированной структуре может принимать различные формы. Кроме бюджетных субвенций и банковского кредита, частичного покрытия процентных ставок, в нашей стране другие механизмы поддержки инноваций активно не используются. Существует еще целый спектр экономических инструментов: конвертируемый заем, прямые инвестиции, венчурные фонды, привлечение стратегических инвесторов, гарантийные фонды, передача собственности, использование инновационных площадок и другие.

Для реализации процессов управления инновационной деятельностью промышленных предприятий потребуется использование различных механизмов, к числу которых относятся затратно-распределительный, организационно-распределительный, производственно-распределительный, информационно-распределительный, кредитно-кооперационный, страховой, безвозмездно-доверительный [2].

Потенциальными участниками предполагаемого альянса могут стать государственные предприятия, акционерные и частные промышленные и научно-исследовательские организации, организации финансового рынка (банки, страховые компании, инвестиционные фонды), исполнительные органы региональной власти, предприниматели, образовательные организации, объединения промышленников и предпринимателей, общественные организации. В про-

цессе реализации идеи взаимодействия в сфере инноватики предприятий могут иметь место разнообразные формы сотрудничества: стратегический союз, пул, соглашение, совет и другие.

Предлагаемый подход предполагает создание координационной структуры, которая будет способствовать достижению потенциального синергизма в ходе реализации программы производства новации.

Проявление, главным образом, диверсификации деятельности будет рассматриваться не только в виде технологических цепочек вертикально и горизонтально интегрированных имущественных комплексов, но также как процесс взаимодействия и обратных связей между всем комплексом экономических, социальных, политических, организационных, информационных и других факторов, определяющих создание новаций.

Благодаря такому подходу появляется возможность обнаружить нестыковки внутри системы, которые препятствуют технологическому развитию и внедрению инноваций. В нашем случае наиболее ценной станет поддержка со стороны региональной власти, которая сможет с помощью административного ресурса улучшить взаимодействие между различными участниками инновационной деятельности, повысить деловую активность предприятий, осуществляющих инновационную деятельность.

Имеется положительный опыт подобного взаимодействия предприятий самодостаточных регионов России (г. Москвы, Самарской области, Татарстана) [3]. В более сложном положении находятся дотационные субъекты РФ, хотя и в них развиваются соответствующие программы. Например, руководство Пензенской области прилагает огромные усилия по инициированию инновационной активности предприятий, направленной на решение социально-экономических проблем региона. Создание передвижных медицинских пунктов, строительство физкультурно-оздоровительных комплексов – первые попытки вовлечения промышленных предприятий в инновационные процессы.

Используя опыт исследователей в области развития регионального инновационного предпринимательства, можно сформулировать императивы для региональной системы развития инновационной деятельности предприятий:

- разработка и внедрение механизма воздействия региональных органов власти, направленного на повышение инновационной активности предприятий и организаций на основе приоритетов стратегического развития региона;
- внедрение институциональных механизмов отбора предложений (проектов) и прямого или льготного их финансирования;
- создание научно-исследовательского, маркетингового центра (института) для изучения конъюнктуры регионального рынка инновационного предпринимательства;
- обеспечение информационной поддержки региональных участников (исполнителей и потребителей), задействованных в процессе инновационной деятельности предприятий;
- создание институциональных условий подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров для новых сфер деятельности, создание системы консультационных услуг для предприятий и организаций;
- встраивание региональной системы инновационного развития в общероссийскую инновационную систему и международный рынок;
- формирование благоприятного общественного мнения об инновационной деятельности субъектов предпринимательства.

Взаимодействие субъектов-участников по поводу организации маркетинга, исследовательских, проектных, технологических, производственных и реализационных процессов может осуществляться по различным типам (инсорсинговый, аутсорсинговый, виртуальный). Проведенные авторами исследования факторов, определяющих разнообразие подходов к обеспечению жизнеспособности организации поддержки инновационной деятельности, позволили сформировать организационную модель (см. таблицу), которая позволит варьировать организационные параметры, сообразно возникающим ситуациям.

## Системообразующие параметры организации инновационной структуры в регионе

Системообразующий фактор	Варьируемые значения
1. Форма организации (по степени интеграции капитала и способам управляющих воздействий)	Некоммерческая организация Хозяйственный союз Консорциум Холдинг Пул Ассоциация Виртуальная сеть Коммерческая организация
2. Ресурсы, потребляемые из региональных источников	Трудовые ресурсы Сырье, материалы, комплектующие Информация Финансовые ресурсы Предпринимательские способности

Продолжение таблицы

Системообразующий фактор	Варьируемые значения
3. Источники ресурсного обеспечения в регионе	Инновационные идеи субъектов рынка Производственные мощности (свободные, резервные) промышленных предприятий Мощности организаций НИОКР Образовательные учреждения Незанятое трудоспособное население Денежные средства хозяйствующих субъектов Объекты финансового рынка Венчурные фонды Специализированные инфраструктурные единицы
4. Форма партнерского взаимодействия	Научно-техническое сотрудничество Производственная кооперация Коммерческое сотрудничество с институтами финансового рынка Информационная поддержка Торгово-посредническое взаимодействие Подготовка и переподготовка кадров Государственный заказ Гранты
5. Источники инновационных идей	Маркетинговые исследования рынков региона Концепции социально-экономического развития страны Результаты исследований социально-экономического развития страны и регионов Инновационные программы хозяйствующих субъектов Базы данных инновационной инфраструктуры региона Договоры внешнеэкономического сотрудничества Результаты научных исследований и разработок организаций науки и образования Стратегические планы развития предприятий
6. Координирующий орган	Промышленное предприятие Структура ФПГ Научно-исследовательская организация Центр маркетинговых исследований

	Специализированная организация Биржа контрактов и координации Другие (например, региональное агентство, лизинговая компания, университет)
7. Организационно-структурная форма	Функциональная Дивизиональная (региональная, продуктовая, технологическая) Матричная Смешанная Программно-целевая (проектная)
8. Средства взаимодействия	Коммерческие контракты Партнерский договор Государственный заказ Региональный заказ Лизинг
9. Тип взаимодействия с внешними партнерами	Инсорсинговый Аутсорсинговый Виртуальный Смешанный

Окончание таблицы

Системообразующий фактор	Варьируемые значения
10. Форма партнерства региональной власти	Учредитель Соучредитель Координатор Заказчик
11. Источники финансовых средств	Собственные средства организации-заказчика Банковский кредит Средства организаций-партнеров Целевые средства консолидированного бюджета субъекта РФ, региональные гранты, бюджет развития региона Федеральный бюджет Региональные программы и фонды поддержки Отраслевые бюджеты, программы и фонды поддержки Международные программы и фонды поддержки Внебюджетные программы и фонды поддержки, венчурный инновационный фонд Покрытие бюджетом региона процентных ставок по кредитам Совместное инвестирование банками и бюджетом развития региона
12. Нефинансовые институты развития [4]	Особые экономические зоны (технично-внедренческие, промышленно-производственные, туристско-рекреационные, портовые) Технопарки, промышленные парки, «бизнес-инкубаторы» Центры трансфера технологий, субконтрактации, развития дизайна, энергоснабжения и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лузгина О.А. Концепция управления диверсификацией деятельности промышленных предприятий на региональном рынке: монография / О.А. Лузгина. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 168 с.

2. Лузгина О.А. Диверсификация деятельности промышленного предприятия в условиях регионального рынка / О.А. Лузгина, Л.Н. Семеркова. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. 142 с.

3. Агеев Ш. Инновации: мифы и реальность / Ш. Агеев // Волга-Бизнес. 2005. № 1.

4. Набиуллина Э.С. Задачи институтов развития по диверсификации экономики России / Э.С. Набиуллина // Экономика и управление. 2008. № 1.

**Сафаралиева Диляра Гаджиметовна** –  
научный сотрудник  
Пензенского регионального центра  
высшей школы (филиала)  
Российского государственного университета  
инновационных технологий  
и предпринимательства

**Safaralievа Dilyara Gadjimetovna** –  
Scientific Officer of the Penza Regional Center  
of the High Educational School (branch)  
of the Russian State University  
of Innovational Technologies  
and Entrepreneurship

**Кузьмина Мария Геннадьевна** –  
ассистент  
Пензенского регионального центра  
высшей школы (филиала)  
Российского государственного университета  
инновационных технологий  
и предпринимательства

**Kuzmina Mariya Gennadyevna** –  
Assistant of the Penza Regional Center  
of the High Educational School (branch)  
of the Russian State University  
of Innovational Technologies  
and Entrepreneurship

**Лузгина Ольга Анатольевна** –  
доктор экономических наук, профессор  
Пензенского регионального центра  
высшей школы (филиала)  
Российского государственного университета  
инновационных технологий  
и предпринимательства

**Luzgina Olga Anatolyevna** –  
Doctor of Economic Sciences,  
Professor of the Penza Regional Center  
of the High Educational School (branch)  
of the Russian State University  
of Innovational Technologies  
and Entrepreneurship

*Статья поступила в редакцию 16.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 338.45

**Н.Ю. Сурова**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Проанализирован промышленный комплекс с позиций системного подхода как важнейшая структурная составляющая национальной экономики. Определено влияние системообразующих факторов внешней и внутренней среды промышленного комплекса. Сформирована методика использования групп системных показателей для анализа развития предприятий промышленного комплекса на основе диагностики эффективности управления инвестициями и инновациями, даны рекомендации по использованию данной методики в инструментарии управляющих структур.*

Инновации, инвестиции, системный подход.

N.Yu. Surova

## INVESTMENT AND INNOVATIONAL ACTIVITY SYSTEM MANAGEMENT PERFECTION AT INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES

*The industrial complex from positions of the system approach as the major structural component of national economy is analyzed here. The influencing factors of the external and internal environment of an industrial complex are determined. The technique of use of groups of system parameters for the analysis of development of the enterprises of an industrial complex is generated on the basis of diagnostics of a management efficiency by investments and innovations, recommendations for use of the given technique in toolkit of managing structures are given.*

Innovations, investments, system approach.

Тенденции трансформирования современной национальной социально-экономической системы, вызванные становлением и развитием рыночных отношений в России, предопределили необходимость максимального использования технологических возможностей и производственных мощностей промышленного комплекса, как основного ресурса для преодоления последствий структурного финансово-экономического кризиса.

В настоящее время промышленный комплекс, как важнейшая структурная составляющая национальной экономики, является базисом стабилизации функционирования отраслей народного хозяйства и роста производительности труда, оказывая существенное воздействие на формирование основных финансово-экономических показателей государства и обеспечивая консолидацию всех субъектов Российской Федерации, объектно-ориентированную на интегрирование в мировые товарные рынки.

Учитывая высокую значимость эффективности функционирования и стабильности динамичного развития промышленного комплекса в структуре национальной экономики, целью государственной политики в отношении реформирования промышленности является формирование социально ориентированного промышленного хозяйства для ресурсного и инфраструктурного обеспечения экономического роста, поддержания национальной безопасности страны, предотвращения потенциального товарного кризиса и повышения конкурентоспособности российской экономики.

В условиях осуществления программы реформирования промышленного комплекса проведение системных исследований по проблемам современного состояния промышленности и выявлению инвестиционных приоритетов и перспектив инновационного развития отрасли для совершенствования систем управления является важной, чрезвычайно актуальной научной и практической задачей.

Вопросы совершенствования управления инвестиционной и инновационной деятельностью промышленного комплекса в современных неравновесных условиях функционирования национальной экономики недостаточно изучены, при этом научно-практическая обоснованность системности изучения управления инновациями и инвестициями, формирующая современную научную методологию системного исследования развития данных процессов, подтверждается работами многих ученых мира, таких как: Л. Фон Берталанфи, Б.Р. Гейнес, Г.Х. Гуд, И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, А.И. Уемов, Э. Г. Юдин, Н.С. Яшин и другие.

На наш взгляд, целесообразно рассмотрение промышленного комплекса как сложной экономической системы, т.е. во всей совокупности составляющих элементов и их свойств, связей и отношений, структурных и функциональных зависимостей системы управления от внутренней и внешней среды. При этом актуально исследование промышленного комплекса как



активной системы для выявления и анализа объективно существующих системообразующих факторов, этиологических причин и условий развития этой системы в окружающей среде.

Процесс совершенствования системы управления промышленным комплексом основывается на формировании научно обоснованной долгосрочной инвестиционной стратегии инновационного развития промышленности, адаптированной под современные неравновесные условия хозяйствования, поэтому представилось необходимым определение в наших исследованиях влияния внешних условий на состояние предприятий исследуемого комплекса.

К условиям внешней среды, определяющим варианты развития промышленного комплекса, отнесены: динамика функционирования национальной и мировой промышленной и энергетической систем, темпы осуществления инновационных преобразований в промышленности; формирование правовых и инвестиционных условий для обеспечения инвестиционной привлекательности; инновационная модернизация основных фондов комплекса; складывающаяся конъюнктура внешнего и внутреннего рынков производственных ресурсов.

Позитивными факторами внешней среды промышленного комплекса считаем: временное ослабление ресурсных ограничений экономики; наличие свободных производственных мощностей, использование которых в кратчайшие сроки может принести экономический результат; относительно низкие на данный момент издержки для обеспечения постоянного роста.

К негативным факторам развития макросреды промышленного комплекса отнесены: низкая активность и неплатежеспособность потребительского рынка вследствие уровня доходов населения; низкая инвестиционная и инновационная активность и недоступность долгосрочных инвестиционных кредитов для предприятий, вследствие высоких инвестиционных рисков для введения инноваций.

С целью объективного учета влияния внешних условий на деятельность промышленного комплекса сформированы группы системных показателей анализа развития промышленной системы (группа финансовых, ресурсно-технологических и инновационно-инвестиционных показателей) диагностики эффективности управления инвестициями и инновациями и исследования результативности управления данным комплексом в неравновесной среде национальной и региональной экономики.

При этом к группе финансовых показателей отнесены следующие коэффициенты: общей (текущей) ликвидности, срочной ликвидности, абсолютной ликвидности, финансовой зависимости, покрытия процентов (защищенности кредиторов), автономии, общей рентабельности, рентабельности активов (рентабельности инвестиций), рентабельности оборотных активов, рентабельности внеоборотных активов, рентабельности продаж (реализации), рентабельности собственного капитала, концентрации заёмного капитала, обеспеченности собственными средствами, чистой выручки, маневренности собственных средств, **восстановления платежеспособности**, утраты платежеспособности, снижения объема продаж, наличия убытков, падение объема выпуска продукции, оборачиваемости активов (трансформации), оборачиваемости дебиторской задолженности, роста кредиторской задолженности, оборачиваемости основных средств (фондоотдача) и оборачиваемости материальных оборотных средств.

К группе ресурсно-технологических показателей отнесены коэффициенты: обеспеченности запасами и затратами из собственных источников, недопоставки сырья, оборачиваемости запасов, **инкассирования продукции**, обеспеченности специалистами и текучести кадров.

Последняя группа инновационно-инвестиционных показателей состоит, в свою очередь, из следующих коэффициентов: чистой текущей стоимости инновационных проектов, прибыльности, отношения выгоды к затратам, внутренней нормы доходности, рентабельности инвестиций, внутреннего долга (по отношению к объему выпускаемой продукции), увеличения внешнего долга.

При исследовании функционирования промышленного комплекса в реальных макроусловиях учитывались циклические колебания в экономике, которому, как и всякая экономическая система, подвержен рассматриваемый комплекс. На основе изучения закономерности

стей зарождения и распространения циклических колебаний на базе данных показателей сформирована методика эффективности анализа инвестиционной и инновационной деятельности для исследования поведения промышленного комплекса в условиях неравновесности.

В целом, данная система показателей базируется на данных публичной отчетности предприятий промышленного комплекса, что предоставляет возможность независимого анализа экспертами корреляций в финансовом состоянии предприятий и подтверждает на практике объективность самой методики оценки экономических процессов посредством групп системных показателей.

Итогом комплексного учета всех групп системных показателей финансово-хозяйственной и производственной деятельности предприятий промышленного комплекса является проведение рейтинговой оценки каждого объекта промышленности в сопоставимости с эталонным значением граничных условий весовых коэффициентов.

В нашем случае эталоном стабильности функционирования предприятий является условный объект с максимальными нормальными значениями по всем показателям, поэтому алгоритм сравнительной рейтинговой оценки состояния объектов топливно-промышленного комплекса представлен нами в виде последовательности следующих действий:

– производится расчет всех групп системных показателей и полученные значения весовых коэффициентов представляются в виде матрицы ( $K_{ij}$ ): в столбцах ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) соответственно строкам показателей ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ );

– проводится расчет комплексной оценки по формуле евклидова расстояния от точки эталона до конкретных значений:

$$R_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{K_{ij}}{K_{i,m+1}}\right)^2};$$

– производится ранжирование в порядке возрастания рейтинговой оценки;

– для оценки стабильности деятельности объектов промышленного комплекса соответственно методом анализа отдаленности объектов от экстремальных состояний как нижних пороговых значений весовых коэффициентов расчет рейтингового числа проводится по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} K_i.$$

При полном соответствии значений финансовых коэффициентов минимальным нормативным уровням рейтинговое число будет равно 1. Финансовое состояние предприятий промышленного комплекса с рейтинговым числом менее 1 характеризуется как экстремальное.

Данная методика предназначена для изучения эффективности и закономерности внедрения инновационных технологий на предприятиях промышленного комплекса, а также для профилактики и диагностики возникновения экстремальных состояний, в том числе в негативных фазах колебаний, а также для исследования стабильности функционирования промышленного комплекса в макросреде национальной экономики.

На базисе использования в практике управляющих структур данной методики представляется возможным формирование оптимизированных программ антициклического регулирования деятельности промышленного комплекса, главным преимуществом которых будет являться учет многовариантных сценариев развития системы при внедрении инноваций и при прохождении точек бифуркаций. На этой основе посредством методов математического моделирования возможно выделение наиболее вероятных цепочек основных процессов и направлений дальнейшего генезиса системы для формирования объектно-ориентированного демпфирующего или сглаживающего управляющего воздействия на воспроизводственный процесс.

В современных информационных условиях объективно существующие сложность и многозадачность подобного рода исследований могут быть устранены посредством автоматизации с использованием компьютерного программирования процессов математического анализа динамических и стохастических вариантов инновационного развития предприятий промышленного комплекса в условиях неравновесности.

В процессе совершенствования системы управления промышленным комплексом представляется необходимым компонентная инсталляция механизмов антициклической управленческой деятельности на основе использования данной методики определения эффективности использования инвестиций и инноваций, т.к. именно стабильное и эффективное функционирование промышленности – основа поступательного развития экономики страны и неотъемлемый фактор обеспечения цивилизованных условий жизни ее граждан.

**Сулова Надежда Юрьевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Предпринимательство и проектный менеджмент» Института бизнеса и делового администрирования Саратовского государственного технического университета

**Surova Nadezhda Yuryevna** – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of «Entrepreneurship and project management» of the Institute of Business and Management of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 04.07.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 338.24:332.012.2:330.3

**А.А. Тихомиров**

### **АКСИОМАТИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ОСОБЕННОСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Изложена детерминация экономической безопасности на базе исследования генезиса государственности. Показана постепенная деградация духовности человеческих общностей, вызванная становлением и развитием экономических принципов формирования и укрепления безопасности. Показаны причины, этапы и принципы формирования социально-экономических систем. Выявлены межцивилизационные различия обеспечения безопасности социально-экономических систем.*

Экономическая безопасность, социально-экономические системы.

**A.A. Tikhomirov**

### **AXIOMATIC DETERMINANTS OF PARTICULARITIES OF SOCIAL-ECONOMIC SYSTEMS ECONOMIC SAFETY MANAGEMENT**

*The author studies the economic safety determination based on nationality genesis research. With the help of general scientific research methodology of human generality evolution he demonstrates gradual degradation of people's spiritual, caused by formation and development economic principle of safety's shap-*

*ing and fortifications. The article shows social-economic system formation process, its reasons, steps and principles. The civilization differences of providing safety of social-economic systems are revealed. The table of civilization principles recourse providing of safety's subjects are given. The author presents axiomatic determinants of the particularities of the safety management in Russia, countries of East and West.*

#### Economical safety, social and economical systems.

Экономическая наука последних десятилетий характеризуется коренными изменениями, касающимися как предмета ее исследования, так и основных ее методов и подходов. В силу этого факта она все чаще вынуждена задаваться вопросами, которые ещё вчера не входили в область ее интересов, все интенсивнее потреблять те знания, которые вырабатываются в рамках междисциплинарности.

Каждая страна в состоянии достичь колоссальных успехов через осмысление своего исторического опыта, а точнее, через осознание наиболее показательных ее исторических периодов расцвета экономических, политических и социальных смыслов [1]. Для России кульминацией этих смыслов является становление государственности.

Согласимся с Э. Дюркгеймом: при нынешнем состоянии исследований мы в полной мере не представляем ни того, что есть государство, ни откуда оно. Немногочисленные составляющие предмет наукооборота, впрочем, расхожие идеи поставляют расплывчатые понятия, неясные, смутные впечатления, полные предрассудков и предвзятостей. Одно несомненно, государство оформляется там и тогда, где и когда объективируется потребность институционализации проявлений социального целого; самоорганизуется процесс налаживания воспроизводства коллективного существования, требующего институциональной дифференцировки – обособления, закрепления – ролей социального целого во всех моментах (полномочия, нормы, права, обязанности). Суть в том, что своей предметной масштабностью происхождение государства выходит за пределы епархии собственно юридической и политической наук. Оно адекватно осмысливается лишь в синтетическом, философском знании – философии хозяйства [2]. Дело здесь в том, что частные науки, анализирующие форму явлений, ищут «правду текущей жизни». Философски экипированные системы научного знания осмысливают содержание явлений, «правду тайного предназначения».

Детальное разложение компонентов, составляющих основу причинно-следственной цепи исторических взаимосвязей, приведших к становлению государственности [3], позволят нам обнаружить как источники, так и прямые детерминанты особенностей обеспечения экономической безопасности социально-экономических систем. Панорамный обзор и соразмерный синтез различных тенденций истории дадут беспристрастный анализ различий принципов управления экономической безопасностью России, стран Запада и Востока.

Начнем с того, что социальность, как атрибуция человека, свойственна ему изначально [4]. В человеческой общности заложены идеи коллективного жизнеобеспечения на основе рационально-оптимизирующего, адаптирующего солидарного разделения и распределения кооперативных ролей в условиях группового жизнеобеспечения. К сожалению, антропологическая недоуточненность форм начального этапа эволюции человечества позволяет исследовать человеческие общности только с периода родоплеменного строя [5].

Родоплеменной строй представлял собой единство кровно-родственной и антропогеоценотической составляющей: хозяйственный коллектив в сочетании с осваиваемой им территорией, суммой оказываемых на нее воздействий с позиций этнической составляющей в принципе гомогенен. Жизнеобеспечение в этот период протекает посредством присваивающего хозяйства (собирательство, охота, рыболовство), за счет прямого потребления вещества

природы (по словам Гесиода, люди начали свою историю с «золотого века» где они «сколько хотелось, трудились, спокойно собирая богатства» [6]).

Пружиной социальных отношений при родовом строе явилась мобилизация всех доступных на тот период человеческой общности ресурсов для обеспечения собственной безопасности, которая выразилась в: а) исключении браков между представителями разных поколений; б) консолидации детей вокруг матери; в) табуации внутригрупповых браков. Прямыми следствиями (а) и (б) явились естественная функциональная и ролевая стратификация и иерархизация популяционных групп, локальная ассоциация индивидов, ускорившая дифференциацию межсубъектных связей в деятельностном обмене. Результатом (в) выступила экзогамия, через аутобридинг способствовавшая взаимодействию родов, а значит, сращению их во фратрии (филы) и племена. И если род характеризует общность кровным родством, то племя (общность крови и территории) – хозяйством.

«Атмосфера общежительного предопределяет развитие духовных и практически-духовных форм культуры» [7], которая в виде развернутого органического следствия социальности проявляет себя в качестве четырехтактного механизма порождения, умножения, закрепления и передачи групповых ценностей, понимаемых широко – как непреходящие плоды завоевания человечности. Чем лучше данный механизм выверен, отлажен, тем более высоко состояние общественной безопасности.

Естественная стихия общения, межсубъектного взаимодействия, деятельностного обмена формирует межпоколенную группу людей, объединенную культурой и самосознанием. Человеческая общность, скрепленная узами кровного родства, автономией коллективных ценностей, судьбы, традиции, в данном географическом ареале – этнос. Формированием этноса завершается процесс естественной оптимизации социальной структуры обеспечения безопасности посредством ужесточения биологических коммуникаций на базе прямого потребления вещества природы.

Однако, гармония в отношениях человека и Природы была нарушена в период неолита, когда вследствие климатических изменений резко возрос привычный для человека уровень естественной убыли. Сложившаяся система хозяйствования перестала удовлетворять потребности в безопасности.

Не имея резервов ее обеспечения за счет дальнейшего ограничения биологических коммуникаций, человек меняет отношение к окружающей среде, что, катализируя техногенез, дает толчок: а) переходу от примитивных форм природопотребления к развитым; б) замене кровно-родственных сцепок территориальными.

Под влиянием патрилинейности (счет происхождения, родства и наследства по отцовской линии) род постепенно распадается на стратифицированные группы – малые семьи, которые, будучи несамодостаточными в воспроизводственном отношении, под давлением экзогамии объединяются в соседские общины.

Соседская община сдвигает акценты с этничности на социальность. Если родовая община – универсальный институт коллективности – носитель всей совокупности социальных функций, то соседская община жизнедействует как агрегация семейных (фамильных) хозяйств. В своем институциональном измерении она, во-первых, не синкретична – часть общинных функций приняла на себя семья; во-вторых, объединяя в основном соплеменников, она лишена собственно этнической выраженности родоплеменной организации; ее основное воспроизводственное назначение реализуется помимо родоплеменной привязки. Осью группового взаимодействия становится непосредственно производство, логика его налаживания, поддержания. Со стадии соседской (территориальной) общины намечается дивергенция этнической и воспроизводственной определенности родоплеменной социальности.

Переход к развитому земледелию, стойловому содержанию скота, отгонному скотоводству сопровождался прогрессивным усложнением производства, стабилизацией получения пищи, созданием продовольственных запасов. Этот процесс означал освобождение хо-

зяйственного коллектива от непосредственной повседневной зависимости от эксплуатируемой территории: производители обрели возможность изменять микросреду в «нужном» направлении [8]. Благие намерения выжить скотоводством и земледелием катализировались в сплочение человечества против Природы.

И если хозяйство основано на духовности этноса, т.е. мобилизации исключительно внутренних ресурсов общественной безопасности, на предельно возможном осознании единства субъекта и объекта управления безопасностью, то новые принципы обеспечения безопасности формировались на основе сокращения ареала духовности – выделении объектов управления безопасностью субъекта, мобилизации внеобщественных ресурсов общественной безопасности, переходе от хозяйствования к экономике.

Впервые понятие экономической эпохи в развитии общества было предложено в середине прошлого столетия К. Марксом. Объединяя в экономическую общественную формацию ряд весьма разнородных общественных форм, основатели марксизма считали экономическим такой способ взаимодействия между членами социума, такую «форму общения», которые определены не религиозными, нравственными или политическими, а в первую очередь производственными факторами, в которых развитие общества не задано следованием инстинктам или традиции, а порождено взаимодействием людей в процессе создания материальных благ, взаимодействием, подчиняющимся независимым от человеческого сознания строгим законам [9].

Первые же пастухи сегментировали природу – выделили, присвоили и обеспечили сохранность той ее части, которая укрепляла их жизнеспособность. Теперь безопасность – это отсутствие угроз со стороны Природы материальным ценностям, отнятым у нее на основе общественного оправдания. Формирование института общественной собственности сократило ареал духовности до размера общества, переведя её в качественно новое состояние – культуру, которая предусматривает возможность объектов некорректного поведения. В полном соответствии с универсальным принципом комплементарности собственность дополнилась нравственностью, наличие объектов некорректного поведения – угрозами собственности.

Коэволюция культуры и производства в соседской общине обеспечила расширение номенклатуры объектов агрессивного поведения. Теперь собственность необходимо защищать и от других соседских общин, впрочем, как и насильственным способом ее перераспределять. А поэтому, если соседская община была производственной единицей, то фратия, состоявшая из нескольких общин, теперь стала военной и религиозной организацией, с помощью которой создаваемые ценности и средства их производства охранялись и приумножались.

В присваивающей форме обеспечения жизнедеятельности взаимодействие происходит между её тождественными, органично-однородными субъектами. При переходе к производительному воздействию на природу появляются статусы и роли, социальность приобретает доминирующее положение, ее место в жизнедеятельности меняется качественно. Непосредственные зависимости между людьми переходят к их опосредованно-вещным зависимостям, возвращающим социум, предопределяют развитие нравственных, практически-нравственных и практических форм цивилизации.

Таким образом, значение неолитической революции не сводится только к сдвигу от потребляющего хозяйства к производящей экономике. Значение это гораздо более глубоко, объемно. Оно в зачатии социально институционального, в трансформации духовной сферы, в дополнении к локальной групповой табуации универсальной регуляции общественных связей через обычаи, традиции, религию, в становлении экономики и института собственности, как результата переноса акцента управления собственной безопасностью с развития внутренних ресурсов ее обеспечения на внешние. Оно в формировании первых социально-экономических единиц обеспечения собственной безопасности, построенных по образцу и

подобию элементарных фрагментов природы и направленных против неё. Оно в первых шагах человечества к государственности [10].

Собственно вызревание общественного из общинного и государственного из общественного с самого начала отличалось вариантностью. Заложенный природой мобилизационный механизм обеспечения безопасности человека «по умолчанию» предусматривает оптимизацию ресурсов – выбор наилучшего варианта из множества возможных, процесс нахождения экстремума определённой функции при заданных ограничениях. В нашем случае экстремум – размеры социальной мобилизации, ограничения – максимально возможное состояние экономической безопасности и природные условия. Социальная мобилизация оптимизирует размер общностей от этнических до социально-экономических систем.

Начала государственности связываются не с насилием, не с перераспределением и не с присвоением прибавочного продукта. Начала государственности – в организации производства, как ценности, обеспечивающей динамику безопасности, повышение уровня независимости от внешних факторов в формировании и развитии общего воспроизводственного дела.

Основным производственным ресурсом – предметом труда, на начальном этапе социально-экономической эволюции было непосредственное вещество природы. Его характеристики определяли организационные особенности управления производством. В отладке технологии, достижения экономического оптимума работоспособности целого выражалась потребность в безопасности. Экономической основой цивилизации в субтропических долинах Нила, Двуречья, Инда, а также Хуанхэ было ирригационное земледелие, обслуживаемое колоссальными по трудоемкости и трудозатратности видами работ. Предотвращение заболачивания, запустынивания земель, противостояние стихийным разливам рек, изменениям их русла предусматривало проведение широкомасштабных землеустроительных, оросительных, строительных работ по сооружению дамб, плотин, каналов, водохранилищ и слаженного, занимающего львиную долю трудополезного времени, усилия многочисленных трудовых контингентов. Исходно они рекрутировались непосредственно из членов сельских общин – соседей-тружеников, при этом родовая общинная ассоциация превращалась в трудовую кооперацию. Поскольку регулирование земле- и водохозяйства по руслам рек отличается шириной пространственного охвата, восточная форма государственности не могла не быть жестко централизованной. Аналогично – характер правления. Поскольку координировать труд общинников на больших территориях способна лишь сильная, проникающая власть, восточная форма государственности не могла не быть деспотически авторитарной.

В то же время власть действует не как попало, в противном случае она обрекает себя на неминуемое банкротство. Ограничивают проявления власти всякого рода гомеостатические механизмы сбалансирования бытия социального целого. Этим целым, решающим в регулярном режиме частные проблемы экономической безопасности в процессе совместного кооперативного дела оказывался институт государства.

На Востоке мало-помалу отрабатывается регламентный вид межсубъектного взаимодействия с опорой на некие универсалии – разнообразные порядки, своды, сборники, законы, уложения, кодифицирующие, конституирующие, легализующие полномочия, обязанности, действия, поведенческие акты как должностных лиц, так и граждан. Идут капитальные процессы созидания нормативно-правового обеспечения гарантий жизни посредством задания инструктивных универсалий, обязательных для исполнения социальных императивов.

В свою очередь, на Западе, в древней Греции в частности, социально-экономическая жизнь на рубеже VIII-VI вв. до н.э. в своей первозданности во многом воспроизводила характер древневосточной социальности. Так же, как и на Востоке, стремительное имущественное расслоение общины влекло развитие долговой кабалы. Как отмечает Аристотель, в Аттике практически все земледельцы пребывали в долгу у землевладельческой знати [11]. Должников либо превращали в рабов, либо продавали. Всё, как на Востоке, за исключением родимых пятен своеобразия.

На Востоке:

- рабство прогрессирует вглубь – пышным цветом цветет долговое рабство; социальный статус общинников неустойчив, конвертируем;
- набирает силу ростовщический капитал – свободные средства мертвым грузом оседают в сокровищницах;
- прививаются крупные хозяйственные формы, организационно некомпактные, неустойчивые;
- гиперразвиты коллективизм, консерватизм, традиционность;
- разделение города и деревни идет медленно – власть, отстраненно удаленная от производящих центров, заинтересована в их статизации.

На Западе:

- рабство прогрессирует вширь – законы Солона вводят запрет на долговое рабство; социальный статус свободных соплеменников, коих нельзя поработить, устойчив, неконвертируем;
- ростовщический капитал слаб, свободные средства вкладываются в товарное производство;
- прививаются малые хозяйственные формы, организационно компактные, устойчивые;
- достаточно развиты индивидуализм, прогрессизм, инновационность;
- разделение города и деревни идет быстро – власть, территориально с производящими центрами совпадающая, заинтересована в их динамизации.

Причина заключена в различии условий западного и восточного производств. Мало-пригодная для земледелия почва была богата различными строительными материалами и полезными ископаемыми, что способствовало раннему развитию ремесел, а теплое море, связывающее ее с близко расположенными восточными и южными странами, позволяло ремесленные изделия, так же как вино и масло, производить не только для местного потребления, но и на вывоз в обмен на хлеб и другие основные предметы питания (соленое мясо, рыбу и пр.).

Георесурсы в сочетании с технологией их переработки обеспечивали экономическую оптимальность малым компактным производственно-общинным единицам. Приток в них производительных сил не только не был экономически целесообразен, зачастую он был просто губителен. Ввиду этого обезземеленные общинники не поработались, а экспортировались за пределы страны в рамках официально санкционированной территориальной экспансии, в то время, как крупное восточное землеоросительное производство было ненасытным в перемалывании как соплеменной, так и иноплеменной рабочей силы.

Отсутствие масштабных трудоемких общественно-производительных работ, в ситуации более высокой эффективности производства, технологической продвинутой не обеспечивает объективных условий укрепления деспотии.

Индивидуализированный труд в западной общине открывает простор частнособственническим формам хозяйствования. Относительная персональная свобода общинников (следствие несвязанности их с общиной подавляющими и всепоглощающими групповыми обязанностями) активно сопротивляется сакрализации должностного начала. Основными скрепами Западной соседской общины, таким образом, выступают производительный индивидуализм и гражданский самодостаточный автономизм наряду с технологически оправдывающей их социальной терпимостью.

В итоге обеспечение экономической безопасности вылилось в конституцирование регламента взаимоотношений, становление гражданского равенства (равенства перед законом); отношение к общественному закону как к демократической норме, принятой большинством с целью обеспечения безопасности индивидуальным ценностям.

Другими словами, формирование институтов в лице права, бюрократии, аппарата, инстанций, имея одни цели, выполняло разные задачи – в Восточной деспотии формирование



права обеспечивает приоритет общественных интересов, как условия безопасности личности, на Западе – личные права и свободы – главная правовая основа безопасности общества.

Ввиду концентрации производственных ресурсов в сельской общине дистанцированный от трудового процесса город становится представительской резиденцией власти. Власть и производство расчлняются территориально, поселенчески, функционально; городская культура слаба.

На Западе условия производства объективировали расцвет полисов, где на малом оперативном участке происходило смешение языков, этносов, верований, обрядов, регламентируемых одним – правилами безопасного общения. Для полиса принципиален регламент соучастия, соприкосновения, удерживающих в фокусе безопасности упорядоченное общение и безразличие ко всему, с ним не связанному. Власть и воспроизводство жизни здесь слиты территориально, поселенчески, функционально. Смещение племен, замена кровно-родственных связей территориальными достигается активизацией городской культуры, развитием коммуникационных сетей, прогрессом внутреннего обмена, рынка, развития городских образований – естественной для всех этих единительных тенденций интенсивной социализацией.

Западному государству этнос враждебен, как препятствующий индивидуализации безопасности. Обладающая социальной потребностью в духовности и навыком поколений обеспечения ее безопасности, эта общность является тормозом социально-экономического развития западного общества.

В восточных государствах условия производства сохранили естественный ареал обитания культуры, и этнос, пусть в усеченном виде, но имеет объективные условия существования.

К какому же из этих двух основных типов обществ относится (или должна относиться) Россия?

Исторический опыт показывает, что попытки России пойти как по западному, так и по восточному пути развития не имеют особого успеха. На поверхности – характерная для России внешняя противоречивость социального поведения (воспринимаемая как шаханье из крайности в крайность), его несоответствие ни западным, ни восточным моделям.

Дело здесь в том, что в отличие от Запада и Востока, где этносы делились на государства по соображениям экономической целесообразности, народы, населявшие территорию России, объединялись с целью обеспечения физического выживания. Чрезвычайно суровые природно-климатические условия обеспечивали крайне скудное существование основной части этноса на северо-востоке от Западной Европы [12]. Более того, Россия в силу своего географического положения постоянно подвергалась нападениям и со стороны Великой Степи, и со стороны Запада. Причем нападали иноверцы, и борьба была беспощадная, на уничтожение. В этих условиях существование народа возможно было только при наличии сильного государства, способного организовать отпор врагу. Есть государство – есть народ, нет государства – нет народа. То есть сильное государство становится гарантом выживания этноса. Жалко ли пожертвовать личным достатком в пользу сильного государства ради обеспечения безопасности? – Не жалко! И это был осознанный выбор русского этноса.

Если у других народов взаимоотношения с властью строились в основном по поводу материальных проблем и при ухудшении материального состояния народных масс естественной их реакцией был бунт против власти, стремление заставить считаться с собой путем неповиновения, то у русских выработалась стратегия, противоположная по своей сути: основные угрозы воспринимались как исходящие не от власти, а извне, поэтому с данной Богом властью смирялись и при ухудшении ситуации шли на сокращение потребления с тем, чтобы высвободившиеся ресурсы объединить под началом власти для отпора внешнему врагу. Самоограничение и подчинение власти в условиях России в действительности создавало необходимые условия для этнического выживания, для объединения скудных ресурсов в

борьбе с внешними угрозами. Выживание этноса в условиях хронической нехватки ресурсов и при постоянных военных угрозах возможно лишь за счет:

– мобилизационных мер концентрации ресурсов в руках центральной власти в форс-мажорных обстоятельствах (а такие обстоятельства возникали постоянно);

– перераспределения сконцентрированных ресурсов из центра на приоритетные направления без упования на рыночные механизмы саморегуляции (частная собственность в этом случае является помехой, тормозящей процессы концентрации и централизованного перераспределения ресурсов в форс-мажорных обстоятельствах);

– обеспечения психологической поддержки или, по крайней мере, непротивления со стороны населения действиям центральной власти (в противном случае мобилизация ресурсов не может быть центральной властью осуществлена);

– снижения конфликтного давления со стороны периферии страны на ее центр (это необходимо для снижения затрат на управление страной в условиях ограниченных ресурсов).

Таким образом, российская специфика заключалась в следующем. Живя в суровых природно-климатических условиях при наличии постоянного военного давления со стороны агрессивных геополитических соседей, русский этнос мог выжить только при наличии сильной центральной власти, аккумулирующей имеющиеся ресурсы для противостояния внешним угрозам. Ограничение развития рыночных отношений неизбежно повышало внутреннюю конфликтность общества, поэтому жизнь на русской равнине совместно с множеством других этносов была возможна только при установлении с ними добрососедских отношений. Единственная возможность обеспечения безопасности общества заключалась в резком снижении внутренней конфликтности, в достижении единства социума. Единственно возможная в данных условиях технология обеспечения безопасности явилась наиболее значимым механизмом формирования национального характера. В результате естественного отбора у русского этноса исторически сложились и закрепились такие психологические черты, как терпение, коллективизм, непротивление власти, толерантность к другим народам. Без этих черт характера независимое существование русского этноса и российской государственности было бы невозможно. Эти черты резко отличают русский этнос от остальных народов, были и являются не проявлением слабости, а механизмами, обеспечивающими его устойчивость и «живучесть» в критических условиях.

На основе всего вышесказанного можно сделать следующие заключения:

1. Эмпирический опыт человеческих общностей закрепился в этнических системах, социальных по своей сути, так как основным ресурсом обеспечения безопасности выступили процессы оптимизации социальной структуры посредством ужесточения биологических коммуникаций на базе прямого потребления вещества природы.

В социально-экономических системах – государствах реализовался ментальный опыт повышения уровня независимости от внешних факторов посредством организации и обеспечения безопасности производства (стратегия формирования и укрепления экономической безопасности), достигнутых дифференциацией размеров социальной мобилизации.

2. В человеческих общностях духовность, культура и нравственность заложены как векторы обеспечения собственной безопасности.

Духовность – бытие, в котором присутствует врожденное (бессознательное) состояние растворенности в объекте субъекта безопасности.

Культура – состояние, при котором субъект и объект безопасности разделены осознанием внутренних и внешних ресурсов безопасности на основе эмпирического опыта выживания физического вида, ареал духовности ограничен обществом (этносом).

Нравственность – состояние, при котором граница между субъектом и объектом безопасности сформирована ментальным опытом выживания личности; ареал духовности ограничен размерами субъекта безопасности.

3. Механизмом адресной актуализации векторов безопасности стал исторический процесс оптимизации размеров социальной мобилизации человеческих общностей в рамках природных ограничений. Несмотря на отсутствие достоверной информации, можно утверждать, что доминантой в организации жизнедеятельности первобытного общества была духовность. Однако проблемы выживания человека как вида включили процессы социальной эволюции. Становлением этноса культура приобретает доминирующее положение в управлении ресурсами безопасности, при этом характерное для нее присваивающее хозяйство не отвергает духовности. Социальная эволюция приводит к смещению акцентов с духовности и культуры к нравственности, замещению производством присваивающего хозяйства. Экономика, постепенно сокращая ареал духовности и культуры, уничтожая среду обитания и навыки в ней выживания, увеличивает угрозы безопасности.

4. В результате селекции (наложения на исходное разнообразие первичных условий производства экономической целесообразности) государство, как проявленная функция экономической безопасности, приобрело три принципиально разные формы - модели бытия, которые могут быть представлены структурой векторов субъектов безопасности, представленной в таблице.

Структура векторов субъектов экономической безопасности

		К человеку	К обществу	К государству	К мировому сообществу
Западная цивилизация (рыночная)	человек	(к самому себе) нравственно	нравственно	нравственно	нравственно
	общество	нравственно	(к самому себе) нравственно	нравственно	нравственно
	государство	нравственно	нравственно	(к самому себе) нравственно	нравственно

Окончание таблицы

		К человеку	К обществу	К государству	К мировому сообществу
Восточная цивилизация (директивная)	человек	(к самому себе) культурно	духовно	духовно	нравственно
	общество	культурно	(к самому себе) культурно	духовно	нравственно
	государство	культурно	культурно	(к самому себе) культурно	нравственно
Российская цивилизация (мобилизационная)	человек	(к самому себе) культурно	духовно	духовно	духовно
	общество российской цивилизации	духовно	(к самому себе) культурно	духовно	духовно
	государство	духовно	духовно	(к самому себе) культурно	культурно

5. Структуры моделей, как объективная реальность, являются аксиоматическими детерминантами особенностей принципов управления экономической безопасностью. Для западного государства изначально функция обеспечения доступа к внешним основным производственным ресурсам.

Для государств восточной цивилизации экономическая безопасность основана на ресурсах, средства достижения которых не противоречат ценностной мотивации деятельности. Основная задача государства – экономическое обеспечение этнической жизнедеятельности народа.

Для России понятие экономической безопасности практически отсутствует. Экономический потенциал необходим только для материального обеспечения духовного отношения к внешнему миру. Модернизация общества возможна только при угрозе физического уничтожения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маркарян К.В. Философские аспекты генезиса идеи корпоративного государства / К.В. Маркарян // Философия хозяйства: альманах Центра общественных наук и экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. 1999. № 6. С. 120-132.
2. Ушанков В.А. Аксиоматические предпосылки предмета экономической теории / В.А. Ушанков // Экономическая теория на пороге XXI в. / под ред. Ю.М. Осипова, В.Т. Пуляева, В.Т. Рязанова, Е.С. Зотовой. М.: Юристъ, 1998. С. 542-554.
3. Семенов Ю.И. Введение во всемирную историю. Вып. 2. История первобытного общества / Ю.И. Семенов // СКЕПСИС: научно-просветительный журнал. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://scepsis.ru/library/id\\_1151.html](http://scepsis.ru/library/id_1151.html), свободный.
4. Веселов Ю.В. Экономико-социологическое исследование примитивного хозяйства / Ю.В. Веселов // Вестник СПбГУ. Сер. 6. 1996. Вып. 1 (№ 6).
5. Алексеев В.П. Становление человечества / В.П. Алексеев. М.: Политиздат, 1984. 462 с.
6. Гесиод. Труды и дни. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://az.lib.ru/w/weresaew\\_w\\_w/text\\_0300.shtml](http://az.lib.ru/w/weresaew_w_w/text_0300.shtml), свободный.
7. Ильин В.В. Политология / В.В. Ильин. М.: Книжный дом «Университет», 1999. 540 с.
8. Коротаев А.В. Социальная эволюция: Факторы, закономерности, тенденции / А.В. Коротаев. М.: Издат. фирма «Восточная литература», 2003. 278 с.
9. Иноземцев В.Л. Расколота цивилизация / В.Л. Иноземцев. М.: Academia: Наука, 1999. 724 с.
10. Хропанюк В.Н. Теория государства и права / В.Н. Хропанюк. М.: ИНТЕРСТИЛЬ, 2002. 380 с.
11. Аристотель. Афинская полития. Государственное устройство афинян / Аристотель. М., 1936. 198 с.
12. Милов Л.В. Великорусский пахарь и особенности российского исторического процесса / Л.В. Милов. М.: РОССПЭН, 1998. 573 с.

**Тихомиров Алексей Александрович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика менеджмента» Орловской региональной академии государственной службы

**Tikhomirov Aleksey Aleksandrovich** – Candidate of Economical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Economics of management» of the Oryol Regional Academy of State Service

*Статья поступила в редакцию 25.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 656:38:47

**В.Н. Трегубов, К.В. Рулев, В.Н. Басков****ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЛЬГОТНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Рассматриваются вопросы обеспечения льготных перевозок на городском пассажирском транспорте. Авторами разработаны логистические модели, описывающие механизм обеспечения льготных перевозок, которые позволяют изучить влияние различных факторов на функционирование системы городского пассажирского транспорта в целом. В качестве эмпирической базы для проведения численных расчетов авторами используются результаты проведенного с их участием обследования транспортной подвижности.*

Логистика, городской пассажирский транспорт, льготные пассажиры, тариф.

**V.N. Tregubov, K.V. Rulev, V.N. Baskov****PREFERENTIAL TRANSPORTATIONS LOGISTICAL MODELS RESEARCH  
ON CITY PASSENGER TRANSPORT**

*The article considers questions of maintenance of preferential transportations on city passenger transport. The authors develop logistical models describing the mechanism of maintenance of preferential transportations which allow studying the influence of various factors on functioning of system of city passenger transport. As empirical base for carrying out of numerical calculations by authors results lead with their participation of inspection of transport mobility are used.*

Logistics, city passenger transport, preferential passengers, rate.

По мнению ряда ученых [1], логистика на пассажирском транспорте представляет собой совокупность проектных решений, технических средств и методов организации управления, которые обеспечивают заданный уровень обслуживания пассажиров, их безопасную, надежную и непрерывную доставку при минимальных затратах.

В статье рассматриваются особенности применения логистического подхода при организации и управлении перевозками льготных пассажиров.

Перевозка льготных пассажиров является одной из слабоизученных сторон в организации городских пассажирских перевозок. Это обусловлено существенными изменениями в законодательстве последних лет, регламентирующем механизм компенсации льготных перевозок. Вместе с тем, для обеспечения эффективного процесса перевозок льготных пассажиров расходуются значительные бюджетные средства, и требуется согласование интересов различных сторон. Использование логистических концепций в этих условиях может быть очень эффективным.

Рассмотрим существовавший до 2005 года в г. Саратове механизм обеспечения льготных перевозок (рис. 1).

Похожие схемы взаимодействия участников процесса льготных перевозок существовали и в других регионах России. Серьезным недостатком, резко снижавшим эффективность работы системы, являлось то, что значительная часть информации являлась недостоверной.

Перевозчики, при отсутствии системы надлежащего учета, завышали объемы перевозок льготников. При этом федеральные власти компенсировали перевозки льготных пассажиров не в полном объеме, мотивируя это недостатком средств в бюджете. Все стороны были недовольны сложившейся системой.

В начале 2005 года вступил в действие закон 122 ФЗ «О замене льгот денежными компенсациями». Основная идея этого закона, с позиций транспортного обеспечения, состояла в том, чтобы полностью избавиться от компенсаций перевозчикам за перевозку льготников. Все пассажиры сами должны были оплачивать свой проезд. Для этого каждый льготник ежемесячно получал компенсацию на транспортные расходы и, при необходимости, использовал ее для оплаты проезда.

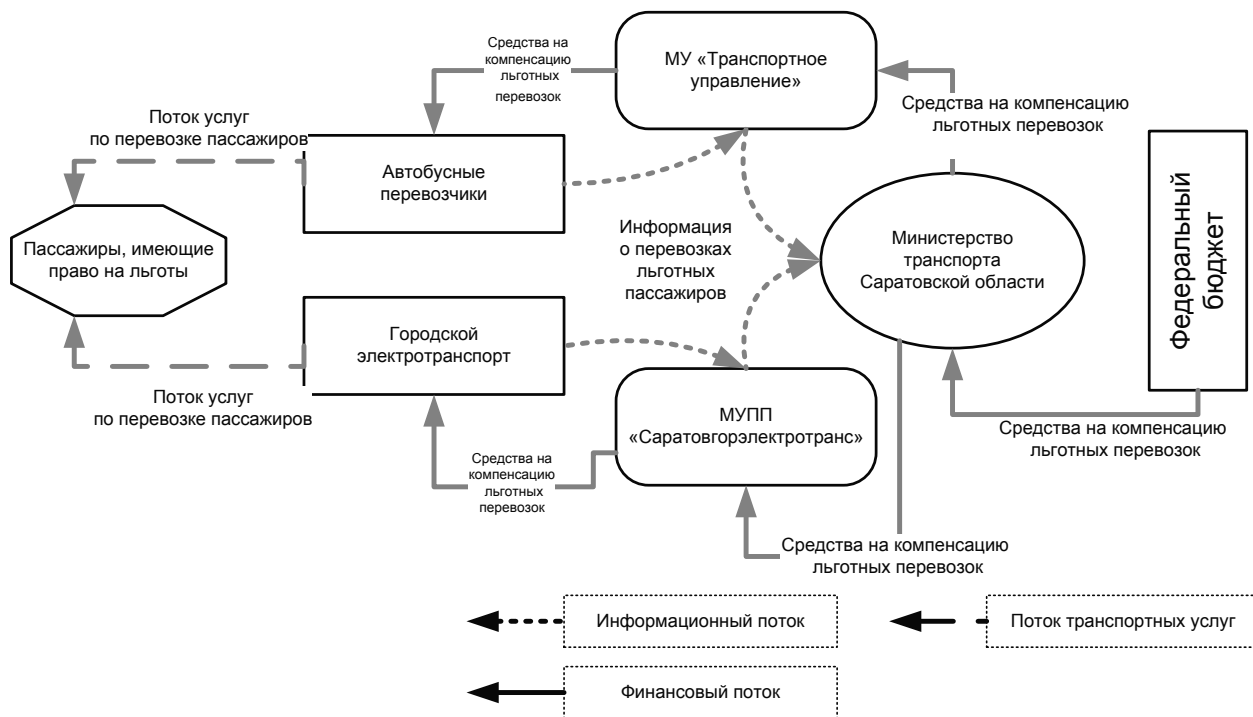


Рис. 1

При этом логистическое взаимодействие участников должно было бы происходить по схеме, представленной на рис. 2.

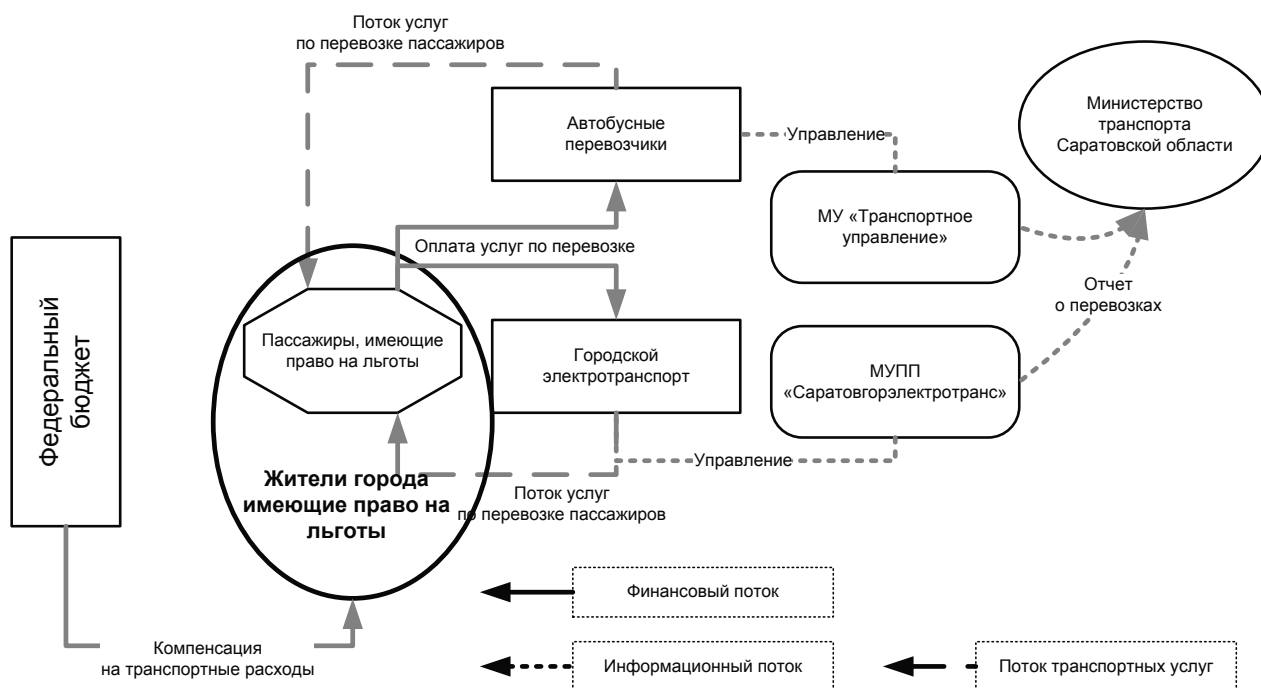


Рис. 2

Конечно, такой подход значительно упрощает взаимодействие участников и обеспечивает согласование их интересов. Компенсация была установлена в размере 150 рублей, что почти соответствовало реальным потребностям льготных пассажиров.

Рассмотрим расчет размера компенсации для г. Саратова. Будем исходить из того, что между пассажирами необходимо разделить сумму денег, которую они тратят на выполнение всех своих поездок. Таким образом, размер компенсации для одного пассажира в месяц составит

$$K_{1n} = P_{1cp} \cdot T_{1cp}, \text{ руб.}, \quad (1)$$

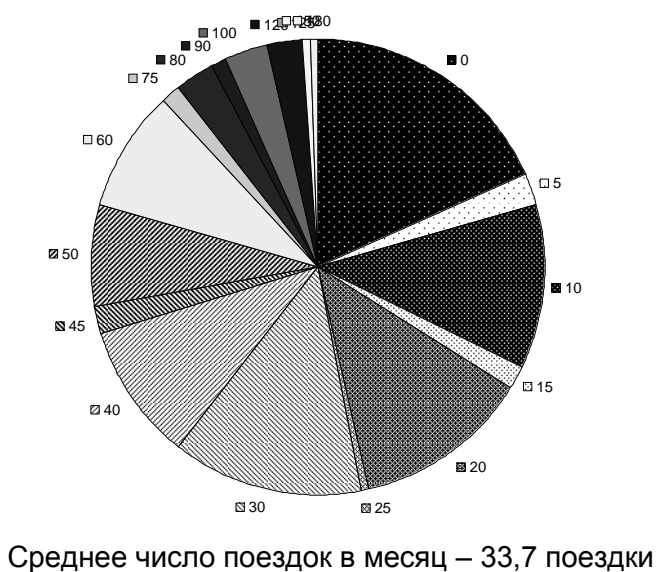
где  $P_{1cp}$  – среднее число поездок одного льготного пассажира в месяц;  $T_{1cp}$  – средний тариф одной поездки, руб.

По результатам обследования транспортной подвижности в 2006 году имеются данные о количестве пассажиров, совершающих определенное число поездок в месяц (рис. 3). Эти данные позволяют рассчитать среднее число поездок одного пассажира в месяц – 33,7.

Также по результатам обследования были получены данные о распределении пассажиров по видам транспорта (рис. 4). Исходя из стоимости одной поездки по видам транспорта в 2005 году: трамвай, троллейбус – 5 рублей, автобус – 6 рублей и учитывая имеющееся распределение, получим размер среднего тарифа одной поездки 5,2 рубля.

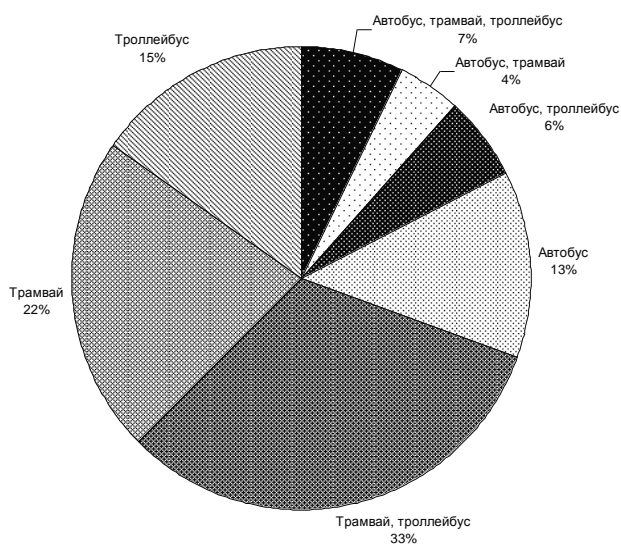
Следовательно, размер компенсации на одного пассажира должен составить –  $33,7 \cdot 5,2 = 175,24$  рубля, что вполне сопоставимо со 150 рублями.

С другой стороны, если рассматривать фактические затраты на поездки в различных группах пассажиров, то окажется, что для значительной части пассажиров (39%) размера компенсации недостаточно для осуществления необходимых передвижений (рис. 5). Эта часть населения выразила протест, и правительству пришлось выделить дополнительные средства на обеспечение льготных перевозок. В результате в г. Саратове на городском пассажирском транспорте сложилась следующая система организации льготных пассажирских перевозок (рис. 6).



Число поездок, совершаемых в месяц	Доля пассажиров
0	18,34
5	2,11
10	11,68
15	1,81
20	12,43
25	0,70
30	13,58
40	9,60
45	1,93
50	7,15
60	8,62
75	1,52
80	2,64
90	1,17
100	3,13
120	2,42
125	0,18
150	0,52
180	0,47

Рис. 3



Вид транспорта	Доля пассажиров, %	Средний тариф, руб.
Автобус, трамвай, троллейбус	7,13	5,33
Автобус, трамвай	4,44	5,5
Автобус, троллейбус	5,82	5,5
Автобус	13,09	6
Трамвай, троллейбус	32,09	5
Трамвай	22,02	5
Троллейбус	15,41	5

Средневзвешенный тариф по всем видам транспорта – 5,2

Рис. 4

В этой системе жители города, имеющие право на льготы, ежемесячно получают из федерального бюджета компенсацию на транспортные расходы в размере 150 рублей. На эту сумму они могут приобрести три вида проездных билетов, каждый стоимостью по 50 рублей: на городской автобус, пригородный автобус и городской электротранспорт.

Перевозчики ежемесячно получают компенсацию, обеспечивающую выравнивание разницы между стоимостью проездного билета и реальными затратами на обеспечение перевозок льготного пассажира.

Первоначально это схема не заработала, так как отсутствовала достоверная информация о транспортной подвижности льготных пассажиров на различных видах транспорта, а сами перевозчики пытались ее значительно завысить. Это не позволило обоснованно рассчитать необходимый размер компенсации. Для устранения возникшего противоречия потребо-



валось проведение комплексного обследования транспортной подвижности льготных категорий населения. Обследование проводилось в 2005 и в 2006 годах по методике, разработанной на кафедре «Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте» СГТУ. Результаты обследования представлены в табл. 1.

Среднее число поездок, совершаемых в месяц одним пассажиром данной группы	Средние затраты на поездки в месяц, руб	Затраты на поездки с учетом компенсации
0	0	150
5	26	124
10	52	98
15	78	72
20	104	46
25	130	20
30	156	-6
40	208	-58
45	234	-84
50	260	-110
60	312	-162
75	390	-240
80	416	-266
90	468	-318
100	520	-370
120	624	-474
125	650	-500
150	780	-630
180	936	-786

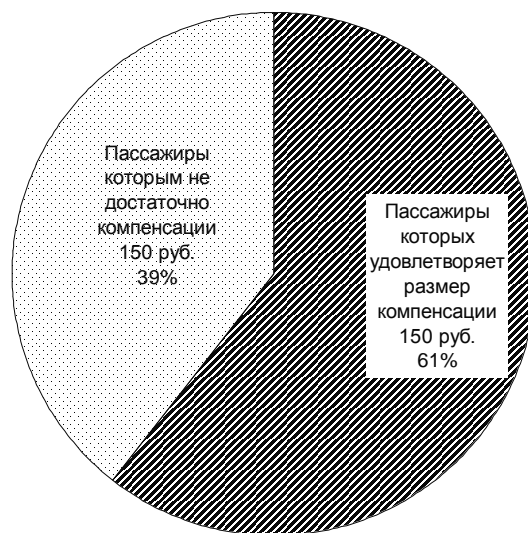


Рис. 5

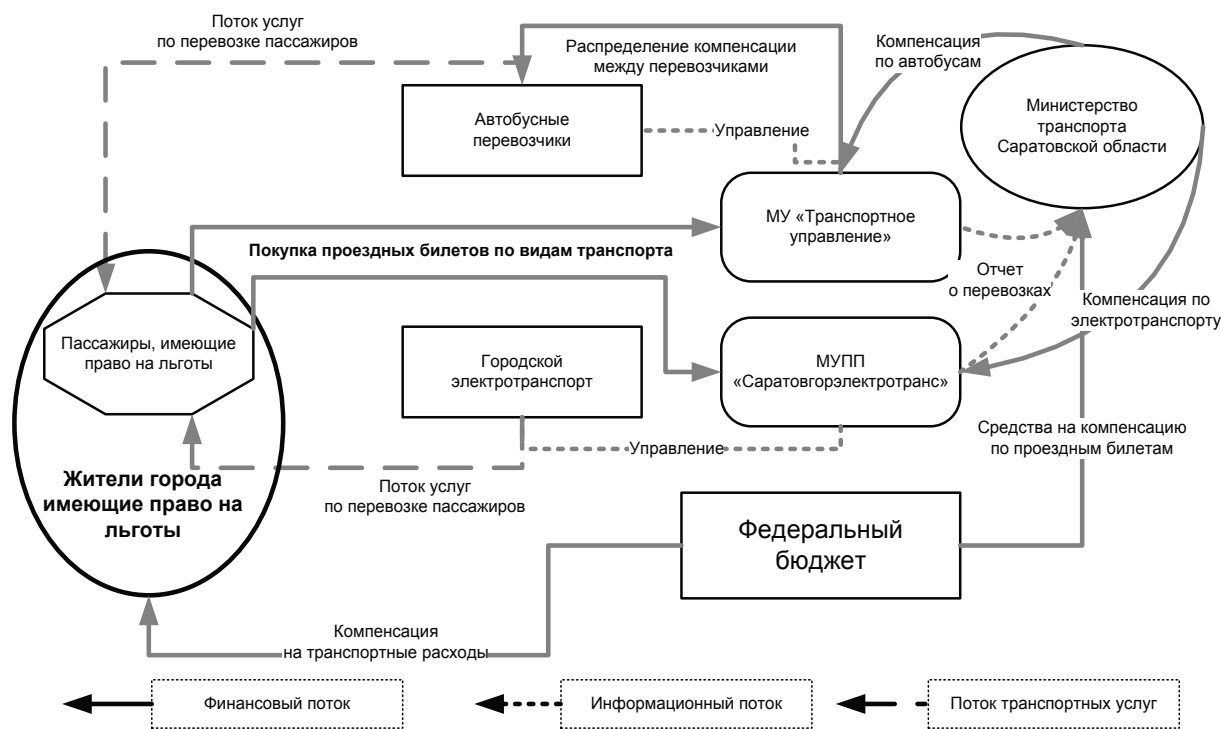


Рис. 6

Таблица 1

Результаты расчета транспортной подвижности и себестоимости  
месячного льготного проездного билета

Город	Наименование показателя	Среднее значение числа поездок в месяц	Доверительный интервал с 95%-й доверительной вероятностью	Число льготников, участвовавших в опросе и купивших социальный билет	Себестоимость месячного льготного проездного билета по видам транспорта
Саратов	Транспортная подвижность для лиц, имеющих социальный билет	48,65	$\pm 1,2$ (47,45 – 49,86)	2817	–
	– по автобусам	53,64	$\pm 2,81$ (50,82 – 56,45)	569	268,2
	– по электротранспорту	47,39	$\pm 1,33$ (46,06 – 48,72)	2248	236,9
Энгельс	Транспортная подвижность для лиц, имеющих социальный билет	38,46	$\pm 1,61$ (36,85 – 40,07)	1049	–
	– по автобусам	35,9	$\pm 2,17$ (33,77 – 38,12)	535	179,5
	– по электротранспорту	41,08	$\pm 2,37$ (38,71 – 43,45)	514	205,4
Балаково	Транспортная подвижность для лиц, имеющих социальный билет	34,7	$\pm 0,96$ (33,74–35,66)	2319	-
	– по автобусам	33,91	$\pm 1,11$ (32,81 – 35,02)	1685	169,5
	– по электротранспорту	36,79	$\pm 1,87$ (34,92 – 38,66)	634	183,9

В результате внедрения описанного подхода все участники процесса обеспечения льготных перевозок получают положительный эффект. Каждый из участников получает эффект собственным способом, и поэтому методика расчета эффекта будет различаться. Исходные данные для расчета эффекта для всех участников процесса перевозки приведены в табл. 2. Эффект рассчитывается для одного года по городу Саратову.

Таблица 2

Исходные данные для расчета экономического эффекта

Название показателя	Условное обозначение	Значение по видам транспорта	
		автобусный	электротранспорт
1. Общее число льготников г. Саратова, чел.	$N$	187 345	
2. Среднемесячное число продаваемых автобусных проездных билетов (по данным 2006 года)	$ЛП$	45 678	51236
3. Цена льготного проездного билета, по которой он реализуется льготным пассажирам в пунктах продажи, руб.	$C_{лпб}$	50	
4. Тариф одной поездки в транспорте, руб.	$T$	7	5
5. Месячная транспортная подвижность льготных пассажиров, купивших социальный проездной билет по г. Саратову, поездок/месяц	$P_m$	53,6	47,39

### Расчет экономии средств на поездки для льготных пассажиров, купивших проездной билет

В результате внедрения описанного механизма обеспечения льготных перевозок пассажиры имеют возможность пользоваться льготными проездными билетами на электро-транспорте и на автобусном транспорте. Экономический эффект рассчитывается как разница годовых затрат пассажира, как если бы он оплачивал все свои поездки по действующим тарифам, и затрат на поездки по льготному проездному билету. Расчеты выполняются для пассажиров, купивших социальные проездные билеты:

$$\mathcal{E}_{nacc} = \mathcal{Z}_m - \mathcal{Z}_n, \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_{nacc}$  – годовая экономия средств на поездки для льготных пассажиров, руб.;  $\mathcal{Z}_m$  – годовые затраты на поездки по обычному тарифу, руб.;  $\mathcal{Z}_n$  – годовые затраты на поездки по социальному проездному билету, руб.

$$\mathcal{Z}_m = ЛП \cdot P_m \cdot T \cdot 12, \quad (3)$$

где  $ЛП$  – число пассажиров, купивших социальный проездной билет;  $P_m$  – месячная транспортная подвижность для льготных пассажиров, поездок;  $T$  – тариф одной поездки, руб.

$$\mathcal{Z}_n = ЛП \cdot Ц_{лтб} \cdot 12, \quad (4)$$

где  $Ц_{лтб}$  – цена социального проездного билета, руб.

Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет экономии средств льготных пассажиров

Показатель	Значение по видам транспорта, руб.	
	автобусный	электротранспорт
Годовые затраты на поездки по обычному тарифу	176280537,6	145684442,4
Годовые затраты на поездки по социальному проездному билету	27406800	30741600
Годовая экономия средств на поездки для льготных пассажиров, купивших проездной билет	148873737,6	114942842,4
Годовая экономия в расчете на одного пассажира	3259,2	2243,4

Общая экономия средств пассажиров, купивших проездной билет, по всем видам транспорта составляет –  $\mathcal{E}_{nacc} = 263816580$  руб.

### Расчет экономии средств федерального бюджета

В результате проведенного обследования было рассчитано точное значение транспортной подвижности льготных категорий населения. До проведения обследования представители Транспортного управления г. Саратова и компаний автобусных перевозчиков предлагали в качестве величины транспортной подвижности использовать 80 поездок в месяц, а по электротранспорту – 60 поездок в месяц.

Годовая экономия бюджетных средств рассчитывается как разница затрат бюджетных средств при различной транспортной подвижности по формуле

$$\mathcal{E}_B = \mathcal{Z}B_1 - \mathcal{Z}B_2, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_B$  – годовая экономия бюджетных средств;  $\mathcal{Z}B_1$  – затраты бюджетных средств при значении транспортной подвижности, предлагаемой перевозчиками;  $\mathcal{Z}B_2$  – затраты бюджетных средств при фактическом значении транспортной подвижности

$$ЗБ = (P_m T - C_{лпб}) \cdot ЛП \cdot 12, \quad (6)$$

где  $ЛП$  – число пассажиров, купивших социальный проездной билет;  $P_m$  – месячная транспортная подвижность для льготных пассажиров, поездок;  $C_{лпб}$  – цена социального проездного билета, руб.;  $T$  – тариф одной поездки, руб.

Расчеты сведены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет экономии бюджетных средств

Показатель	Значение по видам транспорта, руб.	
	автобусный	электротранспорт
Транспортная подвижность, предлагаемая перевозчиками	80	60
Фактическая транспортная подвижность	53,64	47,39
Годовые затраты бюджетных средств при значении транспортной подвижности, предлагаемой перевозчиками	148873737,6	114942842,4
Годовые затраты бюджетных средств при фактическом значении транспортной подвижности	235698480	153708000
Годовая экономия средств на поездки для льготных пассажиров, купивших проездной билет	86824742,4	38765157,6

Общая годовая экономия бюджетных средств по всем видам транспорта составляет –  $\mathcal{E}_B = 125589900$  руб.

#### Расчет экономического эффекта для автобусных перевозчиков и городского электротранспорта

Ввод в действие Федерального закона № 122 «О замене льгот денежными компенсациями» вернул льготным пассажирам возможность использовать для поездок автобусы большой вместимости. Также была разработана методика выплаты компенсаций из бюджета выпадающих доходов для компаний автобусных перевозчиков и городского электротранспорта.

Экономический эффект для компаний перевозчиков можно рассчитать как разницу получаемых доходов после и до введения закона в действие по формуле

$$\mathcal{E}_{КП} = D_1 - D_2, \quad (7)$$

где  $D_1$  – годовой доход перевозчиков от перевозки льготных пассажиров после введения в действие ФЗ № 122;  $D_2$  – годовой доход перевозчиков от перевозки льготных пассажиров до введения в действие ФЗ № 122;

$$D_1 = (K + C_{лпб}) \cdot ЛП \cdot 12, \quad (8)$$

где  $ЛП$  – число пассажиров, купивших социальный проездной билет;  $K$  – компенсация на один проданный льготный проездной билет, руб.;  $C_{лпб}$  – цена льготного проездного билета, руб.

$$D_2 = P_m \cdot T \cdot ЛП \cdot 12, \quad (9)$$

$P_m$  – месячная транспортная подвижность для льготных пассажиров, не покупающих проездной билет, поездок/месяц;  $T$  – тариф одной поездки, руб.

Расчеты приведены в табл. 5.

Общий экономический эффект для всех видов транспорта  $\mathcal{E}_{КП} = 72138523,2$ .

Сводные результаты расчета экономического эффекта для всех участников транспортного процесса приведены в табл. 6.

Таблица 5

## Расчет экономического эффекта для автобусных перевозчиков

Показатель	Значение по видам транспорта, руб.	
	автобусный	электротранспорт
Компенсация на один проданный льготный проездной билет	190	140
Годовой доход перевозчиков от перевозки льготных пассажиров после введения в действия ФЗ № 122	131552640	116818080
Годовой доход перевозчиков от перевозки льготных пассажиров до введения в действия ФЗ № 122	76629412,8	99602784
Экономический эффект для компаний-перевозчиков	54923227,2	17215296

Таблица 6

## Сводная таблица расчета эффекта для различных участников процесса перевозок

Название показателя	Значение, руб.
1. Годовой экономический эффект для пассажиров, покупающих социальный проездной билет, руб.	263816580
2. Годовая экономия бюджетных средств, руб.	125589900
3. Годовой экономический эффект для компаний-перевозчиков, руб.	72138523,2

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что сложившаяся система обеспечения льготных пассажирских перевозок эффективна и обеспечивает получение выгоды для всех участников процесса, но для своего функционирования требует проведения обследования транспортной подвижности. Наличие точной информации о транспортной подвижности позволяет получить существенную экономию бюджетных средств, так как в условиях отсутствия этой информации перевозчики существенно завышают требуемые суммы компенсаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Логистика: общественный пассажирский транспорт: учебник для студентов экономических вузов / под общ. ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2003. 224 с.

**Трегубов Владимир Николаевич** – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» Саратовского государственного технического университета

**Tregubov Vladimir Nikolayevich** – Candidate of Econoconomical Scinces, Assistant Professor of the Department of «Organization of transportation and management on transport» of Saratov State Technical University

**Рулев Константин Викторович** – соискатель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» Саратовского государственного технического университета

**Rulev Konstantin Victorovich** – Graduate Student of the Department of «Organization of transportation and management on transport» of Saratov State Technical University

**Басков Владимир Николаевич** –  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Организация перевозок  
и управление на транспорте»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Baskov Vladimir Nikolayevich** –  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department  
of «Organization of transportation  
and management on transport»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 27.05.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 347.74

**В.Д. Шалынин**

### **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

*Рассмотрен авторский подход к обоснованию необходимости учета факторов неопределенности, порождающих риск, при прогнозной оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности. Изложен алгоритм учета риска, обоснован подход к выбору математического аппарата для анализа рисков при проведении оценки объектов интеллектуальной собственности.*

Интеллектуальная собственность, оценка, риски.

**V.D. Shalynin**

### **SUBSTANTIATION OF RISK ASSESSMENT NECESSITY FOR INTELLECTUAL PROPERTY OBJECTS EVALUATION**

*The article considers the author's approach to substantiation of necessity to assess the uncertainty factors causing risk for predicative evaluation of intellectual property objects. The article also presents the algorithm for risk assessment and proves approach to choice of mathematical apparatus for risk analysis while evaluating intellectual property objects.*

Intellectual property, estimation, risks.

Риск присущ любой сфере человеческой деятельности. В каждой области изучение риска основывается на предмете исследования данной отрасли науки и опирается как на общие, так и на специфические подходы и методы [4, 8].

Одной из сфер деятельности, подверженной рискам, является деятельность по оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС). Особая важность учёта рисков в этой области объясняется тем, что в результате проведения оценочных операций происходит сложный процесс перемещения значительной массы денежных, материальных средств, оборот юридических документов, а также информационных потоков. Под влиянием особенностей государственного права, сложно предсказуемых изменением цен на ОИС, поле рисков оценочной деятельности значительно расширяется, становится более динамичным. Всё

это приводит к тому, что задача проведения оценки стоимости ОИС становится критически подверженной влиянию большого числа различных факторов риска.

Необходимость учёта рисков является одной из ключевых в предпринимательской деятельности. Она связана с возможностью наступления неблагоприятных событий.

Главной причиной возникновения рисков при оценке ОИС является неопределённость, обусловленная действием следующих факторов:

1. Нестабильность общих экономических процессов, трудно поддающихся реальному прогнозированию. Это и природные явления, и инновационные процессы, и потребительский спрос, и многое другое.

2. Ограниченность и неполнота информации об оцениваемых объектах интеллектуальной собственности.

3. Наличие «организованной» неопределённости, обусловленной сокрытием объективной информации об аналогах ОИС по экономическим, политическим и военным причинам.

4. Отсутствие чётко определённых критериев и целей оценки ОИС.

Исходя из вышперечисленного, следует придерживаться следующего определения риска при оценке стоимости ОИС:

*Риск* – неопределённость хода, исхода и последствий отдельных операций, направлений и сегментов деятельности по оценке стоимости ОИС.

Учёт риска при оценке стоимости ОИС направлен на повышение экономической безопасности оценочной деятельности. В мировой практике до 50% коммерческих операций терпят неудачу из-за недостаточного внимания к проблеме рисков [1].

Решение проблемы учёта рисков при оценке стоимости ОИС достигается с помощью реализации принципов и подходов риск-менеджмента на основе алгоритма, предусматривающего последовательное проведение следующих этапов:

1. Идентификация рисков.
2. Анализ и оценка рисков.
3. Разработка стратегии и тактики управления рисками.

### **1. Идентификация рисков при оценке объектов интеллектуальной собственности**

Идентификацией рисков называют процесс постоянного и систематического выявления источников рисков, определения факторов рисков, их классификации и предварительной оценки значимости различных факторов рисков при оценке стоимости ОИС. В процедуре оценки стоимости ОИС должны учитываться следующие виды рисков:

1. Риск аннулирования патента:
  - риск опротестования патента;
  - риск неуплаты пошлин за поддержание патента.
2. Риск нестабильности партнёрства:
  - банковский риск;
  - риск нестабильности снабжения;
  - риск изменения налоговой политики;
  - риск изменения бюджетных отчислений.
3. Рыночный риск:
  - риск уменьшения спроса;
  - риск избытка предложений;
  - риск роста инфляции.
4. Внутренний риск (собственный риск):
  - риск сокращения финансирования;
  - риск недостаточности научно-технического потенциала;
  - риск ошибочности научно-технических прогнозов.

## 2. Анализ и оценка рисков при оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности

Необходимость этого этапа определяется потребностью выявить степень возможности возникновения риска и величину потерь в случае его возникновения. Этап анализа и оценки рисков включает:

- а) моделирование последствий каждого фактора риска;
  - б) определение реальной возможности появления каждого фактора риска и потерь, связанных с ними;
  - в) построение структурно-элементной модели факторов риска с идентификацией каждого фактора и его количественной оценкой;
  - г) ранжирование факторов риска по значимости и выбор наиболее опасных (угрожающих) рисков;
  - д) создание базы данных по аналогам объектов оценки;
  - е) выбор критериев для выработки стратегии управления риском.
- Основными критериями при анализе и оценке рисков являются:
- точность оценки количественных характеристик риска;
  - степень важности влияния различных факторов риска на оценку стоимости ОИС;
  - стоимостная оценка скрытых неблагоприятных факторов;
  - финансовые риски.

## 3. Управление рисками при оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности

Управление рисками предполагает правильное понимание степени риска, который постоянно угрожает имуществу, финансовым результатам деятельности организаций и предприятий.

В зависимости от результатов идентификации и анализа рисков возможно применение различных общих установок по их разрешению:

- а) *уклонение* – отказ от проведения каких-либо действий, связанных с возможностью появления риска;
- б) *уменьшение* – сокращение вероятности появления риска и объёма потерь;
- в) *оптимизация*;
- г) *принятие* – оставление риска за субъектом бизнеса, что влечёт полную ответственность за возможные последствия;
- д) *распределение или передача риска* – субъект бизнеса передаёт ответственность за риск кому-то другому.

Конкретные процедуры управления рисками при оценке стоимости ОИС могут включать:

1. Создание баз данных и моделей для принятия решения о приемлемости каждого конкретного риска.
  2. Разработка процедуры оценки рисков и проведение этой оценки.
  3. Оценка рисков в каждый данный момент времени.
  4. Определение формальной зависимости между методами учёта рисков и результатами учёта.
  5. Разработка методов и средств для управления рисками и уменьшения рисков.
  6. Создание программной (компьютерной) поддержки вышеперечисленных процедур.
- Следует учитывать, что уровень рисков увеличивается, если:
- проблемы возникают внезапно и вопреки ожиданиям;
  - поставленные новые задачи не соответствуют прошлому опыту или он отсутствует;
  - существующий порядок, несовершенство законодательства, отсутствие достаточной и достоверной информации мешают принятию оптимальных для конкретной ситуации мер.



#### 4. Применение аппарата нечетких мер при анализе рисков

Прежде чем предпринимать конкретные шаги по влиянию на риски при оценке ОИС, необходимо их выявить, предварительно оценить, минимизировать и таким образом застраховать себя от ошибок.

В настоящее время во всём мире проблеме оценки рисков в бизнесе придаётся огромное значение. Свидетельством тому является присуждение Королевской академией наук Швеции в 1997 году двум американским специалистам Роберту Мертону и Майрону Шолзу премии «В память Альфреда Нобеля» за разработку совершенно нового метода определения степени риска в сделках на рынке ценных бумаг.

Возможные способы оценки рисков и методы управления ими имеют широчайший спектр: от грубых и тривиальных до общепринятых в мировой практике, с использованием современных подходов и технологий.

Для оценки рисков при оценке стоимости ОИС могут быть использованы методы анализа чувствительности операций, анализа её безубыточности, экспертных оценок, теории игр, анализа сценариев, построения дерева решений, моделирования по методу Монте-Карло, аналитического моделирования, использования коэффициентов дисконтирования, функции полезности или операций-аналогов.

Анализ источников [1, 3, 5, 8] показывает, что большинство из этих методов базируется на специальном математическом аппарате теории вероятностей и традиционно предполагают использование статистической информации об этих или подобных экономических операциях. Но в реальных условиях практически любая операция по оценке стоимости ОИС является уникальной, – статистический материал отсутствует, данные о подобных операциях недостоверны. Такое экономическое благо, как наличие полной исходной информации, недоступно или чрезвычайно дорого. Приходится принимать решения по оценке стоимости ОИС в условиях высокой информационной недостаточности и неопределённости. Кроме того, существует множество рисков, которые практически невозможно корректно представить и оценить средствами традиционного математического аппарата (политические, природные, экологические, криминальные или риски форс-мажорных обстоятельств).

Таким образом, главной особенностью решения задачи оценки стоимости ОИС является тотальность неопределённости, причём далеко не статистической природы. Как показали исследования и практический опыт [1, 3, 6, 7, 9], это обусловлено тем, что:

- имеется только или преимущественно вербальная или экспертная информация;
- имеет место разнородная по составу и источникам информация;
- недостаточна или искажена статистическая информация;
- невозможно получить требуемый объём необходимой информации;
- необходимо учитывать постоянно возникающие новые факторы;
- имеется устойчивая противоречивость экономической ситуации и правового поля;
- отсутствует единый подход к оценке перспектив развития любой отрасли или сегмента рынка.

Тогда, исходя из рассмотренных выше условий оценки рисков, наиболее рациональными оказываются специальные методы и соответствующие инструментальные средства, лишённые недостатков и ограничений классических вероятностных подходов. В частности, к ним относятся методы, основанные на использовании нечётких множеств [7, 9, 10, 80]. К такому выводу пришли ещё в 1965 году благодаря новаторским работам Лотфи Заде. Л. Заде была предложена теория нечётких множеств (Fuzzy Sets Theory), а впоследствии разработана специальная технология (Fuzzy-технология) решения практических задач бизнеса в условиях разнородных факторов неопределённости. К середине 80-х годов в Японии, США, Германии теория нечётких множеств внедряется в учебный процесс, появляется более 40 патентов по пользованию Fuzzy-технологии. Особое внимание развитию теории нечётких мер и интегра-

лов уделяется в Японии. В 1989 г. по инициативе министерства торговли и промышленности Японии создан Международный институт нечётких технологий. Курсы Fuzzy читаются в Институте государства и права (г. Терано), Токийском политехническом университете, в университете Киото. Только в 1991 году в Японии издаётся 6 учебников по Fuzzy. В Германии курсы Fuzzy читаются в университете г. Аахен, в США – в Гарварде, в Массачусетском технологическом институте и других вузах. Спектр применения Fuzzy-технологии огромен – от техники (управление доменной печью, г. Фукуяма, компания NKK; твердотопливным двигателем космического челнока NASA; скоростью автомобиля, компания Nissan Jidosha и т.д.), технологических процессов (управление холодной прокаткой) до сложных бизнес- и государственных процессов (управление ликвидностью банка г. Токио, решение вопросов внешней торговли металлургических фирм США, аналитическое обеспечение операции «Буря в пустыне» и т.д.).

К великому сожалению, Fuzzy-технология активно внедряется по всему миру, но не в России. Имеющиеся научные работы позволяют предполагать, что мы так и «застыли» в первой стадии (стадии научных разработок) развития Fuzzy-технологии и безнадежно отстаём из года в год. В наших вузах до сегодняшнего дня практически не уделяется внимания такой истинно интеллектуальной технологии. Наибольших успехов в разработке и внедрении Fuzzy-технологии на постсоветском пространстве добилась Украина. На базе Европейского университета финансов, информационных систем, менеджмента и бизнеса, совместно с консалтинговой компанией «ИНЭКС», создан «Европейский центр подготовки педагогических кадров и специалистов по применению Fuzzy-технологии в бизнесе». Именно благодаря разработкам руководства и работников компании «ИНЭКС» В.П. Бочарникова, С.В. Свешникова, К.В. Захарова, В.В. Липовского, А.К. Захарова, А.В. Цыганок российскому исследователю в области нечётких множеств доступны теория и практика внедрения Fuzzy-технологии в Украине. Используя их теоретические наработки и практический опыт, имеется возможность заполнить возникшую «брешь» и приблизить теоретические послышки Fuzzy-технологии к практике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бочарников В.П. Нечеткая технология анализа и управления рисками / В.П. Бочарников, А.В. Цыганок // Проблемы економічного ризику: Аналіз та управління: матеріали 1-й Всеукр. конф. Киев: Эльга, Ника-Центр, 1998. 412 с.
2. Бочарников В.П. Fuzzy-Technology: модальность и принятие решения в маркетинговых коммуникациях / В.П. Бочарников. Киев: Эльга, Ника-Центр, 2002. 224 с.
3. Бочарников В.П. Fuzzy-Technology: основы моделирования и решения экспертно-аналитических задач / В.П. Бочарников, С.В. Свешников. Киев: Эльга, Ника-Центр, 2003. 296 с.
4. Грабовский П.Г. Риски в современном бизнесе / П.Г. Грабовский. М.: Аланс, 1994. 274 с.
5. Карлберг К. Бизнес анализ с помощью Excel: пер. с англ. / К. Карлберг. Киев: Диалектика, 1997. 450 с.
6. Козырев А.Н. Оценка интеллектуальной собственности / А.Н. Козырев. М.: Финансы, 1998. 296 с.
7. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. М.: Радио и связь, 1983. 196 с.
8. Лапуста М.Г. Риски в предпринимательской деятельности / М.Г. Лапуста, Л.Г. Маршукова. М.: ИНФРА-М, 1996. 206 с.
9. Поспелова Д.А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 262 с.

10. Тэрано Т. Прикладные нечеткие системы: пер. с япон. / Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М.: Мир, 1993. 368 с.

**Шалынин Виктор Дмитриевич** –  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Экономика и предпринимательство»  
Санкт-Петербургского института  
машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

**Shalynin Victor Dmitrievich** –  
Candidate of Technical Sciences,  
Assistant Professor of the Department  
of «Economics and entrepreneurship»  
of ST-Petersburg Institute of Machine Building

*Статья поступила в редакцию 24.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

УДК 338.4:633.1

**Ю.А. Широков**

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЧАСТНО-ГОСУДАРСТВЕННОГО ПАРТНЕРСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Исследуются современные проблемы функционирования частно-государственного партнерства в Российской Федерации. Дается анализ сложившейся ситуации при использовании этой организационной формы. Характеризуются сложности для государства и бизнеса в процессе взаимодействия в рамках частно-государственного партнерства.*

Частно-государственное партнерство.

**Yu.A. Shirokov**

## **PRIVATE-STATE PARTNERSHIP FUNCTIONING FEATURES IN RUSSIAN FEDERATION**

*Modern problems of functioning of the private-state partnership in Russian Federation are researched in the article. The analysis of the developed situation is given at use of this organizational form. Complexities for the state and business during interaction within the limits of the private-state partnership are characterized.*

The private-state partnership.

В последние годы во многих странах мира происходят значительные изменения в отраслях, которые до этого находились в государственной собственности и управлении. Власти все активнее привлекают частный бизнес к решению стратегически важных для государства задач. Механизм частно-государственного партнерства (ЧГП) предоставляет такую возможность и Россия не стала исключением. В госбюжете, как правило, нет достаточных средств для развития стратегически значимых предприятий. Чтобы разрешить эту проблему, в хозяйственной практике за рубежом используют ЧГП. Это представляет собой объединение ресурсов государства, с его потенциалом собственности, и бизнеса, располагающего средства-

ми для инвестиций. Частный сектор может вложить в качестве своей «доли» в партнерство финансовые ресурсы, управленческие навыки и опыт. Каждый такой альянс государства и бизнеса создается на срок реализации конкретного проекта в самых различных сферах деятельности. ЧГП распространено от базовых отраслей промышленности и НИОКР до оказания общественных услуг.

В России уже сложилась определенная практика ЧГП. Проекты реализуют главным образом на региональном уровне. Государство принимает на себя значительную часть проектных рисков. Возвратные выплаты инвестору произведенных им затрат осуществляются с привлечением бюджетных средств. Риски эксплуатации не влияют на возвратное финансирование. Проекты ЧГП частично реализуют в форме утверждаемых Правительством РФ планов развития отдельных отраслей экономики и федеральных целевых программ. Инструменты частно-государственного партнерства используют в развитии внешнеэкономических связей. Поддержку венчурного инвестирования государство осуществляет также с использованием механизмов ЧГП. В настоящее время роль основной формы частно-государственного партнерства приобретает концессия.

Чтобы партнерство было максимально эффективным, необходимо обеспечить взаимовыгодное сотрудничество между государственным и частным секторами.

Частный сектор получает наиболее полную свободу в принятии управленческих решений в рамках проекта. Между тем у государства остается достаточно рычагов воздействия на концессионера в случае нарушения им договора и при возникновении необходимости защиты общественных интересов, так как инвестор получает право владеть объектом и эксплуатировать его, но остается он в собственности у государства.

Государство в последние 10-15 лет практически не восстанавливает и не развивает общественную инфраструктуру, являющуюся его собственностью. Потребность в инвестициях намного превышает возможности госбюджета. Ценовая конъюнктура на продукцию топливно-энергетического комплекса может измениться в неблагоприятную для РФ сторону. В такой ситуации наличие поддержки бизнеса необходимо. Посредством ЧГП государство может привлечь частные деньги для осуществления приоритетных проектов. Это даёт возможность повысить эффективность управления инфраструктурой, стимулировать развитие инноваций. При этом проекты ЧГП имеют максимальную отдачу на вложенные средства, а часть рисков государство передает частному сектору.

По своему определению, механизм ЧГП для бизнеса также привлекателен. Инвесторы получают возможность вкладывать деньги в капиталоемкие объекты и получать запланированную прибыль. Очевидно, каждая сторона проекта ЧГП стремится получить больше прав, одновременно стараясь минимизировать свои обязательства и риски. Поэтому необходимо, чтобы такое партнерство стало обоюдovыгодным для государства и для бизнеса.

В условиях развивающейся нормативно-правовой базы российские проекты ЧГП подвергаются ряду потенциальных финансовых, политических рисков. Они лежат в юридической сфере и связаны с участием в проектах государства. Согласно российскому законодательству расходы органов власти на исполнение финансовых обязательств должны быть заложены в бюджете. Иначе их исполнение незаконно. Для проекта, основным источником которого являются бюджетные средства, такая ситуация может привести к банкротству. В то же время бизнес боится вступать в партнерские отношения с государством из-за отсутствия доверия к нему. Должно быть налажено законодательное регулирование, способствующее снижению рисков для бизнеса. К сожалению, принятый закон о концессиях не гарантирует возврата инвестиций в случае невыполнения государством своих партнерских обязательств. Как отмечают инвесторы, закон о концессиях далек от совершенства. Согласно данному документу, правительство каждый год должно получать санкцию парламента на осуществление проектов в рамках ЧГП. Между тем многие из них рассчитаны на 30 или более лет. Кроме того, закон затрудняет передачу активов под контроль инвесторов в случае, если прави-

тельство нарушит свои обязательства. Существует опасность, что тендеры по многомиллиардным проектам в рамках ЧГП будут проводиться в условиях непрозрачности. Есть угроза, что наиболее выгодные заказы достанутся компаниям, связанными с государством. Участие в российских проектах частно-государственного партнерства содержит гораздо больше рисков для иностранных инвесторов. С другой стороны, по мнению многих западных фирм, инвестиционный климат в стране улучшился, и потенциальные прибыли от проектов перевешивают опасные тенденции.

Необходимо составить рейтинг российских проектов ЧГП, когда они войдут в стадию реализации и организации финансирования. Необходимо оценивать перспективы подобных проектов в РФ и анализировать риски. Появление рейтингов приведет к расширению инструментов финансирования ЧГП. Частные операторы смогут привлекать инвестиции не только через кредиты, но и через выпуск специальных ценных бумаг, как это происходит на Западе. В настоящий момент основная проблема ЧГП – это потребность в долгосрочном финансировании. Концессии могут продолжаться десятки лет, а банки готовы кредитовать только на среднесрочную перспективу не более чем на 15 лет. Высокий рейтинг проекта поможет найти новых инвесторов. С помощью привлеченных средств проекты удастся завершить, даже если из них выйдет государство.

Необходимо признать, что единого определения и понимания ЧГП до сих пор не сложилось даже в тех странах, где оно зародилось и развивается достаточно успешно. В связи с этим можно говорить лишь о тех или иных подходах к определению данного института общественных отношений. При этом необходимо учитывать условия, в которых данное явление возникает в той или иной стране.

Частно-государственное партнерство (ЧГП) в инновационной сфере – это институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом в целях реализации общественно значимых проектов и программ в широком спектре отраслей промышленности и областей научных исследований.

В РФ и во всем мире ЧГП в сфере инноваций возникает по инициативе государства из-за его доминирующей заинтересованности в инновационном развитии экономики страны.

Создание партнерства государства и частного бизнеса будет ключевым моментом для дальнейшего развития России. Создание благоприятных условий для развития ЧГП в инновационной сфере требует принятия соответствующих нормативных правовых актов. Таким образом, необходимо формирование целой отрасли законодательства, регулирующей инновационную деятельность в целом и вопросы частно-государственного партнерства.

Следует отметить, что партнерство государства и частного бизнеса обеспечивает большую отдачу от финансирования научных исследований. Кроме того, это позволяет успешно решать вопросы дальнейшей коммерциализации их результатов.

Для современного состояния инновационной активности характерно, что по уровню развития инновационной инфраструктуры Российская Федерация заметно отстает от развитых стран. В связи с этим, естественно, отмечается низкий уровень интеграции в мировую инновационную систему. На рынке высоких технологий редко появляется готовый отечественный инновационный продукт, привлекающий внимание инвесторов и покупателей. Поэтому в РФ очень осторожно поступают средства венчурных организаций.

Средние и малые предприятия малоактивны в инновационной сфере из-за отсутствия специалистов в этой области, инновационной инфраструктуры, недостаточного финансирования внедрения разработок и т.д.

Создание и усовершенствование инновационной продукции, её освоение в наукоемких высокотехнологичных отраслях нельзя рассматривать как предпринимательскую деятельность в строгом значении. На этих стадиях нет явных и устойчивых источников получения прибыли, поэтому участие в них предпринимателей – явление весьма редкое. Специфичны роль и место в этих вопросах государства.

Государству в отличие от предпринимательской деятельности необходимо участвовать в инновационных процессах. Для этого необходимо быть организатором инновационной деятельности и разделять совместно с инвестором первоначальные риски разработки и создания новой наукоемкой продукции.

Следует отметить, что активное участие государства в инновационной деятельности приведет к усложнению процесса вывода новой продукции на внешние рынки, потому что это может рассматриваться как дотирование отечественного производителя.

В стране при определении принципов и механизмов организации ЧГП не проводится исследование нормативно-правовых основ в области инновационной деятельности. В действующем Налоговом кодексе РФ не предусмотрено прямое стимулирование деятельности научно-производственных и инновационных организаций. Отсутствует также и стимулирование потребителей наукоемкой продукции, поскольку именно они формируют спрос на нее. Необходимо отметить полное отсутствие налоговых льгот для реального сектора экономики, как потребителя объектов интеллектуальной собственности. В течение 2007 и 2008 годов были подготовлены изменения и дополнения в законодательство с целью стимулирования инновационной деятельности и внедрения в производство наукоемких технологий.

В РФ уже реализуются проекты государственного значения, которые можно идентифицировать как организационно-правовые предпосылки для проектов частного-государственного партнерства.

К этим проектам можно отнести и создаваемые при поддержке государства инновационно-технологические центры, технопарки и т.п.

Таким образом, частно-государственное партнерство – это институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом в целях реализации общественно значимых проектов и программ в широком спектре отраслей промышленности и НИОКР.

На сегодняшний день уже наметились тенденции по использованию механизма частно-государственного партнерства в экономическом развитии страны. В числе первых направлений определены транспорт, энергетика, инновационная система.

В настоящее время конкуренция в инновационной сфере означает борьбу за вывод на рынок полностью готовых продуктов. Можно нанять высококвалифицированных менеджеров, найти источники финансирования, однако поиск конкурентных технологий является главной задачей. Все инновационные проекты строятся на условиях разделения рисков между его участниками. Каждый участник проекта должен иметь высочайший уровень профессионализма в своей сфере. Во всем мире главный координатор проекта занимается только сборкой, логистикой и продажами, а все остальное передается малому и среднему бизнесу. Это мировая тенденция и необходимо ей следовать, чтобы РФ могла выпускать конкурентоспособную продукцию.

Формируется новая сеть деловых институтов, которая будет контролировать процесс дальнейшего развития мировой экономики. Именно в этой сети будут делиться ресурсы, анализироваться и приниматься решения. Необходимо встроить в эту систему российский бизнес, чтобы иметь возможность вписаться в будущую систему хозяйственных связей с пользой для себя.

С другой стороны, период перестройки мировой деловой сети наиболее благоприятен для вступления туда первых членов. Крупные корпорации, устойчивые в годы подъема, сегодня в состоянии неопределенности и открыты для обсуждения новых возможностей. Таким образом, у российского бизнеса есть шанс оказаться включенным в формирующийся глобальный институт влияния.

Существующие сегодня в России источники финансирования инноваций немногочисленны и скудны. До сих пор основным источником финансирования инноваций в промышленности были и остаются собственные средства предприятий. Несмотря на то, что своих средств недостаточно, использование предприятиями собственных средств происходит потому, что других источников мало или их сложно получить. В странах с развитой экономи-

кой довольно значительную долю в финансировании инноваций в корпоративном секторе занимают собственные корпоративные фонды.

Создающиеся венчурные структуры ориентированы на работу с бизнесами, находящимися на самых ранних стадиях инновационной деятельности. Иногда инвесторы готовы рассматривать даже инвестиционные проекты, не оформленные в виде бизнеса. Малый бизнес определяет философию инновационного развития общества в силу его многочисленности. Если все хозяйствующие субъекты квалифицировать по европейской методике, то в РФ на сегодняшний день из всех хозяйствующих субъектов: 6% крупных предприятий, 30% средних, 10% малых предприятий, 54% ПБОЮЛ. Поэтому партнерство государства и частных предприятий – это, прежде всего, партнерство государства, малого и среднего бизнеса и индивидуальных предпринимателей.

В настоящее время остро обозначилась проблема подготовки кадров для малого бизнеса – менеджеров, маркетологов, бухгалтеров. Также требует пересмотра ошибочная позиция, когда предпринимались попытки научить ученого инновационному бизнесу. Управлять интеллектуальной собственностью должны квалифицированные специалисты и в настоящее время страна испытывает в них потребность. Учебные программы во многих учебных заведениях по подготовке инновационных менеджеров не могут быть реализованы по причине отсутствия соответствующих преподавателей. Возможно, сложится ситуация, когда центры трансфера технологий будут созданы, но они не смогут функционировать из-за отсутствия специалистов.

Как показывает мировой опыт, инновационное развитие не может быть всецело связано с государственным бюджетом. Такое развитие в основном должно определяться спросом на исследования и разработки со стороны частного сектора экономики.

В настоящее время в большинстве стран мира финансирование науки на две трети происходит за счет частных средств, на треть – за счет средств государства.

Одним из способов привлечения частного бизнеса в инновационную сферу является создание частно-государственных партнерств в инновационной сфере. Это позволяет разделить государству совместно с инвестором первоначальные риски. В России до последнего времени отсутствовали такие партнерства. Первые примеры возникли в ходе реализации федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 годы. Целью было привлечение новых инвесторов и частного бизнеса к участию в программе в сочетании с усилением их роли в выработке и принятии решений.

К настоящему времени необходимая инфраструктура инновационной системы уже в основном сформирована. Такие её элементы, как «бизнес-инкубаторы», технопарки, инновационно-технологические центры, центры трансфера технологий уже существуют в необходимом количестве. Дальнейшее развитие инфраструктуры должно идти по пути активного привлечения частного бизнеса. В первую очередь, потенциальным инвесторам необходимо использовать возможности, предоставляемые для инвестирования в создание и использование научно-технических разработок.

В силу практической безальтернативности инновационного пути, необходимо развивать ЧПП для выбора форм и методов технологического развития с целью выработки правильной инновационной политики и оптимальной стратегии ее осуществления. Использование этих возможностей позволит создать основу экономического роста и построить современную экономику, сохранить свой статус в ряду экономически развитых стран.

**Широков Юрий Алексеевич** –  
аспирант

Института аграрных проблем РАН, г. Саратов

**Shirokov Yuriy Alekseyevich** –  
Graduate Student of the Institute

of Agrarian Problems of RAS, Saratov

*Статья поступила в редакцию 27.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*

## СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

---

УДК 316:338.48

**К.М. Керими**

### **КАРЬЕРНОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ТУРИЗМА: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

*Рассматривается категория карьеры как объект социологического анализа отечественных и зарубежных авторов. Обосновывается важность управления карьерой и актуальность карьерного консультирования. Предлагается авторский подход к процессу управления профессиональной карьерой в сфере туризма.*

Карьера, карьерное консультирование, туризм, социальный процесс, портфолио карьерного продвижения.

**K.M. Kerimi**

### **CAREER CONSULTING IN THE SPHERE OF TOURISM: SOCIOLOGICAL ASPECT.**

*The article describes a career as a subject of sociological study for both native and foreign researchers. The importance of career management and actuality of career consultation are given proof. The author suggests the own approach to career management in the tourism industry.*

Career, career consulting, tourism, sociological aspect, portfolio of career promotion.

За последние годы понятие карьеры в качестве социальной категории, феномена и процесса стало предметом изучения как отечественных, так и зарубежных авторов [1], в трудах которых представлены результаты исследований карьеры государственного служащего [2], политического деятеля [3], стратегического руководителя [4]. Учеными-практиками выделены различные этапы в процессе построения карьеры с учетом возрастного показателя (С.Н. Паркинсон), результатов психологического анализа «внутреннего содержания» карьеры (В.А. Чикер), сформулированы стратегии-рекомендации построения карьеры (В.А. Поляков), рассмотрены субъективные и объективные критерии успешности карьеры, в том числе личностные характеристики индивида (М. Шоу), роль образо-



вательного пространства (А.Ю. Слепухин). В рамках функционального подхода определены функции – задачи, решение которых необходимо для обеспечения динамичной карьеры (В.Ф. Рубахин и А.В. Филиппов, П. Дракер и В. Ньюмен). Представители ситуационного подхода (Л. Хьелл, Д. Зиглер) обратили внимание на дополнительные факторы, влияющие на эффективность карьеры (ожидания и потребности руководителей, структура группы и специфика ситуации, в которой она находится, культурная среда, возраст, опыт, стаж и т.п.) [5]. В этой связи, можно говорить о том, что возникшие в XX в. интерес и потребность в исследовании категории карьеры не только не прекращаются, а даже возрастают. Динамизм современной жизни подтверждает актуальность, важность и необходимость теоретического осмысления понятия карьеры, изучения ее компонентов и находящихся в зависимости с ней объектов, что позволяет использовать полученные результаты в рамках практического консультирования.

Процесс построения карьеры является одним из основных приоритетов современной жизнедеятельности индивида [6]. С одной стороны, основы менеджмента и самоменеджмента, с другой – профессиональное консультирование становятся в настоящее время универсальными категориями как профессиональной, так и повседневной поведенческой активности человека и настоятельно требуют своего практического освоения и реализации. Однако потребность в планировании и организации своей профессиональной карьеры для многих не является столь очевидным мероприятием [7, с.21]. У абитуриентов эта проблема проявляется особенно остро: встает трудный многовариантный выбор своей специальности и профессии. Безусловно, существуют ситуации, когда имеется «выбор без выбора» в силу различных экономических, политических, социокультурных факторов. Так или иначе, определившись с выбором, человек не всегда принимает во внимание важность дальнейшего планирования жизнедеятельности.

Исследование специфики построения карьеры в сфере туризма, основанное на экспертных оценках профессиональных управленцев, анализ периодических изданий позволяют предложить авторский подход к процессу консультирования в планировании и управлении карьерой специалиста туристской индустрии.

На первом этапе важно осознать ответственность выбора и постараться выявить те индивидуальные качества, способности, навыки и умения человека, сформировавшиеся к моменту окончания школы, которые бы коррелировали с выбираемой профессией. На практике это возможно реализовать при прохождении специальных тестов, консультировании со специалистами, написании эссе на тему «Я и моя карьера и профессия». Письменная творческая работа на предмет будущей профессии, целей и смысла карьеры, жизненных приоритетов позволяет самоопределиваться, представить себя тем, кем человек хочет стать, задуматься о способах достижения своей цели.

Вторым этапом может стать процесс составления портфолио карьерного продвижения (ПКП) - специально отобранного и соответственно оформленного пакета документов в бумажном и электронном вариантах, цель которого - представить в упорядоченном и удобном для использования виде документированные свидетельства целей и ценностей, талантов и способностей, навыков и компетенций, наград и достижений его владельца, отражая совокупные достижения абитуриента, студента, выпускника, работника (как академические и профессиональные, так и личностные) [8, с.26]. Стимулом для его составления является не конкретный возрастной этап, а момент осознания важности и необходимости создания ПКП.

Портфолио составляется в таком ключе, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие с научными руководителями, преподавателями и кураторами в вузе в период обучения, а также с работодателями после окончания высшего учебного заведения. ПКП следует составлять по следующим позициям:

- профессионально составленное, отвечающее современным требованиям резюме;

- список пройденных учебных курсов по основной области деятельности и связанных с ней областей знания, включая дополнительную специализацию, тренинги, специализированные семинары и мастер-классы ведущих преподавателей и специалистов в данной области;

- список внеучебных мероприятий и любых должностей, где на практике применяются такие навыки, как лидерство, организаторские способности (например, староста группы, руководитель научной студенческой группы, куратор студентов младших курсов, руководитель проекта и т.д.);

- описание карьерного потенциала и готовности к карьере в терминах приобретения навыков и опыта;

- рекомендации ведущих преподавателей, руководителей курсовых проектов, дипломных работ, производственных практик, с предыдущих мест работы.

Таким образом, карьерное портфолио является развернутым содержанием фактов, которые в кратком виде представлены в персональном резюме.

ПКП дает возможность:

- 1) отображать достижения студента в приобретении навыков и компетенций, необходимых для успешной и долгой карьеры. Со временем ПКП превращается в достаточно сложную, расширенную и углубленную структуру способностей и достижений;

- 2) подводить итоги учебных, научных и профессиональных достижений человека и создает возможности для дальнейшей научно-исследовательской карьеры (например, поступление в магистратуру или аспирантуру). В связи с повсеместно осуществляемым в вузах России переходом на двухуровневую систему высшего профессионального образования, бакалавриат и магистратуру, качественно составленное ПКП становится одним из важных критериев для поступления в магистратуру;

- 3) стать важным инструментом передачи деловой и личностной информации о студенте - выпускнике вуза, специалисте, что может помочь привлечь внимание работодателя и подчеркнуть его конкурентные преимущества по сравнению с другими претендентами;

- 4) послужить эффективным средством развития карьеры, которое содержит гораздо больше информации для понимания, чем стандартное резюме, позволяя работодателю легко просмотреть уровень подготовки и весь спектр умений и способностей кандидата и создает условия для принятия оптимального кадрового решения.

Итак, у ПКП двойное предназначение – с одной стороны, оценка учебных успехов, научных и профессиональных достижений, а с другой – оценка готовности и соответствия профессиональной карьере.

В качестве примера рассмотрим алгоритм составления портфолио студентами специальности «Социально-культурный сервис и туризм» первого года обучения. Начинать следует с простого резюме и по мере освоения учебных дисциплин постепенно добавлять в него информацию и материалы, демонстрирующие развитие своих навыков и компетенций. К моменту завершения обучения в вузе карьерное портфолио будет включать профессиональное резюме; свидетельства всех освоенных студентом дополнительных курсов (по иностранным языкам, по специальным программам в области информационных технологий и др.); рекомендации, полученные после прохождения профессиональной практики (и/или работы на неполной рабочей ставке в различных организациях социокультурной сферы и туризма); список проектов, в которых студент принимал участие, с указанием конкретных функций и ролей; знаки отличия, участия в олимпиадах, выставках, семинарах, конференциях, волонтерских движениях в сфере туризма.

Учитывая опыт коллег [7, с.20], наряду с задачей по формированию портфолио предлагается в рамках курса «Управление персоналом» организовать семинары «План развития карьеры», который позволил бы определить возможности профессионального развития на региональном и федеральном уровнях, выявить свои слабые и сильные стороны как работни-

ка туристической индустрии в зависимости от конъюнктуры рынка, иметь возможность восполнить недостаток знаний и опыта. Не менее важным и значимым для специалиста сферы туризма автор считает овладение навыками создания собственного позитивного имиджа и самопозиционирования, что возможно в рамках таких курсов как «Имиджелогия» и «Связи с ответственностью».

Данный проект находится на этапе разработки и является пилотным вариантом консультирования в планировании карьеры в сфере туризма. Предложенный алгоритм действий, не претендуя на универсальность для достижения профессиональной и деловой успешности, позволяет, на наш взгляд, стать своеобразным «двигателем» непрерывного процесса управляемого профессионального и личностного развития. Составление портфолио карьерного продвижения способствует осмыслению своих жизненных целей и стратегий, помогая структурировать имеющиеся знания, конструировать перспективы профессиональной карьеры, личностного роста и самореализации. Таким образом, практическое карьерное консультирование в сфере туризма способствует систематизации имеющихся знаний, поиску возможностей их эффективного применения и разработке новых подходов в подготовке высококлассных специалистов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шаповалов В.К. Трудовая карьера: от исследования через обучение к консультированию / В.К. Шаповалов // Вестник СевКавГТУ, серия «Гуманитарные науки». Ставрополь: Сев-Кав ГТУ, 2003. № 1 (8).
2. Служебная карьера / А.С. Гусева, В.А. Иглин, Б.В. Лытов и др.; под общ. ред. Е.В. Охотского. М.: Экономика, 1998. 302 с.
3. Макеев В.В. Политическая карьера: дис. ... канд. социол. наук / В.В. Макеев. М., 2000. 420 с.
4. Круглов Д.С. Карьера стратегического руководителя: дис. ... социол. наук / Д.С. Круглов. Саратов, 2000. 209 с.
5. <http://www.proconsul-erg.ru/elita-way-career.html> / посещение ресурса 18.05.2008
6. Арабей Е.Ю. Карьерные ценности современной молодежи / Е.Ю. Арабей // Российское общество и социология в XXI веке: социальные вызовы и альтернативы: тез. докл. и выступл. на II Всерос. социологическом конгрессе. М.: Альфа-М, 2003. С. 74-75.
7. Писаревская О.И. Карьера для поколения NEXТ. Карьерный портфель: новые возможности / О.И. Писаревская // Туризм: право и экономика. 2006. № 3. С. 20-29.
8. Могилевкин Е. Портфолио карьерного продвижения как современная технология планирования и развития карьеры выпускников вузов / Е. Могилевкин // Управление персоналом. 2006. № 5. С. 26-29.
9. Паркинсон С.Н. Законы Паркинсона / С.Н. Паркинсон. М.: АСТ, 2004. 474 с.
10. Паркинсон С.Н. Бизнес – это люди / С.Н. Паркинсон. М.: Мирт, 1995. 223 с.
11. Слепухин А.Ю. Высшее образование в условиях глобализации: проблемы, противоречия, тенденции / А.Ю. Слепухин. М.: Форум, 2004. 408 с.
12. Проблемы рынка образовательных услуг и спрос на выпускников учреждений профессионального образования / П.В. Романов, А.Ю. Слепухин, В.А. Карпец и др.; под ред. М.Э. Елютиной, В.Н. Ярской. Саратов: СГТУ, 2004. 132 с.

**Керими Кира Мухамедовна** –  
аспирант кафедры  
«Менеджмент туристического бизнеса»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Kerimi Kira Mukhamedovna** –  
Graduate Student of the Department  
of «Management of the tourism business»  
of Saratov State Technical University

УДК 316.346.32-053.9

**О.А. Мельникова**

### **ПРЕСТУПНИКИ-РЕЦИДИВИСТЫ ТРЕТЬЕГО ВОЗРАСТА В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ**

*Представлены результаты социологического исследования, направленного на выявление профессиональной принадлежности преступников-рецидивистов. В исследовании принимали участие сотрудники исправительных учреждений, а также пожилые преступники, осужденные повторно за аналогичные преступления. Рассматривается понятие криминального профессионализма, становление профессионализации в преступной сфере.*

Преступники-рецидивисты, заключенные, третий возраст, профессия, преступная деятельность, криминальный профессионализм.

**O.A. Melnikova**

### **THE THIRD AGE CRIMINALS-RECIDIVISTS IN THE CONTEXT OF PROFESSIONAL DIFFERENTIATION**

*There are the results of the sociological research directed on revealing of a professional accessory of criminals-recidivists in the paper. Officials of corrective establishments and the elderly criminals condemned repeatedly for similar crimes took part in research. The concept of criminal professionalism and formation of professionalism in criminal sphere are considered.*

Criminals-recidivists, prisoners, third age, profession, act of crime, criminal professionalism.

На современном этапе изучение преступности является очень актуальным и значимым вопросом. Безусловно, неуклонный рост преступности, расширение социальной базы преступности, а также возрастание уровня профессиональной преступности приводят к тому, что проблема преступности постоянно привлекает ученых. В связи с увеличением численности пожилых и старых людей относительно основной массы населения [1, с. 128], становится очень значимым изучение преступников данной возрастной группы. Подавляющее большинство среди представителей третьего возраста, осужденных на отбывание наказания в исправительных учреждениях, составляют профессиональные преступники, или рецидивисты. Данное исследование направлено на изучение преступников-рецидивистов третьего возраста в контексте профессиональной дифференциации.

В социальном аспекте «профессия» предполагает полезное и официально разрешенное занятие. Под профессией, как известно, понимается род трудовой деятельности, требующий определенной подготовки и являющийся обычно источником существования. В рам-

ках понятия профессии существуют и формируются такие категории, как «специальность» и «квалификация». Первая содержит комплекс теоретических знаний и практических навыков, создающих возможность заниматься какой-либо работой. Вторая определяет качество подготовки специалиста в целом. Профессии можно квалифицировать по разным основаниям. Одним из оснований квалификации является выделение профессии по умственному и физическому труду. Мы решили выяснить, какие профессии преобладают у преступников. В исследовании принимали участие сотрудники исправительных учреждений, а также пожилые преступники, осужденные повторно за аналогичные преступления.

В рамках социологического исследования, проведенного автором в коллективе с Т.В. Темаевым и А.А. Смолькиным в исправительных учреждениях Саратовской области, была выявлена следующая профессиональная принадлежность преступников-рецидивистов третьего возраста. По статусу трудовой биографии преступники-рецидивисты третьего возраста являются, по большей части, работниками физического, как правило, малоквалифицированного труда. Для них характерны невысокий жизненный уровень, довольно низкий уровень образования, многие преступники третьего возраста страдают алкоголизмом. В ходе анализа текстов интервью были выявлены следующие профессии преступников третьего возраста: многие работали в колхозе комбайнерами, трактористами, лесорубами. Встречаются заключенные, которые работали водителями, а также есть токари, сварщики, термисты.

Бывший заключенный, выйдя из стен исправительного учреждения, сталкивается со многими жизненными трудностями, которые приходится решать. Эти трудности касаются и поиска места работы. В процессе поиска работы бывшие заключенные сталкиваются с дискриминацией, предвзятым отношением к себе как работодателя, так и работников предприятия. Сами сотрудники исправительных учреждений отмечают сложность в трудоустройстве людей, имеющих судимость, тем более не одну, когда речь идет о преступнике-рецидивисте:

*«Принципиально и говорить об их устройстве где-то, об адаптации их к жизни на свободе, сложно. Если он первый раз сидит, он может еще раз не попасть. А остальные все прямым ходом назад. Вряд ли заключенные где устроятся. Их заставить работать тяжело, крайне тяжело. Во-первых, по опыту нашему знаю, что они после освобождения попадают в такую систему... Действительно, он вышел, весь в наколки придет на работу, со справкой об освобождении, вряд ли он будет принят...»* (сотрудник исправительного учреждения).

*«Если ему, например, на работу устраиваться, то приличная компания с судимостью, двумя, тремя, пятью его не возьмет, начальник такой ответственности не возьмет. А какие-то мелкие работы, где надо сильно работать, например, погрузка / разгрузка и еще копейки платят, им, естественно, это не надо»* (психолог).

Следующие два примера – иллюстрация того, что некоторые заключенные, задумываясь о своей дальнейшей жизни, хотят найти себе любую работу с помощью сотрудников исправительных учреждений и работников социальной защиты и прекратить заниматься преступной деятельностью. Сотрудники исправительных учреждений в таких случаях всегда стремятся помочь таким заключенным.

*«При поступлении заявления от осужденного, если он хочет установить какие-то связи, если он хочет быть трудоустроен, благоустроен, мы делаем запрос. У нас есть центр соц. защиты, куда мы обращаемся, а они ищут, и результаты присылают нам. Чтобы мы их устроили там»* (начальник отряда пожилых заключенных и инвалидов).

*«Дают им по месту жительства адреса, куда они могут обратиться за помощью. Там им на некоторое время предоставляют жилье, питание, а потом работу» (исполняющий обязанности психолога).*

Заклученные, прогнозируя свою жизнь на свободе, не исключают возможности, что они могут найти себе официально разрешенное занятие, приносящее доход, и тогда они перестанут заниматься преступной деятельностью. Но на практике, как правило, это происходит в редких случаях. Как говорят заключенные, всему виной то, что у них нет прописки. А в действительности причина, скорее всего, в том, что у них просто нет желания прекращать преступную деятельность:

*«Человеку после выхода на свободу можно вести нормальный образ жизни. Это от самого зависит многое. Можно, но просто сильную силу воли надо иметь. Тем более, если, например, ты трудом занялся. Чтобы и документально оформлен был, чтобы не было претензий со стороны правоохранительных органов. Законно документально оформляется, устраивается на работу. Зачем ему тогда какие-то преступления, для чего?» (заклученный № 6).*

*«Я бы не хотел сюда возвращаться. Я бы, ради бога, если бы у меня сейчас была бы пенсия, было бы местожительство, где я бы мог жить спокойно, ночевать. Старый человек, который вел рабочий образ жизни, он попал сюда просто случайно, естественно, он вернется в свою колею. А вот такой как я, например, это... Я вот захочу и не смогу. Если я сейчас выйду на свободу, то не одетый я и не обутый, а мне нужно есть, пить. Как?» (заклученный № 10).*

*«Я получаю пенсию. Так как же теперь мне, что на эту «трешницу», на пенсию жить что ли? Я в обязательном порядке, «трешница» – это, при неполном рабочем дне, как раз дневной заработок» (заклученный № 7).*

Необходимо еще отметить, что сама работа и поиск работы могут служить преступникам-рецидивистам и в качестве официального прикрытия, стремления показать, что они все осознали и хотят исправиться. А в действительности, все может обстоять иначе, и они не собираются оставлять свою преступную деятельность.

Справедливости ради, следует отметить, что все же можно встретить и таких бывших заключенных, которые смогли встать на путь исправления, нашли одобряемую обществом работу, и их дальнейший жизненный путь, может, больше и не будет никогда связан с преступной деятельностью:

*«Многие потом приезжают, благодарят, хотят показать, что они не то что исправились, нашли свое место в жизни. Как-то пришлось с таким дискутировать: «Вот как у меня все хорошо, гражданин начальник, машина у меня хорошая...». Не знаю, на какие средства он живет, но видно, что у него что-то получается. Иногда просто встречаю в городе, и они, видно, не замыкаются, поздороваются» (заместитель по воспитательной работе).*

Но, к сожалению, многие освобожденные преступники-рецидивисты не хотят искать пути достойного и одобряемого обществом существования и через некоторое время вновь возвращаются в стены тюрьмы, где продолжается профессионализация в преступной сфере. Здесь уже речь идет о криминальном профессионализме.

*«Есть, конечно, такая категория лиц, которая здесь регулярно. Социально запущенным людям вернуться в «нормальную» жизнь практически невозможно. Отсутствует база.*

*Те, кто сидят всю жизнь, они уже точно не встанут на путь исправления»* (заместитель по воспитательной работе).

*«Все зависит от человека. Но если вас интересуют пожилые, то вряд ли они после освобождения возьмут и изменят свою жизнь, так как всю жизнь они вели преступный образ жизни. Как правило, люди, если они неоднократно судимые, возвращаются, так как ничего другого они делать не умеют»* (психолог).

*«Примеров того, что пожилой заключенный исправился и перестал нарушать режим, а потом освобожден и жил нормально, таких примеров у нас здесь нет»* (начальник отряда пожилых заключенных и инвалидов).

Совершенно очевидно, что никто никогда не имеет в виду «профессию» преступника в социальном ее понимании. Здесь уместно условно ввести этот термин, поскольку признаки устойчивой преступной деятельности внешне сходны с атрибутами той или иной профессии. Слово «профессиональный» означает не только присущий какой-то профессии, но и занимающийся чем-нибудь как профессией [2, с.646]. Если компоненты профессии внешне проявляются в противоправной деятельности, то ее можно отнести к криминальному профессионализму. Понятие криминального профессионализма содержит четыре признака:

- 1) устойчивый вид преступного занятия (специализация);
- 2) определенные познания и навыки (квалификация);
- 3) преступления как источник средств существования;
- 4) связь с асоциальной средой [3].

Выбор любой профессии не делает человека специалистом. Для этого требуются определенные знания и навыки. Преступники-рецидивисты, находясь в стенах пенитенциарных учреждений, не имеют возможности приобретать иные знания и навыки, кроме как углублять свои знания в области преступной деятельности, т.е. акцент смещается именно в сторону знания «преступного мира». В связи с этим, в местах лишения свободы в значительной степени формируются «преступный мир» и криминальная профессионализация преступников.

Упоминание о профессиональном типе преступников появилось в конце XIX века в работах ученых М. Геринга и Э. Ферри. Профессиональная преступность на современном этапе имеет тенденцию к неуклонному расширению. В официальной статистике, начиная с конца 90-х годов, наблюдается резкое увеличение числа преступников-рецидивистов, осужденных повторно за аналогичные преступления [4]. Значительная их часть – это лица, неоднократно совершавшие кражи, грабежи, мошенничество, фальшивомонетничество. Именно этими (хотя и не только) разновидностями преступлений представлена структура профессиональной преступности [5, с.227]. Существование таких категорий преступников-профессионалов, как «воры в законе», «авторитеты» и т.д., свидетельствует о наличии не просто преступной «профессии», а о своеобразных направлениях в криминальной деятельности. Только за январь-сентябрь 2007 года из всех зарегистрированных преступлений 51,8% составляют хищения чужого имущества, совершенные путем: кражи – 1175,8 тыс., грабежа – 222,8 тыс., разбоя – 34,4 тыс. Почти каждая третья кража (35,1%), каждый двадцать пятый грабеж (3,9%) и каждое пятнадцатое разбойное нападение (6,9%) были сопряжены с незаконным проникновением в жилище, помещение или иное хранилище. Каждое семнадцатое (5,9%) зарегистрированное преступление – квартирная кража. В январе – сентябре 2007 года их число снизилось на 10,3% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [4].

Профессиональная преступная деятельность отличается от какой-либо другой противоправной деятельности тем, что у преступников-профессионалов вырабатываются

определенные знания, до автоматизма доводятся практические навыки, происходит постоянное совершенствование криминальных приемов и способов. Преступники-профессионалы постоянно «совершенствуют» свое мастерство, так как от этого зависит, например, и то, сколько получится украсть, и то, как это сделать с наименьшим риском быть разоблаченным. Существующая законодательная практика приводит к тому, что само наказание не способно привести к тому, чтобы преступники-рецидивисты перестали заниматься преступной деятельностью. Эта проблема приобретает еще более отчетливое содержание, если учитывать обстоятельство высокой латентности профессиональной преступной деятельности. В условиях постоянного нахождения в тюремных стенах, преступники-рецидивисты третьего возраста, не имея сформировавшихся жизненных и трудовых навыков, обладая низким уровнем правовой культуры, находят себя в противоправной деятельности. Сами заключенные отмечают, что после попадания в тюрьму, общаясь между собой, они «заражаются» тюрьмой и усваивают законы «преступного мира». Выйдя на свободу, такие преступники очень быстро находят друг друга. И уже в условиях свободы формируются преступные группировки «по интересам» с определенной иерархией, подчиненностью и дисциплиной.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие основные выводы:

1. Преступники-рецидивисты третьего возраста до становления профессионализации в преступной сфере, в основном, занимались малоквалифицируемым физическим трудом.

2. Преступники-рецидивисты третьего возраста, проводя значительную часть своей жизни в стенах пенитенциарных учреждений, не имеют возможности приобретать знания и трудовые навыки какой-либо социально одобряемой профессии. Происходит углубление и профессионализация в области преступной сферы. Этому способствуют также другие преступники, рассказывая о своем криминальном опыте.

3. Термин «преступная профессия» внешне воспринимается с трудом, обычно как некая аномалия. Но зачастую преступники-рецидивисты, попадая в «преступный мир», не могут уже вернуться в «нормальную жизнь». Имея судимость, им сложно устроиться на личную работу, а часто они и сами не хотят прекращать заниматься преступной деятельностью. Поэтому они не видят для себя другого выхода, как только профессионализации в преступной сфере.

4. У преступников-рецидивистов третьего возраста не отмечается стойкого желания прекратить заниматься профессиональной преступностью. «Уход» из сферы преступной деятельности происходит исключительно в результате уже ослабленного здоровья. В этот период преступники третьего возраста начинают вспоминать свой трудовой стаж и хотят получать пособие по старости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Капица С.П. Рост населения земли и будущее цивилизации / С.П. Капица // *Общественные науки и современность*. 2003. № 3. С. 122-129.

2. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. М.: Азъ Lid, 1992. 960 с.

3. Гуров А.И. Профессиональная преступность: прошлое и современность / А.И. Гуров . <http://yurpsy.by.ru/biblio/gurov/04.htm>.

4. Статистические сведения Министерства внутренних дел РФ. Официальный сайт МВД РФ. [www.mvdinform.ru](http://www.mvdinform.ru).

5. Воронин Ю.А. Введение в криминологию / Ю.А. Воронин. Екатеринбург: УрАГС, 2005. 352 с.



**Мельникова Ольга Александровна** –  
аспирант кафедры  
«Социология»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Melnikova Olga Aleksandrovna** –  
Graduate Student  
of the Department of «Sociology»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 10.06.08, принята к опубликованию 29.07.08*

УДК 101.1:316

**И.В. Новикова**

### **ГЛОБАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОГО ДВОРОВОГО ФУТБОЛА**

*Футбол признан сегодня во всем мире одним из популярных видов спорта. Многие научные исследования проводятся в области профессионального футбола. Но в России каждый год увеличивается число людей, занимающихся дворовым футболом. Дворовый футбол относится к массовым видам спорта. Автор на основе теоретических подходов к изучению дворового футбола, анализа средств массовой информации и собственных наблюдений обобщает глобальные и локальные проблемы данного социального феномена.*

Игра, профессиональный спорт, массовый спорт, институционализация дворового футбола.

**I.V. Novikova**

### **GLOBAL AND LOCAL PROBLEMS OF RUSSIAN FOOTBALL**

*Nowadays football recognized as one of the most popular sport in the world. The number of people playing yard football in Russia increase every year. Yard football refers to mass sports. The author summarized global and local problems of this social phenomenon, using theoretical approach to the yard football research, mass media analysis and personal experience.*

Game, professional sport, mass sport, yard football institutionalization.

«Люди в России традиционно очень хорошо относятся к футболу. Отвечая на вопрос «Каким видом спорта вы занимаетесь?», 16% наших респондентов (причем это были взрослые люди) ответили, что футболом. Этот вид спорта оказался на втором месте после бега и даже опередил плавание. Точно так же наши соотечественники любят смотреть футбол по телевизору» [6], – так прокомментировала в газете «Время новостей» отношение россиян к футболу президент исследовательского холдинга «РОМИР-Мониторинг» Елена Башкирова.

Понятие «спорт» прочно укореняется в середине XIX века в Англии, хотя физкультурная и спортивная деятельности считаются одними из первых необходимых видов общей культуры общества, которые помогают человеку успешно включиться во многие социальные деятельности. Но сущность спорта в архаических обществах отличалась от современных, прежде всего, своим зрелищным характером. Слово «спорт» означает «развлечение, увеселение, забава». Исторически спорт зародился как досуговая деятельность человека: спортивные зрелища, состязания, «спорт джентльменов». Спортсмен добровольно берет на себя определенные обязательства: стремление к результату, соблюдение правил, норм в процессе межличностного общения, оправдание ожиданий со стороны тренера, болельщиков, судей. «Игры удовлетворяют одновременно потребность в свободной фантазии и поиске неоправданных трудностей; они соединяют ребяческий избыток сил с сознательно созданными препятствиями. Устанавливая равные условия для всех игроков, говорит Роджер Кайллойс, игры пытаются заменить «нормальную неразбериху повседневной жизни» идеальными условиями. Они воссоздают свободу, заставляют вспомнить о беззаботном детстве и огораживают повседневную жизнь искусственными границами; единственными ограничениями в играх служат правила, которым игроки добровольно подчиняются» [14, с.23]. Существуют разные точки зрения на сущность игровой деятельности человека. Например, Й. Хейзинга считает, что игра – это не просто «физиологически обусловленная психическая реакция, а функция, которая исполнена смысла» [20, с.21]. Представители функционализма считают «целью игры – бесполезную деятельность, которая никак не способствует борьбе человека с природой, благополучию или комфорту сообщества или его физическому выживанию. С этих позиций Веблен рассматривает и спортивные состязания, считая их пережитками милитаризма, «бессмысленностью» [14, с.24].

По мнению Бориса Дубина, «социологию в первую очередь интересует место спортивных занятий и достижений в процессах индустриализации, урбанизации, демократизации европейских стран, при становлении в них гражданского общества и буржуазного миропорядка, в формировании национального государства и национальной культуры в Европе, а далее – при переходе Запада к массовому социуму, цивилизации досуга, обществу глобальных зрелищ...» [9]. Поэтому с точки зрения социологии спорт вообще и конкретный его вид рассматривается через призму процессов глобализации и взаимовлияния глобальных и локальных тенденций на характер взаимодействия современных структур социальных систем общества. Спорт «включен в разветвленную систему межличностных, межколлективных и глобальных межчеловеческих отношений». Данное обстоятельство позволяет рассматривать его как отдельный социальный феномен и трактовать понятие «спорт» в широком смысле – «специфические межчеловеческие отношения, возникающие на основе собственно соревновательной деятельности» [15, с.22-23]. Согласно определению Э. Дюркгейма, спорт можно рассматривать как социальный факт, так как он является «способом действия, распространенным на всем протяжении данного общества, имеющий в то же время свое собственное существование, независимое от его индивидуальных проявлений» [10, с.39]. Специфика спорта как явления заключается в направленности на познание природы посредством совершенствования собственного тела и духа. Спортивное игровое пространство включает в себя акторов, владеющих способами двигательных действий и взаимодействий в определенных условиях (техничко-тактическая подготовка). Действия акторов направлены на достижение цели игры. Каждое поколение людей вносило определенный вклад в развитие данной совокупности. Спорт является игровой деятельностью человека, которая влияет на его развитие. Погружаясь в игру, спортсмен добровольно берет на себя определенные обязательства, выполнение которых необходимо для достижения результата. Обязательства отражают требования к способам выполнения двигательных действий, взаимодействия с людьми и предметами окружающей действительности. С одной стороны, содержание игры повторяет жизненные практики людей, а с другой – делает их более свободными в действиях и выборе с по-

мощью моделирования определенных условий. Такое погружение способствует развитию творческих сил, которые влияют на развитие уровня адаптационных возможностей человека. Итак, спорт как игру мы можем назвать социальным действием, потому, что смыслы игроков соотносятся с общей целью, правилами и нормами игры. Физкультурная и спортивная деятельности предоставляют человеку возможность самореализации и самовыражения.

По целевым установкам современный спорт классифицируется на профессиональный и массовый. Профессиональный спорт – часть спорта, направленная на организацию и проведение спортивных соревнований, за участие в которых и подготовку к которым в качестве своей основной деятельности спортсмены получают вознаграждение от организаторов таких соревнований и (или) заработную плату [19]. Исследования социологии больше направлены на изучение особенностей общественных отношений в области профессионального спорта. Область массового спорта лучше представлена педагогическими исследованиями образовательных процессов среди школьников и студентов, т.е. обязательного компонента социализации личности. Массовый спорт – часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическое развитие граждан посредством проведения организованных и (или) самостоятельных занятий, а также участия в физкультурных и массовых спортивных мероприятиях [19]. Массовый спорт менее изучен, но представляет определенный интерес в условиях становления современного российского общества, так как отражает особенности общественного сознания и коллективных взаимоотношений. Нас интересуют разновидности свободной спортивной деятельности, которая выбирается в соответствии с потребностью личности. Это, например, относится к таким формам спортивных сообществ, как футбольные дворовые команды, клубы по месту жительства или обучения. Чем вызвана потребность человека в выборе спортивной деятельности или конкретного вида спорта? Какое влияние оказывает спортивная деятельность и членство спортивного сообщества на формирование идентичности индивида?

История зарождения футбола свидетельствует именно о возникновении его как спортивной игры из истоков народных подвижных игр с мячом. Затем футбол проходит процесс институционализации, взяв свое начало в Англии конца XIX века. В России футбол превращается в массовый доступный вид спорта после социалистической революции 1917 года и становится эффективным средством национального физического воспитания трудящихся, превращается в элемент массовой культуры. Массовый спорт охватывает различные слои населения. В основном в процессы социализации посредством занятий массовым спортом включены дети дошкольного, школьного возраста и студенческая молодежь. Но кроме обязательных занятий в системе общего образования для детей и подростков существуют такие формы массового спорта, как дворовые футбольные команды. Именно футбол, как доступный, зрелищный вид спорта, объединяет детей и подростков на игровых площадках по месту жительства или учебы. Отличием такой формы организации досуга от обязательных занятий в образовательных учреждениях является свободоизлияние и самостоятельность личности ребенка.

Дворовый футбол и профессиональный футбол в соответствии с современной классификацией спорта имеют разные целевые установки. Но их развитие подчиняется общим тенденциям развития спорта в мире, в России и регионе. Успехи российского футбола в 1950 - 1970-х годах прошлого столетия анализирует в своей статье Анатолий Воробьев «Круглый мяч на неровном поле»: «поддержка государством детского и юношеского спорта, не занятые гаражами и новостройками футбольные площадки, минимум других соблазнов и искушений и, наконец, более физически крепкое население – все эти факторы позволяли сформировать из представителей 15 союзных республик достаточно сильную сборную» [5]. Именно в это время по инициативе ЦК ВЛКСМ в нашей стране впервые было положено начало детским всесоюзным соревнованиям на приз «Кожаный мяч» и начали создаваться клубы любителей футбола по месту жительства, работы и учебы, а Федерацией футбола профсоюзов

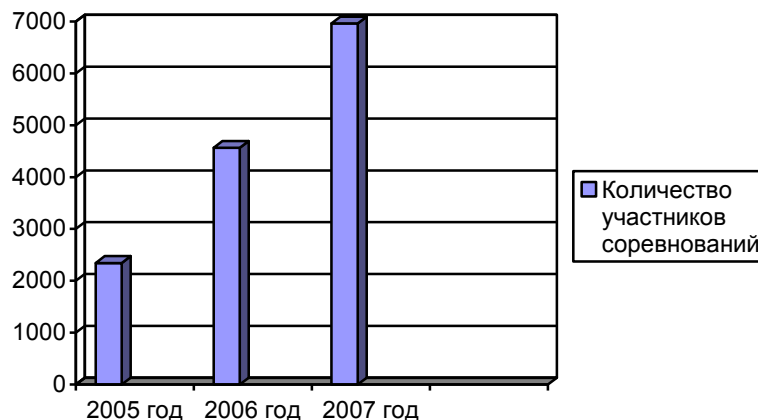
СССР организован Всесоюзный конкурс «Мы и мяч» [4, с.4]. Система организации дворового футбола позволяла осуществлять дальнейший отбор подростков и молодежи для занятий профессиональным футболом. Важнейшим подспорьем в развитии советского футбола являлся чемпионат СССР, на котором команды союзных республик «показывали свои игровые стили: кавказский, украинский и т.д.» [5]. Переход экономики России к рыночным отношениям обозначил проблему поиска адекватных новым условиям путей развития российского спорта вообще и организации футбольных клубов в частности. Российские авторы публикаций на тему футбола видят основную причину развала футбольного хозяйства не в отсутствии должного финансирования, а в сомнительном кадровом составе футбольной корпорации. «Многие футбольные руководители войдут в спортивную историю страны не как люди, заслуживающие места в галереях спортивной славы, а скорее как персонажи, разыскиваемые милицией» [5]. Прежде всего, необходимо измениться самим людям, организующим процесс развития футбола: оптимальное соотношение общественного и личного сознания, наличие лидеров-профессионалов, вовлечение общественности в процесс выработки решений, наличие высоких целей и средств их достижения (мастерство игроков, тренерский профессионализм, управленческие навыки), подбор кадров-профессионалов.

Данные социологических опросов свидетельствуют о том, что за чемпионатом Европы по футболу в 2004 году следили 41% россиян (55% – среди мужчин и 30% – среди женщин). По мнению большинства участников опроса (55%), наша сборная в отборочных играх выступила неудачно, были названы следующие причины поражений: 21% опрошенных считают, что во всем виноваты футболисты: «не хватало техники», они играли «вяло», «зажато», неслаженно, у команды не было «сыгранности», «нет настоящего патриотизма»; 15% возлагают вину за неудачи на главного тренера Г. Ярцева: «одни старики играют», «слабо подготовил команду к чемпионату»; 6% опрошенных причиной неудач российской сборной считают недостаточное внимание в стране к спорту и, в частности, к футболу: «отсутствие массового спорта», «мало детских спортшкол», «все стадионы превратили в рынки», «нет базы подготовки новых футболистов» [2].

Информация на сайтах говорит об увеличении количества подростков, занимающихся в дворовых командах различных регионов России: «в Лабытнанги возрождают дворовый футбол» [13]. «"Спорт против наркотиков" – под таким лозунгом проходит в Томске футбольный турнир дворовых команд» [21]; «Федерация футбола и мини-футбола будет создана в Екатеринбурге до конца октября, – заявил АПИ начальник управления по развитию физической культуры, спорта и туризма администрации города Василий Коротких, Федерация призвана возродить детский дворовый футбол в Екатеринбурге, её главной задачей будет проведение соревнований по футболу среди дворовых команд на уровне кварталов, микрорайонов, районов и города»; «футбол был, есть и будет любимой игрой мальчишек» – об этом свидетельствовал ежегодный турнир по дворовому мини-футболу, проведенный районным комитетом по молодежной политике и ДЮКФП 12 июля 2007 года [1]; «12 декабря состоялось торжественное открытие первого зимнего чемпионата по футболу среди дворовых команд города Пензы, губернатор подчеркнул, что правительство области уделяет огромное внимание развитию массового спорта и делает все для того, чтобы привлечь жителей области, а особенно детей и подростков, к занятиям физкультурой и спортом, президент федерации Вадим Супиков добавил, что большинство футболистов с мировым именем вышли именно из дворового футбола и поэтому помимо поддержки олимпийских видов необходимо в первую очередь развивать массовый спорт» [3]. Массовый спорт – это прежде всего самостоятельность человека в выборе спортивной деятельности как жизненно необходимой. А значит – стремление к воспитанию собственного духа. И дальнейший профессионализм будет происходить на надежной духовной основе. Погружаясь в дальнейшую профессиональную спортивную деятельность, индивид имеет способность к мышлению, принятию собственных решений, высказыванию своего мнения. То есть происходит не только влияние со-

циальной системы на индивида, но и обратное действие. Дворовый футбол предоставляет возможность каждому игроку добиться результата честной игрой, проявлением своих личностных и профессиональных качеств. Большая возможность сыграть на любой позиции на поле делает игроков дворового футбола универсальными. При этом игроки примеряют на себя разные роли и формируют свой собственный стиль игры.

В Саратовской области подростковые дворовые клубы организованы практически во всех районах. Начиная с 2001 года, стало традицией проведение турнира по дворовому футболу на приз губернатора Саратовской области. Турнир проходит весной – летом в три этапа: районный, зональный, областной, что позволяет задействовать большое количество детей и подростков. В отборочных соревнованиях играют двор на двор, улица на улицу, школа на школу, село на село. Поэтому в период самых долгих летних каникул солнце, воздух, вода и футбольный мяч становятся лучшими друзьями юных спортсменов. А вместе с этим – принадлежность к сообществу, общение, формирование спортивного характера. В этом году будет проведен уже седьмой турнир по дворовому футболу. Статистические данные показывают, что с каждым годом количество команд, участвующих в турнире, возрастает (см. рисунок).



Инициатором институционализации дворового футбола в Саратовской области в постсоветский период является Федерация по развитию футбола и других видов спорта, которая создана по инициативе её председателя Н.Е. Мозгового и председателя областного союза товаропроизводителей и работодателей В.Г. Слепова. Таким образом, поддержаны интерес и желание многих мальчишек и девчонок играть в футбол. В каждом районе области работают подростковые клубы, на базе которых созданы дворовые футбольные команды. Тренировочный и соревновательный процессы организуют тренеры – преподаватели. Можно сказать, что это энтузиасты своего дела, так как оплата за их труд чисто символическая. Как правило, при организации зонального этапа областного дворового футбола активное участие принимают главы муниципальных образований районов. В интервью одному из каналов губернского телевидения глава ОМО Ртищевского района Н.П. Назаров подчеркнул следующую мысль: «Массовость спортивно-оздоровительной работы вообще, футбол – в частности – основа высоких профессиональных спортивных достижений. Не говоря уже о том, что это – здоровое будущее нации» [11].

С 2007 года в областном турнире участвуют не только дворовые команды, но и команды общеобразовательных школ области. С декабря 2007 года в этот процесс активно включился Комитет по физической культуре и спорту г. Саратова. По инициативе его председателя В.Е. Новикова и вице-президента культурно-спортивного центра «Спарт», Заслуженного учителя РФ А.Н. Горбатова мини-футбол включен как обязательный вид в про-

грамму школьных, районных и городской спартакиад школьников области. Ежегодно команды-победители принимают участие в российских турнирах по дворовому футболу. Совместные усилия различных структур привели к определенным результатам. С ростом количественных показателей занимающихся подростками дворовым футболом в лучшую сторону изменяются и качественные показатели: призовые места на российском турнире и приглашение саратовских юных спортсменов и спортсменок в профессиональный футбол не только в областные, но и российские команды. Растет число девочек, занимающихся дворовым футболом. Традицией стало вручение благодарственных писем родителям юных футболистов за хорошее воспитание от губернатора Саратовской области. Такое письмо было вручено игроку Ртищевской команды Р. Дементьеву, за которого на турнире болела бабушка, Альбина Ивановна. Сергей Зовский сделал следующий комментарий: «а нет ли прямой зависимости между количеством бабушек у кромки поля и качеством игры, числом забитых голов? И не потому ли, что не так уж много заинтересованных родственников, подобно А.И. Дементьевой, на трибунах европейского чемпионата, неубедительна наша сборная?» [11]. В последние годы феномен дворового футбола привлекает к себе средства массовой информации: увеличились объемы газетных публикаций, радио- и телерепортажи. Многие зональные финалы посещают журналисты не только из областных, но и районных СМИ.

Развитие любого общественного явления требует совершенствования законодательной базы, легитимирующей действия участников. Новый Федеральный закон РФ «О физической культуре и спорте» от 4 декабря 2007 года, по сравнению с прежним, впервые разграничивает расходные обязательства РФ, субъектов РФ и муниципальных образований по финансовому обеспечению физической культуры и спорта. Введен новый вид общественного объединения - спортивная федерация, целями которой являются развитие одного или нескольких видов спорта, их пропаганда, проведение спортивных мероприятий и подготовка спортсменов сборных команд [19]. Это позволит создать региональную и муниципальную нормативную базу, на основе которой будет возможно взаимодействие различных структур, каждая из которых выполнит свою функцию относительно решения определенных проблем.

На заседании комитета по вопросам молодежной политики, спорта и туризма министерство по развитию физической культуры, спорта и туризма Саратовской области в 2006 году ставило перед собой следующие задачи:

- Обеспечение более широкого охвата детей и подростков в возрасте 6-15 лет, систематически занимающихся в спортивных школах области.
- Дальнейшее развитие сети детских образовательных учреждений физкультурно-спортивной направленности.
- Развитие и расширение материально-технической базы физической культуры и спорта области, путем строительства новых и реконструкции имеющихся объектов, обеспечение подведомственных учреждений инвентарем и спортивным оборудованием.
- Пропаганда здорового образа жизни в средствах массовой информации и при помощи PR-технологий.

В своих интервью министр по развитию спорта, физической культуры и туризма Саратовской области Михаил Аравин отметил, что продолжается работа в направлении массового развития в области физической культуры и спорта. Для этого необходимо решать следующие проблемы: заострить внимание на человеческом факторе (низкие ставки оплаты труда, изношенный инвентарь, отсутствие должной системы поощрения – все это и не только, буквально отпугивает выпускников пединститута стать тренерами, делая эту профессию непопулярной); найти оптимальное соотношение финансирования на строительство и реконструкцию спортивных объектов. С этой целью в области принята и начала действовать с 1 января 2008 года целевая программа «Развитие сети физкультурно-оздоровительных и спортивных сооружений на 2008-2015 годы», она составит около 2,3 млрд. рублей, из них около миллиарда поступит за счет средств федерального бюджета, остальное – из областного. Адаптируется к саратовской

повседневности нижегородский опыт материального стимулирования. Растет заинтересованность физкультурных организаций области в привлечении дополнительных денежных средств на организацию и проведение физкультурно-массовых мероприятий. В целях привлечения дополнительных денежных средств на развитие физической культуры и спорта, спортивные организации области активно участвуют в региональном конкурсе социальных и культурных проектов. Например, в 2005 году победителями III областного конкурса социальных и культурных проектов стали 6 спортивных организаций. Получены гранты на сумму 540 тыс. рублей. А в 2006 году в ходе участия в региональных конкурсах социальных и культурных проектов 4 организации получили денежные средства в размере 250 тыс. рублей. Подготовлен и реализован проект «Зарядка с известной личностью», в рамках которого на канале «REN-TV» ежедневно с 7:20 часов выходят программы с участием известных спортсменов области. Кроме того, аналогичный проект реализуется с июня на ГТРК «Саратов» по воскресеньям в 8.15 часов [12]. В своей статье «Российский футбол: дело, деньги, люди» Роберт Воскеричян приводит пример действия вспомогательной системы команд в Германии, которая является неотъемлемым элементом современного профессионального футбольного клуба: при мюнхенской «Баварии» существуют 11 детских и юношеских команд разных возрастных групп, с которыми работают 20 инструкторов, команда любителей (FC Bayern II) и женские команды (два состава и юниорки). Они не только находятся на полном балансе клуба, но еще и базируются в том же месте, где основная команда. Ответьте: есть в премьер-лиге хоть один клуб, на базе которого тренировались бы детские команды? Конечно, и у нас многие растят талантливых детей, но в этом деле нет должного порядка. Кроме того, клубы, имеющие значительные бюджеты, обязаны содержать и финансировать из своих средств любительскую команду, носящую то же название (с приставкой, как в Германии), и, желательно, команду ветеранов. Мне могут возразить: «Да что вы, уж им-то мы помогаем, турниры проводим, такому-то на операцию дали и т. д.». Верно, но делают это добрые люди из того или иного клуба за собственный счет, используя свои связи [16].

Обозначенные глобальные и локальные проблемы российского дворового футбола в условиях все большей дифференциации общества побуждают различные структуры к поиску адекватных путей. Определенные успехи детского российского и саратовского дворового футбола, как мы видим, зависят от объединения усилий бизнеса, власти, общественников, родителей. Поэтому необходимо изучать социокультурный феномен в конкретных политических, экономических и социальных условиях, привлекать современный опыт других стран и регионов, чтобы в конечном итоге деятельность социальных структур позволяла индивиду или сообществу реализовывать свои цели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Знамя»: газета Исилькульского района Омской области от 18.07.06 г.
2. Фонд «Общественное мнение». <http://www.fom.ru>
3. Толкачев А. Дворовый футбол пришел в Пензу / А. Толкачев. <http://468.smi.ru>.
4. Асаулов В. Малая чаша «Мараканы». Книга о массовом футболе / В. Асаулов. М.: Профиздат, 1990. 140 с.
5. Воробьев А. Круглый мяч на неровном поле: (заметки постороннего) / А. Воробьев // Отечественные записки. 2006. [www.uara.ru](http://www.uara.ru).
6. «Время новостей». № 18. 21 ноября 2003 г.
7. Выступление первого заместителя министра по общим вопросам М.В. Аравина на заседании комитета по вопросам молодежной политики, спорта и туризма Саратовской областной думы по вопросу «Итоги деятельности министерства за первое полугодие 2006 года» (11 июля 2006 года).
8. Выступление первого заместителя министра по общим вопросам М.В. Аравина на заседании коллегии министерства 30 января 2007 года.

9. Дубин Б. Состязательность и солидарность. Рождение спорта из духа общества / Б. Дубин // Время новостей. № 43. 14 марта 2007. <http://www.newsprom.ru>.
10. Дюркгейм Э. Социология. Её предмет, метод, предназначение / Э. Дюркгейм; пер. с фр. А.Б. Гофмана. М.: Канон, 1995. 159 с.
11. Зовский С. Чем больше бабушек, тем больше забитых голов / С. Зовский // Перекресток России. 20 июля 2004 г.
12. Иванов Д. Интервью министра по развитию спорта, физической культуры и туризма области Михаила Аравина газете «Новые времена» / Д. Иванов. № 32 (241). 17-23 августа 2007 года.
13. <http://www.newsprom.ru/>
14. Лэш К. Вырождение спорта / К. Лэш // Логос. 2006. № 3 (54). С. 23-40.
15. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры. Введение в предмет: учебник для высших специальных физкультурных учебных заведений. 3-е изд. / Л.П. Матвеев. СПб.: Лань, 2003. 160 с.
16. Воскеричян Р. Российский футбол: дело, деньги, люди / Р. Воскеричян. [www.Strana-oz.ru](http://www.Strana-oz.ru).
17. Сквозняков С. Интервью министра по развитию спорта, физической культуры и туризма Саратовской области Михаила Аравина газете «Время» / С. Сквозняков. № 8 (76). 5 марта 2007 года.
18. Сквозняков С. Скользящий путь / С. Сквозняков // «Время. События. Мнения. Тенденции» от 03.12.2007 г. за № 44 (112).
19. Федеральный закон о физической культуре и спорте РФ. Экспресс-мониторинг федерального законодательства от 6 декабря 2007.
20. Хейзинга Й. Homo Ludens. Статьи по истории культуры / Й. Хейзинга; пер., сост. и вступ. слово Д.В. Сильверстова; коммент. Д.Э. Харитоновна. М.: Прогресс-Традиция, 1997. 416 с.
21. Корнева Ю. Ударим дворовым футболом по наркомании / Ю. Корнева, В. Протопопов. <http://tv2.tomsk.ru>.

**Новикова Ирина Владимировна** –  
аспирант кафедры «Социальная антропология  
и социальная работа»  
Саратовского государственного  
технического университета

**Novikova Irina Vladimirovna** –  
Graduate Student of the Department  
of «Social anthropology and social work»  
of Saratov State Technical University

*Статья поступила в редакцию 18.06.08, принята к опубликованию 05.09.08*



## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статья, представляемая в редакцию журнала «Вестник СГТУ», должна быть тщательно отредактирована и распечатана в одном экземпляре через 1 интервал на белой бумаге форматом А4, поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2,0 см; ориентация книжная; шрифт Times New Roman, высота 12. Одновременно текст статьи представляется на дискете (1,44 Мбайт) в формате текстового редактора «MS Word 97» или по электронной почте [vestnik@sstu.ru](mailto:vestnik@sstu.ru).

2. Статья должна обосновывать актуальность темы, отражать теоретические и (или) экспериментальные результаты и содержать четкие выводы.

3. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности:

- инициалы и фамилии авторов,
- полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные),
- краткая (5-7 строк) аннотация (курсив),
- ключевые слова.

Далее авторы, название статьи, аннотация и ключевые слова повторяются на английском языке. Затем идет текст самой статьи и список литературы, который повторяется на английском языке.

Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактные телефоны. Сведения об авторах также повторяются на английском языке.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц текста, содержать не более 5 рисунков или фотографий; объем обзора – 25 страниц, 10 рисунков; объем краткого сообщения – не более 3 страниц, 2 рисунков.

Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf). Допускается также создание и представление графиков при помощи табличных процессоров «Excel», «Quattro Pro», «MS Graph». Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Рисунки и фотографии должны иметь контрастное изображение.

Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок.

5. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул **Microsoft Equation 3.0**. Каждая формула должна иметь номер.

6. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.). Допускается введение предварительно расшифрованных сокращений.

7. Список литературы должен быть оформлен по ГОСТ 7.1-2003 и включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг – фамилии и инициалы авторов, точное название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

8. Специалисты в технических отраслях к статье прилагают экспертное заключение.

9. Рукопись статьи рецензируется ведущим ученым в данной области, как правило, доктором наук.

10. Электронная версия опубликованной статьи размещается в системе РИНЦ.

11. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

12. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются, рукописи и дискеты авторам не возвращаются. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

13. Для публикации и своевременной подготовки журнала необходимо заполнить регистрационную карту участника, представляемую на отдельном бумажном носителе и в электронном виде.

14. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

## Регистрационная карта участника

<b><u>РЕГИСТРАЦИОННАЯ КАРТА АВТОРА, ПУБЛИКУЮЩЕГОСЯ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК СГТУ»</u></b>		
Фамилия	Имя	Отчество
Полное название статьи		
Ученая степень	Ученое звание	Должность с указанием кафедры, отдела, лаборатории
Электронная почта	Служебный телефон/факс	Домашний адрес и телефон
Наименование направляющей статью организации		
Отрасль научной статьи		

## **РУБРИКИ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК СГТУ»**

- Проблемы естественных наук
- Надежность машин
- Новые материалы и технологии
- Электроника и приборостроение
- Энергетика и электротехника
- Автоматизация и управление
- Информационные технологии
- Архитектура и строительство
- Экология
- Экономика
- Социальные проблемы современности
- Гуманитарные науки
- Юбилеи