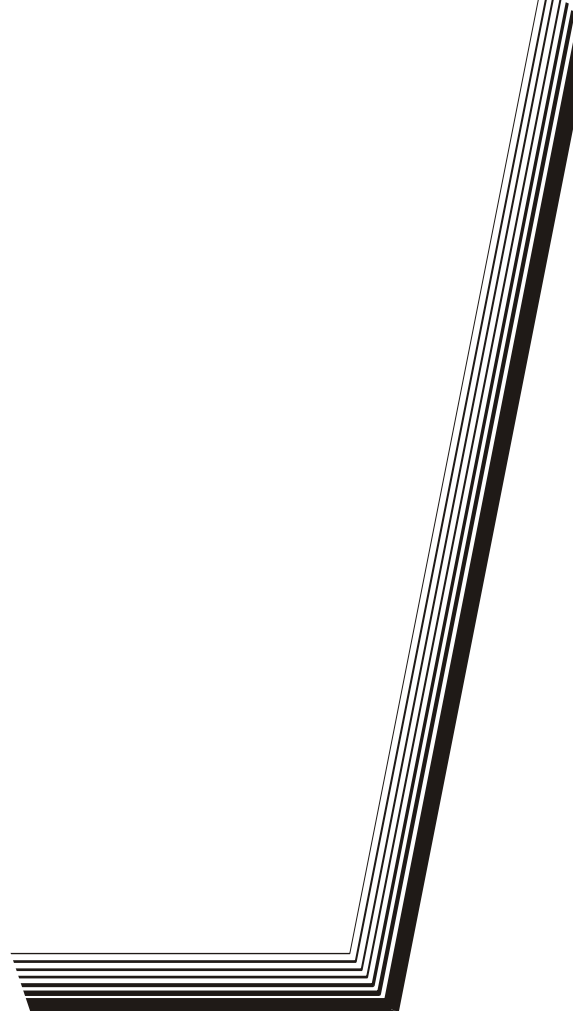


ВЕСТНИК



Сибирского государственного
аэрокосмического университета
имени академика М. Ф. Решетнева

Выпуск 3(43)

Красноярск 2012

ВЕСТНИК

Сибирского государственного
аэрокосмического университета
имени академика М. Ф. Решетнева

Выпуск 3(43)

Главный редактор

доктор технических наук
Ковалев И. В.

Заместители главного редактора:

доктор физико-математических наук
Логинов Ю. Ю.

доктор физико-математических наук
Сенашов С. И.

доктор технических наук
Михеев А. Е.

кандидат технических наук
Зеленков П. В. (отв. секретарь)

Редакционная коллегия:

Аплеснин С. С.
Головенкин Е. Н.
Ерыгин Ю. В.
Краев М. В.
Лаптенко В. Д.
Ловчиков А. Н.
Медведев А. В.
Москвичев В. В.
Сафонов К. В.
Смирнов Н. А.
Сомов В. Г.

Учредитель

Сибирский
государственный
аэрокосмический
университет
имени академика
М. Ф. Решетнева

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

«Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева» (Вестник СибГАУ) – межрегиональный научный журнал, содержащий результаты научных исследований в области естественных, технических и прикладных наук по вопросам проектирования, производства и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники, а также экономики.

Представленные в журнал статьи публикуются после обязательного рецензирования и при оформлении их в соответствии с требованиями редакции (www.vestnik.sibsau.ru)

Периодичность – 4 раза в год
Специальный выпуск – 1 раз в год

Электронная версия журнала представлена на сайте Научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>) и сайте журнала (www.vestnik.sibsau.ru)

Журнал включен в каталоги:
русской прессы «Роспечать» (МАП) – 11399;
объединенный «Пресса России» – 39263

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Россия, 660014, Красноярск, проспект имени газеты
«Красноярский рабочий», 31, П-415
Тел./ факс (391)291-90-19
E-mail: vestnik@sibsau.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия, свидетельство ПИ № ФС77-22189 от 27.10.2005 г.

Журнал включен ВАК России в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук»

При перепечатке или цитировании материалов из журнала «Вестник СибГАУ» ссылка обязательна

Редакторы К. С. Мирошникова, О. А. Плехова,
Т. Е. Ильющенко, Е. Г. Некрасова, Т. А. Ермолаева
Редактор английского текста А. Г. Никитина
Оригинал-макет и верстка М. А. Белоусовой
Подписано в печать 11.09.2012. Формат 70×108/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Усл. печ. л. 28,2.
Уч.-изд. л. 35,0. Тираж 1000 экз. Заказ 87/157. С 136/12.
Редакционно-издательский отдел
Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск,
просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
Отпечатано в типографии ИП Суховольской Ю. П.
660125, г. Красноярск, ул. Водопьянова, 2-241

РАЗДЕЛ
1



МАТЕМАТИКА,
МЕХАНИКА,
ИНФОРМАТИКА



УДК 517.956.32:539.3

Б. Д. Аннин, Ю. А. Чиркунов, Н. Ф. Бельмечев

ГРУППОВОЕ РАССЛОЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОЙ УПРУГОСТИ*

Методами группового анализа получена и исследована система линейных дифференциальных уравнений первого порядка, эквивалентная системе уравнений движения трансверсально-изотропной упругой среды, удовлетворяющей условию Гассмана.

Ключевые слова: трансверсально-изотропная упругая среда, условие Гассмана, групповое расслоение.

Для описания упругого деформирования горных пород часто используют модель трансверсально-изотропного упругого тела, позволяющую описывать поведение материалов, обладающих анизотропией упругих свойств [1; 2]. В данной модели компоненты тензора напряжений σ^{ij} и тензора деформаций ε^{ij} в декартовой системе координат связаны соотношениями [2]:

$$\begin{aligned}\sigma^{11} &= (\lambda + 2\mu)\varepsilon^{11} + \lambda\varepsilon^{22} + \lambda'\varepsilon^{33}, \quad \sigma^{12} = 2\mu\varepsilon^{12}, \\ \sigma^{22} &= \lambda\varepsilon^{11} + (\lambda + 2\mu)\varepsilon^{22} + \lambda'\varepsilon^{33}, \\ \sigma^{13} &= 2G'\varepsilon^{13}, \quad \sigma^{23} = 2G'\varepsilon^{23}, \\ \sigma^{11} &= \lambda'(\varepsilon^{11} + \varepsilon^{22}) + (\lambda' + 2\mu)\varepsilon^{33},\end{aligned}\quad (1)$$

где $\lambda, \mu, \lambda', G', \mu'$ – независимые параметры тензора модулей упругости трансверсально-изотропного тела.

Компоненты тензора деформаций выражаются через компоненты вектора перемещений $\mathbf{u} = \mathbf{u}(x^1, x^2, x^3, t) \in R^3$ по формуле $2\varepsilon^{ij} = u_{x_j}^i + u_{x_i}^j$, $i, j = 1, 2, 3$.

Исходная система уравнений движения нестационарной трансверсально-изотропной теории упругости в силу (1) записывается в виде

$$\begin{aligned}\rho u_{tt}^1 &= \partial_x \left((\lambda + \mu)(u_x^1 + u_y^2) + (\lambda' + G')u_z^3 \right) + \\ &\quad + \mu(u_{xx}^1 + u_{yy}^1) + G'u_{zz}^1, \\ \rho u_{tt}^2 &= \partial_y \left((\lambda + \mu)(u_x^1 + u_y^2) + (\lambda' + G')u_z^3 \right) + \\ &\quad + \mu(u_{xx}^2 + u_{yy}^2) + G'u_{zz}^2, \\ \rho u_{tt}^3 &= \partial_z \left((\lambda' + G')(u_x^1 + u_y^2) + (\lambda' + \mu')u_z^3 \right) + \\ &\quad + G'(u_{xx}^3 + u_{yy}^3) + \mu'u_{zz}^3,\end{aligned}\quad (2)$$

где ρ – постоянная плотность среды; $\mathbf{x} = (x, y, z)^T \in R^3$.

Математическая характеристика условия Гассмана. Предложение. Система уравнений (2) движения трансверсально-изотропной упругой среды имеет в качестве частного решения $\mathbf{u} = \nabla h(x, y, z)$ – градиент гармонической функции $h = h(x, y, z)$ – только в следующих случаях:

- 1) $h_{zz} = \text{const}$;
- 2) $h_{zz} = F(z)$, $\mu' = G'$;
- 3) $h_{zzz} = 0$, $\lambda' = \lambda + 2\mu - 2G'$;
- 4) $\mu' = G'$, $\lambda' = \lambda + 2\mu - 2G'$.

Особый интерес представляет четвертый случай, дающий ограничение лишь на модули упругости. Оказывается, что при таких модулях упругости заведомо выполняется условие Гассмана [3; 4], которое ранее было предложено в работе [5]. Это условие широко применяется в геофизике при исследовании распространения волн в трансверсально-изотропных упругих средах.

При $\mu' = G'$, $\lambda' = \lambda + 2\mu - 2G'$ уравнения (2) принимают вид

$$\rho \mathbf{u}_{tt} - (\lambda + 2\mu) \nabla \text{div} \mathbf{u} + \text{rot} \left(\begin{pmatrix} G' & 0 & 0 \\ 0 & G' & 0 \\ 0 & 0 & \mu \end{pmatrix} \text{rot} \mathbf{u} \right) = 0. \quad (3)$$

Система (3) является объектом исследования в данной статье.

Основная группа Ли. Оператор, допускаемый системой (3), ищется в виде

$$\xi^0(t, \mathbf{x}, \mathbf{u}) \partial_t + \xi(t, \mathbf{x}, \mathbf{u}) \partial_x + \eta(t, \mathbf{x}, \mathbf{u}) \partial_u.$$

Уравнения (3) ввиду линейности допускают бесконечную группу Ли преобразований с нормальным делителем, порождаемым операторами

$$\mathbf{u}_0(t, \mathbf{x}) \partial_u, \quad (4)$$

где $\mathbf{u}_0(t, \mathbf{x})$ – произвольное решение уравнений (3). Фактор-группа по этому нормальному делителю конечномерна, ее алгебра Ли разрешима и имеет базис:

$$\begin{aligned}\partial_x, \partial_y, \partial_z, \partial_t, x\partial_y - y\partial_x + u^1\partial_{u^2} - u^2\partial_{u^1}, \\ t\partial_t + \mathbf{x} \cdot \partial_{\mathbf{x}}, \mathbf{u} \cdot \partial_{\mathbf{u}}.\end{aligned}$$

Групповое расслоение. Задача отыскания операторов (4) равносильна решению исходных уравнений (3). Поэтому данные операторы не находят широкого применения в групповом анализе при построении классов частных решений, однако они могут быть использованы для преобразования системы (3) в равносильную ей систему.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-01-12075-офи-м-2011, гранта № НШ 6706.2012.1 в рамках Программы Президента РФ по поддержке ведущих научных школ, гранта РФФИ № 12-01-00648.

Среди операторов вида (4), допускаемых системой (3), содержатся операторы

$$\nabla h(x, y, z) \partial_u, \quad (5)$$

где $h(x, y, z)$ – произвольная гармоническая функция.

Базис дифференциальных инвариантов первого порядка бесконечной группы с оператором (5) можно выбрать следующим образом [6]:

$$J_1 = t, \quad J_2 = x, \quad J_3 = \operatorname{div} u, \quad J_4 = \operatorname{rot} u, \quad J_5 = u_t,$$

что позволяет выполнить групповое расслоение уравнений (3) относительно этой группы.

Автоморфная система имеет вид

$$u_t = v(x, t), \quad \operatorname{div} u = \theta(x, t), \quad \operatorname{rot} u = \omega(x, t), \quad (6)$$

а разрешающая система – вид

$$\rho v_t = (\lambda + 2\mu) \nabla \theta - \operatorname{rot}(M \cdot \omega), \quad \theta_t = \operatorname{div} v, \quad \omega_t = \operatorname{rot} v, \quad \operatorname{div} \omega = 0, \quad (7)$$

где
$$v = (v^1, v^2, v^3)^T; \quad M = \begin{pmatrix} G' & 0 & 0 \\ 0 & G' & 0 \\ 0 & 0 & \mu \end{pmatrix};$$

$$\omega = (\omega^1, \omega^2, \omega^3)^T.$$

Система уравнений (3) равносильна системе первого порядка, составленной из уравнений (6) и (7), в которой искомыми функциями являются вектор перемещений u и дополнительные функции v, θ, ω .

Если в системе (7) вектор v заменить на вектор перемещений u , то получится система уравнений

$$\begin{aligned} \rho u_t &= (\lambda + 2\mu) \nabla \theta - \operatorname{rot}(M \cdot \omega), \\ \theta_t &= \operatorname{div} u, \\ \omega_t &= \operatorname{rot} u, \\ \operatorname{div} \omega &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$

содержащая меньше, чем объединенная система (6), (7), число дополнительных функций, а именно: $\theta(x, t), \omega(x, t)$.

Теорема. Система (8) равносильна системе (3), т. е. для любого решения (u, θ, ω) системы (8) функция u является решением системы (3), и обратно: для любого решения u системы (3) найдутся функции θ, ω , такие что (u, θ, ω) является решением системы (8).

Доказательство. Если (u, θ, ω) – решение системы (8), то его подстановка в данную систему и дифференцирование по t первого соотношения дают уравнения (3) для функции u .

Пусть теперь u является решением системы (3). Из третьего уравнения системы (8) после подстановки в него u получим:

$$\omega = \int_0^t \operatorname{rot} u(\tau, x) d\tau + \omega_0(x). \quad (9)$$

Для того чтобы удовлетворить последнему уравнению системы (8), можно взять

$$\omega_0(x) = \operatorname{rot} \Psi(x) \quad (10)$$

с некоторой функцией $\Psi(x)$.

Оставшиеся уравнения дают систему для функции θ :

$$(\lambda + 2\mu) \nabla \theta = \rho u_t + \operatorname{rot}(M \cdot \omega), \quad \theta_t = \operatorname{div} u, \quad (10)$$

условия совместности которой таковы:

$$\operatorname{rot}(\rho u_t + \operatorname{rot}(M \cdot \omega)) = 0. \quad (11)$$

Для функции $f(x, t) = \operatorname{rot}(\rho u_t + \operatorname{rot}(M \cdot \omega))$ справедливы равенства

$$\begin{aligned} f_t(x, t) &= \operatorname{rot}(\rho u_{tt} + \operatorname{rot}(M \cdot \operatorname{rot} u_t)) = \\ &= \operatorname{rot}((\lambda + 2\mu) \nabla \theta_t) = 0. \end{aligned}$$

Это означает, что $f(x, t) = f(x, 0)$. Условия совместности (11) принимают вид

$$\operatorname{rot}[u_t|_{t=0} + \operatorname{rot}(M \cdot \omega_0(x))] = 0.$$

Эти условия заведомо выполняются, если в качестве $\omega_0(x)$ взять функцию (10), где $\Psi(x) = (\psi^1, \psi^2, \psi^3)$ – решение линейной эллиптической системы с постоянными коэффициентами

$$\Delta \Psi + \left(1 - \frac{\mu}{G'}\right) \operatorname{rot}(0, 0, \psi_x^2 - \psi_y^1)^T = \frac{1}{G'} u_t|_{t=0}. \quad (12)$$

Итак, функция θ определяется из совместной системы в полных дифференциалах (11), а функция ω задается формулами (9), (10), (13).

Следствие. Если в системе (8) отбросить последнее уравнение, то оставшаяся эволюционная часть этой системы будет равносильна уравнениям (3) движения нестационарной трансверсально-изотропной упругой среды.

Последнее уравнение в системе (8) делает ее переопределенной, но оставляет пассивной. Роль этого уравнения сводится к уменьшению произвола в выборе дополнительных функций.

Групповое свойство системы (8). Оператор, допускаемый системой (8), ищется в виде

$$X = \xi^0 \partial_t + \xi \cdot \partial_x + \eta \cdot \partial_u + \sigma \partial_\theta + \tau \cdot \partial_\omega,$$

где координаты касательного векторного поля группы Ли $\xi^0, \quad \xi = (\xi^1, \xi^2, \xi^3)^T, \quad \eta = (\eta^1, \eta^2, \eta^3)^T, \quad \sigma, \tau = (\tau^1, \tau^2, \tau^3)^T$ являются функциями от t, x, u, θ, ω соответственно.

Решение системы определяющих уравнений с помощью критериев x -автономности и линейной автономности, полученных в работах [7–10], показывает, что основная алгебра Ли системы (8) (фактор-алгебра по идеалу, связанному с линейностью системы) является семимерной алгеброй L_7 и порождается операторами

$$\begin{aligned} X_1 &= \partial_x, \quad X_2 = \partial_y, \quad X_3 = \partial_z, \quad X_4 = \partial_t, \\ X_5 &= x \partial_y - y \partial_x + u^1 \partial_{u^2} - u^2 \partial_{u^1} + \omega^1 \partial_{\omega^2} - \omega^2 \partial_{\omega^1}, \\ X_6 &= t \partial_t + x \cdot \partial_x \\ X_7 &= u \cdot \partial_u + \theta \partial_\theta + \omega \cdot \partial_\omega, \end{aligned} \quad (13)$$

где оператор X_7 – ее центр.

Таким образом, система (8) допускает ту же самую основную группу Ли преобразований, что и уравнения системы (3), только действующую в ином пространстве. Расширение данной группы возможно только в случае $G' = \mu' = \mu$, рассмотренном в работе [6].

Для классификации инвариантных и частично инвариантных решений системы (8) нужно перечислить все неподобные подалгебры алгебры Ли L_7 с базисом (14), т. е. построить оптимальную систему ее подалгебр [11]. Эта задача решена с помощью двухшагового алгоритма, предложенного в работе [12]. Ввиду громоздкости результаты в данной статье не приводятся.

В заключение приведем пример точного решения системы (3), описывающей динамическую деформацию трансверсально-изотропной упругой среды. Решение системы (8), инвариантное относительно подгруппы $H \langle X_2, \gamma X_1 + X_4, X_7 + X_2 \rangle$, $\gamma > 0$, имеет вид

$$u = f(p)e^y, \quad \theta = \Theta(p)e^y, \quad \omega = g(p)e^y, \quad p = x - \gamma t.$$

Соответствующая фактор-система приводится к виду

$$\begin{aligned} \gamma f_p^1 + (\lambda + 2\mu)\Theta_p - \mu g_p^3 &= 0, \quad \gamma f_p^2 + (\lambda + 2\mu)\Theta + \mu g_p^3 = 0, \\ \gamma f_p^3 + G'(g^1 - g_p^2) &= 0, \quad \gamma \Theta_p + f_p^1 + f^2 = 0, \quad \gamma g_p^1 + f^3 = 0, \\ \gamma g_p^2 - f_p^3 &= 0, \quad \gamma g_p^3 + f_p^2 - f^1 = 0, \quad g_p^1 + g^2 = 0. \end{aligned}$$

Решение системы (3) в данном случае определяется по формулам

$$\begin{aligned} u^1 &= C_1 e^{y+k_1(x-\gamma t)} + C_2 e^{y-k_1(x-\gamma t)} + \\ &\quad + C_3 e^{y+k_2(x-\gamma t)} + C_4 e^{y-k_2(x-\gamma t)}, \\ u^2 &= k_1 e^y \left(C_2 e^{-k_1(x-\gamma t)} - C_1 e^{k_1(x-\gamma t)} \right) + \\ &\quad + k_2^{-1} e^y \left(C_3 e^{k_2(x-\gamma t)} - C_4 e^{-k_2(x-\gamma t)} \right), \\ u^3 &= C_5 e^y \sin \left(\sqrt{\frac{G'}{G' - \gamma^2}} (x - \gamma t) \right) + \\ &\quad + C_6 e^y \cos \left(\sqrt{\frac{G'}{G' - \gamma^2}} (x - \gamma t) \right), \end{aligned}$$

где $k_1 = \sqrt{\frac{\mu}{\gamma^2 - \mu}}$; $k_2 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\gamma^2 - \lambda - 2\mu}}$; C_i – произвольные постоянные, $i = 1, 2, \dots, 6$. При этом также должно выполняться ограничение на модули упругости:

$$\max(\mu, \lambda + 2\mu) < \gamma^2 < G'.$$

Это решение является аналогом волн Рэлея для трансверсально-изотропной упругой среды. Перемещения экспоненциально убывают по y при $y \rightarrow -\infty$.

Поверхности уровня для u^1 и u^2 представляют собой бегущие волны цилиндрической формы с образующими, параллельными оси Oz и экспоненциальной кривой на плоскостях, перпендикулярных этой оси. Поверхности уровня для u^3 в каждом сечении плоскостью, перпендикулярной оси Oy , являются бегущими волнами синусоидальной формы.

Библиографические ссылки

1. Аннин Б. Д., Остросаблин Н. И. Анизотропия упругих свойств материалов // Прикл. механика и техн. физика. 2009. Т. 49, № 6. С. 131–151.
2. Аннин Б. Д. Трансверсально-изотропная упругая модель геоматериалов // Сиб. журн. индустр. математики. 2009. Т. 12, № 3 (39). С. 5–14.
3. Gassmann F. Introduction to Seismic Travel Time Methods in Anisotropic Media // Pure Appl. Geophysics. 1964/II. Vol. 58. P. 1–224.
4. Гольдин С. В. Сейсмические волны в анизотропных средах. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, 2008.
5. Carrier G. F. Propagation of Waves in Orthotropic Media // Quarter of Appl. Mathematics. 1946. Vol. 2, № 2. P. 160–165.
6. Чиркунов Ю. А. Групповое расслоение уравнений Ламе классической динамической теории упругости // Изв. Рос. акад. наук. Механика твердого тела. 2009. № 3. С. 47.
7. Чиркунов Ю. А. Условия линейной автономности основной алгебры Ли системы линейных дифференциальных уравнений // Докл. Рос. акад. наук. 2009. Т. 426, № 5. С. 605–607.
8. Чиркунов Ю. А. Системы линейных дифференциальных уравнений, симметричные относительно преобразований, нелинейных по функции // Сиб. мат. журн. 2009. Т. 50, № 3. С. 680–686.
9. Чиркунов Ю. А. Системы линейных дифференциальных уравнений с не x -автономной основной алгеброй Ли // Сиб. журн. индустр. математики. 2011. Т. XIV, № 2 (46). С. 112–123.
10. Chirkunov Yu. A. A Criterion for the Existence of a Nonlinear Mapping Whose Jacobian Matrix Commutes with a Matrix Ring // Siberian Advances in Mathematics. 2011. Vol. 21, № 4. P. 250–258.
11. Овсянников Л. В. Групповой анализ дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1978.
12. Овсянников Л. В. Об оптимальных системах подалгебр // Докл. Рос. акад. наук. 1993. Т. 333, № 6. С. 702–704.

B. D. Annin, Yu. A. Chirkunov, N. F. Belmetzev

GROUP FIBRATION OF TRANSVERSE ISOTROPIC ELASTICITY EQUATIONS

The system of the first order linear differential equations, equivalent to the system of the equations of motion of transverse isotropic elastic media, meeting the Gassmann condition, is obtained and analyzed by means of group analysis.

Keywords: transverse isotropic elastic media, Gassmann condition, group fibration.

© Аннин Б. Д., Чиркунов Ю. А., Бельмечев Н. Ф., 2012

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ*

Рассматривается методика построения модели угроз безопасности информации. Целью моделирования является контроль уровня защищенности информационной системы методами анализа риска и разработка эффективной системы защиты информации, обеспечивающей нейтрализацию предполагаемых угроз соответствующими защитными мерами.

Ключевые слова: модель угроз, информационная система, модель системы защиты информации.

В настоящее время особую актуальность приобретает разработка методологии, позволяющей в рамках единого подхода решать задачи проектирования автоматизированных систем в защищенном исполнении с соблюдением требований нормативно-методических документов и автоматической генерацией перечня защитных мер и поиска оптимального набора средств защиты информации (СЗИ), соответствующих данному перечню.

Одними из основных задач обеспечения информационной безопасности являются определение перечня угроз и оценка рисков воздействия актуальных угроз, что позволяет обосновать рациональный состав системы защиты информации. Хотя задачи такого рода уже решаются (см., например, [1; 2]), в том числе и в рамках единой методологии [3; 4], все они не лишены ограничений и направлены на формирование модели угроз, пригодной для решения частной задачи. Особо хочется отметить редкость попыток визуализации моделей угроз.

В данной статье представлена методика моделирования угроз безопасности информации для автоматизированных систем, основанная на геометрической модели [5]. Эта методика интересна прежде всего универсальностью учета негативных воздействий, что ранее встречалось лишь в работе [1], где модель строилась на основе теории возмущений, и возможностью визуализации результата [6–8]. Обычный путь визуализации – использование карт Кохонена с присущими им ограничениями и недостатками – автором не рассматривается, что повышает универсальность решения.

Геометрическая модель СЗИ. Пусть $P = (p_1, p_2, \dots, p_z)$ – множество средств защиты, а $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ – множество атак. Те атаки, которые не могут быть выражены комбинациями атак, назовем независимыми. Их множество A' является подмножеством множества A – базисом атак. Выберем для построения геометрической модели СЗИ пространство R^n , размерность которого совпадает с мощностью множества A .

Любой атаке $A_i \in A$ поставлены в соответствие определенные средства защиты $(p'_1, p'_2, \dots, p'_k) \subseteq P$. Обозначим это множество $\{p'_1, p'_2, \dots, p'_k\} = P_{ri}$.

Если средство P_j не принадлежит множеству P_{ri} , то для него атака A_i не опасна.

Оси координат в пространстве R^n представляют собой классы угроз. Единица измерения на осях координат является независимой атакой, которой поставлено в соответствие средство защиты. Для каждой атаки значения координат соответствующего вектора указывают на средства защиты, входящие в состав исследуемой системы.

В качестве примера, рассмотрим атаку «НСД к информации, хранящейся на АРМ, внешним нарушителем» в декартовом пространстве, где ось x – угрозы, связанные с физической охраной; y – угрозы, связанные с программно-аппаратной защитой; z – угрозы, связанные с организационно-правовой защитой (рис. 1). Атака может быть реализована в случае невыполнения трех мер защиты: «Посторонний в контролируемой зоне», «Незаблокированный сеанс ОС» и «Нарушение ПБ».

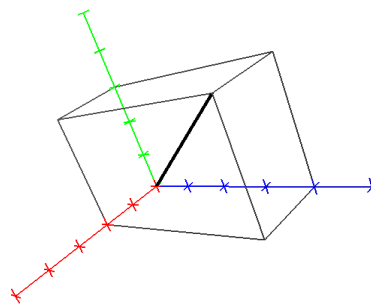


Рис. 1. Модель атаки «НСД к информации, хранящейся на АРМ, внешним нарушителем»

Данная атака может быть реализована и другими способами, такими как «Подключение к техническим средствам и системам ОИ», «Использование закладочных средств», «Маскировка под зарегистрированного пользователя», «Дефекты и уязвимости ПО», «Внесение программных закладок», «Применение вирусов и другого вредоносного программного кода», «Хищение носителя защищаемой информации», «Нарушение функционирования ТС обработки информации» (рис. 2).

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (ГК № 07.514.11.4047 от 06.10.2011).

Первоначально каждый вектор P_i находится в первом координатном октанте. Построим в R^n поверхность выпуклого многогранника S так, чтобы каждая из его вершин совпадала с концом одного из векторов $p_1, p_2, \dots, p_z$. Поверхность многогранника S вместе с векторами $p_1, p_2, \dots, p_z$ будем рассматривать в качестве геометрической модели СЗИ.

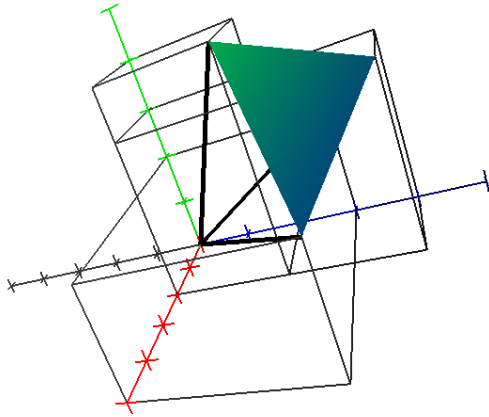


Рис. 2. Модель атаки «НСД к информации, хранящейся на АРМ, внешним нарушителем»

Результат воздействия любой атаки A_i естественно формализовать отражением вектора вдоль оси с невыполненной мерой защиты. Благодаря такому способу моделирования векторы, соответствующие средствам, для которых данная атака не опасна, не изменят своего положения (рис. 3).

Итак, после воздействия атаки A_j при предложенном способе моделирования изменится лишь i -я координата векторов $p_1, p_2, \dots, p_z$, входящих в геометрическую модель, а все остальные координаты останутся без изменения.

По результатам моделирования атак можно судить о чувствительности или нечувствительности информационной системы (ИС) к возмущающим воздействиям. Если координаты многогранника принадлежат

первому координатному октанту, то делается вывод о нечувствительности ИС к возмущающему воздействию, в противном случае делается вывод о недостаточности защитных мер. Мера устойчивости сводится к проведению такого количества итераций, при котором ИС остается невозмущенной к воздействиям комбинаций атак.

Модель угроз. Первичный перечень угроз формируется комбинациями всевозможных факторов, воздействующих на защищаемую информацию, категориями средств защиты и уровнями воздействия нарушителей (рис. 4).

Выявление и учет факторов, которые воздействуют или могут воздействовать на защищаемую информацию в конкретных условиях, составляют основу для планирования и проведения эффективных мероприятий, обеспечивающих защиту информации на объекте информатизации. Полнота и достоверность выявления факторов достигается путем рассмотрения полного множества факторов, воздействующих на все элементы объекта информатизации на всех этапах обработки информации. Перечень основных подклассов (групп, подгрупп и т. д.) факторов в соответствии с их классификацией представлен в разделе 6 ГОСТ 51275–2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения».

Угрозы утечки информации по техническим каналам однозначно описываются характеристиками источника информации, среды (пути) распространения и приемника информативного сигнала, т. е. определяются характеристиками технического канала утечки информации.

Формирование вторичного перечня угроз происходит за счет его пополнения на основе статистики об имевших место инцидентах и исходя из условной степени их деструктивного воздействия.

Степень возмущающего воздействия может быть определена:

- вероятностью возникновения угрозы;
- потерей от реализации угрозы;
- временем восстановления системы.

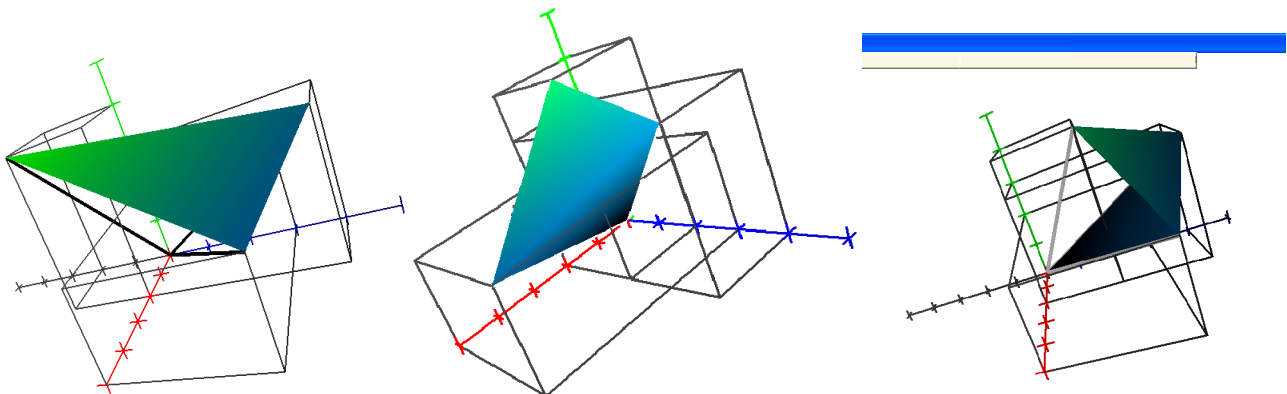


Рис. 3. Результаты моделирования

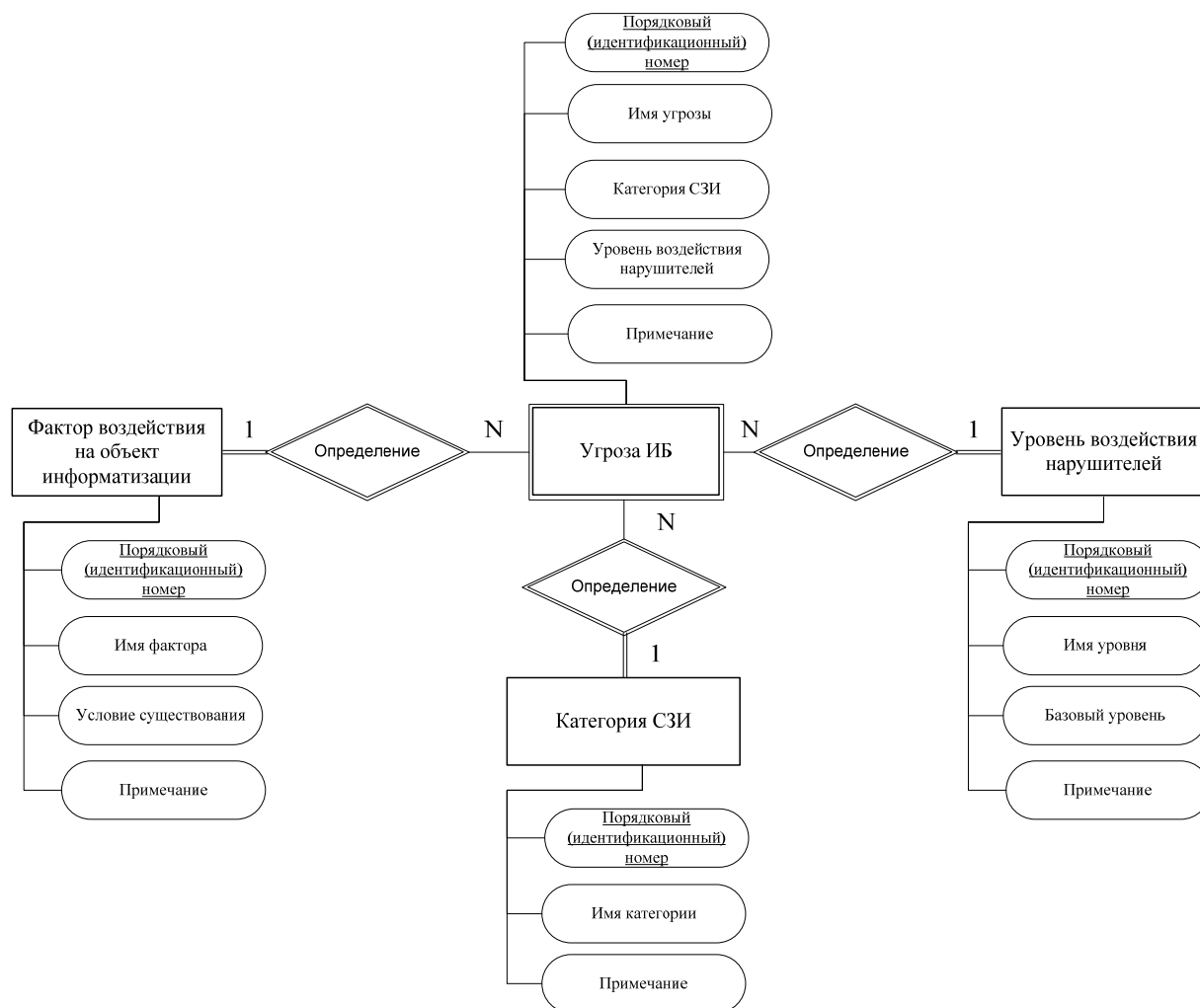


Рис. 4. ER-модель базы данных модели угроз в нотации Чена

Возмущающее воздействие может привести:

- к нарушению конфиденциальности информации (копированию или несанкционированному распространению), когда при реализации угроз не осуществляется непосредственного воздействия на содержание информации;
- несанкционированному, в том числе случайно, воздействию на содержание информации, в результате которого осуществляется изменение информации или ее уничтожение;
- несанкционированному, в том числе случайно, воздействию на программные или программно-аппаратные элементы ИС, в результате которого происходит блокирование информации;
- потере подотчетности пользователей системы или субъектов, действующих от имени пользователя, что особенно опасно для распределенных систем;
- потере аутентичности данных;
- потере достоверности систем.

Мера риска, позволяющая сравнить угрозы и выстраивать их по приоритетности, может быть определена общим ущербом от каждого вида проблем.

Результатом оценки риска возникновения каждой угрозы должно явиться:

- комплексное применение соответствующих средств защиты информации;
- разумное и целевое принятие рисков, обеспечивающее полное удовлетворение требований политики организации и ее критериев принятия рисков;
- максимально возможный отказ от рисков, перенос связанных бизнес-рисков на другие стороны, например на страховщиков, поставщиков и пр.

Рассматриваемая методика построения модели угроз позволяет решать задачи разработки частных моделей угроз безопасности информации в конкретных системах с учетом их назначения, условий и особенностей функционирования. Целью такого моделирования является контроль за уровнем защищенности ИС методами анализа риска и разработка эффективной системы защиты информации, обеспечивающей нейтрализацию предполагаемых угроз.

В дальнейшем данная методика может явиться основой для разработки универсальных алгоритмических, а затем и математических моделей безопасности, эффективно сочетающих в себе требования нормативно-методических документов, методологию построения моделей угроз, моделей нарушителя и т. д. Наличие подобного методологического обеспечения

позволит перейти на качественно более высокий уровень проектирования, разработки и оценки защищенности систем защиты информации.

Библиографические ссылки

1. Кобозева А. А., Хорошко В. А. Анализ информационной безопасности : монография. Киев : Изд-во Гос. ун-та информ.-коммуникац. технологий, 2009.
2. Васильев В. И., Машкина И. В., Степанова Е. С. Разработка модели угроз на основе построения нечеткой когнитивной карты для численной оценки риска нарушений информационной безопасности // Изв. Юж. федер. ун-та. Технические науки. 2010. Т. 112, № 11. С. 31–40.
3. Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation (Octave) Framework : Techn. Rep. CMU/SEI-SS-TR-017 / C. J. Alberts, S. G. Behrens, R. D. Pethia, and W. R. Wilson ; Carnegie Mellon Univ. Pittsburgh, PA, 2005.
4. Burns S. F. Threat Modeling: a Process to Ensure Application Security // GIAC Security Essentials

Certification Practical Assignment. Version 1.4c / SANS Inst. Bethesda, Md, 2005.

5. Попов А. М., Золотарев В. В., Бондарь И. В. Методика оценки защищенности информационной системы по требованиям стандартов информационной безопасности // Информатика и системы упр. / Тихоокеан. гос. ун-т. Хабаровск, 2010. № 4 (26). С. 3–12.
6. Анализ надежности и риска специальных систем : монография / М. Н. Жукова, В. В. Золотарев, И. А. Панфилов и др. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011.
7. Жуков В. Г., Жукова М. Н., Стефаров А. П. Модель нарушителя прав доступа в автоматизированной системе // Програм. продукты и системы / НИИ Центрпрограммсистем. Тверь, 2012. Вып. 2. С. 72–75.
8. Система поддержки принятия решений по защите информации «ОАЗИС» / И. В. Бондарь, В. В. Золотарев, А. В. Гуменникова, А. М. Попов // Програм. продукты и системы / НИИ Центрпрограммсистем. Тверь, 2011. Вып. 3. С. 186–189.

I. V. Bondar

CONSTRUCTION METHOD FOR INFORMATION SECURITY THREAT MODELS OF AUTOMATED SYSTEMS

The authors consider a technique of threat models constructing. The purpose of modeling is to control the information system security level with risk analysis methods and describe the development of an effective information security system that ensures the neutralization of the supposed threats with appropriate security measures.

Keywords: threat model, information system, information security system model.

© Бондарь И. В., 2012

УДК 004.932

В. В. Буряченко

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВИДЕО ДЛЯ СТАТИЧНОЙ СЦЕНЫ НА БАЗЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА СООТВЕТСТВИЯ БЛОКОВ

Рассмотрены основные подходы к стабилизации видеоматериалов, в частности нахождение глобального движения кадра, вызванного внешними воздействиями. Построен алгоритм стабилизации видеоматериалов на основе модифицированного метода соответствия блоков для последовательных кадров.

Ключевые слова: стабилизация видео, метод соответствия блоков, гауссово распределение.

Цифровая система стабилизации изображения в первую очередь оценивает нежелательные движения, а затем исправляет последовательности изображений, компенсируя влияние внешних факторов: неустойчивости съемки, погодных условий и т. д. Вполне вероятно, что аппаратные системы захвата движения будут включать в себя стабилизацию изображения, поэтому данное исследование сосредоточено на моделировании и реализации алгоритмов, которые могут эффективно работать на аппаратных платформах.

Существует два основных подхода к решению проблемы стабилизации видеоматериалов: механический подход (оптическая стабилизация) и цифровая обработка изображений. Механический подход применяется в оптических системах для настройки датчиков движения во время дрожания видеокамеры и означает использование устойчивой установки видеокамеры или наличие гироскопических стабилизаторов. Несмотря на то что этот подход может хорошо работать на практике, он почти не используется из-за высокой стоимости приборов стабилизации и наличия

ограничений при движении видеокамеры [1]. Вторым подходом заключается в программной стабилизации видеоматериалов сразу после съемки и является более перспективным в силу аппаратной независимости. Однако цифровая стабилизация характеризуется такими недостатками, как низкая скорость работы и отсутствие некоторых краевых участков изображения (рис. 1).

В различных публикациях предложены следующие подходы к оценке движения: рекурсивные растровые алгоритмы, алгоритмы частотной области, алгоритмы оптического потока и методы соответствия блоков. Приведем их краткий сравнительный анализ.

Рекурсивные растровые алгоритмы используют итеративное совершенствование оценки движения для отдельных элементов растра, выполняемое градиентными методами, для предсказания рекурсивного смещения каждого элемента растра от его соседних элементов. Эти алгоритмы имеют большую вычислительную сложность и меньше поддаются настройке, поэтому их трудно использовать в аппаратных средствах.

Частотные методы оценки движения применяются для глобальной оценки движения кадра (Global Motion). Наиболее известным из этих методов является фазовый метод корреляции на основе преобразования Фурье.

Существующие алгоритмы определения глобального движения кадра используются как для сжатия, так и для обработки видеоматериалов, например в задачах построения панорамного изображения или стабилизации видео с дрожанием кадра.

Алгоритмы определения глобального движения кадра можно разделить на три группы:

- алгоритмы, использующие особые точки (Feature Points), например алгоритм 2D Ridge Motion;
- алгоритмы, использующие векторы движения (Motion Vector);
- алгоритмы глобального поиска.

Алгоритмы из каждой группы имеют характерные сильные и слабые стороны. Так, применение аппарата особых точек требует значительных временных затрат на выбор особых точек (Feature Points Selection) и на их отслеживание (Feature Points Tracking). Преимуществом данных алгоритмов является высокая надежность определения смещений. Использование векторов движения (Motion Estimation) дает более низкую надежность определения смещений, чем особые точки. Но у алгоритмов определения векторов движения есть большое преимущество – высокая скорость. Под алгоритмами глобального поиска понимаются алгоритмы, определяющие глобальное движение по всему кадру без применения промежуточных преобразований.

Методы оптического потока гарантируют высокую точность для сцен с небольшими смещениями, но допускают сбои, когда смещения являются большими. Кроме того, эти методы страдают от апертурной проблемы, поскольку каждая окрестность пикселей может иметь различное движение на изображении.

Алгоритмы соответствия блоков оценивают движение на основании прямоугольных блоков и вычисляют один вектор движения для каждого блока. Эти алгоритмы являются более подходящими для аппаратной реализации из-за их настраиваемости и простоты.



Рис. 1. Примеры восстановления границ изображений:
а–в – исходные кадры; г – обрезка; д – мозаика; е – стабилизация движения

В базовом методе сопоставления блоков (Block Matching Algorithm, BMA) каждый кадр разделен на блоки, состоящие из локальных блоков интенсивности и цветности (рис. 2). Обычно для эффективного кодирования оценка движения выполняется только на блоке яркости. Для каждого блока на текущем кадре осуществляется поиск соответствующего, т. е. наименее искаженного: блока на следующем кадре и записывается его смещение (или вектор движения). Обычно кодируется разница между текущим и следующим кадром. Таким образом, вместо исходного блока интенсивности могут быть переданы вектор движения и получившаяся величина ошибки, что обеспечивает сжатие данных и устранение межкадровой избыточности. Суммирование кадра и вектора движения дает точную копию следующего кадра [2].

Однако яркость сцены может изменяться по времени, поэтому некоторые модели учитывают изменение яркости. Подобная корректировка может улучшить результат стабилизации, если не принимать во внимание таких локальных изменений яркости, как тени.

Модификация метода соответствия блоков. Автором предлагается статистический метод оценки движения, основанный на моделировании блоков изображения с использованием гауссова распределения.

В этом случае оптимизация выполняется с помощью алгоритма максимизации ожидания (ЕМ-алгоритма), основанного на итеративной оптимизации

параметров модели (априорной вероятности, векторов значений и ковариативных матриц), и расширенного расстояния Махаланобиса, применяемого для оценки соответствия между блоками и поиска наиболее близких блоков на соседних кадрах.

Рассмотрим следующую гауссову модель:

$$p\left(\frac{x}{\Theta_k}\right) = \sum_{i=1}^k p\left(\frac{x}{\Theta_i}\right) = \sum_{i=1}^k a_i p\left(\frac{x}{\mu_i}, \Sigma_i\right), \quad (1)$$

где k – числом компонентов; $a_i \geq 0$ – пропорции компонентов, удовлетворяющие условию $\sum_{i=1}^k a_i = 1$, при этом каждая плотность компонентов $p(x/\theta_i)$ является гауссовой функцией плотности вероятности:

$$p\left(\frac{x}{\mu_i}, \Sigma_i\right) = \frac{1}{(2\pi)^{m/2} |\Sigma_i|^{1/2}} e^{-(1/2)(x-\mu_i)^T \Sigma_i^{-1} (x-\mu_i)}, \quad (2)$$

здесь n – размерность вектора x ; μ_i – вектор значений; Σ_i – положительно определенная матрица ковариации; Θ_k – набор из всех параметров в смеси, $\Theta_k = (\theta_1, \dots, \theta_k, \alpha_1, \dots, \alpha_k)$.

Ряд $X = \{x_t\}_{t=1}^N$ является функцией правдоподобия для гауссовой модели смеси, выраженной следующим образом:

$$\log p\left(\frac{x}{\Theta_k}\right) = \log \prod_{t=1}^N p\left(\frac{x_t}{\Theta_i}\right) = \sum_{t=1}^N \log \sum_{i=1}^k a_i p\left(\frac{x_t}{\theta_i}\right). \quad (3)$$

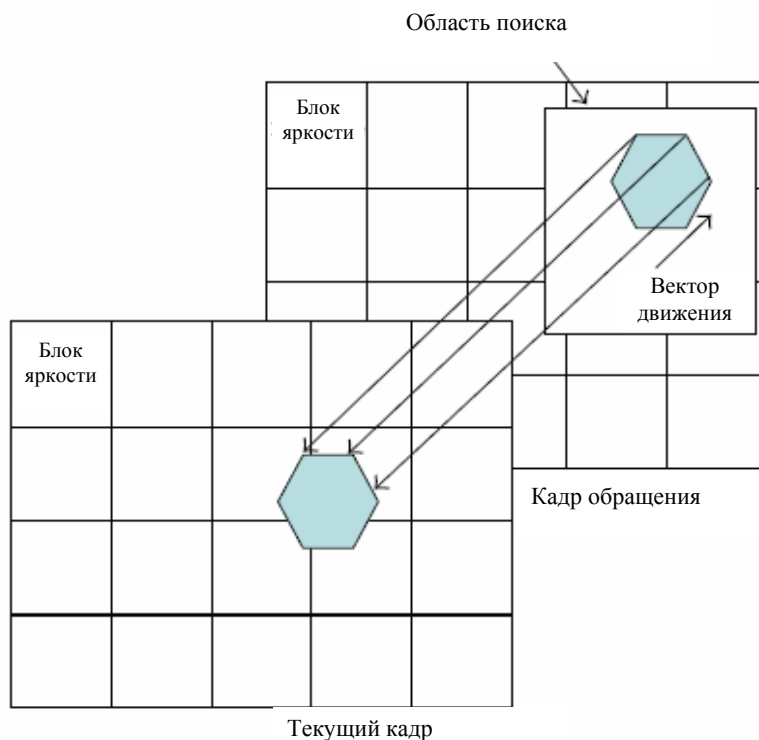


Рис. 2. Схема реализации метода соответствия блоков

Выражение (3) может быть максимизировано для получения максимально правдоподобной оценки Θ_k через следующий алгоритм:

$$a_i^+ = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^N P\left(\frac{i}{x_t}\right), \quad \mu_i^+ = \frac{\sum_{t=1}^N x_t P(i/x_t)}{\sum_{t=1}^N P(i/x_t)},$$

$$\sum_i^+ = \frac{(\sum_{t=1}^N x_t P(i/x_t)(x_t - \mu_i^+)(x_t - \mu_j^+)^T)}{\sum_{t=1}^N P(i/x_t)},$$

где $P(i/x_t)$ – апостериорная вероятность:

$$P(i/x_t) = a_i p(x_t/\theta_i) / \sum_{t=1}^k a_i p(x_t - \theta_i). \quad (4)$$

Алгоритм оптимизации ожидания сильно зависит от инициализации, поэтому для ЕМ-алгоритма выбор первого набора параметров очень важен. Если начальные параметры выбраны неудачно, то алгоритм может сходиться в локальные точки максимумов. Свойства сходимости ЕМ-алгоритма по гауссовой модели распределения были подробно изучены в [3].

Для случая двух распределений Гаусса $N_1(\mu_1, \Sigma_1)$ и $N_2(\mu_2, \Sigma_2)$ мера между двумя векторами значений определяется следующим образом:

$$D_{\text{extMhn}}(N_1, N_2) = \sqrt{(\mu_1 - \mu_2)^T (\Sigma_1 + \Sigma_2)^{-1} (\mu_1 - \mu_2)}. \quad (5)$$

Эта мера создает случай особенности для матрицы ковариации. Полученная матрица не всегда обусловлена и ее обратной матрицы не существует. В предлагаемой реализации инверсия исключительной матрицы ковариации заменяется ее псевдоинверсией, для вычисления которой используется сингулярное разложение.

Алгоритм стабилизации видеоматериалов на основе модифицированного метода соответствия блоков. При рассмотрении видеопоследовательности, содержащей движущиеся объекты, вектор смещения каждого объекта в плоскости изображения оценивается методом полного поиска соответствия блоков (FSBMA). Текущий кадр разделен на матрицы – макроблоки, которые включают в себя соответствующий блок и его ближайших соседей на предыдущем кадре. Это позволяет создать вектор движения макроблока от одного места к другому на предыдущем кадре. Такое смещение, вычисленное для всех макроблоков, представляет оценку движения на текущем кадре. Область поиска для соответствия макроблока ограничена до p пикселей (где p является поисковым параметром) во все стороны на предыдущем кадре (рис. 3).

Увеличение значения p позволяет находить большее движение, но делает процесс поиска движения более ресурсоемким. Соответствие одного макроблока другому основано на выводе функции стоимости. При этом макроблок с наименьшим значением функции стоимости соответствует текущему блоку.

Функция стоимости определяется расширенным расстоянием Махаланобиса для взвешенных компо-

нентов распределений Гаусса. Это расстояние разделено на гауссовы интервалы между предыдущим и текущим блоками, компоненты сильных, средних и слабых весов (рис. 4).

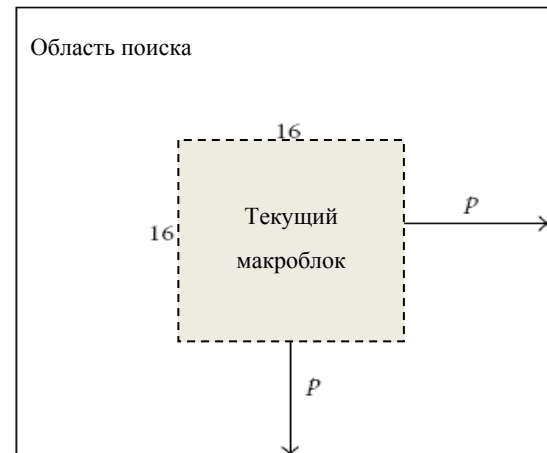


Рис. 3. Область поиска размеров 16 пикселей и сдвига в p пикселей

При моделировании смесью двух распределений Гаусса функция стоимости определяется расширенным расстоянием Махаланобиса между компонентами сильных (d_1) и слабых весов (d_3).

Предложенный алгоритм состоит из следующих этапов:

1) моделирование каждого блока на ссылочном кадре смесью из трех гауссовых распределений, в ходе которого происходит оценка параметров (веса, векторов значений и матрицы ковариации);

2) сортировка параметров на основе их веса в распределении, что позволяет идентифицировать компоненты слабых весов, среднего и сильного веса;

3) нахождение минимального расстояния между блоками «Ссылочный кадр»/ «Текущий кадр»:

– расширенное расстояние Махаланобиса между блоком текущего изображения и всеми блоками в окне поиска $[-1, +1]$ ссылочного изображения хранится в матрицах $M1$, $M2$ и $M3$, содержащих расстояния между компонентами слабых, средних и сильных весов соответственно;

– определение минимального расстояния из трех матриц $M1$, $M2$, $M3$, которое соответствует наиболее близкому блоку исходного образа;

4) формирование карты движения кадра;

5) стабилизация кадра на основе карты движения.

Тестирование алгоритма. Тестирование проводилось на различных видеопоследовательностях, отснятых при произвольных перемещениях видеокамеры и объектов. Скорость работы алгоритма определялась на видеопоследовательностях размером 352×240 , 640×480 , 1280×720 пикселей. Тестирование качества стабилизации проводилось методом, предложенным в работе [4]. Для исходной видеопоследовательности и стабилизированного видео разница предыдущего и текущего кадров находилась по известной метрике (рис. 3).

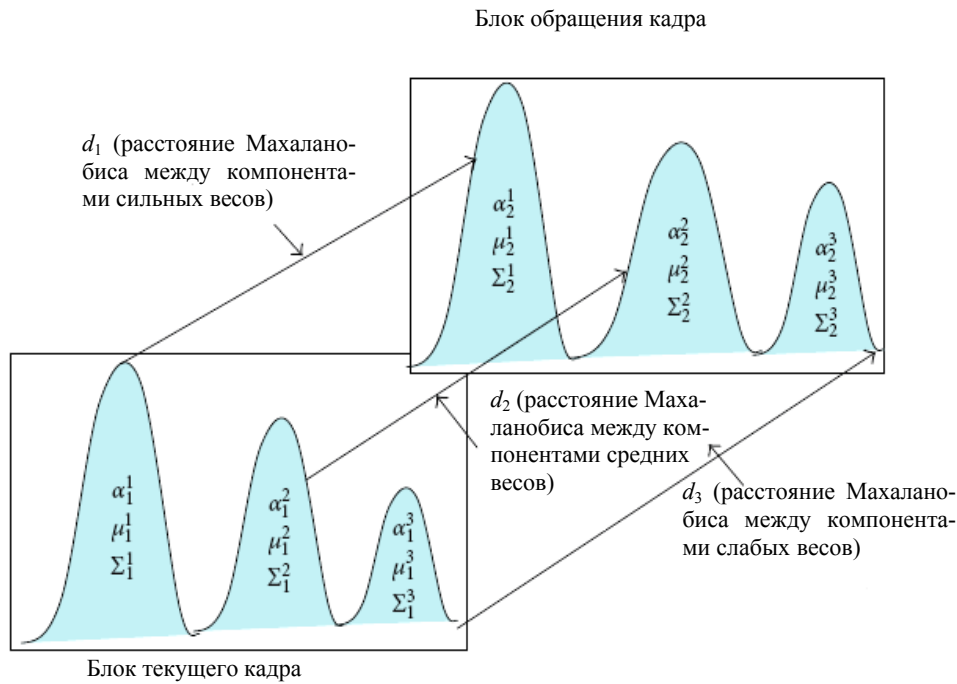


Рис. 4. Расширенное расстояние Махаланобиса между компонентами сильных (d_1), средних (d_2) и слабых весов (d_3)

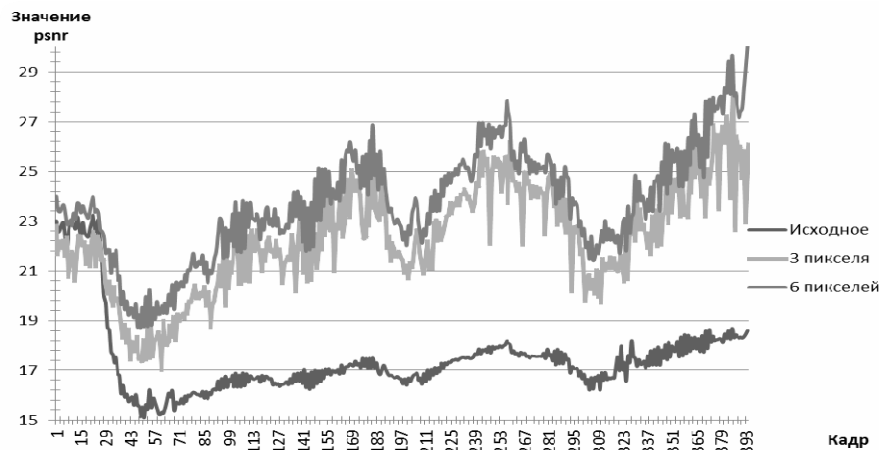


Рис. 5. PSNR-разница 400 кадров исходной (test1.avi) (нижняя линия) и стабилизированной видеопоследовательностей (test1_3.avi) (верхняя линия)

Анализ графика, представленного на рис. 3, показывает, что PSNR-разница кадров стабилизированной последовательности заметно выше, что говорит о меньшей разнице между кадрами видео, т. е. о более низком влиянии дрожания камеры.

При увеличении значения блока поиска PSNR-значение видеопоследовательности увеличивается в пределах 15 %. Использовались следующие параметры: разрешение видео 852×480 пикселей; размер блока – 16×16 пикселей; расстояние поиска – 3 и 6 пикселей. В дальнейшем предполагается сравнить эффективность предлагаемого алгоритма стабилизации с другими известными методиками по данной характеристике.

В результате тестирования также было установлено, что алгоритм находит движение до 8 пикселей в зависимости от размера блока поиска, а скорость его работы снижается с увеличением размера видео. Так, обработка кадра видео с разрешением 352×240 пикселей занимает от 0,3 до 2 с, а кадра видео с разрешением 640×480 пикселей – от 1 до 4 с. Кроме того, в ходе тестирования была установлена зависимость скорости стабилизации от размера блока. Уменьшение размера блока ниже 16×16 пикселей способствует увеличению точности нахождения движения, однако замедляет работу алгоритма в 1,5–2 раза, поэтому рекомендуется только для видео низкого качества.

Таким образом, автором был предложен алгоритм стабилизации видеоматериалов, отличающийся от известных методов нахождением минимального расстояния между блоками, выводом функции стоимости, оригинальным методом восстановления границ кадра, а также применением различных временных фильтров для улучшения качества видеоматериалов.

Для тестирования алгоритма использовались две видеопоследовательности: test1.avi, в которой происходит медленное движение и участвуют объекты среднего размера, и auto1.avi, в которой присутствуют быстрое движение и крупные объекты. Тестирование осуществлялось в полуавтоматическом режиме с встроенным сохранением результатов по следующим параметрам: среднему значению PSNR кадров каждой видеопоследовательности; времени выполнения метода; размеру блока обработки и блока поиска.

Тестирование показало, что предложенный алгоритм успешно выполняет стабилизацию видео со статичным фоном и движущимися объектами при значи-

тельном дрожании кадра: качество оценки видео по метрике PSNR улучшается в 2–4 раза, а дрожание кадра уменьшается.

Библиографические ссылки

1. Brooks A. C. Real-Time Digital Image Stabilization // EE 420 Image Processing Computer Project Final Paper / EED Northwestern Univ. 2003. Mar. P. 10.
2. Буряченко В. В. Цифровая стабилизация видео в реальном времени // Решетневские чтения : материалы XIV Междунар. науч. конф. В 2 ч. Ч. 2 / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. С. 476–477.
3. Ko-Cheung H., Wan-Chi S. Extended Analysis of Motion-Compensated Frame Difference for Block-Based Motion Prediction Error // IEEE Trans. on Image Processing. 2007. Vol. 16. P. 1232–1245.
4. Farid H., Woodward J. B. Video Stabilization and Enhancement : Techrep. 2007-605 / Dartmouth College. Hanover, N. H., 2007.

V. V. Buryachenko

VIDEO STABILIZATION FOR STATIC SCENES BASED ON A MODIFIED BLOCK-MATCHING METHOD

The authors consider approaches to the video stabilization, such as definition of global motion of a picture, based on motion vectors. An algorithm for video stabilization, on the basis of methods of matching blocks, is constructed and presented.

Keywords: video stabilization, block-matching method, Gaussian distribution.

© Буряченко В. В., 2012

УДК 625.084/085:625.855.3

В. И. Иванчура, А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов

МОДЕЛЬ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕЧЕТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ

Рассмотрена модель следящей системы автоматического управления с нечетким регулятором, разработанная с применением программы MATLAB&Simulink. Приведены результаты имитационного исследования.

Ключевые слова: асфальтоукладчик, уплотняющий рабочий орган, асфальтобетонная смесь, автоматическое управление, следящая система, нечеткая логика.

Следящие системы асфальтоукладчиков используются для поддержания продольного и поперечного профиля автомобильных дорог при их строительстве и реконструкции. Они позволяют сократить время контроля и время ручной стабилизации положения рабочих органов. Математическое описание процесса укладки смеси отличается повышенной сложностью из-за стохастического изменения характеристик микрорельефа предварительно подготовленного основания.

Традиционные ПИД-регуляторы имеют плохие показатели качества управления нелинейными и сложными системами, особенно при недостаточной информации об объекте управления [1]. Характери-

стики регуляторов в этом случае можно улучшить с помощью технологий искусственного интеллекта: нечеткой логики, искусственных нейронных сетей и др.

В данной статье рассматривается один из подходов к построению нечетких контроллеров.

Объект управления. Объектом управления является асфальтоукладчик. В процессе движения по подготовленному основанию ходовая часть укладчика получает случайные перемещения в вертикальной и угловой плоскостях из-за неровности микрорельефа, что приводит к необходимости управления за счет изменения заданной толщины укладываемого слоя левого и правого края плиты рабочего органа. Сове-

менные системы автоматического управления (САУ), устанавливаемые на укладчиках, используют различные контактные и бесконтактные копиры, выполняющие функции задающего воздействия.

Определение целей управления. Выбор переменных и требований к ним. Целью управления является обеспечение ровности покрытия с заданными размерами поперечного и продольного профиля дороги. Отклонение рабочего органа от заданного значения компенсируется за счет воздействия на объект управления.

Технологическая настройка укладчика призвана обеспечить наиболее высокое качество укладки и предварительного уплотнения слоев асфальтобетонного основания или покрытия, в связи с чем она является важным элементом системы управления качеством асфальтобетонных работ на дороге [2]. Самыми важными и потому непрерывно контролируемые являются пять показателей основания или покрытия (до начала работы дорожных катков):

- ширина полосы укладки;
- поперечный уклон поверхности слоя укладки;
- толщина уложенного слоя;
- степень предварительного уплотнения;
- ровность поверхности уложенного слоя.

Первые три показателя (нормы отклонения от проекта) задаются проектом и СНиП 3.06.03–85 «Автомобильные дороги» в отличие от двух последних показателей, однако без знания их начальных значений невозможно управлять процессом укладки и обеспечить требуемые конечные параметры по плотности,

толщине слоя и ровности готового основания или покрытия.

Таким образом, управляемыми величинами в рассматриваемой системе управления являются поперечный уклон поверхности слоя, толщина слоя, ровность поверхности уложенного слоя.

Выбор конфигурации системы управления и исполнительных устройств. Система управления, решая задачу слежения, заставляет управляемую величину укладчика быть пропорциональной задающему воздействию. Изменение положения рабочего органа укладчика выполняется с помощью гидравлических исполнительных механизмов, которые корректируют его реальное положение по отношению к вертикальной оси силы тяжести (поперечный уклон) и по отношению к горизонтальной плоскости, задаваемой копиром. Для получения информации о высотном положении рабочего органа используются датчики положения (рис. 1).

Модель объекта управления. Создание систем, априорно ориентируемых для работы в условиях неполноты или нечеткости исходной информации, неопределенности внешних возмущений и среды функционирования, требует привлечения нетрадиционных подходов к управлению с использованием методов и технологий искусственного интеллекта [3]. Такие условия соответствуют технологическим процессам строительства дорожных покрытий. В работе [4] получена модель следящей системы автоматического управления в среде MATLAB&Simulink и выполнена ее оптимизация.

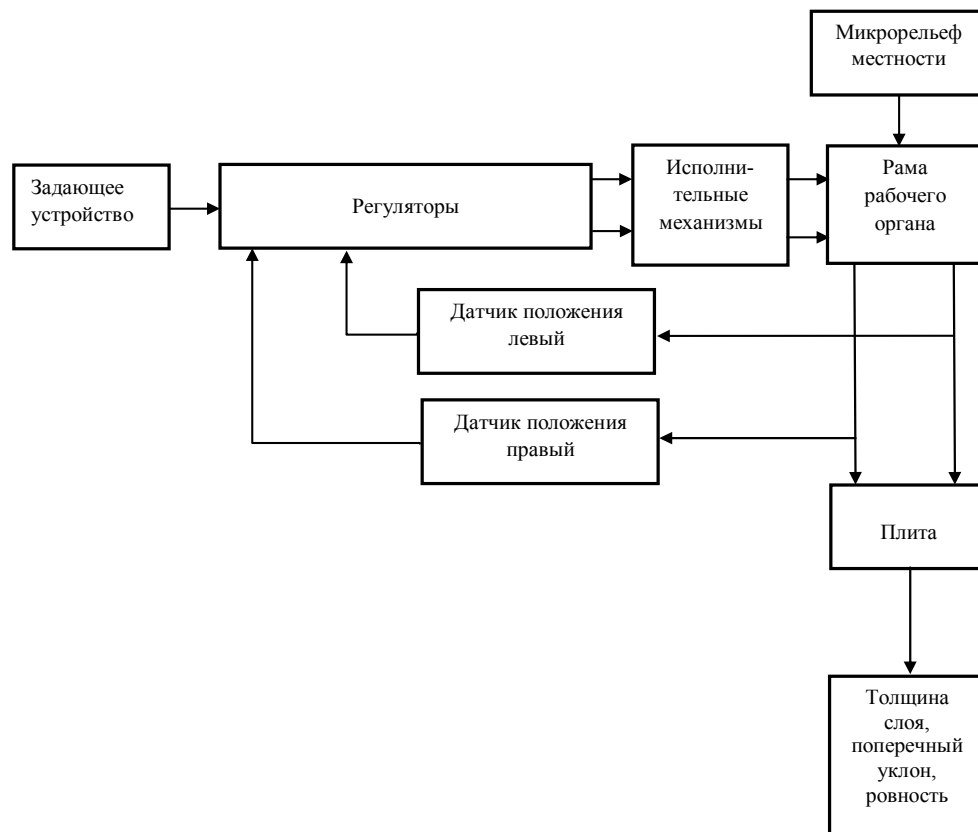


Рис. 1. Функциональная схема САУ асфальтоукладчика

Разработка регулятора на основе нечеткой логики. Разработка нечеткого регулятора начинается с построения зависимостей входных и выходных величин. Для этого обычно используются экспертные знания. Но так как микрорельеф основания дороги заранее не предсказуем, то для разработки системы автоматического управления положением выравнивающей плиты укладчика этот способ неприменим.

Входной величиной нечеткого регулятора является входной сигнал системы гидропривода следящей системы, выходной – перемещение выравнивающей плиты (рис. 2, табл. 1).

Нечеткая система создается при помощи встроенных инструментов графического интерфейса пользователя (GUI-модулей) пакета Fuzzy Logic Toolbox. Из предлагаемых в пакете алгоритмов использована нечеткая система типа Мамдани. FIS-имя системы – fuzzy_ukladchik (рис. 3).

Функция принадлежности переменной *vxod* (рис. 4) формируется с учетом данных, показанных на рис. 2. Для лингвистического описания входной переменной выбраны девять гауссовых термов: NB, NM, NS, ZN, Z, ZP, PS, PM, PB* – и симметричные диапазоны их изменения. Из списка доступных функций выбран тип функции распределения *gaussmf*. Выбор функции принадлежности здесь обусловлен тем, что для входного сигнала предполагается нормальное распределение.

Аналогично заданы функции принадлежности для переменной *vixod* (рис. 5), которая изменяется в диапазоне от 0 до 0,25 м.

Использована треугольная функция принадлежности *trimf*. Лингвистические переменные *mf1–mf9* характеризуют выходные данные системы по возрастанию в диапазоне от 0 до 0,25 м.

База знаний содержит следующие правила:

- если *vxod* = NB, то *vixod* = *mf1*;
- если *vxod* = NM, то *vixod* = *mf2*;
- если *vxod* = NS, то *vixod* = *mf3*;
- если *vxod* = ZN, то *vixod* = *mf4*;
- если *vxod* = Z, то *vixod* = *mf5*;
- если *vxod* = ZP, то *vixod* = *mf6*;
- если *vxod* = PS, то *vixod* = *mf7*;
- если *vxod* = PM, то *vixod* = *mf8*;
- если *vxod* = PB, то *vixod* = *mf9*.

Структурная схема следящей системы гидропривода выравнивающей плиты укладчика с нечетким регулятором реализована с добавлением нелинейного элемента (нелинейность типа «ограничение»), обусловленного работой гидрораспределителя, и фильтра, предназначенного для уменьшения перерегулирования (рис. 6).

Моделирование системы управления с нечетким регулятором проводилось средствами MATLAB&Simulink. Полученные результаты представлены на рис. 7 и в табл. 2.

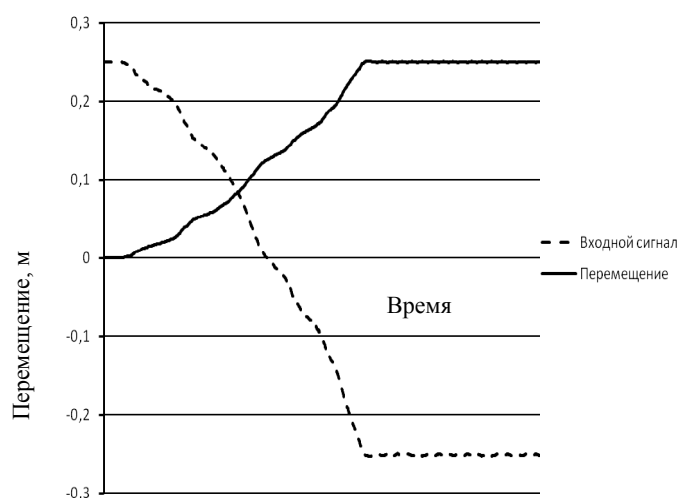


Рис. 2. График зависимости входного сигнала следящей системы и перемещения выравнивающей плиты укладчика

Таблица 1

Зависимость входного сигнала и перемещения выравнивающей плиты укладчика

Показатель	Значения						
Входной сигнал, м	0,25	0,2	0,1	0	-0,1	-0,2	-0,25
Перемещение, м	0	0,05	0,07	0,12	0,15	0,2	0,25

*NB – отрицательное большое (Negative Big); NM – отрицательное среднее (Negative Middle); NS – отрицательное малое (Negative Small); ZN – отрицательное близкое к нулю (Zero Negative); Z – нуль, близкое к нулю (Zero); ZP – положительное близкое к нулю (Zero Positive); PS – положительное малое (Positive Small); PM – положительное среднее (Positive Middle); PB – положительное большое (Positive Big).

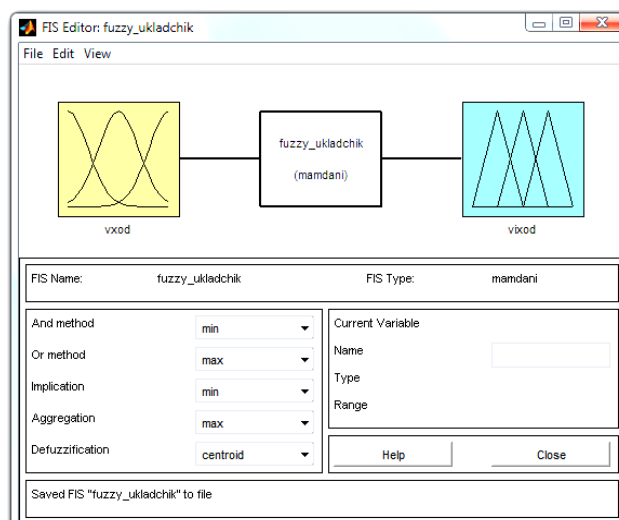


Рис. 3. Окно FIS-редактора

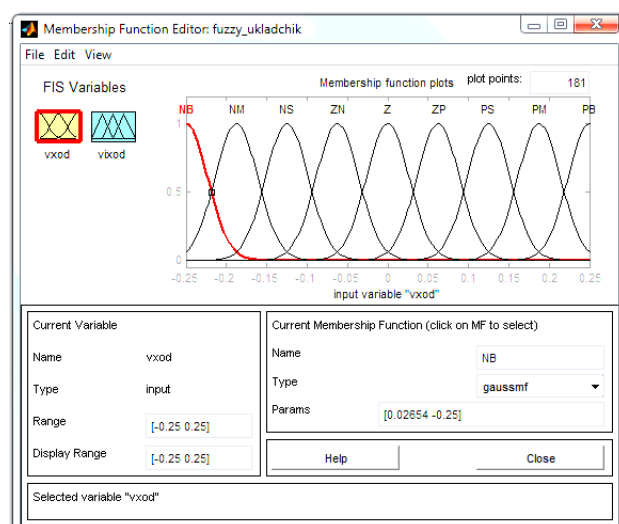


Рис. 4. Функции принадлежности переменной vxod в Membership Function Editor

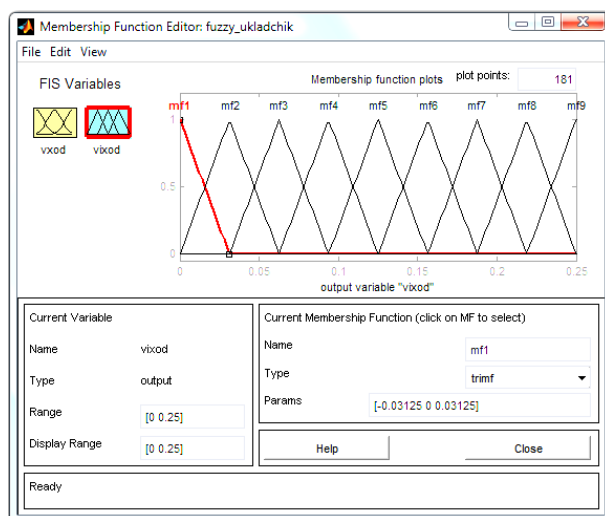


Рис. 5. Функции принадлежности переменной vixod в Membership Function Editor

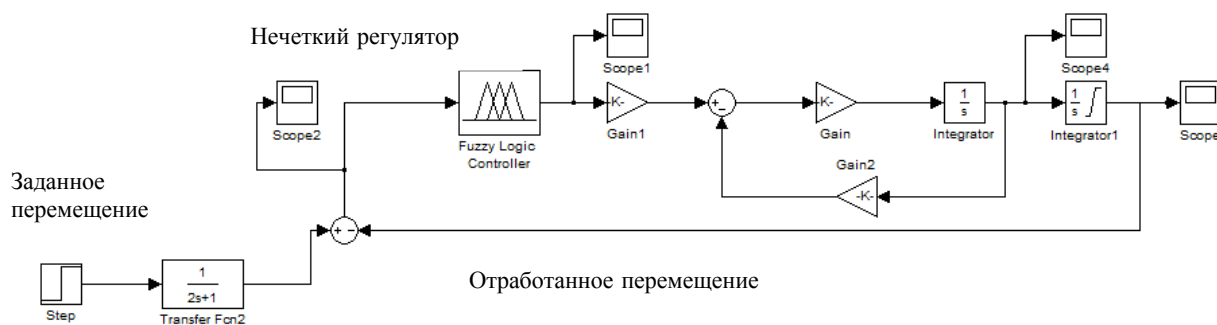
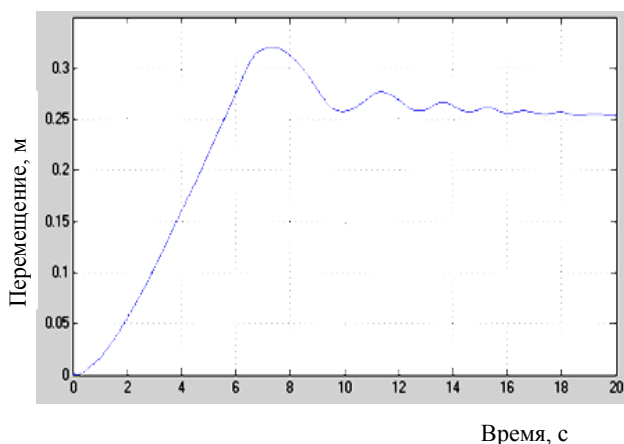


Рис. 6. Структурная схема следящей системы гидропривода выглаживающей плиты укладчика с нечетким регулятором

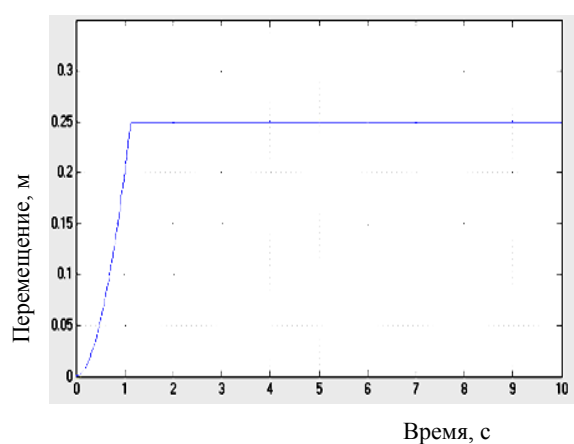
Таблица 2

Показатели качества системы автоматического управления с ПИ- и нечетким регулятором

Заданное перемещение, м	Время регулирования, с		Перерегулирование, %	
	ПИ	Нечеткий регулятор	ПИ	Нечеткий регулятор
0,005	12	0,05	0,2	—
0,055	13	0,44	0,5	—
0,100	14	0,80	2,4	—
0,150	15	1,15	11	—
0,200	16	1,55	21	—
0,250	17	1,96	28	—



а



б

Рис. 7. Результаты моделирования работы САУ с ПИ-регулятором (а) и нечетким регулятором (б) при перемещении выглаживающей плиты укладчика на 0,25 м

Переходный процесс изменения положения выглаживающей плиты укладчика с использованием нечеткого регулятора показывает улучшение показателей качества переходного процесса по сравнению с классическим ПИ-регулятором [4]. В частности, время регулирования при перемещении выглаживающей плиты на 0,25 м уменьшилось с 17 до 2,25 с при отсутствии перерегулирования.

Таким образом, в данной статье представлена модель следящей САУ с нечетким регулятором и выполнено сравнение работы следящей САУ с нечетким и ПИ-регулятором при различных режимах.

Следящая система с нечетким регулятором показывает лучшие показатели качества переходного процесса. Так, использование регулятора на основе нечеткой логики позволяет избежать перерегулирования и обладает значительно меньшим временем отработки: время регулирования уменьшается с 17 до 2,25 с при перемещении выглаживающей плиты на 0,25 м.

Полученная имитационная модель следящей системы управления положением выглаживающей плиты укладчика с нечетким регулятором рекомендуется для использования в исследовательских и учебных целях, а также при проектировании систем управления рабо-

чими процессами укладчика для повышения эффективности регулирования ровности асфальтобетонного покрытия с улучшенными показателями качества процесса управления на основе учета динамики гидравлических элементов.

Библиографические ссылки

1. Денисенко В. В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации // Соврем. технологии автоматизации. 2006. № 4–5. С. 66–74.

2. Костельов М. П., Пахаренко Д. В., Бринкс З. К. Как правильно выбрать и настроить асфальтоукладчик [Электронный ресурс] // Дорожная техника – 2007 : кат.-справ. 2007. URL: <http://www.mrmz.ru/article/v70/article1.htm> (дата обращения: 7.04.2012).

3. Интеллектуальные системы автоматического управления / под ред. И. М. Макарова, В. М. Лохина. М. : Физматлит, 2001.

4. Иванчура В. И., Прокопьев А. П. Оптимизация следящей системы автоматического управления // Вестник СибГАУ. 2011. Вып. 5 (38). С. 44–49.

V. I. Ivanchura, A. P. Prokopiev, R. T. Emelianov

MODEL OF A TRACKING SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL WITH FUZZY SLIDER

This paper is devoted to theoretical and application problems of tracking systems of automatic control. A model of such tracking system of automatic control with fuzzy slider is designed, with the help of the MATLAB&Simulink program. The results of simulation studies are presented

Keywords: asphalter, working body of compacting, asphalt – concrete mix, automatic control, tracking systems, fuzzy logic.

© Иванчура В. И., Прокопьев А. П., Емельянов Р. Т., 2012

УДК 004.738

С. В. Исаев

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИНТЕРНЕТ-УГРОЗ СЕТИ КРАСНОЯРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК*

Выполнен анализ интернет-угроз на основе многолетних данных работы сети Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. Выявлены основные тенденции развития опасных факторов и структура источников опасностей.

Ключевые слова: Интернет, вирусы, электронная почта, защита информации.

В связи с развитием информационных и телекоммуникационных технологий, а также с расширением круга пользователей, подключенных к сети Интернет, задачи обеспечения информационной безопасности становятся все более актуальными. В Институте вычислительного моделирования Сибирского отделения (СО) Российской академии наук (РАН) на протяжении пяти последних лет ведется работа по сбору данных о возможных информационных угрозах, таких как попытки вторжений, вирусная активность и несанкционированные почтовые рассылки. Целью данной работы является попытка анализа полученных данных и их сравнение с общемировыми тенденциями.

Проблемы защиты информации широко обсуждаются в интернет-среде [1] и печатных источниках. При этом предлагаются не только методы и решения для частных случаев, но и общие принципы разработки систем защиты [2; 3]. Однако для комплексной защиты сети в каждом конкретном случае требуется вырабатывать адекватное решение, учитывающее особенности организации сети, виды защищаемой информации, круг пользователей и основанное на анализе динамики интернет-угроз.

Корпоративная сеть Красноярского научного центра (КНЦ) объединяет девять организаций Сибирского отделения РАН и соединена как с сетью Интернет, так и с сетью образовательных учреждений Красноярска. Общая длина линий магистральных линий связи – более 15 км, число пользователей во всех организациях – более 1 000. Большинство узлов сети не содержат какой-либо конфиденциальной информации и нуждаются в защите только от вредоносных воздействий.

Трехуровневая архитектура корпоративной сети (рис. 1) позволяет максимально эффективно управлять информационными потоками и их защитой. Критически важные узлы отделены от подсети общего информационного потока средствами сетевой адресации и межсетевыми экранами. Конфигурация внутренней сети скрыта от внешнего мира при помощи механизма преобразования адресов и использования в качестве посредника прокси-сервера. Имеются средства регистрации пользователей, обеспечивающие однозначную классификацию трафика и протоколирование в системном журнале.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (ГК № 02.740.11.0621 от 29.03.2010).

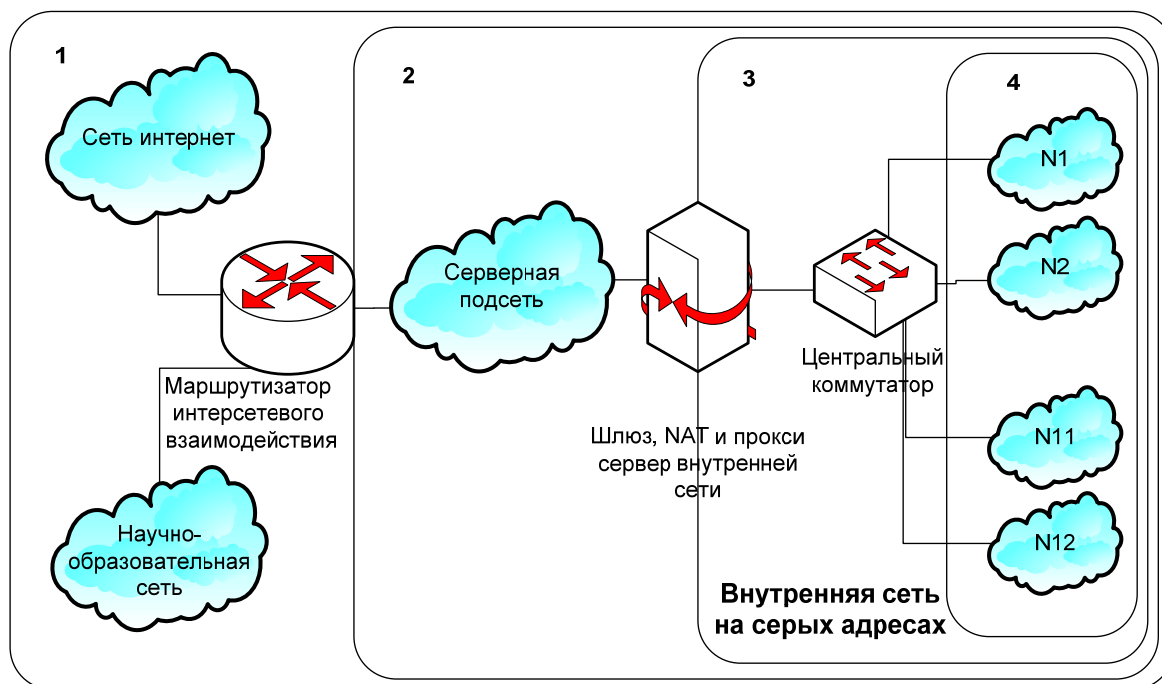


Рис. 1. Структура корпоративной сети

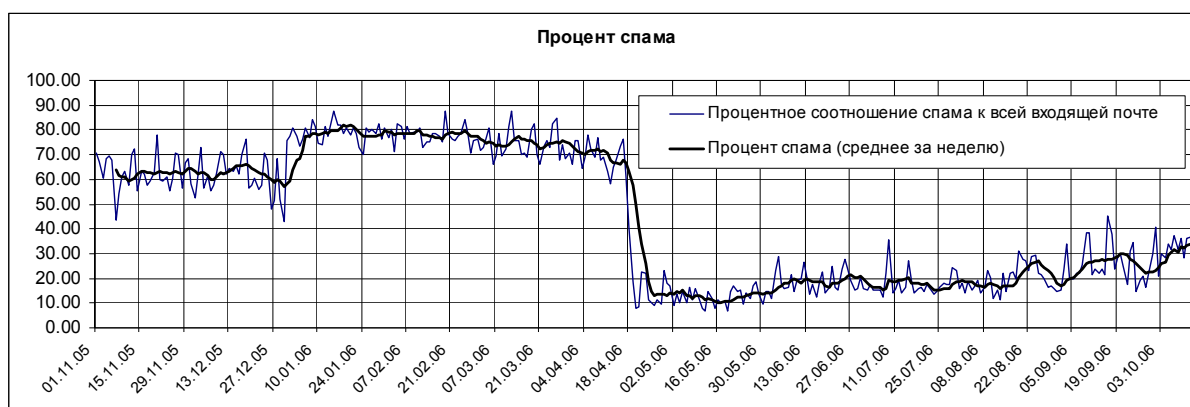


Рис. 2. Изменение процента спама в 2006 г. после введения «серых» списков

Для анализа тенденций безопасности были взяты три источника:

- журнал системы обнаружения вторжений, функционирующий на маршрутизаторе интерсетевого взаимодействия и шлюзе корпоративной сети;
- журнал антивирусной системы корпоративного почтового сервера КНЦ СО РАН;
- журнал системы пометки спама корпоративного почтового сервера КНЦ СО РАН.

Начало наблюдений относится к 2006 г., когда спам составлял от 80 до 30 %, среднее ежедневное количество писем с вирусами – 50, в отдельные периоды – более 200. После введения «серых» списков на сервер электронной почты количество спама уменьшилось в 4 раза (рис. 2). Но, к сожалению, далее этот метод перестал работать столь эффективно.

В 2007 г. процент спама стабилизировался на уровне 50 %, среднее количество вирусов составляло около 50 с подъемом в периоды эпидемии до 400 (рис. 3).

В этой связи можно отметить, что на протяжении нескольких лет (2006–2008 гг.) вирусные эпидемии фиксировались в новогодние праздники и в конце лета.

Для 2008 г. были характерны следующие показатели:

- средний процент спама – около 70 %, причем количество российских источников спама превысило количество источников спама из США;
- среднее количество вирусов в почте – около 10, в периоды эпидемий – более 100;
- количество срабатываний системы обнаружения попыток вторжений составило 4 226, распределение по странам см. на рис. 5.

Кроме того, в 2008 г. было закрыто большое количество ботнет-сетей, что привело к резкому снижению процента спама в почте к концу года до 30 %. На протяжении 2009 г. этот показатель сохранялся примерно на том же уровне, что и вирусная активность.

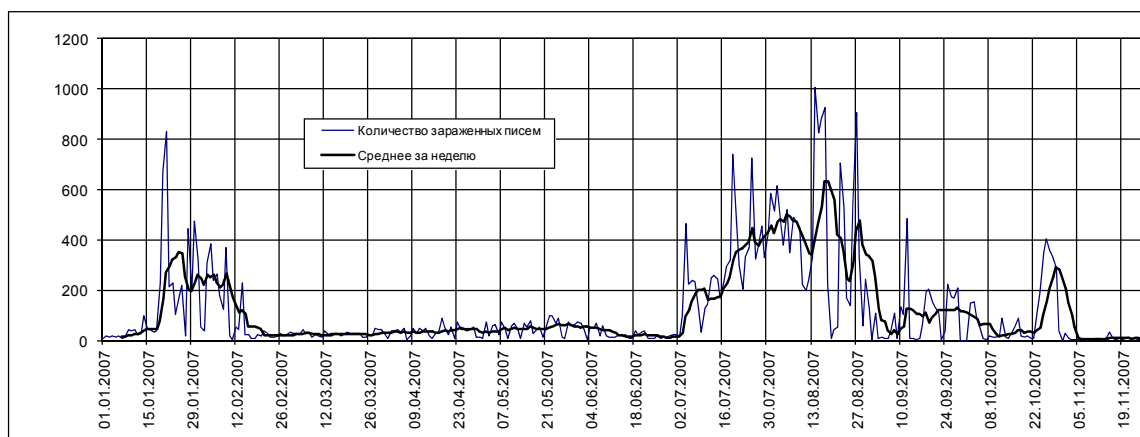


Рис. 3. Вирусные эпидемии в 2007 г.

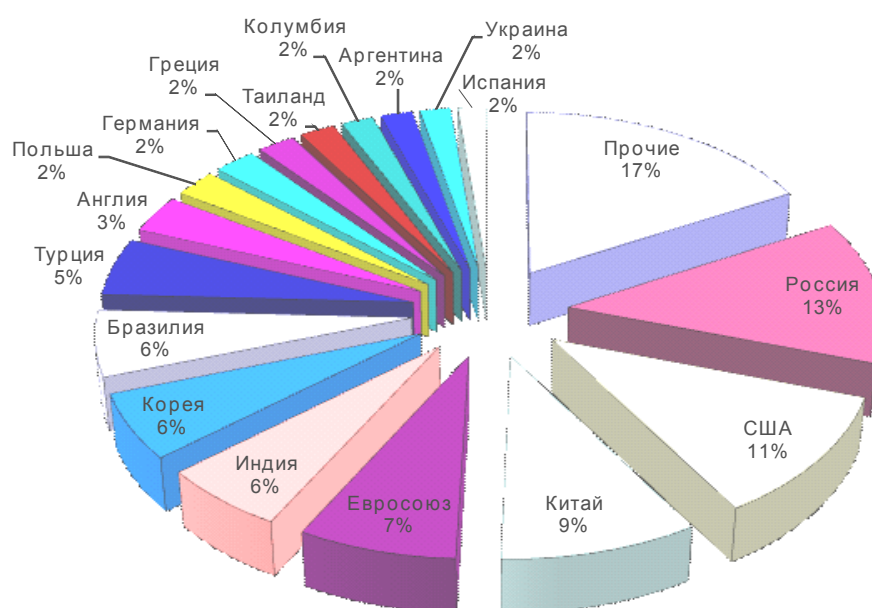


Рис. 4. Источники спама за 2008 г.

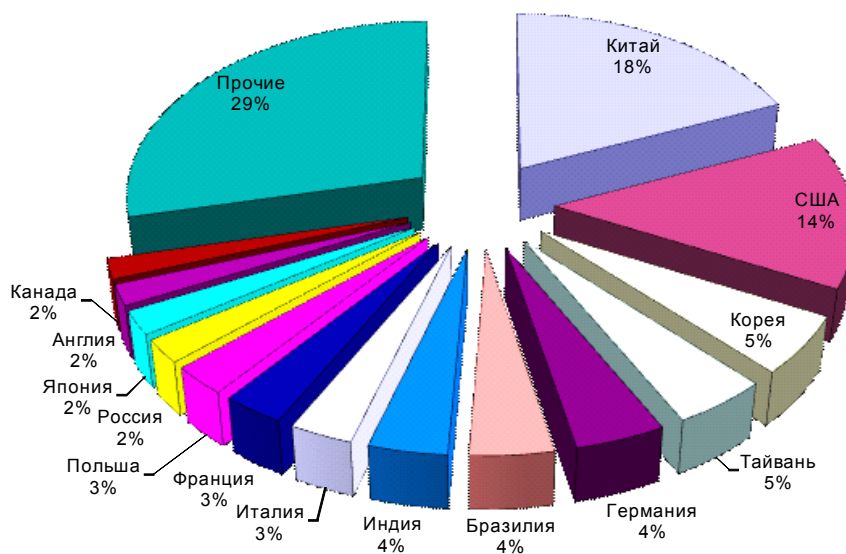


Рис. 5. Источники попыток несанкционированного входа в 2008 г.

В 2010 г. процент спама в почте снизился до 20 %, среднее количество вирусов не превысило 10, периоды массовых вирусных эпидемий отсутствовали. Доля российских источников спама превысила долю США в 2 раза и составила 11 % (рис. 6).

В 2011 г. количество обнаруженных вирусов в почте достигло 3 500. Среди лидеров по источникам спама появились азиатские страны: Индия, Корея, Вьетнам. Китай же, наоборот, переместился в нижнюю часть рейтинга.

Количество срабатываний системы обнаружения попыток вторжений в 2011 г. превысило 70 000, среди

лидеров – Китай, США, Канада, Индия, Япония и страны Евросоюза (рис. 7), причем источники попыток несанкционированного доступа не связаны с вирусами.

По результатам пятилетних наблюдений была составлена сводная таблица (см. с. 24), содержащая распределение источников интернет-угроз по наиболее активным странам.

Построенные на основе этих данных графики наглядно иллюстрирует динамику по рассылке спама (рис. 8) и источникам вирусов (рис. 9) в крупнейших странах.

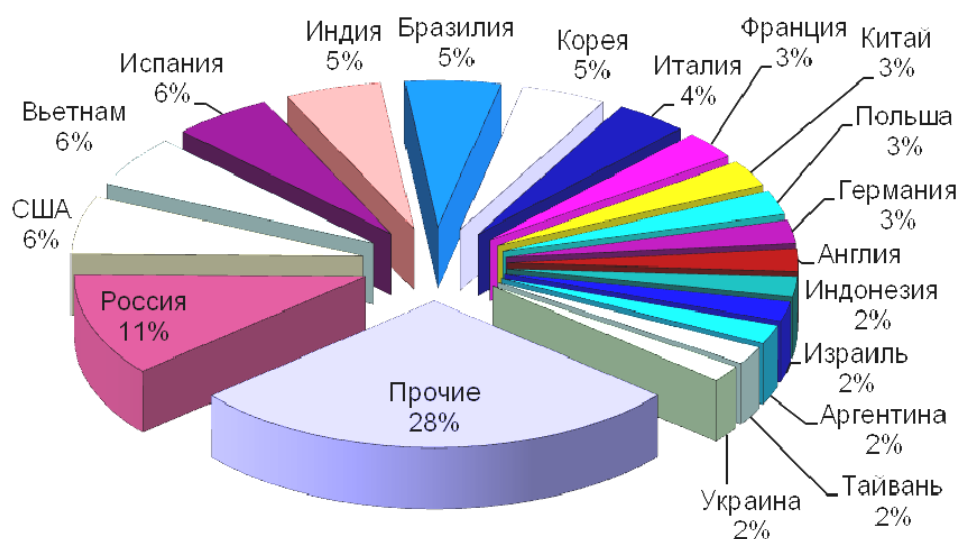


Рис. 6. Источники спама за 2010 г.

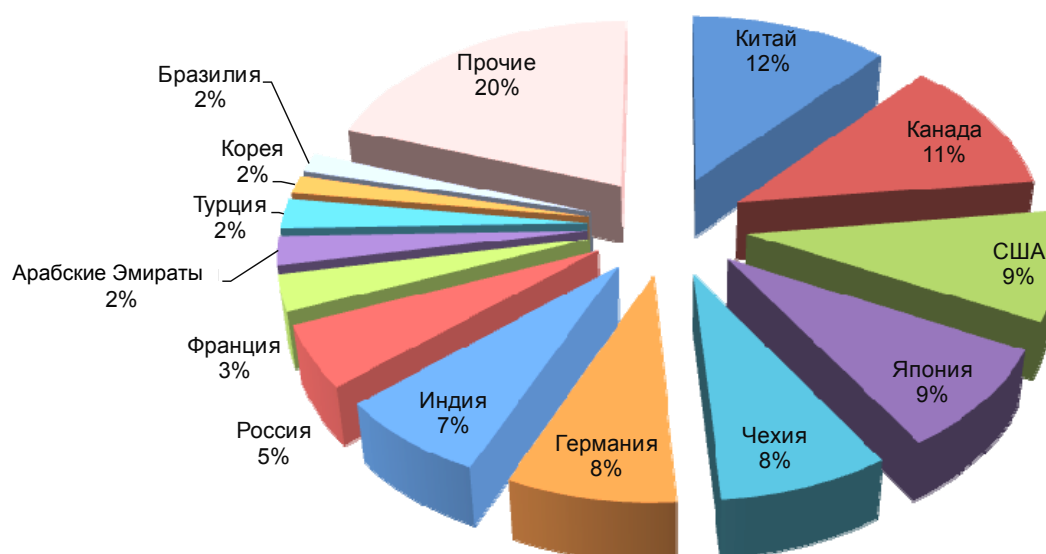


Рис. 7. Источники попыток несанкционированного доступа за 2011 г.

Основные источники интернет-угроз за 2007–2011 гг.

Страна	Спам, %				Вирусы, %			Сканирования, %			Сумма
	2007	2008	2010	2011	2008	2010	2011	2007	2008	2011	
США	25	11	6	6	37	9,4	17	12,9	14	9	32
Россия	6	13	11	11	17	14	15	2	2	5	31
Индия	3	6	5	5	4	3,9	7	4,2	4	7	19
Китай	4	9	3	3	1	2,7	2	17,5	18	12	17
Германия	4	3	3	3	2	2,2	2	4,8	4	8	13
Бразилия	2	6	5	5	1	4,8	2	3,9	4	2	9
Корея	8	6	5	5	3	5,1	2	6,4	5	2	9
Франция	4	3	3	3	2	1,5	1	4,4	3	3	7
Польша	2	2	3	3	1	1	2	3,2	3	0,5	5
Англия	3	3	2	2	2	3,1	2	2	2	1	5

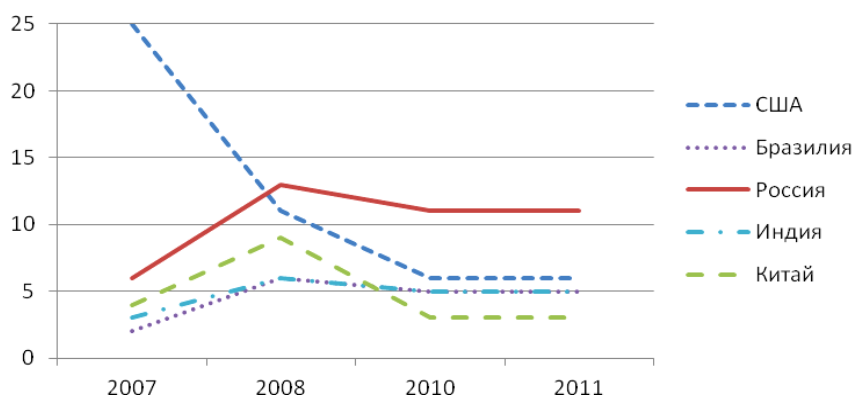


Рис. 8. Динамика рассылки спама по отдельным странам

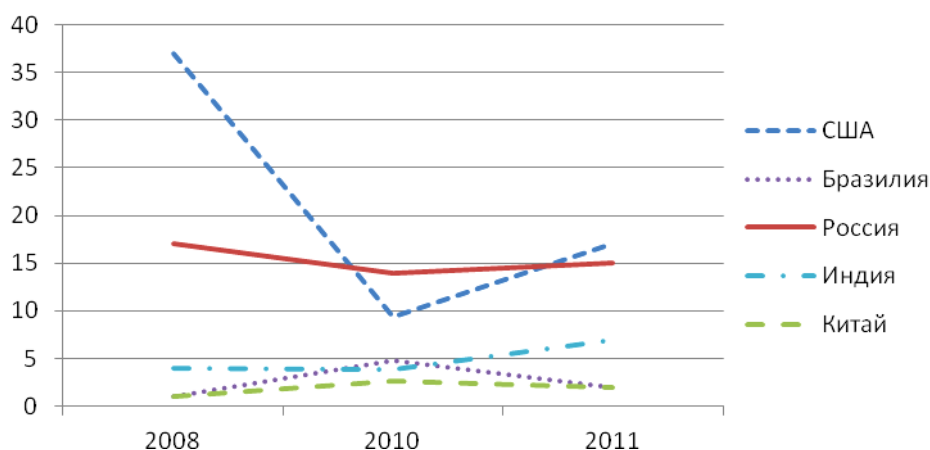


Рис. 9. Динамика источников вирусов по странам

Анализ полученной информации позволяет выявить следующие тенденции:

- активное внедрение компьютерных технологий и Интернета в страны азиатского и латиноамериканского регионов (Индия, Китай, Корея, Бразилия) и связанный с этим всплеск вирусной и спам-активности;

- общее снижение вирусной и спам-активности более чем в 5 раз, очевидно за счет развития средств защиты;

- увеличение попыток вторжений более чем в 15 раз;

- успешную борьбу со спамом в США и Китае.

Несмотря на то что собранные данные относятся к сетям с научной спецификой, отмеченные закономерности в целом согласуются с общемировыми [1]. В частности, подтверждается тезис о насыщении азиатских стран компьютерными технологиями и выравнивании вирусной и спам-активности. К сожалению, в России пока не наблюдается тенденции к уменьшению источников опасностей и по динамике развития Россия похожа на Индию и Бразилию. Внедрение новых, оснащенных встроенной защитой операционных систем и сетевых клиентов позволяет сдерживать распространение интернет-угроз. Однако сеть Интернет по-прежнему остается небезопасной, так как происходит постоянное обнаружение новых уязвимостей сетевых сервисов, и при несвоевременном их устра-

нении вероятность несанкционированного вторжения резко увеличивается.

Библиографические ссылки

1. Гудкова Д. Планета, захваченная спамерами // SECURELIST.RU : ежедн. интернет-изд. 2011. 20 сент. URL: http://www.securelist.com/ru/analysis/208050717/Planeta_zakhvachennaya_spamerami (дата обращения: 20.10.2011).
2. Соколов А. В., Шаньгин В. Ф. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах. М. : ДМК Пресс, 2002.
3. Галицкий А. В., Рябко С. Д., Шаньгин В. Ф. Защита информации в сети – анализ технологий и синтез решений. М. : ДМК Пресс, 2004.

S. V. Isaev

ANALYSIS OF INTERNET THREATS DYNAMICS OF THE NETWORK OF KRASNOYARSK SCIENTIFIC CENTER SB RAS

The work is devoted to the analysis of Internet threats, made on the basis of long-term data of the network of Krasnoyarsk scientific center of the Siberian Branch of Russian Academy of Science. The main tendencies of development of dangerous factors and the structure of danger sources are determined.

Keywords: Internet, viruses, e-mail, data security.

© Исаев С. В., 2012

УДК 538.915

А. А. Кузубов, Ю. Г. Михалев, М. В. Сержантова

ВЛИЯНИЕ ВАКАНСИЙ НА МАГНИТНОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ В МОНОСЛОЕ h-BN

Исследовано влияние вакансий бора и азота, а также расстояния между ними на магнитное упорядочение в структуре монослоя гексагонального нитрида бора.

Ключевые слова: монослой гексагонального нитрида бора, теория функционала плотности, электронная структура, вакансии.

Одним из важных вопросов физики конденсированного состояния остается установление взаимосвязи между наличием в системе электронов проводимости и магнитными свойствами материала [1; 2]. Факт появления магнитного упорядочения в плоских структурах типа графена и гексагонального нитрида бора (h-BN) оценивался ранее как маловероятный, поскольку в атомах углерода, бора и азота отсутствуют *d*- и *f*-электроны. Тем не менее данный эффект объясняется кристаллическими [3–7] и структурными дефектами [8].

В работах [9; 10] показано, что точечные дефекты (вакансии) в графене обладают локальными магнитными моментами, взаимодействие которых с электронами проводимости приводит к появлению в системе эффекта Кондо [2; 11–13]. В работе [9] авторы предполагают, что с помощью модификаций решетки графена вакансиями могут быть реализованы магнитно-

упорядоченные системы на основе углеродных наноструктур, в которых возможны переходы «ферромагнетик–антиферромагнетик» [14].

Монослой h-BN с вакансиями – это еще один пример появления намагниченности в плоских структурах [15–17], когда спонтанная намагниченность в отсутствии дефектов не возникает. В работе [15] была получена спонтанная намагниченность в присутствии примесей замещения (C_B , C_N) или вакансий (V_B , V_N) в структуре h-BN. Спин-поляризованные расчеты для C_B - и C_N -дефектов показывают намагниченность монослоя h-BN, которая составляет $1,0 \mu_B$ на один дефект. При вакансионных дефектах V_B и V_N в системе наблюдается спиновая поляризация, которая приводит к появлению магнитных моментов с величинами $3,0$ и $1,0 \mu_B$ соответственно. Это объясняется тем, что при удалении атома азота из монослоя h-BN структура имеет только один неспаренный электрон, а при

удалении атома бора в ней появляется три неспаренных электрона.

Таким образом, появление одиночной вакансии может приводить к возникновению локальных магнитных моментов. Однако до сих пор остается открытым вопрос о наличии магнитного упорядочения в случае высокой концентрации вакансий. Авторами было проведено исследование магнитных свойств вакансий в монослое h-BN, в частности влияния расстояния между вакансиями на переход «ферромагнетик–антиферромагнетик» и влияния деформации ячейки на спиновое состояние монослоя гексагонального нитрида бора с одиночной вакансией бора или азота. Изучение деформации ячейки важно с той точки зрения, что монослои h-BN получают методом химического осаждения из газовой фазы на подложку из другого материала (графен, кремний, никель и т. д.), в результате чего в структуре возникают напряжения, которые приводят к изменению свойств вещества.

Объекты и методы исследования. Расчеты проводились в рамках формализма функционала плотности (DFT) [18] с градиентными поправками (PBE) с использованием пакета VASP (Vienna Ab-Initio Simulation Package) [19–21]. В ходе вычислений применялся псевдопотенциал Вандербилта (Vanderbilt Ultrasoft Pseudopotential) [22]. Программа, в которой выполнялись расчеты, работает с применением периодических условий, вследствие чего для моделирования монослоя по нормали к его плоскости был задан вакуумный промежуток 15 Å. Значение вакуумного промежутка подбиралось исходя из предположения, что на таком расстоянии слои h-BN, находящиеся в соседних суперъячейках, не будут оказывать влияния друг на друга. Обратное пространство в первой зоне Бреллюэна [23] автоматически разбивалось на сетку по схеме Монхорста–Пака [24], количество k -точек вдоль каждого из направлений составляло $2 \times 2 \times 1$. При расчетах плотности состояния количество k -точек принималось равным $6 \times 6 \times 1$. Все расчеты проводились с максимальным значением энергии плоских волн 348,1 эВ. При оптимизации геометрии минимальное значение сил составляло 0,01 эВ / атом.

На первом этапе рассчитывался монослой h-BN без вакансий с моделированием гексагональной элементарной ячейки, содержащей два атома. На втором этапе для монослоя h-BN рассматривалось три вида суперъячеек с вакансиями, содержащих $6 \times 6 \times 1$ (68 атомов), $8 \times 8 \times 1$ (124 атома) и $10 \times 10 \times 1$ (196 атомов) элементарных ячеек. Каждая смоделированная суперъячейка содержала четыре вакансионных дефекта. Суперъячейки такого рода были выбраны, чтобы выполнить условие равномерного удаления вакансий друг от друга. В результате моделировались структуры с однородным распределением вакансий и различными концентрациями.

Для исследования влияния деформации на магнитные свойства монослоя h-BN был смоделирован монослой h-BN с одной вакансией бора (азота) в виде суперъячейки, содержащей $5 \times 5 \times 1$ прямоугольных ячеек (100 атомов). Деформация ячейки осуществля-

лась путем уменьшения или увеличения вектора трансляции вдоль одной из осей на 2 и 4 %.

Результаты и их обсуждение. Исследовались ферромагнитное, антиферромагнитное и диамагнитное состояния. Ферромагнитное состояние, которое предполагает начальное заселение системы электронами с одинаково направленной проекцией спина, было получено автоматически при использовании спин-поляризованного расчета в программе VASP. Антиферромагнитное состояние задавалось посредством чередования магнитных моментов на атомах, окружающих вакансию. Для сравнения был проведен неспин-поляризованный расчет диамагнитного состояния вещества, который не учитывает магнитное взаимодействие. Расчет показал, что диамагнитное состояние является энергетически невыгодным (табл. 1).

Для монослоев h-BN магнитный момент в системе появляется при вакансиях как бора, так и азота. В обоих случаях атомы, окружающие вакансию, равноудалены друг от друга и димеризации не наблюдается. Спиновая плотность равномерно распределена на атомах, окружающих вакансию, при этом проекции спинов имеют одинаковое направление (рис. 1).

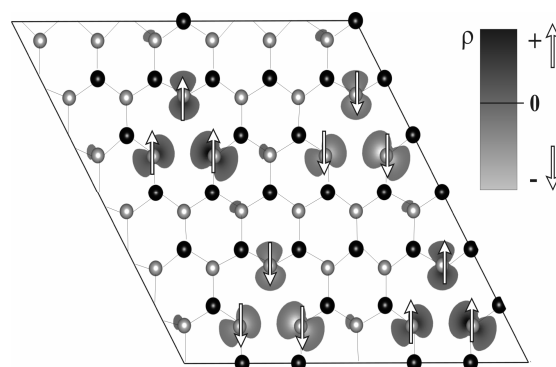


Рис. 1. Локализация магнитных моментов для антиферромагнитного состояния монослоя h-BN с вакансиями азота (черным цветом обозначены атомы азота, серым – бора; стрелками указано направление проекции магнитного момента)

В случае вакансий бора по мере увеличения расстояния между вакансиями наблюдается переход от антиферромагнитного к ферромагнитному упорядочению, а для вакансий азота характерна обратная ситуация, т. е. переход от ферромагнитного к антиферромагнитному состоянию (см. табл. 1).

Таким образом, в ходе проведенных исследований было установлено, что присутствие вакансий в монослое h-BN приводит к появлению магнитного момента, а при высоких концентрациях вакансий – к возникновению магнитно-упорядоченных состояний. При увеличении расстояния между вакансиями возможен переход от антиферромагнитного к ферромагнитному состоянию и наоборот в зависимости от типа вакансий, что предоставляет новые возможности для использования вакансий в монослое h-BN, связанные с внедрением и управлением магнитным упорядочением.

Таблица 1

Магнитные свойства монослоя h-BN с вакансиями бора и азота

Соединение	Концентрация вакансий, %	Расстояние между вакансиями r , Å	M , μ_B	ΔE_{F-AF} , эВ	$\Delta E_{\text{немаг.-маг}}$, эВ
Монослой h-BN с вакансиями бора	5,56	7,5	1,7	0,337 8	0,139 4
	3,13	10,0	2,2	-0,067 0	0,984 3
	2,00	12,5	2,3	-0,032 3	1,183 4
Монослой h-BN с вакансиями азота	5,56	7,5	0,9	-0,007 9	0,217 4
	3,13	10,0	0,9	0,008 0	0,257 0
	2,00	12,5	0,9	0,000 7	0,288 2

Таблица 2

Значение магнитного момента для монослоя h-BN

Деформация ячейки, %	Магнитный момент μ_B	
	Монослой h-BN с вакансией бора	Монослой h-BN с вакансией азота
-4	0,999 8	0,936 7
-2	1,083 4	0,928 3
0	1,988 9	0,921 3
2	1,059 4	0,911 1
4	1,014 4	0,901 7

При исследовании влияния деформации на магнитные свойства рассматривались структуры монослоя h-BN с одиночной вакансией бора или азота при деформации, осуществляемой путем увеличения или уменьшения одного из векторов ячейки на 2 или 4 %.

При любой деформации монослоя h-BN с вакансией бора появляется дополнительное внедренное состояние в области запрещенной зоны, которое локализовано на атомах азота, окружающих вакансию, и не зависит от вида деформации (сжатия или растяжения). Появление магнитного момента в деформированной системе обусловлено электронами, находящимися на орбиталях атомов, окружающих вакансию. Характер зависимости магнитного момента от деформации в этом случае носит сложный характер с максимумом значения магнитного момента, приходящимся на систему без деформации (рис. 2). При этом для системы без деформации характерно высокоспиновое состояние, т. е. все спины на атомах, окружающих вакансию, направлены в одну сторону и разность энергий высокоспинового и низкоспинового состояний $\Delta E_{\uparrow\uparrow-\downarrow\downarrow}$ составляет 0,03 эВ. Для деформированной системы энергетически выгодным является низкоспиновое состояние, при котором две из трех проекций спинов на атомах, окружающих вакансию, направлены в одну сторону, а третья – в противоположенную. Разность энергий высокоспинового и низкоспинового состояний $\Delta E_{\uparrow\uparrow-\downarrow\downarrow}$ для монослоя h-BN с вакансией бора при деформации составляет -0,17 эВ.

Для монослоя h-BN с вакансией азота при деформации на 2 или 4 % внедренное состояние локализовано на атомах бора, окружающих вакансию. Внедренный уровень при сжатии приближается к верхнему уровню, а при расширении – к вакантному нижнему уровню.

Характер зависимости магнитного момента от деформации в случае монослоя h-BN с вакансией азота носит линейный характер: значение магнитного мо-

мента монотонно убывает с увеличением деформации (см. рис. 2).

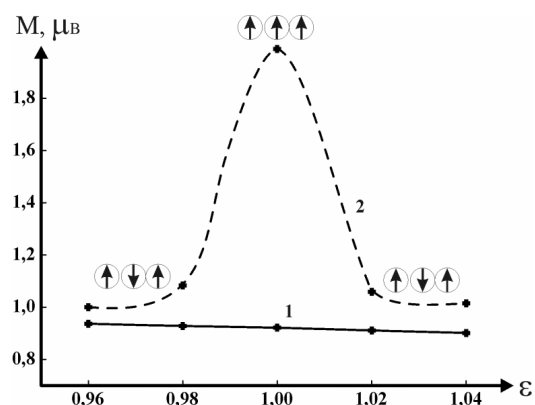


Рис. 2. График зависимости магнитного момента от величины деформации:

1 – для монослоя h-BN с вакансией азота; 2 – для монослоя h-BN с вакансией бора

Также была установлена зависимость магнитного момента M от величины относительной деформации ϵ для каждого типа вакансий. Величины магнитных моментов приведены в табл. 2.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что на спиновое состояние в монослое гексагонального нитрида бора с вакансией бора оказывает влияние деформация решетки. Для системы без деформации характерно высокоспиновое состояние, а для системы с деформацией – низкоспиновое.

Таким образом, анализ результатов проведенных спин-поляризованных расчетов показал, что в монослое гексагонального нитрида бора с вакансиями бора или азота возможно магнитное упорядочение, а изменение расстояние между вакансиями вызывает переход «ферромагнетик–антиферромагнетик».

В результате исследования электронной структуры монослоя h-BN с вакансиями бора и азота и анализа влияния деформации ячейки обнаружено, что магнитный момент в монослое гексагонального нитрида бора появляется в случае вакансии бора или азота при всех видах деформации.

Получена зависимость магнитного момента M от величины относительной деформации ячейки ϵ . Показано, что для монослоя h-BN с вакансией бора характерно высокоспиновое состояние, при этом разность энергий высокоспинового и низкоспинового состояний $\Delta E_{\uparrow\uparrow\uparrow-\uparrow\downarrow\uparrow}$ составляет 0,03 эВ. В случае деформации ячейки монослоя h-BN с вакансией бора энергетически более выгодным является низкоспиновое состояние ($\Delta E_{\uparrow\uparrow\uparrow-\uparrow\downarrow\uparrow} = -0,17$ эВ). Для монослоя h-BN с вакансией азота подобной зависимости не выявлено: в этом случае значение магнитного момента монотонно убывает с увеличением деформации.

Авторы выражают благодарность Институту компьютерного моделирования СО РАН (Красноярск), Межведомственному суперкомпьютерному центру РАН (Москва), а также Комплексу высокопроизводительных вычислений ИКИТ Сибирского федерального университета (Красноярск) за предоставление возможности использования вычислительных кластеров для проведения расчетов.

Библиографические ссылки

1. Anderson P. W. // Phys. Rev. 1961. Vol. 124. P. 41.
2. Kondo J. // Progress of Theoretical Physics. 1964. Vol. 32. P. 37.
3. Cervenka J., Katsnelson M. I., Flipse C. F. J. // Nature Physics. 2009. Vol. 5. P. 840.
4. Esquinazi P. [et al.] // Phys. Rev. Letters. 2003. Vol. 91. P. 227201.
5. Ugeda M. M., Brihuega I., Guinea F., et al. // Phys. Rev. Letters. 2010. Vol. 104. P. 096804.
6. Lehtinen P. O., Foster A. S., Ma Y., et al. // Phys. Rev. Letters. 2004. Vol. 93. P. 187202.
7. Fujita M., Wakabayashi K., Nakada K. et al. // J. Phys. Soc. Jap. 1996. Vol. 65. P. 1920.
8. Park N., et al. // Phys. Rev. Letters. 2003. Vol. 91. P. 237204.
9. Chen J.-H., Li L., Cullen W. G., et al. // Nature Physics. 2011. Vol. 7. P. 535.
10. Chen J.-H., Cullen W. G., Jang C., et al. // Phys. Rev. Letters. 2009. Vol. 102. P. 236805.
11. Sengupta K., Baskaran G. // Phys. Rev. B. 2008. Vol. 77. P. 045417.
12. Cornaglia P. S., Usaj G., Balseiro C. A. // Phys. Rev. Letters. 2009. Vol. 102. P. 046801.
13. Hentschel M., Guinea F. // Phys. Rev. B. 2007. Vol. 76. P. 115407.
14. Yazyev O. V., Helm L. // Phys. Rev. B. 2007. Vol. 75. P. 125408.
15. Azevedo S., Kaschny J. R., de Castilho C. M. C., de Brito Mota F. // Europ. Phys. J. B. 2009. Vol. 67. P. 507–512.
16. Сержантова М. В., Кузубов А. А., Федоров А. С. и др. // Журн. эксперим. и теорет. физики. 2011. Т. 139 (4). С. 764.
17. Кузубов А. А., Сержантова М. В., Федоров А. С. и др. // Письма в Журн. эксперим. и теорет. физики. 2011. Т. 93 (6). С. 368.
18. Kohn W., Sham L. J. // Phys. Rev. 1965. Vol. B 140. P. A1133.
19. Kresse G., Hafner J., et al. // Phys. Rev. 1993. Vol. B 47. P. 558.
20. Kresse G., Hafner J., et al. // Phys. Rev. 1993. Vol. B 48. P. 13115.
21. Kresse G., Hafner J., et al. // Phys. Rev. 1994. Vol. B 49. P. 14251.
22. Vanderbilt D. // Phys. Rev. 1990. Vol. B 41. P. 7892.
23. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., 1978.
24. Monkhorst H. J., Pack J. D. // Phys. Rev. 1976. Vol. B 13. P. 5188.

A. A. Kuzubov, Yu. G. Mickalev, M. V. Serzhantova

INFLUENCE OF VACANCIES ON THE MAGNETIC ORDERING IN THE MONOLAYER h-BN

This paper is devoted to investigation of the influence of boron and nitrogen vacancies, as well as the distance between them, on the magnetic ordering in the structure of a monolayer of hexagonal boron nitride.

Keywords: hexagonal boron nitride monolayer (h-BN), density functional theory (DFT), electronic structure, vacancies.

© Кузубов А. А., Михалев Ю. Г., Сержантова М. В., 2012

АППРОКСИМАЦИЯ ДАННЫХ ПОВЕРХНОСТИ РАСТРОВЫХ КАРТ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Рассматриваются растровое представление данных в геоинформационных системах и задача аппроксимации имеющихся данных на растровой карте. Обосновывается выбор метода сплайн-аппроксимации для географической карты.

Ключевые слова: аппроксимация, растр, поверхность, геоинформационная система.

Географическая информационная система (ГИС) – это совокупность аппаратных средств, программного обеспечения, географических данных и персонала (операторов, программистов, системных аналитиков), предназначенная для эффективного ввода, хранения, обновления, обработки, анализа и визуализации всех видов географически привязанной информации.

Аппаратные средства включают в себя компьютеры (платформы), на которых работает ГИС. Такие ГИС, как ARC/INFO, функционируют на достаточно большом числе платформ – мощных серверов, обслуживающих клиентские машины в локальных сетях и сети Интернет, на рабочих станциях и отдельных персональных компьютерах. Кроме того, географические информационные системы используют разнообразное периферийное оборудование: дигитайзеры (для оцифровки карт), лазерные принтеры, плоттеры (для печати карт) и т. п.

Программное обеспечение позволяет вводить, сохранять, анализировать и отображать географическую информацию. Ключевыми компонентами программного обеспечения являются:

- средства для ввода и манипулирования географическими данными;
- система управления базой данных;
- программные средства, обеспечивающие поддержку запросов, географический анализ и визуализацию информации;
- графический интерфейс пользователя, облегчающий использование программных средств [1].

Геоинформационные системы предоставляют мощные средства для анализа экологической информации, однако сами по себе они не порождают новых знаний о состоянии окружающей среды, а являются только инструментом для исследователя.

В последние годы быстро развиваются информационные технологии, ориентированные на формирование знаний о состоянии окружающей среды. Программные модули, основанные на таких технологиях, используются в наиболее мощных географических информационных системах, но значительно чаще они интегрируются в экспертные системы, ориентированные на прогнозирование состояния окружающей среды, оценку риска хозяйственной деятельности и поддержку принятия решений, обеспечивающих устойчивое развитие экономики [2].

Географические данные являются главным компонентом ГИС. Эти системы работают с данными двух типов:

- описательными (атрибутивными, табличными) данными о географических объектах, состоящими из наборов чисел, текстов и т. п.;
- пространственными (картографическими, векторными) данными, описывающими положение и форму географических объектов и их пространственные связи с другими объектами.

Описательная информация организуется в реляционную базу данных. Кроме того, в ГИС описательная информация связывается с пространственными данными. Отличие ГИС от стандартных систем управления базами данных (СУБД) состоит именно в том, что ГИС позволяют работать с пространственными данными.

В настоящее время в организациях, занимающихся сбором и обработкой информации о территориях, накоплено и используется огромное количество картографических материалов на бумажной и жесткой основе. В большинстве современных геоинформационных систем имеется возможность использования растровых подложек, которые представляют собой отсканированные изображения картографического материала в различных масштабах.

Пространственные данные представлены в ГИС двумя основными моделями: векторной и растровой. Векторная модель основывается на представлении карты в виде точек, линий и плоских замкнутых фигур. В растровой модели территория отображается в виде совокупности регулярно организованных площадных объектов типа квадратного пиксела.

Пространственные данные могут быть организованы различными способами, определяемыми в первую очередь целью их использования, а также способом сбора и хранения. Специальные атрибуты могут хранить дополнительную информацию относительно местоположения, топологии и геометрии пространственных объектов.

В современных ГИС топологические атрибуты формируются автоматически при создании графической базы данных. Информация о пространственном положении объектов хранится либо в виде широты/долготы, либо в любой картографической проекции.

Одним из самых важных этапов при построении графической базы данных является геометрическое преобразование данных о пространственном местопо-

ложении объектов из одной системы координат в другую в общей картографической проекции. Такие преобразования необходимы для сравнения и анализа объектов, графическая информация о которых хранится в БД ГИС в разных картографических проекциях. Соответствующий математический аппарат широко представлен в стандартном программном обеспечении ГИС.

Растровая модель особенно хорошо подходит для представления явлений реального мира, имеющих непрерывное распределение, например температуры поверхности Земли. Растр представляет собой набор прямоугольных (чаще всего квадратных) ячеек – пикселей – и может быть представлен как прямоугольная матрица чисел подобно двумерным массивам в языках программирования. Для хранения информации в растровой модели можно пользоваться простой файловой структурой с прямой адресацией каждого пикселя или системой управления базой данных.

Растровая модель широко применяется при непосредственной обработке и анализе цифровых изображений, полученных по данным дистанционного зондирования поверхности Земли, а также при решении многих прикладных задач, в частности при мониторинге состояния окружающей среды. Основное преимущество этой модели состоит в слиянии графической и атрибутивной информации в единую регулярную структуру. Однако при моделировании пространства в растровом формате пространственные объекты могут быть представлены с большой точностью только за счет уменьшения размера пикселя, что ведет к увеличению стоимости хранения информации.

При использовании растровой модели операции сопоставления и перекрытия разных пространственных данных об одной территории могут быть проведены без каких-либо сложных геометрических вычислений. При этом в характерном для ГИС послойном представлении информации каждый растровый слой имеет отдельный атрибут. Положение ячейки адресуется номером строки и столбца, поэтому пространственные координаты для каждой ячейки в запоминании не нуждаются, хранятся лишь число колонок и строк и географическое положение первой (угловой) ячейки [3].

Пространственное разрешение растра представляет собой размер пикселя на поверхности Земли. При использовании хотя бы 1 байта на пиксел такое растровое изображение будет занимать достаточно большой объем памяти. Следовательно, требования к памяти возрастают экспоненциально с ростом разрешения, поэтому в растровых моделях применяются алгоритмы сжатия и специальные структуры данных, такие как лексикографический код, квадратомиические деревья или код Фримана и т. д.

В растровом формате точечные объекты представляются единичным пикселем, а линии – строкой связанных пикселей. Это не всегда удобно, так как размер пикселя, зафиксированный во время создания растра, может оказаться слишком большим и многие детали будут потеряны. Однако растровая форма хо-

рошо подходит для моделирования пространственной непрерывности, особенно если соответствующий атрибут имеет высокую степень пространственной изменчивости. Такие ситуации часто возникают при обработке спутниковых изображений.

При наличии на растровой карте только части экспериментальных значений данные о поверхности необходимо распространить на всю территорию карты, а также за ее пределы. В настоящее время для этого используется метод простого усреднения.

Чтобы более точно смоделировать пространственную непрерывность методом усреднения, необходимо иметь большое количество точек измерения, которые должны равномерно располагаться на исследуемой территории. При недостатке данных могут быть использованы методы интерполяции поверхности растровых карт. Аргументами функции двух переменных в этом случае будем считать координаты растра (x, y) , а значением функции – количественную характеристику данного пикселя z . Следовательно, возникает задача аппроксимации и ее частные случаи – интерполяция и экстраполяция данных поверхности растровых карт.

Аппроксимация – это процесс получения оценки значений атрибутов в точках, расположенных близко к точкам измерений. Она используется:

- при трансформации растровых изображений;
- преобразовании моделей рельефа местности;
- моделировании непрерывной поверхности с помощью набора отдельных точек.

Аппроксимация, при которой требования точности в узлах исходной сетки предусматривают совпадение соответствующих значений исходной и аппроксимирующей функций, называется *интерполяцией*.

Существуют следующие методы интерполяции поверхностей: глобальные, локальные, точные и приближенные.

В глобальных методах ко всем точкам измерений применяется одна и та же функция. Как правило, в качестве интерполяционных функций используются полиномы первой, второй и третьей степени:

$$\begin{aligned} z &= a + bx + cy, \\ z &= a + bx + cy + dx^2 + exy + fy^2, \\ z &= a + bx + cy + dx^2 + exy + fy^2 + \\ &\quad + gx^3 + hx^2y + icy^2 + fy^2, \end{aligned}$$

где z – искомая высота рельефа в точке с координатами (x, y) ; $a, b, c, \dots, i$ – коэффициенты полиномов, значения которых определяются по известным значениям высот из систем линейных уравнений использованием метода наименьших квадратов.

В локальных методах интерполяция применяется последовательно для небольших групп точек исходного набора данных. Оптимальным и широко распространенным локальным методом интерполяции является кригинг. Этот метод легко модифицируется и его можно использовать для интерполяции данных любого типа. Он объединяет целое семейство линейных регрессионных алгоритмов: простой, стандартный, универсальный, блочный кригинг и ко-кригинг.

В точных методах интерполяции результирующая функция принимает в точках измерений те же значения, которые были до интерполяции. К этим методам относятся метод полигонов Тиссена и метод сплайнов.

Метод полигонов Тиссена в силу своей локальной природы глобальные характеристики набора данных не изменяет. Это метод является методом негладкой интерполяции, поскольку на границах полигонов возникают скачки функции. Полигоны Тиссена используются для интерполяции при небольшом числе исходных точек, при этом предполагается, что значение в каждой точке измерений является абсолютно точным.

Метод сплайнов, или сплайн-интерполяция, основывается на применении для интерполяции в окрестностях данного узла кусковых полиномиальных функций, называемых функциями сплайнов. Термин «сплайн» происходит от английского слова *spline* – гибкой линейки, с помощью которой чертежники проводят через заданные точки плавные кривые. Для двумерного случая (на плоскости) функция сплайна математически эквивалентна гибкой линейке и является кубическим полиномом (полиномом третьей степени) – непрерывной функцией, которая имеет непрерывные первую и вторую производные. Для трехмерного случая, когда вместо линии берется интерполированная поверхность, используются бикубические сплайны – полигоны третьей степени двух координат пространства. При сплайн-интерполяции интерполированная линия (двумерный случай) или поверхность (трехмерный случай) в точках измерений совпадает с полученными ранее значениями.

Дополнительно предъявляется требование согласования первых и вторых производных в граничных точках фрагментов и два условия: нулевая или заданная кривизна либо наклон. Условия образуют систему линейных алгебраических уравнений, которая решается с использованием точечных значений переменной, имеющих на каждом фрагменте исследуемой территории, и позволяет найти соответствующие значения коэффициентов полинома.

К достоинствам сплайн-интерполяции следует отнести высокую скорость обработки вычислительного алгоритма. Поскольку сплайн – это кусочно-полиномиальная функция, то при интерполяции одновременно обрабатываются данные по небольшому количеству точек измерений, принадлежащих к рассматриваемому фрагменту. Интерполированная поверхность описывает пространственную изменчивость различного масштаба и в то же время является гладкой. Последнее обстоятельство делает возможным прямой анализ геометрии и топологии поверхности с использованием аналитических процедур.

Однако гладкость интерполированного поверхности обуславливает невозможность корректного отображения резких изменений поверхности-оригинала, что является одним из недостатков метода сплайнов. К другим недостаткам этого метода следует отнести высокую зависимость точности моделирования поверхности от размещения точек измерений (или наблюдений), особенно критическое значение имеет

наличие точек на структурных линиях поверхности-оригинала – водоразделах и тальвегах, если речь идет о топографической поверхности; зависимость результата интерполяции от характера выделения фрагментов; отсутствие методики прямых оценок погрешностей, связанных со сплайн-интерполяцией [4].

В приближенных методах интерполяции исходные и результирующие значения в точках измерений могут различаться.

Требование точности предусматривает незначительное отклонение приближенных, т. е. вычисленных в процессе аппроксимации, значений в узлах исходной сетки от соответствующих исходных значений и, кроме того, малые отклонения вычисленных промежуточных значений от теоретически (или практически) возможных значений исходной функции. В основе этого требования лежит предположение, что аппроксимируемая функция непрерывна и имеет непрерывные производные.

Критерий, по которому отклонения могут считаться допустимо малыми, определяется точностью измерения и представления данных, их полнотой, различиями в колебаниях данных и т. д.

Сохранение непрерывности обеспечивает постепенность изменений, т. е. отсутствие разрывных скачков, аппроксимирующей (приближенной) функции не только при переходе от одной точки внутри промежутка, образованного соседними узлами, к другой близлежащей, но и в самих узлах [5].

Для получения точных результатов при интерполяции данных целесообразно использование методов сплайн-интерполяции. Это обусловлено тем, что исходные данные расположены по поверхности растровой карты не равномерно, а локальными группами, и глобальные методы в этом случае будут давать большие погрешности, ведь точность полиномиальной аппроксимации резко падает при увеличении степени аппроксимирующих полиномов. От этого недостатка можно избавиться с помощью отрезков полиномов невысокой степени, применяемых для представления части узловых точек. Самым известным методом такой аппроксимации является сплайн-аппроксимация на основе применения отрезков кубических полиномов. При этом аппарат сплайн-аппроксимация позволяет получить полиномы, которые дают в узловых точках непрерывность не только представляемой ими функции, но и ее первых и даже вторых производных.

В качестве аппроксимирующей функции – сплайна – строится цепочка полиномов или других сравнительно простых типов функций. Соседние по цепочке полиномы склеиваются так, что и их значения, и значения их производных на стыках совпадают, при этом все исходные значения попадают на некоторые стыки. Таким образом, внутри промежутков, образованных узлами исходной сетки, оказывается по одному (реже по два или три) полиному из указанной цепочки. Дополнительно выполняются значения производных на концах всего интервала. Внутренние стыки, не лежащие в узлах исходной сетки, рассматриваются как дополнительные узлы. Описанные сплайны называются основными. Параметры всех полиномов

основного сплайна связаны друг с другом и определяются с помощью решения системы линейных уравнений.

Другим вариантом сплайн-аппроксимации является обобщение метода скользящей средней. Каждое значение аппроксимирующей функции (сплайна) складывается из близлежащих исходных значений с коэффициентами в виде некоторых полиномов. А поскольку одновременному согласованию подлежат не все используемые полиномы, а только близлежащие, то такого рода сплайны называют локальными, или В-сплайнами.

Признанными достоинствами основных сплайнов и В-сплайнов считаются высокая точность, достаточная гладкость и технологическая отработанность. Но эти достоинства в полной мере проявляются лишь на равномерной сетке и при невысоких перепадах градиентов. Поэтому для восполнения данных и обеспечения их сопоставимости желательно сохранить достоинства сплайнов, но избавиться от отмеченных выше недостатков [5].

После вычисления значений промежуточных точек растровой карты необходимо распространить данные карты за ее пределы с целью прогнозирования.

Экстраполяция – это, собственно, сам процесс прогнозирования с помощью формулы или алгоритма, полученного из аппроксимации. При кажущейся простоте подстановки значений в уже найденную функцию необходимо убедиться в том, что область определения полученной функции на прогнозируемом интервале вписывается в допустимые значения реальной физической величины, которая аппроксимируется.

Кубическая сплайн-экстраполяция представляет собой быстрый и устойчивый способ экстраполяции функций и является альтернативой полиномиальной экстраполяции. В основе кубической сплайн-экстраполяции лежит заимствованный из сплайн-интерполяции принцип разбиения заданного экстраполируемого интервала на небольшие отрезки, на каждом из которых функция задается полиномом третьей степени.

Основными достоинствами кубической сплайн-экстраполяции являются ее устойчивость и малая трудоемкость, что позволяет получать коэффициенты кубического полинома с высокой точностью. В про-

цессе экстраполирования находится ближайшая точка, в которой уже вычислены коэффициенты сплайна, и строится полином, который дает значение искомой функции в текущей точке.

Однако метод сплайн-экстраполяции имеет и серьезный недостаток: значение ошибки будет увеличиваться с отдалением экстраполируемой точки от заданного начального интервала в случае линейности исходной функции.

При реализации алгоритмов аппроксимации предлагается объединить методы кубической и квадратичной (линейной) экстраполяции на границах экстраполируемого интервала, что поможет уменьшить ошибку, если отсутствует информация о характере поведения функции с одной из сторон исследуемой точки [6].

Таким образом, наиболее эффективным методом аппроксимации данных поверхности растровых карт является метод сплайнов.

Библиографические ссылки

1. Сайт группы компаний «Центр пространственных исследований» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geointellect.ru/?id=137> (дата обращения: 20.12.2011).
2. Принципы географического анализа экологической информации [Электронный ресурс]. URL: <http://loi.sccc.ru/gis/ecoinf/C4-1.htm> (дата обращения: 20.12.2011).
3. Пространственная информация и ее свойства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agiks.ru/data/articles/ddzz/pi.htm> (дата обращения: 20.12.2011).
4. Локально-детерминированные методы интерполяции. Метод сплайнов [Электронный ресурс] // Ты и я : науч.-попул. журнал. 2010. URL: <http://www.tyiya.ru/lokalno-determinirovannyye-metody-interpolyacii-metod-splajnov> (дата обращения: 20.12.2011).
5. Математическая обработка данных: изометрические задачи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sati.archaeology.nsc.ru/Home/pub/Data/?html=Chap8.htm&id=210> (дата обращения: 20.12.2011).
6. Шалагинов А. В. Кубическая сплайн-экстраполяция временных рядов // Системный анализ и информационные технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Киев, 2011. С. 397.

V. V. Kukarcev, O. A. Antamoshkin

APPROXIMATION OF THE SURFACE DATA OF RASTER TYPE MAPS IN THE GEOINFORMATION SYSTEM

The authors consider a bitmap representation of data in geographic information systems, and the problem of approximation of the available data on a raster type map and substantiate the choice of the spline approximation method for a geographic map.

Keywords: approximation, raster, surface, geoinformation system.

© Кукарцев В. В., Антамошкин О. А., 2012

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ СТАТИЧЕСКИХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТОВ

Рассмотрен комплексный подход к оценке надежности автоматизированных систем управления предприятием в торговле на основных этапах жизненного цикла разработки. Разработан универсальный показатель надежности, применяемый как для оценки надежности конкретной разрабатываемой программно-аппаратной системы на разных этапах жизненного цикла разработки, так и для сравнения надежности готовой системы с другими системами подобного класса.

Ключевые слова: модели оценки надежности, автоматизированная система управления предприятием.

В последние десятилетия проблема повышения надежности не ослабела, а, напротив, значительно обострилась. Это связано с действием ряда объективных причин, обусловленных бурным техническим прогрессом в новой области техники – информатике и вычислительной технике. Одной из таких причин является непрерывный рост сложности аппаратуры, который намного опережает рост качества элементной базы.

Говоря о другой составной части информационных систем – программном обеспечении (ПО), следует отметить, что оно также заметно влияет на надежность системы. Нарушение работоспособности ПО часто приводит к не менее тяжелым последствиям, чем отказы техники, но найти причину такого нарушения бывает крайне тяжело. Неправильная работа программ может провоцировать отказы технических устройств, устанавливая для них более тяжелые условия функционирования, поэтому вопросам обеспечения и поддержания надежности ПО всегда уделялось большое внимание [1]. Несмотря на создание большого количества методов и моделей исследования надежности программного обеспечения, единого подхода к решению этой проблемы предложено не было, причиной чего является уникальность каждой программной системы. Тем не менее создатели важных проектов стараются получить оценку надежности разрабатываемого ими ПО.

Одним из видов информационных систем является автоматизированная система управления предприятием (АСУП) – комплекс программных, технических, информационных, лингвистических, организационно-технологических средств и действий квалифицированного персонала, предназначенный для решения задач планирования и управления различными видами деятельности предприятия. Основу АСУП составляет ERP-система – программная система управления ресурсами предприятия.

Автоматизированные системы управления предприятием в торговле обладают более высокими требованиями к непрерывности и оперативности работы, чем в других сферах экономической деятельности. В связи с этим возникает вопрос исследования оценки и обеспечения надежности применительно к этому классу информационных систем.

Согласно классическому определению, надежность – это способность системы или компонента выполнять требуемые функции при определенных условиях за определенный период времени [2]. Надежность в широком смысле – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать в себя свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Для количественной оценки надежности используют как единичные показатели надежности, характеризующие только одно свойство надежности, и комплексные показатели надежности, так и характеризующие несколько ее свойств.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на надежность ERP-систем в торговых организациях:

- область применения. Торговые предприятия можно разделять по видам продаж (оптовые, розничные, интернет-продажи), структуре организации (распределенная, централизованная), видам товара, количеству торговых точек и рабочих мест пользователей, количеству продаж товара;

- структура внедряемой ERP-системы, взаимодействие ERP-системы с другим программным обеспечением: обмен с бухгалтерской программой, розничной программой, сайтом (например, с сайтом, с которого ведется продажа товара), ПО карманного компьютера, банковским ПО и т. д.;

- использование специальных систем автоматизированного проектирования (САПР). Например, в программе 1С: Предприятие в качестве такой системы используется конфигурация «Система проектирования прикладных решений»;

- способ доступа к базе данных: файл-серверный, клиент-серверный;

- количество одновременно работающих пользователей информационной базы – от одного до нескольких тысяч;

- среда разработки: Microsoft Sql Server и Borland Delphi, 1С: Предприятие, SAP R3, Microsoft Dynamics, Oracle E-Business Suite и др.;

- количество и квалификация задействованных специалистов, структура коллектива разработчиков и организационное взаимодействие в нем;

- объем и сложность компонентов программной системы. Объем модуля – это количество строк кода

в нем. Сложностью в общем случае является функция взаимодействия элементов системы;

– методология тестирования, использования специальных инструментов для тестирования. Например, в 1С: Предприятие для этих целей используются конфигурации «Корпоративный инструментальный пакет», «Сценарное тестирование»;

– степень помехозащищенности алгоритмов, безопасное реагирование ПО на отклонения в алгоритмах (несрабатывание, неправильное срабатывание);

– приспособленность ПО к модернизации, адаптивность к изменению конфигурации, эффективность контроля проведенных модификаций, состояния версий [1].

Рассмотрим классификацию сбоев в АСУП. Сбой – это отклонение выхода системы от желаемого при выполнении кода. Сбой имеет следующие уровни: катастрофичный, высокий, средний, низкий, незначительный [3].

Все сбои в АСУП можно разделить на несколько классов:

а) сбои локальной сети и Интернета: зависание сетевого роутера, отсутствие интернет-связи, когда время устранения неисправности часто зависит от провайдера услуг;

б) сбои аппаратного обеспечения компьютеров и торгового оборудования:

– сбои и неполадки, вызванные несовместимостью отдельных устройств, версий драйверов и т. п.;

– сбои и неполадки, вызванные несоблюдением условий эксплуатации устройств;

– сбои и неполадки, вызванные неисправностью устройств;

– перегрев из-за отсутствия охлаждения или его низкого качества;

– статический разряд от прикосновения к отдельным элементам или системному блоку в целом;

– чрезмерное повышение напряжения питания в электросети, например из-за разряда молнии во время грозы;

в) сбои в операционной системе (ОС): ошибки в файловой системе жесткого диска, наличие ошибочных записей в системном реестре, отсутствие необходимых ресурсов. Эти ошибки могут быть результатом действия вредоносного ПО;

г) сбои прикладного программного обеспечения: программная несовместимость, зависание из-за перегруженности системы или конфликта блокировок транзакций, неверный или неточный результат вывода, отсутствие необходимых функций, отсутствие защиты «от дурака».

Автором предлагается модель оценки надежности АСУП, которая является модификацией модели оценки надежности, описанной в [4]. В этой модели входными показателями надежности компонентов являются вероятности их успешного срабатывания и приводится расчет значений надежности работы пользователей информационной системы через вероятности применения компонентов пользователями:

– полной надежности автоматизированной системы управления предприятием торговли $R_{АСУПт}$ за рабочее время t :

$$R_{АСУПт} = \prod_{l=1}^N R_{АСУПт_l}, \quad (1)$$

$$R_{АСУПт_l} = \prod_{i=K_{l-1}+1}^{K_l} R_{it}, \quad (1a)$$

$$R_{it} = e^{-\lambda_i t}, \quad (2)$$

$$\lambda_i = (1 - R_i) \cdot t / dt_i, \quad (3)$$

$$R_{АСУП} = \sum_{i=1}^K R_i \cdot dt_i / DT, \quad DT = \sum_{i=1}^K dt_i, \quad (4)$$

$$R_i = \sum_{j=1}^F [R_{ij} \times R_{ТО_ij} \times R_{инт_ij}] R_{ОС_i} \times \\ \times R_{ап_i} \cdot R_{с_i} \cdot R_{СУБД_i} \cdot R_{пом_i} \cdot R_{пл}, \quad (5)$$

где $R_{АСУПт_l}$ – надежность l -й секции (магазина или склада) АСУП за время t , $l = 1, \dots, N$; N – количество секций (магазинов или складов) АСУП; K_l – максимальный индекс модуля l -й секции; $R_{АСУП}$ – надежность АСУП в статической модели; R_{it} – надежность работы пользователя i за время t , $i = 1, \dots, K$; R_i – надежность работы пользователя i в статической модели; R_{ij} – надежность программного компонента j для пользователя i , $j = 1, \dots, F$; K – количество пользователей системы; F – количество программных компонентов системы; t – интервал времени, за который определяется вероятность безотказной работы АСУП; $R_{СУБД_i}$ – надежность подключаемой системы управления базами данных для пользователя i ; $R_{пл}$ – надежность платформы ERP-системы, на основе которой разрабатывается программное решение; $R_{с_i}$ – надежности локальной сети для пользователя i ; $R_{ОС_i}$ – надежность операционной системы для пользователя i ; $R_{ап_i}$ – надежность аппаратного обеспечения персонального компьютера пользователя i ; $R_{пом_i}$ – надежность помещения, в котором осуществляется работа пользователя i (включает в себя влияние климатических факторов: температуры, влажности, солнечного света – и факторов надежности электросети); $R_{ТО_ij}$ – надежность подключенного торгового оборудования для пользователя i , компонента j ; $R_{инт_ij}$ – надежность сети Интернет для пользователя i , компонента j ; dt_i – средний интервал времени между двумя последовательными прогонами программы для пользователя i ; λ_i – частота появления ошибок у пользователя i ;

– коэффициент готовности системы $S_{АСУП}$:

$$S_{АСУП} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}, \quad T_2 = \frac{1}{y}, \quad y = -\frac{\ln(R_{АСУПт})}{t}, \quad (6)$$

где T_1 – среднее время простоя системы вследствие отказа, определяемое экспертом; T_2 – среднее время появления отказа; y – частота появления отказов [4].

Рассмотрим последовательность действий для оценки и обеспечения надежности АСУП на всех этапах жизненного цикла ее разработки. Традиционно

выделяют шесть стадий выполнения проекта разработки программно-аппаратной системы.

Первая стадия – предпроектное обследование, постановка задачи.

На данной стадии составляются организационная и функциональная схемы предприятия, выявляются цели внедрения АСУП, важные организационные признаки, влияющие на проектирование, узкие (критичные) места бизнес-процессов, которым требуется уделять больше внимания при проектировании и разработке системы. Для уменьшения сложности разрабатываемой системы, а следовательно, увеличения ее общей надежности, выполняется оптимизация бизнес-процессов.

Вторая стадия – проектирование.

На этой стадии выбираются методологии разработки и тестирования, играющие немаловажную роль в обеспечении надежности; собирается команда разработчиков – специалистов необходимой квалификации, среди которых распределяются задачи, обязанности и сроки их выполнения; моделируется архитектура ПО, задающая структурные элементы системы и механизмы их взаимодействия [5]; определяется количество автоматизированных рабочих мест (АРМ) пользователей и их функции; в соответствии с архитектурой ПО подбирается аппаратное обеспечение (компьютеры, торговое оборудование, специализированные устройства), в случае необходимости на вычислительные машины устанавливаются операционные системы и дополнительное ПО; составляются перечни элементов, разрешенных к применению, с выделением наименее надежных из них, при этом если какие-либо комплектующие не удовлетворяют требованиям к надежности, то разрабатываются предложения по повышению их надежности; выбирается программная среда (ERP-система), на базе которой будет выполняться разработка и внедрение информационной системы; решается вопрос о применении специализированных устройств и программ обеспечения надежности.

Особенно большое значение для повышения качества и надежности технических систем при разработке ПО имеет использование систем автоматизированного проектирования, поскольку это позволяет существенно снизить количество проектных ошибок, повысить качество конструкторской и технологической документации, создать условия для многовариантного проектирования и выбора лучшего варианта, сократить сроки проектирования и освободить тем самым время на отработку технических решений, согласование параметров, проведение испытаний [1].

В процессе составления технического задания определяется конечная стоимость проекта для заказчика, длительность разработки, сроки запуска. В небольших организациях время разработки программной системы и ее стоимость оказываются не очень высокими, так как в этом случае обычно используются типовые решения с минимальным количеством доработок, а время внедрения складывается из времени установки, настройки и обучения пользователей работе с про-

граммой. В средних и больших организациях практически всегда требуются какие-либо доработки системы исходя из особенностей фирмы либо в особых случаях – разработка программной системы с нуля.

При составлении технического задания выбирается и обосновывается номенклатура показателей надежности, которые в дальнейшем необходимо обеспечить, оценить и подтвердить, устанавливаются нормы надежности и объемы испытаний на различных стадиях разработки, включая приемосдаточные испытания. На данной стадии применяются эмпирические модели оценки надежности ПО, такие как марковская модель, имитационная модель, модель количества ошибок на основании подсчета независимых входов и выходов и т. п.

Для уменьшения сложности архитектуры ПО выполняется ее оптимизация. При техническом проектировании особое внимание нужно уделять рациональной компоновке оборудования, которая должна обеспечить требуемые климатические и механические режимы работы элементов, упростить работу персонала по техническому обслуживанию и подготовке системы к работе. В составе технической документации разрабатываются карты режимов, позволяющие установить реальные значения характеристик электрической нагрузки (ток, напряжение, рассеиваемая мощность). На этой стадии впервые можно оценить показатели ремонтопригодности с учетом особенностей конструкции, системы контроля работоспособности и диагностирования.

Заложенный при проектировании уровень надежности проявляет себя в процессе применения системы только в том случае, когда выполняются условия и правила ее эксплуатации. В связи с этим большое значение имеют привлечение к эксплуатации высококвалифицированных специалистов, их подготовка и инструктаж по системе эксплуатационной документации: инструкции по эксплуатации (ИЭ), техническому описанию (ТО), техническому обслуживанию (ИО), формуляру (ФО), паспорту (ПС) и пр. Обеспечению безотказной работы и высокой готовности технических средств к применению по назначению также способствует инициатива персонала по прогнозированию и своевременному предупреждению отказов. Поэтому высокие показатели надежности являются, как правило, заслугой не только эксплуатационного и оперативного персонала, но и других специалистов [1]. Опыт показывает, что значительный эффект при решении задачи обеспечения качества и надежности дает системная организация работ на основе внедрения международных стандартов серии ISO 9000.

Предложенная модель позволяет получить оценку надежности АСУП на этапе проектирования. Согласно формулам (1), (4) и на основании входных параметров, заносимых в систему экспертом, делается расчет предполагаемой надежности всей системы или ее отдельных секций. Если надежность неудовлетворительна, то архитектуру информационной системы необходимо оптимизировать.

Надежность разрабатываемых модулей определяется следующим образом:

$$R_{\text{тест}j} = 1 - y_j, \quad (7)$$

$$y_j = c_j \cdot \dot{\epsilon}_{0j}, \quad (8)$$

$$\dot{\epsilon}_{0j} = \dot{\epsilon}_j - \dot{\epsilon}_{\text{исп}j}, \quad (9)$$

$$c_j = l \cdot c_{\text{сл}j}, \quad (10)$$

$$\dot{\epsilon}_{0j} = k \cdot P_j, \quad (11)$$

$$P_j = t_j \cdot q_j, \quad (12)$$

где y_j – частота появления ошибок в модуле j , $j = 1, \dots, F$; $\dot{\epsilon}_{0j}$ – количество оставшихся ошибок в модуле j после тестирования; $\dot{\epsilon}_j$ – общее количество ошибок в модуле j , рассчитывается на основании количества независимых входов и выходов; $\dot{\epsilon}_{\text{исп}j}$ – предполагаемое количество исправленных ошибок в модуле после тестирования; l – коэффициент пропорциональности, определяемый на основании данных о ранее выполненных проектах; $c_{\text{сл}j}$ – коэффициент сложности модуля j ; t_j – время, затрачиваемое тестером на тестирование модуля j ; q_j – квалификация тестера модуля j , $0 < q_j < 1$.

Надежность компонента j для пользователя i рассчитывается по формуле:

$$R_{ij} = PU_{ij} \cdot R_{\text{тест}j}, \quad (13)$$

где PU_{ij} – вероятность использования компонента j пользователем i , $i = 1, \dots, K$, $j = 1, \dots, F$; $\sum_{j=1}^F PU_{ij} = 1$.

Третья стадия – кодирование.

На этой стадии проводится как разработка принципиально новых модулей программной системы, так и доработка уже существующих. В случае необходимости выполняется перенос данных из ранних версий программ. Здесь применяются визуальные средства разработки, включенные в состав ERP-системы (различные редакторы, конструкторы), и непосредственно коддинг. Для получения оценки надежности используются эмпирические модели, основанные на характеристиках ПО (объем, сложность и т. д.), и такие показатели надежности, как количество ошибок каждого вида, критичность ошибок, плотность ошибок в коде.

Сложность – это одна из главных причин ненадежности программного обеспечения. Мерой сложности объекта является количество интеллектуальных усилий, необходимых для ее понимания. В общем случае сложность объекта является функцией взаимодействия между его компонентами. В борьбе со сложностью программного обеспечения необходимо привлекать две концепции из общей теории систем: первую концепцию – независимость, в соответствии с которой для минимизации сложности необходимо максимально усилить независимость компонентов системы, и вторую концепцию – иерархическую структуру, согласно которой каждый верхний уровень представляет собой совокупность структурных отношений между элементами нижних уровней.

Расчет надежности на стадии кодирования выполняется для того, чтобы определить те участки программной системы, которым следует уделить больше внимания при тестировании, а также оптимизировать

код с целью увеличения общей надежности системы. Применяя представленную ранее модель оценки надежности АСУП и подставляя в формулы уточненные на данном этапе коэффициенты сложности, можно рассчитать показатели надежности каждого модуля и системы в целом.

Четвертая стадия – тестирование.

В зависимости от характеристик ПО и ресурсов проекта используются следующие методы тестирования для ERP-систем: восходящий, нисходящий и модифицированный нисходящий [6], а также специальный инструментальный, позволяющий подготавливать тесты и проводить их в ручном или автоматическом режиме, применять нагрузочное тестирование без участия реальных пользователей для оценки производительности и масштабируемости системы, проверять прикладные решения на соответствие стандартам.

На данной стадии используются как статические, так и динамические модели оценки надежности ПО. Критериями, позволяющими оценить надежность ПО для статических моделей, являются количество ошибок каждого вида, критичность ошибок, количество отказов каждого вида, критичность отказов, вероятность безотказной работы; критериями оценки в динамических моделях – вероятность возникновения ошибки на интервале времени, средняя наработка на отказ, среднее время восстановления, коэффициент готовности.

Модели оценки надежности ПО на данной стадии используются:

- для определения времени тестирования до достижения заданного уровня надежности модуля;
- сравнения надежности разрабатываемой системы с надежностью других систем этого класса и получения оценки качества (аккредитации).

Для нахождения значений надежности каждого разработанного модуля можно воспользоваться моделью простейших испытаний Бернулли:

$$R_{\text{тест}j} = 1 - n_j/m_j, \quad (14)$$

где n_j – количество неудачных прогонов (с ошибкой); m_j – количество удачных прогонов [7].

Показатели надежности всей системы определяются с помощью модели оценки надежности АСУП и подстановки полученных значений надежности модулей в формулу (13), а затем в формулы (4) и (1).

Пятая стадия – эксплуатация.

На этой и последующей стадии получается наиболее точная оценка надежности АСУП, которая используется для сравнения с эталонным значением и с оценками других систем, чтобы определить, насколько качественно была разработана система. Если значение оценки надежности оказывается ниже заданного уровня, то осуществляется возврат на предыдущие стадии жизненного цикла для доработки системы.

На данной стадии значения надежности каждого разработанного модуля и вероятности использования компонентов рассчитываются на основании статистики работы пользователей. Для этого применяются специальные программные измерительные мониторы, которые встраиваются в готовую систему. После

подстановки уточненных значений в формулы (13), (4), (1) вычисляются показатели надежности АСУП.

Шестая стадия – сопровождение.

В процессе сопровождения программ устраняются обнаруженные проектные ошибки, а также ошибки, внесенные при устранении обнаруженных ошибок, программы адаптируются к конфигурации технических средств и новых версий системного ПО, расширяются функции программного комплекса. Главными факторами, влияющими на надежность программного комплекса на этой стадии, являются его приспособленность к модернизации в связи с расширением функций, адаптивность к изменению конфигурации и других характеристик аппаратного комплекса, трудоемкость модификации программ, эффективность контроля проведенных модернизаций, модификаций, состояний версий, их тиражирования и эксплуатации [1].

Периодически выполняется пересчет показателей надежности системы по формулам (1), (4), (6) в связи с исправлением ошибок в программных компонентах, внесением новых ошибок при обновлении ПО, приработкой и устареванием аппаратных устройств.

Предлагаемая модель оценки надежности была успешно апробирована при работе под проектом внедрения информационной системы штрихкодирования и учета товара на складе торгового предприятия «Шелковые сети» на базе «1С: Предприятие 8». Во время выполнения проекта была разработана специализированная система поддержки принятия решений, с помощью которой в дальнейшем удалось вычислить основные показатели надежности на каждом этапе внедрения: надежность системы в статической модели, надежность системы за время t , коэффициент го-

товности системы и его максимальные отклонения на основе входных параметров, задаваемых экспертом. Результаты вычислений подтвердили эффективность данной модели оценки надежности. В дальнейшем необходимо доработать методологию принятия решений, на основе которой будет делаться выбор между той или иной моделью оценки надежности, входящей в комплексную модель.

Библиографические ссылки

1. Черкесов Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. СПб. : Питер, 2005.
2. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М. : Изд-во стандартов, 1989.
3. Юнусов Р. В. Система модельно-алгоритмической поддержки многоэтапного анализа надежности программных средств : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01. Красноярск, 2003.
4. Кулягин В. А. Оценка надежности программно-аппаратного информационно-управляющего комплекса в торговле. Новосибирск : Сибпринт, 2012, С. 37–39.
5. Слободин М. Ю. Моделирование программной архитектуры и оценка надежности программного обеспечения систем управления и обработки данных. СПб. : Инфо-да, 2005.
6. Майерс Г. Искусство тестирования программ / пер. с англ. под ред. Б. А. Позина. М. : Финансы и статистика, 1982.
7. Романюк С. Г. Оценка надежности программно-го обеспечения / НИИ систем. исслед. Рос. акад. наук. М., 1994.

V. A. Kulyagin

MODELS OF RELIABILITY ESTIMATION OF AN ENTERPRISE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS BASED ON STATIC PROBABILITY OF COMPONENTS

The research is directed on the decision of such scientific problem as creation of the complex approach for reliability estimation of an enterprise automated control systems in economics through the basic stages of life cycle of software design, creation of a universal indicator of reliability applied as for an reliability estimation of the concrete hardware-software system at different stages of life cycle, and for comparing the reliability of the complete system with other systems of the given class, as well.

Keywords: models of reliability estimation, automated management system of enterprise.

© Кулягин В. А., 2012

О ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РИСКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА*

Представлены результаты, обобщающие процедуру анализа оценки параметров документооборота. Основой подхода является выделение критериев эффективности, основанных на формальной модели композитного документооборота.

Ключевые слова: электронный документооборот, модель композитного документооборота, анализ риска, информационный риск.

Задача оценки эффективности проектирования, разработки и внедрения систем электронного документооборота является одной из самых актуальных задач информатизации современного общества. Выполнение нормативных требований и рекомендаций в области информационной безопасности обеспечивает минимальный уровень защиты документооборота. Устойчивость и стабильность функционирования систем документооборота могут быть достигнуты при использовании методик анализа рисков, позволяющих оценить существующие в системе риски и выбрать оптимальный по эффективности вариант защиты [1].

Одной из таких методик является методика анализа рисков на основе композитной модели [2], с помощью которой можно проводить анализ системы документооборота, рассчитывать показатели эффективности работы с документами и на основе этих данных разрабатывать комплекс мероприятий по оптимизации работы документооборота. Для этого необходимо предварительно выявить набор показателей, которые позволят провести оценку и определить зависимости между выбранными показателями [3].

Для создания эффективной методики необходимо:

- провести анализ существующих методов моделирования документооборота;
- разработать методику моделирования документооборота;
- осуществить сбор статистических данных параметров документооборота;
- провести расчеты по оценке риска документооборота организации;
- выбрать комплекс мер по снижению риска с учетом полученных результатов.

Таким образом, необходимо разработать способ моделирования, позволяющий выполнять количественную оценку информационных рисков систем электронного документооборота.

Прежде всего определим тип модели документооборота, для которого будет выполняться расчет эффективности. При анализе существующих методов оценки параметров документооборота рассматривались следующие модели:

- модель на основе модели уровней зрелости [4];
- модель на основе композитного документооборота [5];
- модель на основе анкетирования [6].

Предпочтение было отдано модели на основе композитного документооборота. Главными преимуществами данной модели перед другими являются простота реализации, возможность адаптации к любому типу организации и модификации модели в процессе ее построения.

Для построения критериев эффективности в модели композитного документооборота информационная система должна отображаться взаимодействием компонентов трех множеств [2]:

- множества участников $У$;
- множества действий участников $Д$;
- множества состояний документов $Ф$.

Для описания множества участников необходимо составить список всех сотрудников – пользователей системы документооборота – согласно занимаемым ими должностям. В этот список также включаются внешние пользователи системы документооборота и отдел хранения документов (архив).

Для описания множества состояний необходимо составить подробный список документов и список действий, производимых с документами участниками системы документооборота.

Ценность информации предлагается рассчитывать согласно аддитивной модели [7], в соответствии с которой все документы разделяются по категориям ценности информации и ранжируются. Основным критерием при определении особой ценности документа является его содержание. Благодаря разделению документов на категории ценности модель может быть применена для последующего анализа рисков системы документооборота.

В качестве основы для построения композитной модели документооборота М. Ю. Круковский в работе [8] предлагает использовать аппарат теории графов. Способ отображения документооборота описан в работе [2].

При анализе рисков используется одна общая модель документооборота, которая объединяет в себе все возможные процессы обработки документов в организации. Для построения такой модели необходимо:

- провести анализ информационных потоков;
- определить, через какие вершины графа будут проходить документы;
- объединить информацию в один граф, представляющий собой полную взаимосвязанную модель обмена документами [9].

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.».

Информационный риск системы документооборота рассчитывается как математическое ожидание функции потерь.

В заключение проводится выбор защитных мер для снижения информационного риска, который осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335-4-2007 и ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007.

Расчет эффективности введенных контрмер выполняется по формуле

$$E = \frac{P_{old} - P_{new}}{P_{old}},$$

где P_{old} – риск без учета контрмеры; P_{new} – риск с учетом заданной контрмеры.

Таким образом, предложенная методика позволяет моделировать систему документооборота, анализировать информационные потоки, оценивать информационный риск и разрабатывать перечень защитных мер по его снижению. В результате пользователь получает наиболее полную, адекватную и всестороннюю картину системы документооборота.

Для апробации методики авторами было выполнено моделирование реального документооборота на основе композитной модели. Согласно графовой модели описаны три подмножества:

- множество участников $У1–У9$;
- множество действий $Д1–Д7$;
- множество состояний документов $Ф1–Ф7$.

Категория ценности информации выражена пятиуровневой шкалой ценности $K1–K5$ по убыванию ценности информации. Множество состояний документов по категориям отображается в виде матриц [3].

В качестве примера в табл. 1 приведено множество состояний документов для первой категории ($K1$) ценности ресурсов.

На следующем этапе на основе статистических данных строятся матрицы инцидентности, показывающие направление документопотоков от пользователя к пользователю для каждой категории ценности, и графы документопотоков.

В качестве примера в табл. 2 и на рис. 1 представлены документопотоки для первой категории ($K1$) ценности документов.

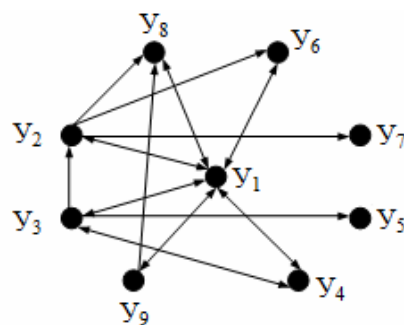


Рис. 1. Граф документопотоков для первой категории ценности документов

На заключительном этапе на основе статистических данных рассчитывается вероятность появления документа определенной категории ценности в определенном узле.

В качестве примера в табл. 3 представлены вероятности появления документа первой категории ценности на узлах документооборота.

Множество состояний документов для первой категории ценности ресурсов

Таблица 1

К1	У1	У2	У3	У4	У5	У6	У7	У8	У9
Д1	Ф1	Ф1	Ф1	Ф1	Ф1	Ф1	Ф1	–	Ф1
Д2	Ф2	Ф2	Ф2	–	–	–	–	–	Ф2
Д3	Ф3	Ф3	Ф3	–	–	–	–	–	–
Д4	Ф4	Ф4	Ф4	–	–	–	–	–	Ф4
Д5	Ф5	Ф5	Ф5	–	–	–	–	–	Ф5
Д6	Ф6	Ф6	Ф6	Ф6	Ф6	Ф6	Ф6	–	Ф6
Д7	Ф7	–	–	–	–	–	–	Ф7	Ф7

Документопотоки для первой категории ценности документов

Таблица 2

У _{вх}	У _{исх}								
	У ₁	У ₂	У ₃	У ₄	У ₅	У ₆	У ₇	У ₈	У ₉
У ₁	0	37	18	2	0	15	0	1	39
У ₂	17	0	1	0	0	0	0	0	0
У ₃	15	0	0	1	0	0	0	0	0
У ₄	3	0	2	0	0	0	0	0	0
У ₅	0	0	1	0	0	0	0	0	0
У ₆	14	1	0	0	0	0	0	0	0
У ₇	0	1	0	0	0	0	0	0	0
У ₈	6	1	0	0	0	0	0	0	1
У ₉	55	0	0	0	0	0	0	0	0

Вероятность появления документа первой категории ценности на узлах документооборота

День	Узел								
	У1	У2	У2	У4	У5	У6	У7	У8	У9
1	0,08	0,10	0,09	0,14	0,10	0,09	0,11	0,11	0,08
2	0,06	0,07	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,00	0,02
3	0,04	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,02	0,03	0,04	0,00	0,05	0,02	0,04	0,04	0,04
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	0,05	0,00	0,05	0,05	0,06	0,00	0,03	0,03	0,00
13	0,00	0,07	0,05	0,00	0,06	0,04	0,03	0,06	0,00
14	0,00	0,07	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00
15	0,05	0,00	0,05	0,10	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00
16	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,10
18	0,05	0,07	0,00	0,00	0,06	0,04	0,05	0,03	0,10
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23	0,14	0,10	0,12	0,05	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08
24	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,04	0,03	0,03	0,00
25	0,01	0,00	0,02	0,00	0,08	0,02	0,02	0,02	0,04
26	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04
27	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
29	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
30	0,40	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40

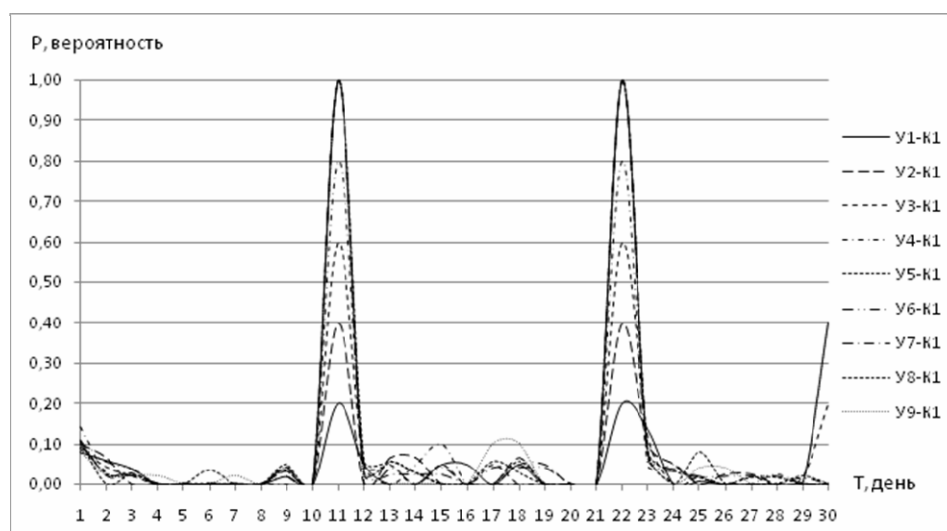


Рис. 2. Информационный риск для первой категории ценности документов

Динамика изменений состояния параметров документооборота строится в виде графиков зависимостей информационного риска от времени для каждой категории ценности.

В качестве примера на рис. 2 приведен график для первой категории ценности, период равен 30 дням.

Исходя из данных, представленных на рис. 2, можно сделать вывод о том, что наибольшему риску

подвержены участники документооборота У1, У2, У3 и У4, а максимальные значения информационного риска выявлены на одиннадцатом и двадцать втором этапах сбора статистических данных.

В качестве рекомендаций по снижению уровня риска для первой категории ценности документов можно выделить следующие:

- рассмотреть обязанности участников документооборота У2, У3, У4;
- снизить загруженность участника У1, переложив часть обязанностей на других участников документооборота.

Недостатком рассматриваемой методики являются существенные временные затраты на изучение параметров документооборота.

Устранение этого недостатка возможно различными способами, в том числе оптимизацией теоретической основы методики.

Таким образом, в данной статье представлены результаты, позволяющие алгоритмизировать процесс анализа оценки параметров документооборота. Новизна данной методики заключается в том, что производится оценка эффективности не только уже существующего, но и внедряемого документооборота; ранжирование ресурсов происходит по категориям ценности информации; методика является универсальной для применения в любой организации; прямых аналогов данной методики в настоящее время не существует.

Библиографические ссылки

1. Орлов А. И. Теория принятия решений : учеб. пособие. М. : Март, 2004.
2. Круковский М. Ю. Методология построения композитных систем документооборота // Математичні машини і системи. 2004. № 1. С. 101–114.
3. Круковский М. Ю. Критерии эффективности электронного документооборота // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика – 2005 : матеріали науч-практ. конф. Киев, 2005. С. 107–111.
4. Данилов А. Д. Ценность информации и технологии «электронного правительства» // Технологии информационного общества. Интернет и современное общество : тр. VIII Всерос. объедин. конф. СПб., 2005. С. 136–140.
5. Золотарев В. В., Данилова Е. А. Управление информационной безопасностью. В 3 ч. Ч. 1. Анализ информационных рисков / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010.
6. Петренко С., Симонов С. Экономически оправданная безопасность [Электронный ресурс]. URL: http://citforum.ru/security/articles/ekonom_safe/ (дата обращения: 10.04.2012).
7. Грушо А. А., Тимонина Е. Е. Теоретические основы защиты информации. М. : Яхтсмен, 2005.
8. Круковский М. Ю. Графовая модель композитного документооборота // Математичні машини і системи. 2005. № 1. С. 120–136.
9. Золотарев В. В., Данилова Е. А. О применении факторного анализа в задачах оценки защищенности автоматизированных систем // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 3 (29). С. 60–64.

E. V. Lapina, A. V. Zolotukhina

ON APPROACH TO EVALUATION OF INFORMATION RISK OF ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION SYSTEMS

The authors present the results which generalize the procedure of evaluation of document circulation parameters. The basis of the approach is the selection of effectiveness criteria, based on a formal model of a composite document circulation.

Keywords: electronic document circulation system, model of a composite document circulation, risk analysis, information risk.

© Лапина Е. В., Золотухина А. В., 2012

КОЛЛЕКТИВ МНОГОМЕРНЫХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЕГРЕССИЙ, ОСНОВАННЫЙ НА ДЕКОМПОЗИЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ПО ЕЕ ОБЪЕМУ

Предлагается методика синтеза и анализа коллектива многомерных непараметрических регрессий, обеспечивающего высокую вычислительную эффективность решения задач восстановления стохастических зависимостей за счет использования технологии параллельных вычислений. Исследуются асимптотические свойства коллектива. Приводятся результаты их сравнения со свойствами традиционной непараметрической регрессии.

Ключевые слова: непараметрическая регрессия, большие выборки, асимптотические свойства, принципы декомпозиции, коллективное оценивание, параллельные вычислительные технологии.

Непараметрические регрессии, основанные на оценках плотности вероятности типа Розенблатта–Парзена, широко используются при восстановлении однозначных стохастических зависимостей. На их основе создаются типовые информационные средства, адаптируемые к условиям функционирования объектов различной природы. Однако при увеличении объема обучающей выборки вычислительная эффективность непараметрических статистик снижается. Подобные ситуации часто встречаются, например, при обработке больших массивов аэрокосмической информации. В этих условиях использование традиционной непараметрической регрессии приводит к значительным временным затратам при формировании решений.

В данной статье рассмотрена разработка методики синтеза и анализа коллектива многомерных непараметрических регрессий, основанного на декомпозиции обучающих выборок по их объему.

Синтез коллектива многомерных непараметрических регрессий. Пусть $V = (x^i, y^i, i = \overline{1, n})$ – выборка, составленная из n независимых наблюдений случайной величины $(x = (x_v, v = \overline{1, k}), y)$ с плотностью вероятности $p(x, y)$. Обозначим плотность вероятности случайной величины x через $p(x)$, а кривую регрессии y по x – через

$$\varphi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} yp\left(\frac{y}{x}\right) dy. \quad (1)$$

Разобьем выборку V на T групп наблюдений $V_j = (x^i, y^i, i \in I_j), j = \overline{1, T}$, где I_j – множество номеров наблюдений переменных (x, y) , составляющих j -ю группу, причем $\bigcup_{j=1}^T I_j = I = (i = \overline{1, n})$. Количество

$n_j = |I_j|$ элементов в выборках V_j одинаково и равно $\bar{n} = \frac{n}{T}$.

Будем считать, что плотность вероятности $p(x)$ известна. В этих условиях на основании каждой выборки V_j осуществим синтез непараметрической регрессии [1]:

$$\bar{\varphi}_j(x) = \frac{1}{\bar{n}p(x) \prod_{v=1}^k c_v} \sum_{i \in I_j} \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c_v}\right), \quad j = \overline{1, T}, \quad (2)$$

где ядерные функции $\Phi(u_v)$ удовлетворяют условиям H :

$$\begin{aligned} \Phi(u_v) &= \Phi(-u_v), \quad 0 \leq \Phi(u_v) < \infty, \\ \int \Phi(u_v) du_v &= 1, \quad \int u_v^2 \Phi(u_v) du_v = 1, \\ \int u_v^m \Phi(u_v) du_v &< \infty, \quad 0 \leq m < \infty, \quad v = \overline{1, k}, \end{aligned}$$

а их коэффициенты размытости $c_v = c_v(\bar{n}) \rightarrow 0$ с ростом $\bar{n}$. Здесь и далее бесконечные пределы интегрирования опускаются.

При синтезе каждой статистики $\bar{\varphi}_j(x)$ будем использовать непараметрическую оценку многомерной плотности вероятности $p(x, y)$ типа Розенблатта–Парзена [2].

В качестве приближения $y = \varphi(x)$ (1) возьмем статистику вида

$$\bar{\bar{y}} = \bar{\bar{\varphi}}(x) = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \bar{\varphi}_j(x). \quad (3)$$

Оптимизация частных непараметрических регрессий (2) по коэффициентам размытости $c_v, v = \overline{1, k}$, ядерных функций осуществляется в режиме скользящего экзамена из условия минимума статистической оценки точности аппроксимации зависимости (1):

$$\bar{W}_j = \frac{1}{\bar{n}} \sum_{t \in I_j} (y^t - \bar{\varphi}_j(x^t))^2.$$

При формировании критерия $\bar{W}_j$ ситуация (x^t, y^t) в выражении непараметрической регрессии (2) исключается из процесса обучения.

Статистика (3) допускает использование технологии параллельных вычислений при оценивании кривой регрессии (1) в условиях больших выборок.

Асимптотические свойства коллектива непараметрических регрессий. Для получения аналитически значимых результатов при исследовании свойств коллектива непараметрических регрессий (3) будем считать, что интервалы изменения значений компонент $x_v, v = \overline{1, k}$, вектора x одинаковы. В этих условиях появляется возможность полагать одинаковыми значения коэффициентов размытости $c_v = c, v = \overline{1, k}$, ядерных функций в статистике (2). Тогда частные непараметрические регрессии (2) запишутся в виде

$$\bar{\varphi}_j(x) = \frac{1}{\bar{n} p(x) c^k} \sum_{i \in I_j} \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c}\right), \quad j = \overline{1, T}. \quad (4)$$

Асимптотические свойства $\bar{\varphi}(x)$ определяются следующей теоремой.

Теорема. Пусть $\varphi(x), p(x, y), p(x) \neq 0$ и первые две их производные по каждой компоненте $x_v, v = \overline{1, k}$, ограничены и непрерывны; ядерные функции $\Phi(u_v)$ удовлетворяют условиям H ; последовательности $c = c(\bar{n})$ коэффициентов размытости ядерных функций такие, что при $\bar{n} \rightarrow \infty$ значения $c \rightarrow 0$, а $\bar{n} c^k \rightarrow \infty$. Тогда при конечных значениях T коллектив многомерных непараметрических регрессий $\bar{\varphi}(x)$ обладает свойствами асимптотической несмещенности и состоятельности.

Доказательство. По определению имеем

$$\begin{aligned} M(\bar{\varphi}(x)) &= \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T M(\bar{\varphi}_j(x)) = \\ &= \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \frac{1}{\bar{n} c^k p(x)} \sum_{i \in I_j} \int \dots \int y^i \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c}\right) \times \\ &\quad \times p(y^i, x_1^i, \dots, x_k^i) dy^i dx_1^i \dots dx_k^i = \frac{1}{c^k p(x)} \times \\ &\quad \times \int \dots \int y \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - t_v}{c}\right) p(y, t_1, \dots, t_k) dy dt_1 \dots dt_k = \\ &= \frac{1}{c^k p(x)} \int \dots \int \varphi(t) \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - t_v}{c}\right) p(t_1, \dots, t_k) dt_1 \dots dt_k, \end{aligned} \quad (5)$$

где M – знак математического ожидания; $\varphi(t) = M\left(\frac{y}{t}\right)$. При выполнении данных преобразований учитывается, что элементы статистической выборки V являются значениями одних и тех же случайных величин (t, y) с плотностью вероятности $p(y, t_1, \dots, t_k)$.

Проведем в выражении (5) замену переменных $(x_v - t_v) c^{-1} = u_v$ и разложим функции

$\varphi(x_v - c t_v, v = \overline{1, k}), p(x_v - c t_v, v = \overline{1, k})$ в ряд Тейлора в точке x . Тогда с учетом свойств H ядерных функций при достаточно больших значениях $\bar{n}$ получим асимптотическое выражение смещения коллектива непараметрических регрессий:

$$\begin{aligned} M(\bar{\varphi}(x) - \varphi(x)) &\sim \frac{c^2}{2 p(x)} \sum_{v=1}^k (\varphi(x) p(x))_v^{(2)} + \\ &\quad + \frac{c^4}{4 p(x)} \left[\sum_{v=1}^k \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq v}}^k \varphi_v^{(2)}(x) p_r^{(2)}(x) + \right. \\ &\quad \left. \sum_{v=1}^k \varphi_v^{(2)}(x) p_v^{(2)}(x) \int u_v^4 \Phi(u_v) du_v \right] + O(c^6), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\varphi_v^{(2)}(x), p_v^{(2)}(x), (\varphi(x) p(x))_v^{(2)}$ – вторые производные функций $\varphi(x), p(x)$ и их произведения по компоненте x_v ; символом $O(c^6)$ обозначены слагаемые степени малости порядка c^6 . Отсюда из условия $c \rightarrow 0$ при $\bar{n} \rightarrow \infty$ следует свойство асимптотической несмещенности коллектива непараметрических регрессий $\bar{\varphi}(x)$.

Для доказательства состоятельности оценки $\bar{\varphi}(x)$ вычислим ее дисперсию:

$$D(\bar{\varphi}(x)) = M(\bar{\varphi}(x) - \varphi(x))^2 - (M(\bar{\varphi}(x) - \varphi(x)))^2. \quad (7)$$

Исследуем асимптотические свойства среднеквадратического отклонения

$$\begin{aligned} M(\bar{\varphi}(x) - \varphi(x))^2 &= \frac{1}{T^2} M\left(\sum_{j=1}^T (\varphi(x) - \bar{\varphi}_j(x))^2 + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{j=1}^T \sum_{\substack{t=1 \\ t \neq j}}^T ((\varphi(x) - \bar{\varphi}_j(x))(\varphi(x) - \bar{\varphi}_t(x)))\right). \end{aligned} \quad (8)$$

Определим асимптотическое выражение

$$\begin{aligned} M(\varphi(x) - \bar{\varphi}_j(x))^2 &= \\ &= M(\bar{\varphi}_j^2(x)) - 2\varphi(x) M(\bar{\varphi}_j(x)) + \varphi^2(x). \end{aligned} \quad (9)$$

Следуя использованной ранее технологии вычислений, проведем преобразования:

$$\begin{aligned} M(\bar{\varphi}_j^2(x)) &= \frac{1}{\bar{n}^2 c^{2k} p^2(x)} \left[\sum_{i \in I_j} M\left((y^i)^2 \prod_{v=1}^k \Phi^2\left(\frac{x_v - x_v^i}{c}\right)\right) + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{\substack{i \in I_j \\ r \in I_j \\ i \neq r}} M\left(y^i \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{c}\right) y^r \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^r}{c}\right)\right) \right] = \\ &= \frac{1}{\bar{n}^2 c^{2k} p^2(x)} \left[\bar{n} \int \dots \int \varphi^2(t_1, \dots, t_k) \prod_{v=1}^k \Phi^2\left(\frac{x_v - t_v}{c}\right) \times \right. \end{aligned}$$

$$\times p(t_1, \dots, t_k) dt_1 \dots dt_k + \bar{n}(\bar{n}-1) \times \\ \times \left[\int \dots \int \varphi(t_1, \dots, t_k) \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - t_v}{c}\right) p(t_1, \dots, t_k) dt_1 \dots dt_k \right]^2 \Bigg].$$

Пренебрегая величинами малости $O\left(\frac{1}{\bar{n}}\right)$, $O\left(\frac{1}{\bar{n}c^{k-2}}\right)$, $O(c^6)$, найдем асимптотическое выражение:

$$M(\bar{\varphi}_j^2(x)) \sim \varphi^2(x) + \frac{1}{\bar{n}c^k p(x)} \varphi^2(x) \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v + \\ + \frac{c^4}{4p^2(x)} \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 + c^2 \frac{\varphi(x)}{p(x)} \sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} + \\ + c^4 \frac{\varphi(x)}{2p(x)} \times \left(\sum_{v=1}^k \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq v}}^k (\varphi_v^{(2)}(x) p_r^{(2)}(x)) + \right. \\ \left. + \sum_{v=1}^k (\varphi_v^{(2)}(x) p_v^{(2)}(x) \int u_v^4 \Phi(u_v) du_v) \right). \quad (10)$$

При достаточно большом объеме $\bar{n}$ статистических данных $M(\bar{\varphi}(x)) = M(\bar{\varphi}_j(x))$. Тогда, подставляя выражения (6) и (10) в (9), получим

$$M(\bar{\varphi}_j(x) - \varphi(x))^2 \sim \frac{\varphi^2(x)}{\bar{n}c^k p(x)} \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v + \\ + \frac{c^4}{4p^2(x)} \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2. \quad (11)$$

С учетом свойства асимптотической несмещенности (6) и статистической независимости выборок V_j , V_i второе слагаемое выражения (8) представим в виде

$$\frac{1}{T^2} \sum_{j=1}^T \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^T (M(\varphi(x) - \bar{\varphi}_j(x)) M(\varphi(x) - \bar{\varphi}_i(x))) \sim \\ \sim \frac{c^4}{4p^2(x)} \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 + O(c^6). \quad (12)$$

Подставляя выражения (11) и (12) в (8), получим асимптотическое выражение среднеквадратического отклонения:

$$M(\bar{\varphi}(x) - \varphi(x))^2 \sim \\ \sim \frac{1}{T^2} \left[T \left(\frac{\varphi^2(x)}{\bar{n}c^k p(x)} \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{c^4}{4p^2(x)} \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 \right) + T(T-1) \frac{c^4}{4p^2(x)} \times \right. \\ \left. \times \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 \right] = \frac{\varphi^2(x)}{T\bar{n}c^k p(x)} \times$$

$$\times \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v + \frac{c^4}{4p^2(x)} \left(\sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2. \quad (13)$$

Отсюда, если принять во внимание соотношения (6) и (13), то из условия $c \rightarrow 0$, $\bar{n}c^k \rightarrow \infty$ при $\bar{n} \rightarrow \infty$ следует свойство состоятельности коллектива многомерных непараметрических регрессий $\bar{\varphi}(x)$.

При $T=1$, $k=1$ полученный результат (13) совпадает с утверждением работы [3], что подтверждает корректность выполненных преобразований.

Анализ аппроксимационных свойств статистики $\bar{\varphi}(x)$. Для анализа в принятых условиях эффективности коллектива $\bar{\varphi}(x)$ и традиционной непараметрической регрессии

$$\tilde{\varphi}(x) = \frac{1}{np(x)\tilde{c}^k} \sum_{i=1}^n \prod_{v=1}^k \Phi\left(\frac{x_v - x_v^i}{\tilde{c}}\right)$$

рассмотрим отношения соответствующих им асимптотических выражений среднеквадратических отклонений, дисперсий и смещений при оптимальных значениях коэффициентов размытости ядерных функций.

Определим минимальное значение W_2 выражения

$$\frac{\prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v}{T\bar{n}c^k} \int \dots \int \varphi^2(x) p^{-1}(x) dx_1 \dots dx_k + \\ + \frac{c^4}{4} \int \dots \int \left(p^{-1}(x) \sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 dx_1 \dots dx_k, \quad (14)$$

которое получено путем интегрирования результата (13).

Из условия минимума (14) по коэффициенту размытости c нетрудно получить его оптимальное значение для составляющих статистики $\bar{\varphi}(x)$:

$$\bar{c}^* = \left(\frac{kA \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v}{\bar{n}B} \right)^{1/(k+4)},$$

где

$$A = \int \dots \int \varphi^2(x) p^{-1}(x) dx_1 \dots dx_k; \\ B = \int \dots \int \left(p^{-1}(x) \sum_{v=1}^k (\varphi(x)p(x))_v^{(2)} \right)^2 dx_1 \dots dx_k.$$

Тогда, подставляя $\bar{c}^*$ в выражение (14), получим

$$\bar{W}_2 = \left[\left(\frac{A \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v}{\bar{n}} \right)^4 B^k \right]^{1/(k+4)} \frac{4+Tk}{4Tk^{k/(k+4)}}. \quad (15)$$

Асимптотическое выражение среднеквадратического отклонения непараметрической регрессии $\tilde{\varphi}(x)$ совпадает с результатом (13) при $T=1$, $\bar{n}=n$ и $c=\tilde{c}(n)=\tilde{c}$, при этом его минимальное значение при оптимальном коэффициенте размытости $\tilde{c}^*=\bar{c}^*T^{-1/(k+4)}$ определяется выражением

$$\tilde{W}_2 = \left[\left(\frac{A \prod_{v=1}^k \int \Phi^2(u_v) du_v}{n} \right)^4 B^k \right]^{1/(k+4)} \frac{4+k}{4k^{k/(k+4)}}.$$

После несложных преобразований получим отношение $\bar{\bar{W}}_2/\tilde{W}_2$:

$$R_2 = \frac{\bar{\bar{W}}_2}{\tilde{W}_2} = \frac{4+Tk}{T^{k/(k+4)}(4+k)}.$$

Для статистики $\bar{\varphi}(x)$ и непараметрической регрессии $\tilde{\varphi}(x)$ главные дисперсионные составляющие определяются соответственно первыми слагаемыми выражений (13) и (11) при $\bar{n}=n$. Вычислим отношение их минимальных значений $\bar{\bar{W}}_3$ и $\tilde{W}_3$ при оптимальных коэффициентах размытости $\bar{c}^*$, $\tilde{c}^*$ ядерных функций:

$$R_3 = \frac{\bar{\bar{W}}_3}{\tilde{W}_3} = \frac{1}{T^{k/(k+4)}}.$$

Нетрудно убедиться, что отношение асимптотических выражений смещений $\bar{\bar{W}}_1$, $\tilde{W}_1$ анализируемых оценок кривой регрессии (1) $\bar{\varphi}(x)$ и $\tilde{\varphi}(x)$ при оптимальных коэффициентах размытости ядерных функций соответствует значению

$$R_1 = \frac{\bar{\bar{W}}_1}{\tilde{W}_1} = T^{2/(k+4)}.$$

С ростом количества T составляющих коллектива непараметрических регрессий наблюдается увеличение значений отношений $R_1 > 1$ (см. рисунок, часть а) и $R_2 > 1$ (см. рисунок, часть б). Отмеченное ухудшение

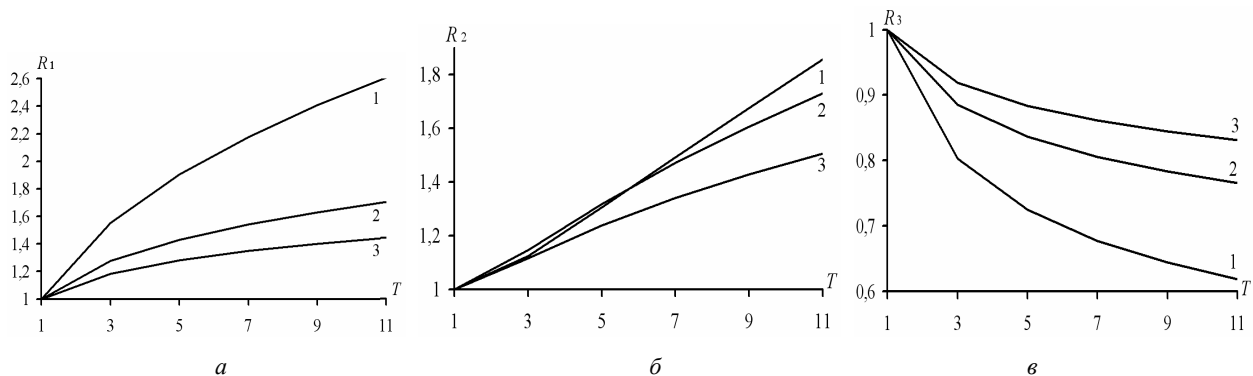
аппроксимационных свойств коллектива $\bar{\varphi}(x)$ по сравнению с непараметрической регрессией $\tilde{\varphi}(x)$ объясняется снижением объемов $\bar{n}$ выборок, используемых при оценивании составляющих $\bar{\varphi}(x)$. Такая тенденция особенно характерна для малых размерностей k случайной величины x . При усложнении условий оценивания кривой регрессии (1) с ростом k эффективность непараметрических оценок $\bar{\varphi}(x)$ и $\tilde{\varphi}(x)$ снижается. Соответствующие им критерии $\bar{\bar{W}}_2$, $\tilde{W}_2$ и $\bar{\bar{W}}_1$, $\tilde{W}_1$ становятся соизмеримыми, что проявляется в снижении значений их отношений R_2 и R_1 .

Предлагаемый коллектив $\bar{\varphi}(x)$ имеет меньшую дисперсию по сравнению с непараметрической регрессией $\tilde{\varphi}(x)$. Это обусловлено структурой статистики $\bar{\varphi}(x)$, так как ее синтез осуществляется на основе усредняющего оператора (см. рисунок, часть в), причем с увеличением количества T составляющих коллектива непараметрических регрессий $\bar{\varphi}(x)$ и размерности k аргументов восстанавливаемой зависимости преимущество этой статистики возрастает.

Таким образом, на основе анализа асимптотических свойств коллектива непараметрических регрессий обоснована возможность декомпозиции исходных статистических данных при восстановлении многомерных зависимостей в условиях больших выборок. Исследуемая статистика по сравнению с традиционной непараметрической регрессией имеет значительно меньшую дисперсию и позволяет использовать технологию параллельных вычислений.

Библиографические ссылки

1. Надарая Э. А. Непараметрические оценки кривой регрессии // Тр. ВЦ АН ГССР. 1965. Вып. 5. С. 56–68.
2. Parzen E. On Estimation of a Probability Density Function and Mode // Ann. Math. Statistic. 1962. Vol. 33. P. 1065–1076.
3. Лапко А. В. Имитационные модели неопределённых систем. Новосибирск : Наука, 1993.



Зависимости отношений от количества T составляющих коллектива непараметрических регрессий $\bar{\varphi}(x)$ (3) и размерности $k = 1; 5; 9$ (кривые 1, 2, 3) аргументов восстанавливаемой функции (1):

а – R_1 ; б – R_2 ; в – R_3

A. V. Lapko, V. A. Lapko

COLLECTIVE OF MANY-DIMENSIONAL NONPARAMETRIC REGRESSIONS, GROUNDED ON DECOMPOSITION OF LEARNING SAMPLE ACCORDING TO ITS SIZE

The technique of synthesis and analysis of collective of many-dimensional nonparametric regressions, which provides for high computing efficiency of problem solving of restoration of stochastic dependencies, at the account of usage of technology of parallel calculations, is offered. Asymptotic properties of collective are researched, results of their comparison with properties of traditional nonparametric regression, are presented.

Keywords: nonparametric regression, big samples, asymptotic properties, principles of decomposition, collective estimations, parallel computing technologies.

© Лапко А. В., Лапко В. А., 2012

УДК 004.932.2

К. Э. Левтин

ВИЗУАЛЬНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДЫМА НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Предложен гибридный подход к визуальному детектированию дыма на основе пространственно-временной кластеризации объектов. Разработана и реализована система визуального детектирования дыма. Проведен экспериментальный анализ применения созданного программного обеспечения для детектирования дыма на видеопоследовательностях. Сделаны выводы об эффективности созданного гибридного метода и предложены направления его дальнейшего развития.

Ключевые слова: визуальное детектирование дыма, пространственно-временная кластеризация.

В настоящее время наиболее распространенными методами обнаружения задымления и огня в помещениях являются взятие проб частиц воздуха, измерение внешней температуры и прозрачности среды. Однако все они требуют размещения соответствующих датчиков и приборов в непосредственной близости от источника огня и дыма. Кроме того, эти методы не являются достаточно надежными в отношении объектов, расположенных на открытом воздухе [1; 2].

В связи с широким распространением камер видеонаблюдения появилась возможность встраивать модули визуального обнаружения дыма и огня в существующие видеосистемы. Детектирование дыма по видеопоследовательностям имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами:

- возможность обнаружения дыма даже на открытых пространствах, где обычные методы химического анализа не могут быть использованы;
- практически мгновенная реакция на возникновение опасной ситуации: обнаружение дыма происходит в момент его возникновения;
- возможность точного определения месторасположения очага возгорания [3; 4].

Несмотря на многообразие научных статей по данной тематике, задача визуального детектирования дыма по-прежнему остается нетривиальной. Одним из путей решения поставленной задачи является разработка теоретической базы для построения, исследова-

ния и реализации методов, позволяющих наиболее эффективно детектировать дым в видеоматериалах.

В данной статье рассматривается проблема визуального детектирования дыма на видеопоследовательностях, включающая в себя нахождение на последовательных кадрах областей задымления и их маркирование. Эта проблема является чрезвычайно актуальной, поскольку по статистике урон от пожаров имеет одни из самых высоких показателей как по человеческим жертвам, так и по материальному ущербу по всему миру. Кроме того, детектирование дыма по видеопоследовательностям существенно дополняет традиционные методы обнаружения пожароопасной обстановки.

Гибридный метод визуального детектирования дыма основывается на методах пространственной и временной кластеризации детектированных блоков в видеопоследовательностях.

Преимуществом данного метода является способность отслеживать и объединять найденные области задымления, даже если они разделились в процессе горения (например, под воздействием потоков воздуха), и, наоборот, разделять области задымления от различных источников. Оптимальное отслеживание объектов дает возможность анализировать их форму и динамические показатели: траекторию, скорость и вектор движения, что значительно улучшает показатели эффективности детектирования.

Гибридный метод детектирования дыма в видеоматериалах состоит из шести основных этапов:

- 1) предобработки кадра;
- 2) детектирования движения;
- 3) текстурной сегментации;
- 4) удаления граней;
- 5) морфологической постобработки;
- 6) пространственной и временной кластеризации объектов.

Рассмотрим этапы гибридного метода визуального детектирования дыма более подробно.

На *первом этапе* исследуемый кадр видеопоследовательности подвергается предварительной обработке, которая включает в себя нормализацию изображения по яркости и контрасту, а также фильтрацию шумовых включений. Для шумоподавления используется медианный фильтр как один из наиболее распространенных и эффективных фильтров.

Алгоритм медианной фильтрации обладает явно выраженной избирательностью к элементам массива с немонокотонной составляющей последовательности чисел в пределах апертуры и эффективно исключает из сигналов отрицательные и положительные одиночные выбросы, попадающие на края ранжированного списка. С учетом ранжирования в списке медианные фильтры хорошо подавляют шумы и помехи, протяженность которых составляет менее половины окна, а монотонные составляющие сигналов медианный фильтр оставляют без изменений [5]. Благодаря этой особенности медианные фильтры при оптимально выбранной апертуре могут сохранять без искажений резкие границы объектов, подавляя некоррелированные и слабо коррелированные помехи и малоразмерные детали.

На *втором этапе* для детектирования движения используется простой поэлементный текстурный метод сравнения двух последующих кадров [4]. Этот метод является базовым для большинства других, более сложных методов. Его суть заключается в поэлементном сравнении двух кадров видеопоследовательности: текущего кадра n и предыдущего кадра $n - 1$, полученных с заданной разницей либо по временному диапазону, либо по количеству кадров. Пиксели, цветовая разница которых между текущим и предыдущим кадрами будет выше заданной чувствительности, помечаются как пиксели, принадлежащие к движущейся области. Анализ цветовой разницы может проводиться цветовой моделью, наиболее подходящей для решения поставленных задач поиска движения [6; 7].

Рассмотрим метод сравнения двух последующих кадров подробнее. Определим кадр изображения, взятый в момент времени t_i , как множество I_i точек (x, y) , а кадр изображения, взятый в момент времени $t_i + 1$, – как множество J_i . Пусть $c_i(x, y)$ – функция яркости точки изображений, полученная на множествах I_i и J_i .

Для нахождения областей движения между двумя кадрами изображения I_i и J_i сравним соответствующие точки этих кадров. Для этого применим процедуру формирования разности кадров. Разностью между

двумя кадрами изображения, взятыми в моменты времени t_i и t_j , является множество

$$F(i, j) = \begin{cases} |I(i, j) - J(i, j)| \leq \theta, \\ |I(i, j) - J(i, j)| > \theta, \end{cases}$$

где θ – значение порогового уровня, выбираемого таким образом, чтобы отделить точки, в которых кадры изображения, обусловленные движением распознаваемых объектов, значительно отличаются друг от друга, от точек, в которых за время $t_i - t_j$ произошли незначительные шумовые перепады яркости. Изображение $F(i, j)$ содержит предположительные области движения объектов и аддитивный шум, искажающий текущий кадр.

На *третьем этапе* движущиеся пиксели подвергаются текстурному анализу по двум характеристикам: цветовой гамме исследуемых объектов, которая должна находиться в шкале серого цвета (это особенно характерно для плотных скоплений дыма) [8; 9], и полупрозрачности области задымления, которая сохраняет общую направленность цветового вектора (RGB, HSV или другого цветового пространства в зависимости от выбранной для текстурного анализа цветовой модели), характерного для фонового изображения.

На этом этапе целесообразно перейти от цветовой модели RGB к цветовой модели HSV (Hue, Saturation, Brightness – оттенок, насыщенность, яркость) и исследовать параметр насыщенности S , поскольку для оттенков серого цвета величина насыщенности стремится нулю ($S \rightarrow 0$) [10].

Также отметим, что при программной реализации переход к цветовой модели HSV оправдан и с точки зрения повышения производительности системы, так как эта модель позволяет ограничиться исследованием только одного параметра насыщенности S для полноценного текстурного анализа, поскольку данная величина при переходе из цветовой модели RGB к цветовой модели HSV зависит только от исходных значений параметров R, G, B и не использует при вычислении значений параметров цветового тона H и яркости V , расчетом которых можно пренебречь.

Четвертый этап основан на физических особенностях областей, имеющих газообразную природу. Эти особенности связаны с оптическими свойствами плотных газообразных веществ: при пространственном совмещении с другими объектами дым, туман и пр., смазывают резкие грани объектов. Соответственно можно сделать вывод о том, что в местах скопления найденных граней дым отсутствует и, следовательно, эти области необходимо удалить из дальнейшей обработки.

Алгоритм удаления граней состоит из четырех шагов:

- 1) поиска граней на основе фильтра Лапласа;
- 2) адаптивной бинаризации полученного изображения;
- 3) морфологического расширения найденных областей (операция Dilation);
- 4) вычитания полученного изображения из изображения текущего кадра, взятого на этапе текстурной сегментации.

Рассмотрим некоторые особенности описанных выше шагов.

По виду матрицы

$$L = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

фильтр Лапласа похож на высокочастотный фильтр, но он генерирует абсолютно другое изображение: фильтр Лапласа относится к категории фильтров выделения границ с нулевой суммой коэффициентов матрицы: фильтр выделения границ заменяет равномерно окрашенные области черным цветом, а области с изменениями – цветом, отличным от черного (рис. 1).

Поэтому для дальнейшей морфологической обработки и удаления граней из изображения, прошедшего текстурную сегментацию, полученное изображение подвергается бинаризации на основе адаптивного порога T :

$$T = \frac{(I_{\max} - I_{\min})}{2},$$

где $I_{\max}$ – глобальное значение максимума общей интенсивности пикселей изображения; $I_{\min}$ – глобальное значение минимума общей интенсивности пикселей изображения.

Общая интенсивность рассчитывается как среднее арифметическое интенсивностей по трем каналам цветовой модели RGB:

$$I = \frac{I_R + I_G + I_B}{3}.$$

Применение операции математической морфологии Dilation позволяет расширить области найденных граней, что улучшает точность их удаления из области задымления. В некоторых случаях также целесообразно 2–3 раза применять операцию расширения.

Для формирования связных областей интереса на завершающем шаге алгоритма удаления граней используется морфологическая обработка с адаптивным выбором размера маски в соответствии с размерами исследуемого изображения. К полученному после удаления граней кадру видеопоследовательности последовательно применяются операции закрытия

(Closing) и открытия (Opening), маски которых эквивалентны.

Математическая морфология предназначена для исследования структуры и формы множеств однотипных объектов. Любое изображение в компьютерной графике можно представить в виде набора пикселей. Поэтому операции математической морфологии применимы и к изображению.

Пусть имеется двоичное изображение, представленное в виде упорядоченного множества черных и белых точек: 0 и 1. Область изображения – это обычно множество единиц изображения, и каждая операция математической морфологии является преобразованием этого множества. В качестве исходных данных принимаются двоичное изображение и некоторый структурный элемент, кодирующий информацию о простой форме. Этот элемент может быть произвольной формы (чаще всего симметричной) и структуры. В каждом элементе выделяется особая точка, называемая начальной. Эта точка может быть расположена в любом месте структурного элемента. В симметричных элементах это, как правило, центральный пиксель.

Сначала все изображение заполняется нулевыми значениями, образующими фон. Затем в каждой точке осуществляется сканирование изображения структурным элементом. Для этого структурный элемент накладывается на изображение таким образом, чтобы совместились сканируемая и начальная точки. Далее проверяется условие соответствия пикселей структурного элемента и точек изображения под ним. Если условие выполняется, то на изображении ставится 1 (иногда сюда могут добавляться все единицы из структурного элемента) [4; 11].

По этой схеме выполняются базовые операции математической морфологии: расширение (Dilation) и сужение (Erosion). Производные операции – это некоторая комбинация базовых операций, выполняемых последовательно. Основными из них являются открытие (Opening) и закрытие (Closing).

Отметим, что морфологические операции сами по себе не являются алгоритмами сегментации, а используются в качестве промежуточного этапа в процессе сегментации.

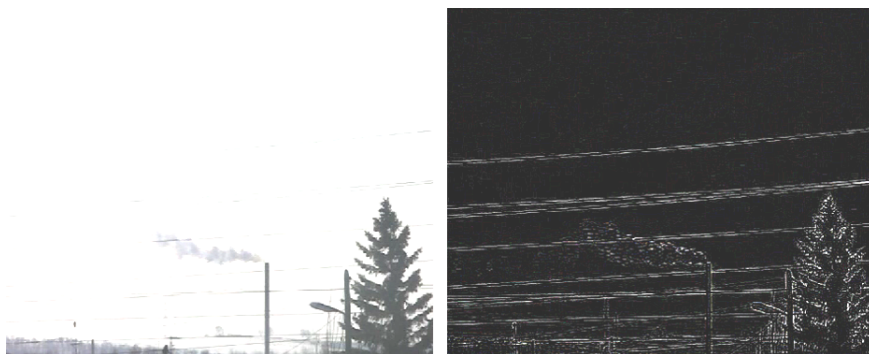


Рис. 1. Пример применения фильтра Лапласа: слева – исходное изображение; справа – изображение после обработки

На *шестом этапе* при пространственной кластеризации найденных объектов производится выделение связанных областей на текущем кадре видеопоследовательности, а при временной кластеризации выявляется соответствие между объектами, найденными в ходе пространственной кластеризации на текущем и предыдущем кадрах, для чего используется метод совмещения объектов по размеру и смещению.

Такой выбор объясняется тем, что применительно к детектированию дыма временная кластеризация на основе цветовой информации не является эффективной по ряду причин. В частности, несколько разрывных блоков, движущихся в различных направлениях по пересекающимся траекториям, с большой вероятностью могут иметь один источник и, соответственно, очень схожую текстурную информацию, а области задымления, принадлежащие одному источнику, могут менять цветовую окраску в процессе горения в достаточно широком и трудно предсказуемом диапазоне.

В данном случае оптимальным является определение соответствия объектов предыдущего и текущего кадров на основе анализа изменения размера и пространственного смещения, в ходе которого для каждого объекта вычисляется коэффициент смещения Offset, также отражающий возможное изменение в размерах:

$$\text{Offset} = \frac{\left| \left(X^{\min, \max}, Y^{\min, \max} \right)_n - \left(X^{\min, \max}, Y^{\min, \max} \right)_{n-1} \right|}{H, W},$$

где $X^{\min, \max}$, $Y^{\min, \max}$ – координаты верхнего левого и нижнего правого угла прямоугольника, аппроксимирующего объект интереса; H – высота кадра; W – ширина кадра.

Объекты текущего и предыдущего кадров, имеющие наименьшее отклонение значения смещения Offset, помечаются как связанные области.

После установления соответствия между объектами текущего и предыдущего кадров производится слияние объектов, имеющих пересечение областей, и строятся векторы движения. Эти векторы соединяют середины прямоугольников, аппроксимирующих поставленные друг другу в соответствие объекты на текущем и предыдущем кадрах [12; 13].

Построение векторов движения детектированных областей задымления является лишь одной из возможностей применения результатов пространственно-временной кластеризации наряду с расчетом скорости движения, анализом траектории и динамики изменения размеров исследуемых областей.

Пример выходного изображения, полученный после слияния движущихся объектов соседних кадров, прошедших пространственную и временную кластеризацию по описанным выше алгоритмам и построения векторов движения объектов, связанных по временной оси, представлен ниже (рис. 2).

Гибридный метод визуального детектирования дыма в видеоматериалах на основе пространственно-временной кластеризации движущихся регионов реа-

лизован в виде программной системы визуального детектирования дыма Smoke Alarm.



Рис. 2. Построение векторов движения блоков

В разработанном программном продукте пространственно-временная кластеризация областей задымления выполнена в виде дифференцированного цветового маркирования областей, совершающих разнонаправленное движение, а также отыскания векторов движения для отдельных движущихся блоков детектированной области.

В ходе экспериментального анализа системы визуального детектирования дыма, разработанной на основе рассматриваемого гибридного метода, эффективность детектирования дыма определялась на ряде видеопоследовательностей, содержащих различные типы задымления, которые имеют разные показатели скорости движения, цветовой гаммы и пр.

Тестирование результатов проводилось посредством специально разработанного интегрированного модуля сравнения результатов анализа. На вход этого модуля подается изображение для сравнения, на котором область задымления маркирована системой детектирования дыма, и изображение-эталон, на котором область задымления маркирована экспертом на основании эмпирико-визуальных суждений.

В ходе анализа изображения сравниваются по следующим показателям (для пп. 1–3 – в процентах относительно размера эталонной области, для п. 4 – в процентах относительно размера кадра):

- 1) область совпадения;
- 2) недетектированные элементы;
- 3) ложно детектированные элементы;
- 4) размеры детектированных областей.

На сводном графике результатов тестирования (рис. 3) можно легко определить, что точность детектирования областей задымления (исходя из линии «Область совпадения») составляет приблизительно 60 %, количество недетектированных элементов – в среднем меньше 40 %, ложно детектированные элементы в среднем не превышают 20 %. Все эти показатели говорят о высокой точности маркирования найденных областей задымления.

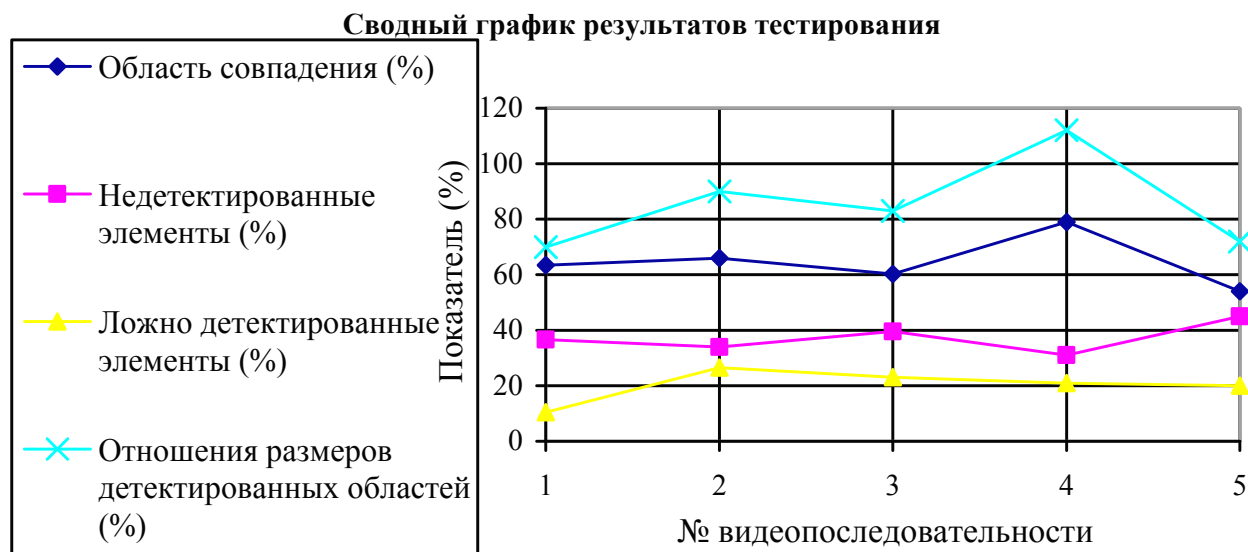


Рис. 3. Сводный график результатов тестирования

Этот вывод также подтверждается анализом графика отношения размеров детектированных областей. Показатель «Отношения размеров детектированных областей» рассчитывается на основании табличных данных «Размер детектированной области (входное изображение, %)» и «Размер детектированной области (эталон, %)» как отношение размеров детектированной области входного изображения к детектированной области изображения-эталона. Для соответствия размерности сводного графика и повышения наглядности данный показатель представлен в процентах. При проведении экспериментов показатель отношения размеров детектированных областей был близок к 100 %, что свидетельствует об эквивалентности размеров детектированных областей.

Результаты, полученные в ходе тестирования, позволяют говорить о высоких показателях эффективности маркирования областей задымления и, соответственно, об устойчивой работе системы визуального детектирования дыма при работе с реальными видеопоследовательностями.

Разработанный гибридный метод визуального детектирования дыма на основе пространственно-временной кластеризации найденных областей задымления анализирует динамические характеристики области задымления по серии кадров и рассчитывает траектории, скорости, векторы движения дымовых потоков, а также классифицирует области задымления по источникам горения и позволяет работать с несколькими движущимися областями. Эти особенности способствуют увеличению эффективности детектирования дыма за счет более точного выделения областей задымления.

Созданный программный продукт является исследовательским и направлен на проведение экспериментов для разработки адаптивных алгоритмов визуаль-

ного детектирования дыма. Однако уже на сегодняшний день он показывает хорошие результаты по точности маркирования областей задымления.

Следует отметить, что высокая точность детектирования дыма в реальных условиях возможна только при комбинированном применении визуальных методов детектирования и температурного контроля исследуемой области. Визуальные методы необходимы для быстрого детектирования появления опасных ситуаций уже на первых секундах возгорания, а температурный контроль следует применять для исключения ложных срабатываний в сложных ситуациях, связанных с детектированием пара или других газообразных объектов, поскольку природа этих объектов идентична природе дыма и зачастую не поддается зрительной дифференциации.

В дальнейшем планируется продолжить исследования, связанные с использованием таких динамических характеристик кластеризованных движущихся блоков, как вычисление скорости, общей средней траектории движения и т. д.

Библиографические ссылки

1. Xiong Z., Caballero R. Video-Based Smoke Detection: Possibilities, Techniques, and Challenges // Proc. of the Suppression and Defection Research and Applications Conf. Orlando, Fla, 2007. P. 157–164.
2. Xiong Z. Video-Based Smoke Detection: Deployment of Fractals // Proc. of the Suppression and Defection Research and Applications Conf. Orlando, Fla, 2006. P. 571–573.
3. Левтин К. Э. Детектирование дыма в видеопоследовательностях на основе блочного анализа и вейвлет-преобразований // Цифровая обработка сигналов и ее применение : материалы 12-й Междунар. конф. и выст. В 2 т. Т. 2. М., 2010. С. 110–107.

4. Gonzales R. Digital Image Processing. Boston : Wesley, 2003.
5. Duda R., Hart P. Pattern Classification. New York : Wiley, 2001.
6. Левтин К. Э. Адаптивная система обнаружения задымления на открытых пространствах в видеоматериалах // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций : материалы 16-й Междунар. науч.-техн. конф. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2010. С. 121–122.
7. Левтин К. Э. Детектирование дыма в видеопотоках на основе вейвлет-преобразования // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. В 2 т. Ч. 2. Красноярск, 2009. С. 514–515.
8. Celik T., Ozkaramanl H., Demirel H. Fire and Smoke Detection Without Sensors: Image Processing Based Approach // Proc. of the Europ. Signal. Processing Conf. Poznan, 2007. P. 1794–1798.
9. Russel S., Norvig P. Artificial Intelligence: a Modern Approach. 3rd ed. Upper Saddle River, N. J. : Prentice Hall, 2010.
10. Celik T., Ozkaramanl H. Smoke and Fire Detection Using Video Sequence // Europ. Signal Processing Conf. Poznan, 2008. P. 197–200.
11. Cormen T. Introduction to Algorithms. Cambridge, Mass., 2006.
12. Левтин К. Э. Применение вейвлет-анализа к детектированию дыма на открытых пространствах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. С. 359–360.
13. Левтин К. Э. Блочный-текстурный метод детектирования дыма в видеопоследовательностях // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий : материалы X Всерос. науч.-техн. конф. Улан-Удэ, 2009. С. 248–250.

K. E. Levitin

VISUAL SMOKE DETECTION BASED ON SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF VIDEO SEQUENCES

A hybrid approach to visual smoke detection, based on spatial-temporal clustering of moving objects, is proposed. Visual smoke detection system, based on the algorithm of the hybrid approach, was developed and tested on a whole number of video materials. Conclusions and possible further investigations are offered in the end of this paper.

Keywords: visual smoke detection, spatial-temporal clustering.

© Левтин К. Э., 2012

УДК 519.682

Д. В. Личаргин

МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ ЛЕСА ДАННЫХ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Рассматриваются модели и средства генерации осмысленных единиц, в частности предложений естественного языка, предназначенные для решения проблем компьютерной лингвистики. При этом на основе леса деревьев классификаций задаются иерархия наследующих друг друга информационных единиц с признаками классификаций более низкого уровня и семантическое понятийное пространство языка, соответствующее симметричному дереву, на каждом уровне и срезе леса естественного языка. На последнем уровне задается множество функций и деревьев функций, соответствующих осмысленным предложениям естественного языка, и другие гнездящиеся над основной классификацией данные.

Ключевые слова: генерация естественного языка, системный анализ, классификации слов языка.

На современном этапе актуальной является задача автоматизации систем письменного и устного перевода для различных языков, экспертных, поисковых систем и систем реферирования. Для решения данной задачи успешно используются многочисленные теории, концепции и программные системы, а работы в области семантики, дискретной математики, лингвистики и искусственного интеллекта дают надежду на преодоление в ближайшем будущем многих проблем

формализации естественного языка и прохождение теста Тьюринга во все более жестких для тестовых систем условиях.

Для генерации осмысленной речи в настоящее время используется широкий инструментарий как семантики, так и искусственного интеллекта в рамках понятийного аппарата и различных моделей математической семантики [1]. В частности, для анализа естественного языка традиционно применяются такие

модели и средства, как метод онтологий, метод лингвистической классификации, метод многомерного представления данных, OLAP-системы, реляционные базы данных, фреймы, порождающие грамматики (например, порождающие грамматики Монтегю), семантические сети, теория графов и метод резолюций, гибридные системы, а также лингвистические методы: компонентный анализ, валентностное представление слов языка, парадигматический метод, американский структурализм и др.

Однако трудности в создании приемлемых алгоритмов машинного перевода с одного естественного языка на другой [2] заставляют говорить о необходимости более глубокого исследования семантики языка. Остро стоит проблема формализации смысла языковых единиц и их единой классификации.

В данной статье приведено понятийное описание единиц естественного языка, позволяющее использовать критерии осмысленности фраз на естественном языке, описанные в работе [2], на основе порождаемого леса данных естественного языка как системы информационных единиц [3].

Разработанный автором словарь порождения высказываний является главной составляющей предлагаемой модели естественного языка как системы иерархий языковых единиц.

Порождение понятийного пространства единиц естественного языка. Рассмотрим семантическую классификацию слов и понятий естественного языка, сводимую к шестнадцати классам сем (семантических, смысловых атомов) языка и, далее, к четырем геносемам (элементарным частицам смысла), а также к понятию связи (кванта смысла), что может быть показано на основе понятийного аппарата семантических сетей.

Определение на основе кванта смысла представляет собой семантическую сеть, включающую в себя элементарный семантический квант, т. е. связь, дуги которой несут в себе семантику понятия тождества некоторых элементов объектов, т. е. связи объектов. Эти классификации приводятся в работе [2].

Под лесом в математике традиционно понимается граф, множество несвязанных деревьев. С ним можно ассоциировать отношения тождества и семантические отношения узлов деревьев леса над графом семантической сети. Симметричным деревом будем называть дерево с одним набором признаков классификации на каждом уровне дерева. Такое дерево однозначно соответствует многомерному пространству единиц естественного языка.

Множество деревьев леса единиц языка упорядочивается на основе четверки размерностей ориентированного леса лингвистического текста (рис. 1):

1) уровней (Levels) леса – $F[L(i)] []$, $_$, $_$, $_$];

2) срезов (Sections) леса – $F[]$, $S(j)$ [$_$, $_$, $_$];

3) гнездящихся деревьев леса (Nested Trees), например иерархической структуры слова и других информационных единиц, – $F[]$, $_$, $N(I)$ [$_$, $_$];

4) срезов гнездящихся деревьев леса – $F[]$, $_$, $_$, $_$, $SN(m)$ [$_$].

Модель языка, лес текста. Текст на естественном языке может быть представлен как система элементов и связей между ними. Лингвистические системы являются сложными для процесса моделирования. Тем не менее можно выделить ряд основных компонентов лингвистических систем различных уровней (ярусов) языка и срезов (аспектов) языка.

Текст состоит из иерархии уровней/ярусов [4; 5]:

- множества бессмысленных текстов – $F[L(21)] []$, $_$, $_$, $_$];
- множества грамматически осмысленных текстов – $F[L(20)] []$, $_$, $_$, $_$];
- множества семантически осмысленных текстов – $F[L(19)] []$, $_$, $_$, $_$];
- множества всех существующих текстов – $F[L(18)] []$, $_$, $_$, $_$];
- библиотеки – $F[L(17)] []$, $_$, $_$, $_$];
- классификации текстов в каталоге библиотеки – $F[L(16)] []$, $_$, $_$, $_$];
- серии книг – $F[L(15)] []$, $_$, $_$, $_$];
- набора томов – $F[L(14)] []$, $_$, $_$, $_$];
- тома – $F[L(13)] []$, $_$, $_$, $_$];
- глав – $F[L(12)] []$, $_$, $_$, $_$];
- разделов/параграфов – $F[L(11)] []$, $_$, $_$, $_$];
- абзацев – $F[L(10)] []$, $_$, $_$, $_$];
- паре и цепочек предложений – $F[L(9)] []$, $_$, $_$, $_$];
- сложных предложений – $F[L(8)] []$, $_$, $_$, $_$];
- простых предложений – $F[L(7)] []$, $_$, $_$, $_$];
- конструкций – $F[L(6)] []$, $_$, $_$, $_$];
- синтагм – $F[L(5)] []$, $_$, $_$, $_$];
- фразеологизмов – $F[L(4)] []$, $_$, $_$, $_$];
- словоформ – $F[L(3)] []$, $_$, $_$, $_$];
- морфем – $F[L(2)] []$, $_$, $_$, $_$];
- букв – $F[L(1)] []$, $_$, $_$, $_$];
- признаков буквы – $F[L(0)] []$, $_$, $_$, $_$].

Текст естественного языка состоит из следующих срезов/аспектов:

- среза написания (цепочки букв – символов алфавита) – $F[]$, $S(0)$ [$_$, $_$, $_$];
- среза произношения (цепочки звуков) – $F[]$, $S(1)$ [$_$, $_$, $_$];
- грамматического среза (добавления грамматических конструкций и категорий) – $F[]$, $S(3)$ [$_$, $_$, $_$];
- семантического среза (шаблонов подстановок смысловых единиц языка) – $F[]$, $S(4)$ [$_$, $_$, $_$];
- текстологического среза (шаблонов заполнения относительно статической структуры текста) – $F[]$, $S(5)$ [$_$, $_$, $_$];
- среза актуального членения предложения (тема, рема, модальность, пояснение и др.) – $F[]$, $S(6)$ [$_$, $_$, $_$];
- стилистического среза (множеств особенностей всех предыдущих срезов в зависимости от ситуации и манеры речи) – $F[]$, $S(7)$ [$_$, $_$, $_$] и др.

Каждый уровень рассматривается как набор информационных единиц в пространстве возможных состояний, т. е. семантическом понятийном пространстве морфем, слов, текстов и т. д.

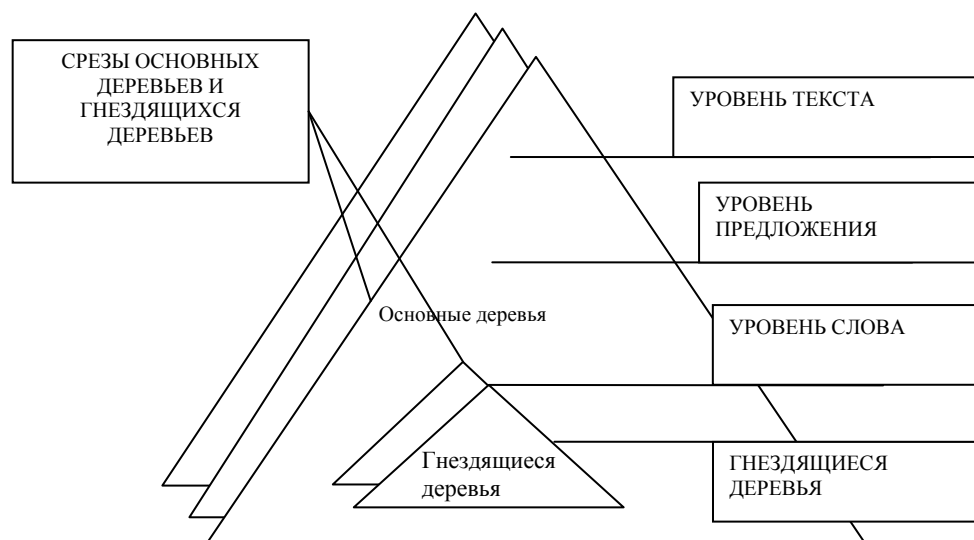


Рис. 1. Размерности леса данных естественного языка

Таблица 1

Распределенная структура слова в системе предложения естественного языка

Уровень	Активные валентности					Пассивные валентности			
	Валентность 1	Ядро слова	Валентность 2	Предлог	Валентность 3	Валентность A	Валентность B	Валентность C	Валентность D
Грамматика: члены предложения, части речи и категории	Субъект	Предикат, глагол	Объект, существительное	Связка, предлог	Реципиент (косвенный объект)	Обстоятельство места	Обстоятельство времени	Обстоятельство образа действия	Обстоятельство инструмента
Семантика	Существо	Отношение—существо—существо—предмет	Предмет	Отношение, ноль переходит в единицу	Существо	Место	Отношение—нечто (время)	Отношение—Отношение	Отношение—Существо—Объект
Написание	Любое	Give	Любое	to	Любое	Любое	Любое	Любое	Любое
Фонетика	Любое	[гИв]	Любое	[ту]	Любое	Любое	Любое	Любое	Любое
Стилистика, ...	Нейтральная	Обиходное понятие, обиходный стиль	Нейтральная	Нейтральная	Нейтральная	Нейтральная	Нейтральная	Нейтральная	Нейтральная

Уровни семантического среза естественного языка. Язык состоит из следующих типов семантических единиц языка разного масштаба (это семантический аспект языка):

- геносем $F[L(1)[\] , _ , _ , _]$ – самых мелких единиц языка, элементарных частиц смысла;
- сем (около двухсот) $F[L(2)[\] , _ , _ , _]$ – атомов смысла, составляющих структуру слов и понятий;
- понятий (произвольное количество) $F[L(3)[\] , _ , _ , _]$ – смысловых единиц, соответствующих словам;
- фактов $F[L(8)[\] , _ , _ , _]$ – элементов знания из различных областей и др.

Эта иерархия определяет вывод смысловых единиц обиходного естественного языка на основе элементарных составляющих (табл. 1).

Будем условно исходить из тезиса, что этих четырех видов единиц языка разного масштаба будет достаточно для редукционизма описания формализуемой информации языка, хотя очевидно, что любое подобное описание будет недостаточным. Так, например, с точки зрения абстрактной комбинаторики количество возможных классификаций намного превосходит количество элементов, над которыми эти классификации строятся.

Проекция семантической и формальной классификации друг на друга. Классификация любых единиц языка, в частности, слов и понятий, представляются в форме дерева, узлами которого являются единицы языка. Каждой семантической единице языка A может соответствовать некоторое количество n формальных единиц языка B_n , где $n \in \{0, 1, 2, 3, \dots\}$; где $A \subset F[_, S(4)[_, _, _]]$; $B \subset F[_, S(3)[_, _, _]]$, и, наоборот, каждой формальной единице языка B может соответствовать некоторое количество m семантических единиц языка A_m , где $m \in \{0, 1, 2, 3, \dots\}$. Таким образом, узлы дерева, описывающие семантическую классификацию понятий, проецируются на узлы дерева формальной классификации, описывающей словоформы. Если одному узлу формальной классификации соответствует несколько узлов семантической классификации, то последние будут называться различными лексико-семантическими вариантами (ЛСВ), т. е. различными значениями одного и того же слова, либо омонимами. Если одному узлу семантической классификации соответствует несколько узлов формальной классификации, то эти узлы будут называться синонимами.

Принципы построения классификации. Классификация понятий языка может быть представлена в форме дерева. Множество узлов дерева семантической классификации назовем понятийным пространством.

В дереве классификаций выделяются уровни. На одном уровне классификации может быть только один классификационный признак. Признаки разных уровней составляют ряд, или вектор, признаков заданной классификации. Каждому признаку классификации соответствует множество возможных значений данного признака. Все эти признаки являются сложными и состоят из конечного числа смысловых элементов. Каждый из этих элементов является узлом другой классификации меньшего масштаба. Таким образом, классификация понятий строится на основе элементов, классифицируемых в классификации сем.

Понятийное пространство предложений естественного языка. Рассмотрим многомерное грамматическое пространство единиц естественного языка: слов и предложений. Такое пространство слов позволяет генерировать грамматически, но не семантически осмысленные фразы естественного языка. Так, фраза «видеть я» является грамматически бессмысленной, фраза «я ем шляпу» – грамматически осмысленна, но семантически бессмысленна, а фраза «я ем грушу» – грамматически и семантически осмысленна. Для генерации семантически и грамматически осмысленных фраз естественного языка классификация предложений естественного языка может быть построена в виде многомерного пространства данных. Эта классификация является пересечением лексического и грамматического пространства слов – точек понятийного пространства. Грамматическое подмножество этой классификации имеет следующие координаты:

$F[L(\text{«слово»}), S(\text{«грамматика»}), N(\text{«распределенная структура слова»}), NS(\text{«аспект структуры слова»})]$.

Например, подмножество классификации может быть задано следующим вектором признаков с множествами возможных координат: $F[L(\text{«слово»}), S(\text{«грамматика»})]$ [Части речи {«Артикль», «Прилагательное», «Существительное», «Глагол», ...}, Члены предложения {«Определитель», «Определение», «Подлежащее», «Сказуемое», ...}, Категории[Лица {«1-е», «2-е», «3-е», «Не определено»}, Аспект {«Неопределенный», «Продолженный», «Совершенный», «Совершенный продолженный», «Не определен», ...}], $N(\text{«слово»}), NS(\text{«грамматика»})$ («морфология») [предлог, артикль, именная группа, предлог] $\supset$ {«in May», «care of», «the Internet», «caring of», «be the Internet», ...}.

Грамматические конструкции включаются в ячейки многомерного массива. Пересечение таких координат вектора, как, например, $F[L(\text{«слово»}), S(\text{«грамматика»}), N(\text{«распределенная структура слова»}), NS(\text{«грамматика»})]$ [Части речи {«Артикль», «Прилагательное», «Существительное», «Глагол», ...}, Члены предложения {«Определитель», «Определение», «Подлежащее», «Сказуемое», ...}, Категории [Лица {«1-е», «2-е», «3-е», «Не определено»}, Аспект {«Неопределенный», «Продолженный», «Совершенный», «Совершенный продолженный», «Не определен», ...}], $N(\text{«распределенная структура слова»}), NS(\text{«грамматика»})$ («морфология») [«вспомогательный глагол», «форма глагола», «место предлога»] $\supset$ «having + Глагол-ed», определяет соответствующую ячейку многомерного массива с грамматической конструкцией. Реляционные таблицы как подмножества этого многомерного массива представлены в лингвистике традиционными грамматическими парадигмами.

В свою очередь лексико-грамматическое подмножество классификации предложений естественного языка имеет следующие координаты: $F[L(\text{«предложение»}), S(\text{«лексика»})]$ («грамматика») [Порядок слов и члены предложения {Субъект, Предикат, Объект}, Объекты по тематике изучения {идеи {науки, представления, чувства, ...}, предметы {одежда, еда, части тела, здания, транспорт, ...}, существа, ...}, Варианты подстановок слов в предложение {позитивное {обожать, любить, ...}, негативное {не любить, ненавидеть, ...}, ...}], $N(\text{«функции предложения над точками слов»}), NS(\text{«неопределенное»})]$.

Такое многомерное пространство включает в себя комбинаторно сочетающиеся группы слов. Например, группа слов {носить, одевать, снимать, гладить, шить, ...} относится к ячейке многомерного пространства $F[L(\text{«простое предложение»}), S(\text{«грамматика»}), N(\text{«слово как точка классификации»}), _] * F[L(\text{«простое предложение»}), S(\text{«семантика»}), N(\text{«слово как точка классификации»}), _] \supset S(\text{«грамматика»})$ [«отношение–существо–объект–предмет» / «одежда», «глагол», «предикат», «неопределенная форма»].

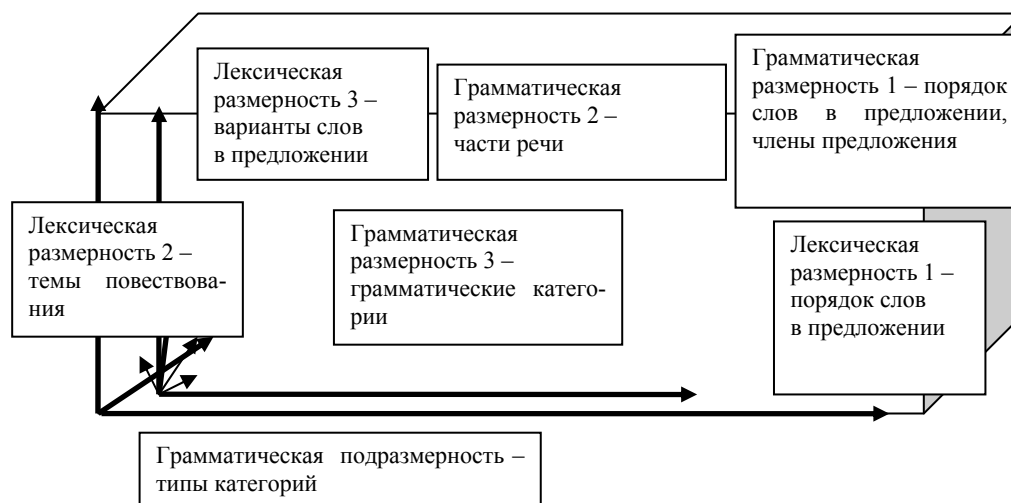


Рис. 2. Координаты многомерного лексико-грамматического подпространства леса данных естественного языка

Таблица 2

Принцип генерации осмысленных фраз естественного языка методом подстановки

the ... <i>Зэ ... этот ...</i>	of the ... <i>Ов Зэ ... этото ...</i>	is over <i>Из Оувэ закончится</i>	now <i>нАу сейчас</i>
series <i>сИэриз серия</i>	game <i>гЕйм игра</i>	is left <i>Из лЕфт осталось</i>	at the present moment <i>эт Зэ прЕэнтт моумезнт в настоящем</i>
season <i>сИ:зн сезон</i>	tournament <i>тУэнэмэнт турнир</i>	starts <i>стА:тс начинается</i>	today <i>тудЕй сегодня</i>
cycle <i>сАйкл цикл</i>	Olimpic games <i>олИмпик гЕймз Олимпийские игры</i>	goes on <i>гОуз Он продол- жается</i>	this week <i>ЗИс ВИ:к на этой неделе</i>

При этом группа слов {кофта, носки, куртка, майка, фартук, ...} относится к ячейке многомерного массива $F[L(\text{«слово»}), S(\text{«грамматика»})]$ («семантика») [«объект», «одежда», «существительное», «субъект», «единственное число»] $_, _$. Обе группы слов образуют синтагматические пары вида $F[L(\text{«синтагма»}), S(\text{«грамматика»})]$ («семантика») [«объект», «одежда», «существительное», «субъект», «единственное число»] + [«действие с объектом», «одежда», «глагол», «предикат», «неопределенная форма»], $N(\text{«функция двух аргументов»})$, $_, _$: «носить кофту», «гладить фартук», «шить носки», «снимать куртку» и т. п. Грамматический порядок слов получает в соответствие семантические групп слов, в результате чего данное пространство становится критерием семантической и грамматической осмысленности речи. Функции определенного вида и определенной геометрии над данными группами слов образуют осмысленные фразы с хорошей вероятностью. Фрагменты этих функций представляют собой предложения осмысленного естественного языка, а функции предложений соотносятся с гнездящимися деревьями уровня предложения.

Для решения проблемы нахождения критериев семантической осмысленности необходимо задать понятийное пространство единиц естественного языка, в частности в форме леса единиц естественного языка. Далее необходимо задать правила генерации функций осмысленных предложений и кластеров функций, соответствующих осмысленным текстам: $F[L(\text{«текст»}), S(\text{«грамматика»})]$ («семантика»), $N(\text{«кластеры функ-$

ций-предложений»), $_, _$. Функции определенного вида будут рассматриваться как осмысленные. Пространство, как и симметричные деревья единиц естественного языка, задается векторами классификации возможных единиц естественного языка. Так, в работе [2] дается вектор классификации семантики слов естественного языка и ставится задача нахождения векторов классификации для ряда базовых единиц языка при построении системы генерации осмысленных текстов на естественном языке.

Принцип генерации осмысленных предложений на естественном языке используется программами «Электронный словарь» и «Электронный разговорник» [2]. Пример подстановочной таблицы как среза многомерного понятийного пространства слов естественного языка приведен в табл. 2.

Таким образом, получена оригинальная модель пространства единиц естественного языка на основе леса векторно-упорядоченных деревьев данных естественного языка. В рамках этой модели ставится задача построения векторов подклассификаций: слов языка, синтагм, пар слов, повествований, диалогов, текстов и т. п. – для решения проблемы формализации естественного языка.

Библиографические ссылки

1. Automatic Expansion of Domain-Specific Lexicon by Term Categorization / H. Avancini, A. Lavelli, F. Sebastiani, R. Zanolini // ACM Transl. on Speech and Lang. Processing. 2006. Vol. 3, № 1. P. 1–30.

2. Личаргин Д. В. Методы и средства порождения семантических конструкций естественно-языкового интерфейса программных систем : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.17. Красноярск, 2004.

3. Личаргин Д. В. Порождение дерева состояний на основе порождающих грамматик над де-

ревьями строк // Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4 (25). С. 33–37.

4. Никитин М. В. Лексическое значение слова. М. : Высш. шк., 1983.

5. Селиверстова О. Н. Контрастивная синтаксическая семантика. М. : Наука, 1990.

D. V. Lichargin

METHODS OF NATURAL LANGUAGE SENTENCES GENERATION BASED ON NATURAL LANGUAGE DATA FOREST

In the work the author describes models of sense bearing units generation, like natural language sentences, as means of solving the problems of computational linguistics. Therefore a hierarchy of informational units inherited by each other, based on the classification trees, is determined, with the features of the lower level classification. A semantic notional space of the natural language is defined, (corresponding to a symmetric tree) on each level and section of the forest of the natural language, where a set of functions and function trees are assigned, corresponding to the sense bearing sentences of the natural language, and other data, nested over the main classification, are assigned as well.

Keywords: natural language generation, system analysis, language words classification.

© Личаргин Д. В., 2012

УДК 519.62

В. А. Нестеров

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БАЛОК, ПОДАТЛИВЫХ ПРИ ТРАНСВЕРСАЛЬНОМ СДВИГЕ

Рассматривается задача об устойчивости при осевом сжатии балки с низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью. На основе теории пластин Рейсснера-Мидлина разработана конечно-элементная модель, в которой в качестве узловых неизвестных фигурируют углы трансверсального сдвига. Представлены решения, демонстрирующие актуальность разработанной модели. Исследуется устойчивость трехслойных и композитных балок при учете неклассических граничных условий.

Ключевые слова: балка, устойчивость, трансверсальный сдвиг, метод конечных элементов.

При рассмотрении задачи об устойчивости при осевом сжатии балок, податливых при трансверсальном сдвиге, решение выполняется с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Математическая модель базируется на теории пластин Рейсснера-Мидлина. Для вывода основополагающих матриц МКЭ используется вариационный подход. Для этого в геометрически нелинейной постановке получено выражение полной потенциальной энергии балочного конечного элемента, узловые компоненты которого включают осредненные по высоте сечения углы трансверсального сдвига. Разработанная конечно-элементная модель протестирована на примерах решения классических задач. Ее актуальность показана расчетами на устойчивость монолитных изотропных балок с низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью, трехслойных балок с податливым заполнителем, а также балок, изготовленных из однонаправленного композита (ортотропная модель). Полученные решения подтверждаются конечно-элементными расчетами, выполненными в среде пакета COSMOS/M в более строгой (двумерной) постановке.

Исследуемая конечно-элементная модель допускает описание граничных условий неклассического вида, когда на торцах балки регламентируется поведение углов трансверсального сдвига. Показано, что для некоторых типов граничных условий задача об устойчивости балки адекватным образом может быть решена только при использовании расчетных моделей, подобных описанной в данной работе.

Запишем выражение потенциальной энергии деформации в геометрически нелинейной постановке для задачи об изгибе в плоскости балки, податливой при трансверсальном сдвиге [1]:

$$U = \frac{1}{2} \int \int \int (S_x \Delta_x + S_z \Delta_z + S_{xz} \Delta_{xz} + S_{zx} \Delta_{zx}) dx dy dz, \quad (1)$$

где через S обозначены комплексы, связывающие напряжения

$$\begin{aligned} S_x &= \sigma_x + \tau_{xz} \theta_x, & S_{xz} &= \tau_{xz} - \sigma_x \omega_x, \\ S_z &= \sigma_z - \tau_{xz} \omega_x, & S_{zx} &= \tau_{xz} + \sigma_z \theta_x. \end{aligned}$$

Через Δ в (1) обозначены деформации нелинейной теории:

$$\Delta_x = e_x + \frac{1}{2}\omega_x^2, \quad \Delta_{xz} = -\omega_x, \quad \Delta_{zx} = \theta_x, \quad (2)$$

где e_x – линейная часть продольной деформации, вычисляемая по выражению

$$e_x = \varepsilon_x + z\chi_x. \quad (3)$$

Здесь ε_x – продольная деформация, а χ_x – изменение кривизны начальной плоскости:

Вертикальную деформацию Δ_z учтем в линейной постановке и примем равной нулю.

В выражениях для трансверсальных деформаций и напряжений сохраним только линейные члены. Тогда соответствующий комплекс в (1) примет вид

$$S_{xz}\Delta_{xz} + S_{zx}\Delta_{zx} = \tau_{xz}(-\omega_x) + \tau_{xz}\theta_x = \tau_{xz}e_{xz}. \quad (4)$$

Запишем выражение для продольных напряжений в нелинейной постановке:

$$\sigma_x = A_{11}\left(e_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right). \quad (5)$$

В итоге выражение потенциальной энергии деформации примет вид

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \int \int \int_{(V)} \left\{ (A_{11}\Delta_x + \tau_{xz}\theta_x)\Delta_x + \tau_{xz}e_{xz} \right\} dx dy dz = \\ &= \frac{1}{2} \int \int \int_{(V)} \left\{ A_{11}\Delta_x^2 + \tau_{xz}(e_{xz} + \theta_x\Delta_x) \right\} dx dy dz. \end{aligned} \quad (6)$$

Подставим в (6) выражение для нелинейной продольной деформации из (2):

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \int \int \int_{(V)} \left\{ A_{11}\left(e_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right)^2 + \right. \\ &\left. + \tau_{xz}\left[e_{xz} + \theta_x\left(e_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right)\right] \right\} dx dy dz. \end{aligned} \quad (7)$$

Заменяем здесь линейную продольную деформацию произвольной точки, отстоящей на z от начальной плоскости, ее выражением (3) и перепишем (7) следующим образом:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \int \int \int_{(V)} \left\{ A_{11}\left(\varepsilon_x + z\chi_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right)^2 + \right. \\ &\left. + \tau_{xz}\left[e_{xz} + \theta_x\left(\varepsilon_x + z\chi_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right)\right] \right\} dx dy dz. \end{aligned} \quad (8)$$

Запишем выражения для внутренних силовых факторов:

$$N_x = \iint_{(S)} A_{11}\left(\varepsilon_x + \frac{1}{2}\omega_x^2 + z\chi_x\right) dy dz = \quad (9)$$

$$= B\left(\varepsilon_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right) + C\chi_x,$$

$$M_x = \iint_{(S)} A_{11}z\left(\varepsilon_x + \frac{1}{2}\omega_x^2 + z\chi_x\right) dy dz = \quad (10)$$

$$= C\left(\varepsilon_x + \frac{1}{2}\omega_x^2\right) + D\chi_x,$$

$$Q_x = \iint_{(S)} G_{xz}e_{xz} dy dz = K\psi, \quad (11)$$

где

$$B = \iint_{(S)} A_{11} dy dz,$$

$$C = \iint_{(S)} A_{11}x dy dz,$$

$$D = \iint_{(S)} A_{11}z^2 dy dz,$$

$$K = \iint_{(S)} G_{xz} dy dz. \quad (12)$$

Интегрируя (8) по площади поперечного сечения с учетом допущений [2] и физических соотношений (9–12), получим:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ N_x \left(\varepsilon_x + \frac{\omega_x^2}{2} \right) + M_x \chi_x + Q_x \psi_x + \right. \\ &\left. + Q_x \theta_x \left(\varepsilon_x + \frac{\omega_x^2}{2} \right) \right\} dx. \end{aligned} \quad (13)$$

Следует отметить, что присутствующие в выражении потенциальной энергии деформации нелинейной теории (13) продольное усилие N_x и изгибающий момент M_x (в общем случае) определяются нелинейными физическими соотношениями, а для перерезывающей силы Q_x физическое соотношение сохраняет вид, соответствующий линейной теории. Фигурирующее в (13) произведение $Q_x\theta_x$ представляет собой проекцию перерезывающей силы на продольную ось балки. Обозначим приведенную продольную силу:

$$\tilde{N}_x = N_x + Q_x\theta_x. \quad (14)$$

Тогда выражение для потенциальной энергии деформации (13), опустив индекс «х», можно переписать в виде выражения:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ \left(N + B\frac{\omega^2}{2} + Q\theta \right) \left(\varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \right) + \right. \\ &\left. + \left(M + C\frac{\omega^2}{2} \right) \chi + Q\psi \right\} dx, \end{aligned} \quad (15)$$

где N и M – линейные усилие и момент, определяемые соотношениями

$$N = B\varepsilon + C\chi, \quad M = C\varepsilon + D\chi.$$

Основные кинематические переменные для возмущенного состояния представим в виде

$$u_s = u_0 + u, \quad w_s = w_0 + w, \quad \psi_s = \psi_0 + \psi, \quad (16)$$

где u_0 , w_0 , ψ_0 – продольное перемещение, прогиб и угол трансверсального сдвига исходного (докритического) состояния, u , w , ψ – соответствующие параметры возмущения.

Запишем выражения потенциальной энергии деформации (15) для исходного (докритического) состояний и для возмущенного состояния и вычтем из второго первое:

$$\Delta U = U_s - U_0 = \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ N_0 \left(\varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \right) + \left[N + B \frac{\omega^2}{2} + (Q_0 + Q) \theta \right] \times \right. \\ \left. \times \left(\varepsilon_0 + \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \right) + (M_0 + M) \chi + (Q_0 + Q) \psi \right\} dx. \quad (17)$$

Для задачи об устойчивости балки при осевом сжатии последнее выражение сводится к виду

$$\Delta U = \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ N_0 \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + D \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) + K \psi^2 \right\} dx. \quad (18)$$

Минимизация функционала (18) позволяет получить разрешающие соотношения для задачи устойчивости.

Воспользовавшись МКЭ, получим разрешающие уравнения задачи устойчивости. На первом этапе необходимо сформировать матрицу жесткости элемента балки (для задачи устойчивости). Следует иметь в виду, что фигурирующие в функционале (18) прогиб w и угол сдвига ψ относятся к возмущению.

Рассмотрим прямолинейный двухузловой конечный элемент балки длиной l . Распределение прогибов по длине элемента будем аппроксимировать полиномом третьей степени, а распределение углов трансверсального сдвига – линейной функцией:

$$w(x) = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 x^3, \quad \psi(x) = \alpha_5 + \alpha_6 x,$$

где x – координата локальной системы координат элемента, отсчитываемая вдоль продольной оси балки в направлении от первого узла ко второму.

Вектор основных кинематических переменных здесь имеет вид

$$\delta = \left\{ w \quad \frac{dw}{dx} \quad \psi \right\}^T.$$

Выполняя традиционную для МКЭ процедуру минимизации функционала (18) по компонентам вектора δ , получим однородное матричное выражение:

$$\mathbf{K}_e \delta_e + N_0 \mathbf{R}_e \delta_e = 0, \quad (19)$$

где матрицы $\mathbf{K}_e$ и $\mathbf{R}_e$ имеют следующие структуры и компоненты:

$$\mathbf{K}_e = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & 0 & k_{14} & k_{15} & 0 \\ & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} & k_{26} \\ & & k_{33} & 0 & k_{35} & k_{36} \\ & & & k_{44} & k_{45} & 0 \\ c & u & m & m & k_{55} & k_{56} \\ & & & & & k_{66} \end{bmatrix}, \quad (20)$$

$$\mathbf{R}_e = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & 0 & r_{14} & r_{15} & 0 \\ & r_{22} & 0 & r_{24} & r_{25} & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & r_{44} & r_{45} & 0 \\ c & u & m & m & r_{55} & 0 \\ & & & & & 0 \end{bmatrix},$$

$$k_{11} = \frac{12D}{l^3}, \quad k_{12} = k_{15} = k_{51} = k_{21} = \frac{6D}{l^2}, \\ k_{14} = k_{41} = -\frac{12D}{l^3}, \quad k_{22} = \frac{4D}{l}, \quad k_{23} = k_{32} = -\frac{D}{l}, \\ k_{24} = k_{45} = k_{54} = k_{42} = -\frac{6D}{l^2}, \quad k_{25} = k_{52} = \frac{2D}{l}, \\ k_{26} = k_{35} = k_{53} = k_{62} = \frac{D}{l}, \quad k_{33} = \frac{2Kl^2 + 6D}{6l}, \\ k_{36} = k_{63} = \frac{Kl^2 - 6D}{6l}, \quad k_{44} = \frac{12D}{l^3}, \quad k_{55} = \frac{4D}{l}, \\ k_{56} = k_{65} = -\frac{D}{l}, \quad k_{66} = \frac{2Kl^2 + 6D}{6l}; \\ r_{11} = \frac{6}{5l}, \quad r_{12} = r_{21} = \frac{1}{10}, \quad r_{14} = r_{41} = -\frac{6}{5l}, \quad r_{15} = r_{51} = \frac{1}{10}, \\ r_{22} = \frac{2l}{15}, \quad r_{24} = r_{42} = -\frac{1}{10}, \quad r_{25} = r_{52} = -\frac{l}{30}, \quad r_{44} = \frac{6}{5l}, \\ r_{45} = r_{54} = -\frac{1}{10}, \quad r_{55} = \frac{2l}{15}.$$

Рассмотрим балку длиной L , состоящую из n конечных элементов. Для i -го элемента запишем систему уравнений вида (19):

$$\mathbf{K}_e^{(i)} \delta_e^{(i)} + N_0 \mathbf{R}_e^{(i)} \delta_e^{(i)} = 0,$$

где $\delta_e^{(i)}$ – вектор узловых неизвестных i -го элемента:

$$\delta_e^{(i)} = \left\{ w_i \quad \left(\frac{dw}{dx} \right)_i \quad \psi_i \quad w_{i+1} \quad \left(\frac{dw}{dx} \right)_{i+1} \quad \psi_{i+1} \right\}^T.$$

$\mathbf{K}_e^{(i)}$ и $\mathbf{R}_e^{(i)}$ – матрицы, аналогичные (20) соответственно.

Глобальный вектор узловых неизвестных запишем в виде выражения

$$\Delta = \{ \delta_1 \delta_2 \dots \delta_i \dots \delta_{n+1} \}^T, \quad (21)$$

где δ_i – вектор узловых неизвестных i -го узла:

$$\delta_i = \left\{ w_i \quad \left(\frac{dw}{dx} \right)_i \quad \psi_i \right\}^T.$$

Запишем изменение потенциальной энергии всей балки. Для этого необходимо для каждого элемента получить функционал вида (18), а затем их сложить:

$$\Delta E_\Sigma = \sum_{i=1}^n \Delta U_i. \quad (22)$$

Минимизируя (22) по каждой компоненте глобального вектора неизвестных (21), получим следующую систему однородных алгебраических уравнений:

$$\mathbf{K}_\Sigma \Delta + N_0 \mathbf{R}_\Sigma \Delta = 0, \quad (23)$$

где $\mathbf{K}_\Sigma$ и $\mathbf{R}_\Sigma$ – глобальные матрицы, которые можно получить из соответствующих матриц отдельных элементов $\mathbf{K}_e^{(i)}$ и $\mathbf{R}_e^{(i)}$.

В математическом смысле система (23) представляет собой обобщенную задачу на собственные значения, решая которую определяют критическое усилие $N_{кр}$ и соответствующую ему форму потери устой-

чивости. Следует иметь ввиду, что в однородной СЛАУ (23) необходимо учесть граничные условия.

Выполним тестовое решение для стальной ($E = 210$ ГПа, $\mu = 0,3$) балки длиной 1 м, с прямоугольным поперечным сечением ($h = 1$ см, $b = 1$ мм). Результат сравним с классическим решением, определяемым по формуле Эйлера:

$$P = \frac{n^2 \pi^2 EJ}{L^2}, \quad (24)$$

где n – номер моды, момент инерции сечения вычисляется по формуле $J = bh^3/12$.

Сначала в нашем КЭ расчете зададим граничные условия свободного опирания, когда углы сдвига ψ на торцах не фиксируются:

$$\text{при } x = 0 \text{ и } x = L: w = 0. \quad (25)$$

В результате решения системы (23) для 50-узловой модели с граничными условиями (25) получено критическое усилие сжатия $N_{кр}$, равное 172,69 (Н). Критическая нагрузка, вычисленная для балки тестового примера по формуле (24), оказалась равной 172,72 (Н). Почти идеальное совпадение численного решения с аналитическим подтверждает правильность рассматриваемого здесь алгоритма.

Можно сделать более строгий анализ полученных нами результатов. Для этого сравним величины нескольких первых собственных значений нашей задачи устойчивости с аналогичными величинами, полученными по формуле Эйлера для старших мод.

Результаты нашего решения и значения, вычисленные по формуле (24), приведены в табл. 1, где также представлены данные, полученные при решении задачи устойчивости в пакете COSMOS/M, в расчетной модели которой использовались элементы PLANE2D.

Таблица 1

Собственные значения задачи об устойчивости шарнирно-опертой балки

Номер значения	Авторское решение	Аналитическое решение	Решение в пакете COSMOS/M
1	172,690	172,718	172,667
2	690,429	690,872	690,058
3	1552,218	1554,462	1550,35

Выполним решение задачи устойчивости балки при осевом сжатии, уменьшив в 100 раз (по сравнению с предыдущим расчетом) жесткость балки при трансверсальном сдвиге. Все остальные параметры жесткости, размеры и граничные условия оставим без изменения. Результаты решения по нашей модели представлены списком первых пяти собственных значений задачи (табл. 2).

Третье, четвертое и пятое значения (табл. 2) на самом деле соответствуют первым трем формам потери устойчивости балки. Первые два значения (33,120 и 131,507) соответствуют изменению формы за счет изменения углов наклона сечений (очень малых абсолютных величин) при сохранении прямолинейности

упругой линии балки. Таким образом, необходимо сделать следующий вывод, имеющий практическое значение при решении задачи устойчивости балок с низкой трансверсальной жесткостью по моделям, учитывающим угол трансверсального сдвига: при выборе величины критического усилия из списка собственных значений задачи необходимо анализировать соответствующие им формы потери устойчивости, получаемые, как известно, на основе собственных векторов.

Таблица 2

Собственные значения задачи об устойчивости шарнирно-опертой балки с уменьшенной трансверсальной сдвиговой жесткостью

Номер	Собственные значения
1	33,120
2	131,507
3	169,99
4	649,169
5	1357,860

Рассмотрим трехслойную балку с податливым заполнителем. Решим задачу об ее устойчивости при осевом сжатии. Назначим следующие геометрические параметры: длина – 1 м, толщина несущих слоев – 1 мм, толщина слоя заполнителя – 3 см. Материал несущих слоев – сталь ($E = 210$ ГПа, $\mu = 0,3$). Изотропный материал заполнителя обладает модулем сдвига $G_{зап} = 68$ МПа.

Результаты решения задачи на собственные значения (23), (25) при ширине сечения в 1 мм приведены в табл. 3. Здесь, как и в расчете монолитной балки, собственные значения, соответствующие формам общей потери устойчивости, определены при анализе собственных векторов системы. При этом критическое усилие сжатия оказалось равным 728,8 (Н).

Рассмотрим балку с различными вариантами защемления торцов. Сначала выполним тестовое решение для изотропной (сталь) монолитной балки. Критическое усилие оказалось равным 690,429 (Н). Этот результат почти совпадает с аналитическим решением, вычисленным по формуле $P_{кр} = 4 \pi^2 EJ/L^2$.

Таблица 3

Собственные значения задачи об устойчивости трехслойной шарнирно-опертой балки

Номер	Собственные значения
1	54,912
2	209,67
3	438,433
4	708,916
5	728,802 (1 основное)
6	991,453
7	1263,991
8	1512,876
9	1608,109 (2 основное)
10	1731,201
11	1916,448
12	2053,940 (3 основное)

Полученные результаты хорошо согласуются с данными расчета, выполненного в пакете COSMOS/M (табл. 4) с помощью плоской модели, в которой задействованы элементы PLANE2D. При этом обнаружено качественное совпадение по формам. Некоторое расхождение по собственным числам объясняется различием КЭ моделей, связанным прежде всего с мерностью задачи: напомним, что решение в пакете COSMOS/M выполнено с помощью двумерной модели.

Таблица 4

Собственные значения задачи об устойчивости изотропной балки, защемленной по обоим торцам

Номер значения	Авторское решение	Решение в пакете COSMOS/M
1	690,43	673,36
2	1411,31	1376,87
3	2756,39	2684,58

Еще одно тестовое решение выполнено для стальной жестко защемленной балки, представляющей собой узкую пластину: ширина сечения – 50 мм, высота – 10 мм. В этом случае результаты можно сравнить с расчетом, выполненном в пакете COSMOS/M, в котором пространственная конструкция моделируется элементами слоистой оболочки SHELL4L. При этом граничные условия более адекватны тем, что используются в нашей модели. Полученные собственные значения двух решений (табл. 5) по всем трем формам имеют расхождение менее 1 %, что подтверждает точность нашей модели.

Решена модельная задача об устойчивости жестко защемленной по обоим торцам балки с уменьшенной в 200 раз (по сравнению с изотропной) трансверсальной жесткостью. При этом критическая нагрузка уменьшилась до 612,214 (Н). Собственные значения, соответствующие второй и третьей формам, оказались равными 1096,364 и 1822,815 (Н) соответственно.

Таблица 5

Собственные значения задачи об устойчивости полосы, защемленной по обоим торцам

Номер значения	Авторское решение	Решение в пакете COSMOS/M	Расхождение, %
1	34521,44	34763	0,69
2	70565,55	71093,4	0,74
3	137819,65	139083	0,908

Результаты решения задачи на устойчивость трехслойной балки длиной 1 м, со стальными несущими слоями толщиной по 1 мм, с податливым заполнителем ($E_{\text{зап}} = 2$ ГПа) толщиной 30 мм приведены в табл. 6 и 7. Рассматривались два вида граничных условий: строгое защемление ($\psi = 0$, табл. 6) и защемление со свободным сдвигом ($\psi \neq 0$, табл. 7). Параллельно задача решалась в пакете COSMOS/M, где трехслойная конструкция моделировалась элементами SHELL4L. Выявлено хорошее совпадение результатов по нашей модели и решением в пакете COSMOS/M

для случая строгого соответствия граничных условий. Такое соответствие можно обеспечить только для полного защемления (табл. 6). Второй вид защемления (со свободным сдвигом) в случае весьма податливого заполнителя можно моделировать в пакете COSMOS/M условиями шарнирного опирания. Данные табл. 7 свидетельствуют о возможности такой «подмены».

Таблица 6

Собственные значения задачи об устойчивости трехслойной балки с полным защемлением торцов

Номер значения	Авторское решение	Решение в пакете COSMOS/M	Расхождение, %
1	173757	177339	2,02
2	306423	304751	0,55
3	501557	486576	3,08

Таблица 7

Собственные значения задачи об устойчивости трехслойной балки, на защемленных торцах которой допускается сдвиг

Номер значения	Авторское решение	Решение в пакете COSMOS/M
1	52523,9	49892,1
2	176399	176796
3	336925	334228

Рассмотрим задачу об устойчивости балки, изготовленной из однонаправленного композита, например, углепластика, у которого следующие механические свойства: $E = 180$ ГПа, $G = 5$ ГПа. Выполним серию расчетов для различных вариантов граничных условий. Сначала торцы балки будем полагать жестко защемленными. Результаты в виде первых трех собственных значений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Собственные значения задачи об устойчивости композитной балки с полным защемлением торцов

Номер значения	Авторское решение	Решение в пакете COSMOS/M
1	586,95	556,25
2	1187,66	1121,5
3	2287,01	2143,23

Здесь же для сравнения представлены результаты решения, выполненного в пакете COSMOS/M, где в двумерной модели балки использовались элементы PLANE2D, допускающие задание свойств ортотропного материала.

В результате аналогичного решения, выполненного для шарнирно-опертой балки со свободным сдвигом на торцах (табл. 9), обнаружено хорошее совпадение собственных значений, определенных по нашей модели, с числами, полученными при КЭ расчете в пакете COSMOS/M, где рассматривалась двумерная модель с элементами PLANE2D.

Таблица 9

Собственные значения задачи об устойчивости шарнирно-опертой композитной балки

Номер моды	Тестируемое решение	Решение в пакете COSMOS/M
1	147,716	147,538
2	586,955	584,162
3	1306,212	1292,53

При расчете балки из однонаправленного углепластика со вторым вариантом защемления, когда угол сдвига на торцах не фиксируется, определены собственные значения, первые два из которых оказались равными 71,208 и 321,916. Соответствующие им формы показаны на рисунке. Обратим внимание на то обстоятельство, что ни при шарнирном опирании торцов, ни при их полном защемлении среди форм общей потери устойчивости не было одновременно двух форм с одной полуволной. Критическая форма (рисунок, а) по своему виду соответствует форме потери устойчивости шарнирно-опертой балки. Такая

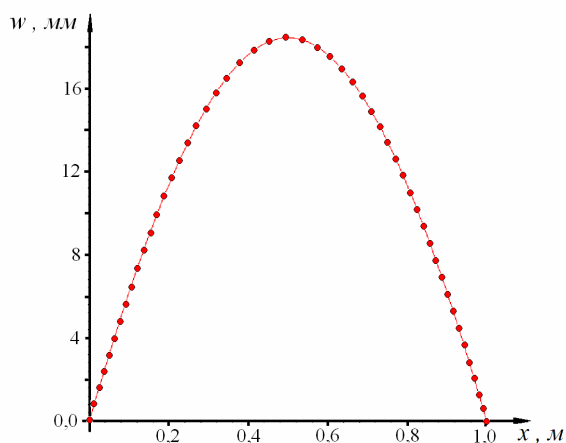
картина возможна, как мы отмечали ранее, при весьма низкой трансверсальной жесткости балки. На графиках распределения прогибов второй формы (рисунок, б) явно заметно влияние защемления торцов.

В заключение сформулируем выводы:

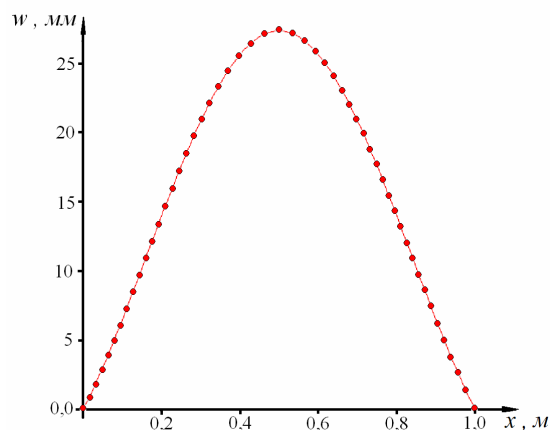
1. Получен энергетический функционал для решения задачи об устойчивости балок с низкой трансверсальной жесткостью.

2. Разработана конечно-элементная модель податливой при сдвиге балки, вектор узловых неизвестных которой включает углы трансверсального сдвига. Сформированы матрица жесткости и матрица геометрической жесткости для соответствующего балочного элемента.

3. В результате проведенного численного исследования на примере изотропных, ортотропных композитных и трехслойных балок показана актуальность разработанной модели при проведении расчета на устойчивость конструкций с низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью, а также при учете граничных условий неклассического вида.



а



б

Формы, соответствующие двум первым собственным значениям

V. A. Nesterov

FEA OF SHEAR FLEXIBLE BEAMS

The author considers a task of stability in compression of a beam with low value of transverse shear stiffness. On the base of Reissner-Midlin plate theory, the finite element of a shear flexible beam is developed, where transverse shear strains occur as the basic kinematic nodal variables. The urgency of the model is shown by means of test buckling analysis of beams. Buckling of sandwich beams and thick layered composite under non-classical boundary conditions beams are investigated.

Keywords: beam, buckling, transverse shear strains, finite elements method.

© Нестеров В. А., 2012

**АЛГОРИТМ РАЗДЕЛЕНИЯ ЯЧЕЕК ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПУТИ
МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА**

Используется известный подход к управлению манипуляционными роботами в неизвестной среде, который сводится к решению конечного числа задач планирования пути в известной среде. Для планирования пути в среде с известными запрещенными состояниями применяется алгоритм деления ячеек, пригодный для n -мерного пространства обобщенных координат. Представлены результаты программной реализации алгоритмов.

Ключевые слова: манипуляционный робот, планирование пути, алгоритм деления ячеек.

Рабочая среда манипулятора может иметь различную степень определенности. Если в рабочей среде находятся статические препятствия, информация о которых неполна или отсутствует, то в этом случае говорят об управлении манипулятором в неизвестной статической среде. В различных областях применения манипуляционных роботов типичной является задача поиска пути из заданного начального положения в заданное конечное положение робота. Предварительно заданы начальная конфигурация манипулятора $q^0(q_1, q_2, \dots, q_n)$; множество целевых конфигураций Q^T , где $q_i^T \in Q^T$ обеспечивают заданное положение схвата, T – время пути. Найти путь – значит найти такую последовательность конфигураций манипулятора $P = \{t|q(t)\}$, где $t \in [0; T]$ и q – конфигурация манипулятора, чтобы в любое время t ни одна из точек, принадлежавших манипулятору, не налегала на препятствия, а $P(0) = q^0$ и $P(T) = q^T$, т. е. требуется за конечное число шагов передвинуть манипулятор из начальной конфигурации в целевую, обходя препятствия. Целевое состояние может задаваться одной конкретной конфигурацией манипулятора. Предполагается, что имеется априорное знание о том, что она не налегает на препятствия, допустима с точки зрения конструктивных возможностей манипулятора и достижима.

Манипуляционный робот является разновидностью динамических систем. В [2] рассмотрен алгоритм управления динамическими системами, в дальнейшем будем называть его АНС (алгоритм для неизвестной среды). Предполагается, что динамическая система функционирует в n -мерном пространстве состояний, в ее рабочей среде могут присутствовать неизвестные запрещенные статические состояния. Также в статье представлен обзор работ, посвященных алгоритмам управления различными динамическими системами в неизвестной среде, приводятся сравнительные характеристики алгоритмов.

В [12] описан алгоритм создания карты и планирования пути для автономного мобильного робота в неизвестной статической среде. Робот изучает среду с помощью вероятностной интерпретации, основанной на видеосенсорах, видимых углов и границ. Робот перемещается в пространстве, ориентируясь на основе визуального сходства, т. е. ассоциативно. Для построения ассоциативной памяти применяется нейронная сеть. Робот получает от видеокамеры изображение,

которое поступает в виде вектора на входной слой нейронной сети, с помощью которой текущее изображение сравнивается с уже имеющимися изображениями и вставляется в сегмент с наиболее похожими. Таким образом, среда может быть изучена и представлена, как серия визуально различных местоположений. Топология среды строится роботом во время планирования пути путем выявления общих свойств у известных местоположений. Данный алгоритм планирования подходит для двумерного пространства состояний. В [8] представлен алгоритм планирования локального пути для мобильного робота с видеосенсорной системой и метод трансформации двумерных изображений в трехмерную модель. Задача решается в три этапа. На первом этапе детекторы обнаруживают препятствия. На втором этапе двумерное изображение препятствий трансформируется в трехмерную модель, и на третьем – планируется локальный путь при помощи алгоритма фронта распространения волны, избегающий столкновения с этими препятствиями. В [14] представлен алгоритм планирования пути мобильного робота в неизвестной среде. На пространство накладывается двумерная сетка, затем датчики робота определяют, в какой из ячеек сетки находятся препятствия, т. е. строится следующая модель пространства – ячейкам присваиваются различные значения в зависимости от того, есть ли в них препятствия или нет, или через сколько времени препятствие будет в эту ячейку. После чего планирование пути по сетке пространства осуществляется при помощи генетического алгоритма.

Планирование пути манипулятора усложняется многозвенностью манипуляторов, в [4] разработан метод, подходящий для планирования пути избыточных и гиперизбыточных манипуляторов: ВВ-метод (ВВ-method). Путь без столкновений с препятствиями находится с помощью постепенных изменений первоначального пути, который обычно является прямой, связывающей начальное и целевое положения. Сложность алгоритма зависит линейно от степеней свободы робота. ВВ-метод не гарантирует достижения цели. В [5] представлен метод планирования в неизвестной среде: utility-guided planning («полезно-управляемое планирование»). Планирование utility-guided – итеративный подход, который начинается «без знания мира» и постепенно строит некоторую

аппроксимацию окружающей среды, модель, удобную для планирования. Представленный подход может использоваться как фрейм для методов планирования, и подходит для динамической среды.

Сформулируем требования к методу управления манипулятором в неизвестной среде: метод должен гарантировать достижение цели, подходить для использования видеосенсорной системы, применяться для n -звенных манипуляторов, иметь возможность встраивания различных алгоритмов планирования пути в областях, где препятствия известны. АНС удовлетворяет данным требованиям [2]. Планирование движения динамической системы в пространстве состояний при неизвестных запрещенных состояниях сводится к решению конечного числа задач планирования в пространстве с известными запрещенными состояниями [1; 11].

В АНС информация о запрещенных состояниях поступает по мере движения робота и в связи с этим образуются зоны свободных и запрещенных точек. Таким образом, возникает потребность планирования пути в среде с известными запрещенными состояниями, используя информацию об этих зонах. Наилучшим образом для этой цели подходят алгоритмы разделения ячеек. Так как с помощью алгоритмов разделения ячеек планирование происходит по свободным областям, получается, что основной единицей вычислений в алгоритме является множество точек, это позволит сократить время планирования пути и при реализации алгоритма сократить объем вычислительных ресурсов.

Различные виды алгоритмов точного разделения ячеек представлены в [10; 13]. *Вертикальное разделение ячеек* или *трапецевидная декомпозиция* для двумерного и трехмерного пространства, описана в [6; 7; 9; 10; 13], в [10] так же указано, что метод может быть усовершенствован для применения в n -мерном пространстве. Однако препятствия должны быть кусочно-линейными, т. е. должны быть представлены как полуалгебраическая модель [10], для которой все примитивы являются линейными. К сожалению, в большинстве задач планирования движения возникают нелинейные алгебраические примитивы из-за нелинейных преобразований, которые появляются в результате вращений форм.

Метод *триангуляции пространства* для двумерного пространства, описанный в [6; 7; 10], заключается в представлении свободного пространства в виде симплициального комплекса. Алгоритм триангуляции очень сложен и затрачивает много времени на исполнение.

Цилиндрическая декомпозиция [10] похожа на вертикальное разделение ячеек, за исключением того, что границы разделения ячеек не останавливаются на границах препятствий, а расходятся в бесконечность. Получаем точки, которые принадлежат как свободному пространству, так и препятствиям. Для окончательного описания границ ячеек используются логические предикаты. От цилиндрической декомпозиции легко перейти к любой размерности пространства,

топологии пространства конфигураций и полуалгебраическим моделям. Цилиндрическая алгебраическая декомпозиция решает любую задачу планирования движения. Однако определение смежности ячеек для данного метода является трудной задачей. Время работы цилиндрической алгебраической декомпозиции зависит от многих факторов, но основное влияние на длительность оказывает количество полиномов в модели.

Также в [13] представлены *декомпозиция бустрофедон* (*boustrophedon decomposition*), для усовершенствования данного метода – *декомпозиция Морзе* и *декомпозиция, основанная на видимости* (*Visibility-based decomposition*), которые применяются в двумерном пространстве.

Существуют методы *аппроксимирующей декомпозиции* [9]. В них также свободное пространство представлено в виде множества ячеек, но ячейки имеют простую заданную форму, например прямоугольники.

Большинство работ рассматривают алгоритмы разделения ячеек для двумерного пространства [10; 13], такие алгоритмы больше направлены на генерацию пути для мобильных роботов, и не удовлетворяют поставленным задачам в управлении манипуляторами, имеющими более двух степеней подвижности.

Ниже предлагается версия алгоритма разделения ячеек (АРЯ), подходящего для генерации пути движения n -звенного манипулятора, который объединяет разрешенные конфигурации манипулятора в «свободные области», сокращая этим время вычисления пути.

Алгоритм разделения ячеек. Полное описание алгоритма дано в [3]. Планирование в известной среде осуществляется в дискретизированном пространстве обобщенных координат. *Ячейкой* назовем множество точек дискретизированного пространства, находящихся на одной линии дискретизации и имеющих координаты $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где, например, $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ имеют одинаковые значения для всех точек одной ячейки, а x_n – различны. Хотя данный способ выделения ячеек не объединяет точки пространства в ячейки во всех измерениях, но даже такая декомпозиция позволит нам оперировать множеством точек одновременно и ускорить работу алгоритма планирования пути. *Свободной областью* называется множество смежных точек ячейки, не содержащих ни одной запрещенной точки.

Алгоритм имеет три этапа и вызывается из АНС каждый раз, когда возникает необходимость в планировании предварительного пути. Исходные данные: $X^0 = q^n$, $X^T = q^T$, Q (множество запрещенных точек, включая конструктивные ограничения), где q^n – текущая конфигурация манипулятора, точка смены пути [2].

Этап 1. Создание таблицы свободных областей *TFR* (*table of free regions*) на основе информации, переданной сенсорной системой при вызове подпрограммы планирования пути (используется множество Q), если она еще не создана. Если таблица TFR уже существует, то в нее вносятся изменения в соответствии с новой информацией, поступившей от сенсоров. В каждой ячейке может быть одна или более свободных

областей, i -ая строка TFR соответствует i -ой ячейке, каждая свободная область этой ячейки характеризуется двумя крайними точками. По определению ячейки, компоненты координат точек, принадлежащих одной ячейке, одинаковы, кроме одной компоненты x_n , значение этой компоненты и будет служить уникальным идентификатором каждой точки в одной ячейке. Так как в свободной области точки являются смежными, то для обозначения границ области достаточно указать идентификаторы двух крайних точек (табл. 1).

Этап 2. Построение графа поиска, который представляет собой дерево соединений свободных областей. Корнем дерева является свободная область, содержащая целевую конфигурацию X^T . Узел дерева имеет как входящие, так и исходящие ветви. Корень дерева – это узел, у которого только исходящие ветви. Лист дерева – это узел, у которого только входящие ветви. Значениями узлов дерева являются границы свободных областей ячеек. Лист присоединяется к узлу, если его свободная область соединима со свободной областью данного узла (определяется по TFR) и если такого узла еще нет в дереве. Построение дерева прекращается, если листом дерева стала область, содержащая начальную конфигурацию X^0 . Для выбора следующего рассматриваемого листа использовался алгоритм поиска в глубину.

Этап 3. Строим путь, используя дерево соединения свободных областей, поднимаясь от последнего присоединенного листа, в котором указана свободная область, содержащая начальную точку X^0 , к корню дерева, в котором содержится область с конечной конфигурацией X^T . Путь строится в 3 этапа:

3.1. Строим последовательность базовых точек пути, выбирая по одной точке из каждой свободной области, через которые будет проходить путь, т. е. области, принадлежащие узлам дерева между последним узлом и корнем.

X^0 – первая точка последовательности базовых точек пути.

При построении базового пути используется уравнение прямой, проходящей через две точки на плоскости:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}. \quad (1)$$

Из формулы (1) получим

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot x + \left(y_1 - x_1 \cdot \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right). \quad (2)$$

Задавая абсциссу x точки, получаем $y(x_1, y_1)$ – координаты предыдущей точки базового пути, (x_2, y_2) – координаты целевой точки. Так как в ячейке все точки имеют одинаковые компоненты координат, кроме компоненты x^n , используем проекции предыдущей точки базового пути и целевой точки на плоскость Ox_1x_n как точки для прямой на плоскости и находим компоненту x^n . Для пути выбираем ближайшую к (x, y) разрешенную точку рассматриваемой свободной области.

3.2. Добавляем точки в последовательность базовых точек пути, если между двумя точками расстояние больше одного шага дискретизации.

Просматриваем последовательность базовых точек и находим пару точек, расстояние между которыми больше одного шага дискретизации. Запишем координаты двух соседних точек последовательности в следующем виде (на примере трехмерного пространства):

$$(x_1^1, x_2^1, x_3^1) \text{ AND } (x_1^2, x_2^2, x_3^2). \quad (3)$$

Если $|x_3^1 - x_3^2| > 1$, то расстояние между точками больше одного шага дискретизации. Добавим столько точек между ними, сколько необходимо. Найдем x_3 первой точки между этими двумя точками:

$$\text{если } x_3^1 < x_3^2, \text{ то } x_3 = x_3^1 + 1;$$

$$\text{если же } x_3^1 > x_3^2, \text{ то } x_3 = x_3^1 - 1.$$

Остальные компоненты координат берем, для начала, как у предыдущей точки. Проверяем, принадлежит ли новая точка той же свободной области, что и предыдущая точка последовательности базовых точек. Если точка не лежит в границах области, тогда компоненту x_3 новой точки оставляем той же, но оставшиеся компоненты координат берем, как у следующей точки, из последовательности базовых точек и т. д.

3.3. Удаляем петли из пути, т. е. отрезки пути, которые выходят из какой-либо точки, а затем в нее же возвращаются или проходят в одном шаге дискретизации. Последовательно перебираем точки пути и для каждой точки ищем среди оставшихся точек последовательности точку, которая равна текущей или лежит в одном шаге дискретизации от текущей. Если такая точка найдена, то все точки от текущей до найденной, включая найденную точку, удаляются из пути.

После того как предварительный путь получен, управление возвращается АНС.

Таблица 1

TFR

№ ячейки	Количество свободных областей	Границы области 1	Границы области 2	...	Границы области M
1	1	$x_n(1) - x_n(k)$		...	
2	M	$x_n(1) - x_n(\alpha_1)$	$x_n(\alpha_2) - x_n(\alpha_3)$	...	$x_n(\alpha_j) - x_n(k)$

Примечания: k – количество возможных различных значений компоненты x_n ; $M < k$ – количество свободных областей в ячейке; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_j \in [x_n(1); x_n(k)]$ – какая-то компонента координат x_n .

Программная реализация. На основе алгоритмов создано программное обеспечение управления манипулятором в среде с неизвестными препятствиями.

Задана рабочая сцена для тестирования (рис. 1 и 2).

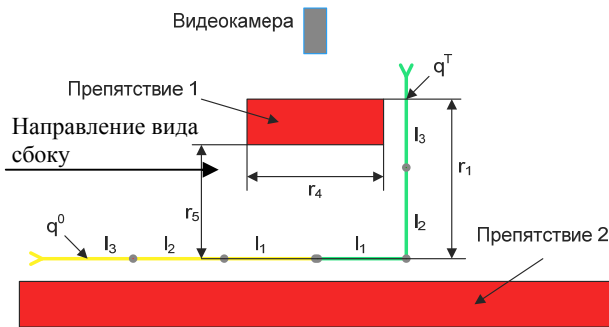


Рис. 1. Рабочая сцена (вид сверху)

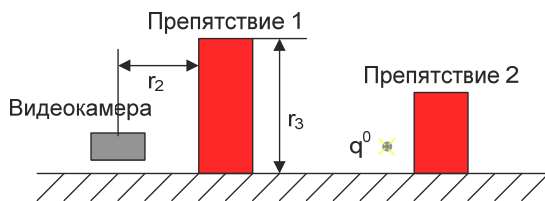


Рис. 2. Рабочая сцена (вид сбоку)

Видеокамера определяет расстояния r_2 , r_3 и r_4 . Тестовая рабочая сцена удовлетворяет следующим соотношениям: $l_1 < r_5$, $l_2 < r_5$, $l_3 < r_5$, $l_2 + l_3 > r_1$, где l_1 , l_2 , l_3 – длины звеньев манипулятора.

Начальная и целевая конфигурации (рис. 3) заданы оператором в виде векторов обобщенных координат: $q^0 = (3,14; 0; 0)$ радиан, $q^T = (0; 1,57; 0)$ радиан, шаг дискретизации равен 0,314 радиан, количество шагов

дискретизации – 20. Оператором заданы также вектора ограничений, наложенные на звенья, вектор нижних значений $X^L = (0; -3,14; -3,14)$, вектор верхних значений $X^H = (6,28; 3,14; 3,14)$. Препятствия – два параллелепипеда темного цвета, размер и положение которых заданы оператором, но до начала движения подсистеме планирования пути о препятствиях ничего не известно. Роботу поставлена задача переместиться из конфигурации q^0 в конфигурацию q^T , $q^n = q^0$.

Перед началом планирования пути модуль имитации видеосенсорной системы обнаруживает некоторые препятствия в рабочей зоне. Камера (см. рис. 1 и 2), «видит» только ближайшую к камере грань малого препятствия. Модуль рассчитывает запрещенные конфигурации, которые пересекаются с данной гранью препятствия (см. рис. 3), облако точек – это полученные запрещенные конфигурации манипулятора (рис. 4).

После того, как информация, полученная от видеосенсорной системы, представлена в виде запрещенных конфигураций, алгоритм разделения ячеек генерирует предварительный путь, соединяющий X^0 и X^T (где $X^0 = q^n$, $X^T = q^T$), и возвращает управление АНС.

Конфигурации, которые принимал манипулятор во время движения, отражены на рис. 5 (темного цвета). Путь P состоит из 34 конфигураций, не включая начальную и конечную конфигурации, этот же путь представлен в пространстве обобщенных координат (рис. 6, точки темного цвета).

Путь P соединяет q^0 и q^T и является результатом объединения путей P_i , созданных при каждом вызове подпрограммы планирования пути:

$$P = \bigcup_{i=1}^m P_i, \quad (4)$$

где m – количество вызовов алгоритма разделения ячеек.

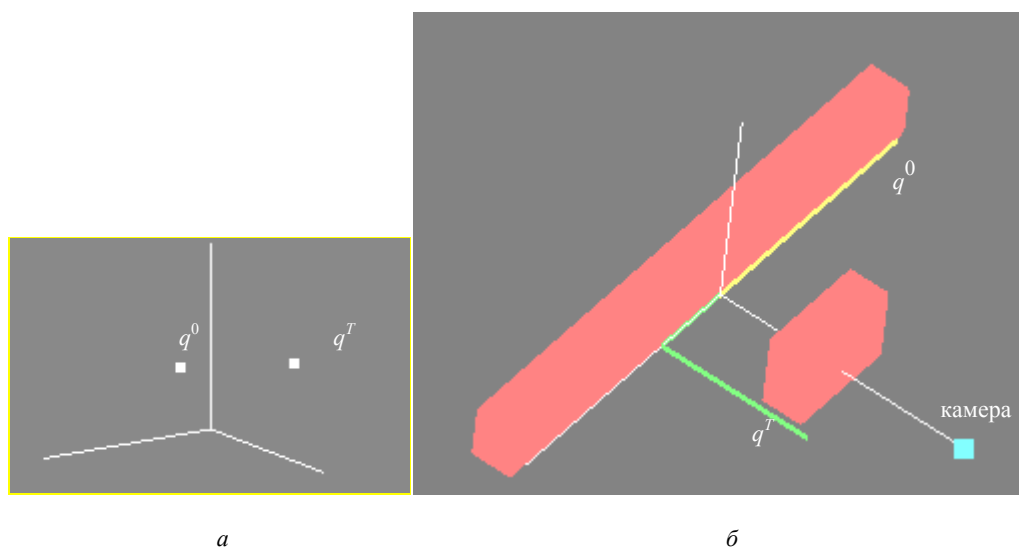


Рис. 3. Стартовая q^0 и целевая q^T конфигурации (а), декартовое пространство (б)

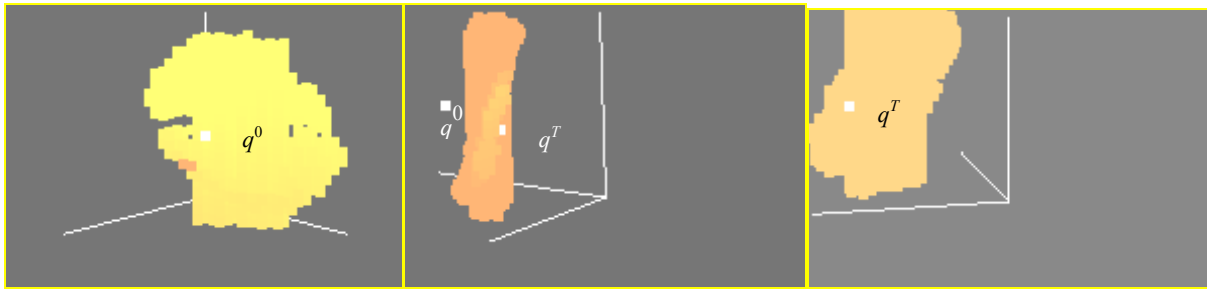


Рис. 4. Расчет запрещенных конфигураций манипулятора

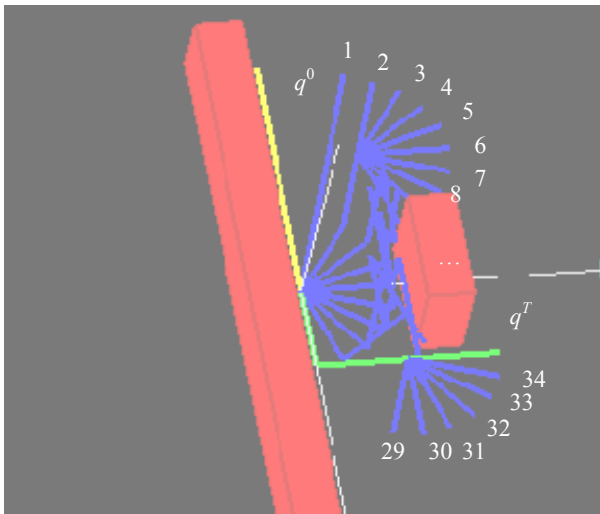


Рис. 5. Путь манипулятора

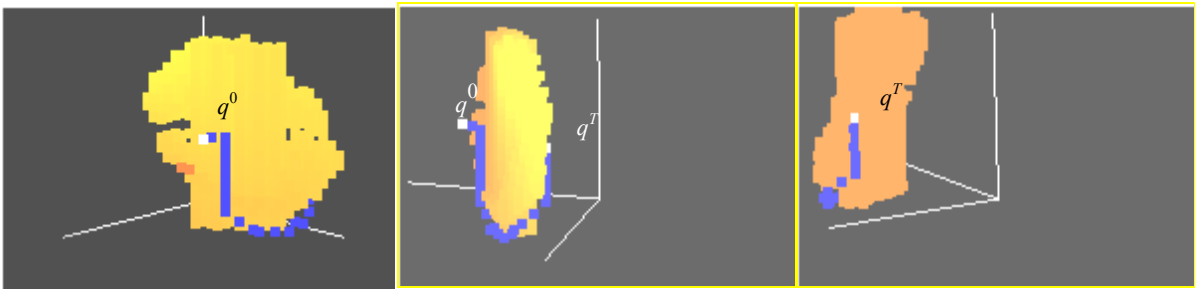


Рис. 6. Конфигурации пути в системе обобщенных координат

Таблица 2

Сравнение времени работы в зависимости от типа сенсорной системы

Количество шагов дискретизации	Не учитывая информацию от видеосенсоров		Учитывая информацию от видеосенсоров	
	Время, с.	Количество вызовов	Время, с.	Количество вызовов
20	228	213	12	10

Данный путь P составлен из путей P_i ($i = 1, 2, \dots, 10$), сгенерированных в результате десяти вызовов подпрограммы планирования пути. Следовательно, в данном примере манипулятор 9 раз столкнулся с ранее неизвестным препятствием, которым являлась

грань препятствия, невидимая для видеокамеры. Это препятствие манипулятор обнаружил имитацией тактильных датчиков.
В случае использования видеосенсорной системы, результат получить значительно быстрее (табл. 2).

Библиографические ссылки

1. Ильин В. А. Интеллектуальные роботы: Теория и алгоритмы / Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1995.
2. Лопатин П. К. Алгоритм управления динамическими системами в неизвестной статической среде // Мехатроника. Автоматизация. Управление. 2007. № 2. С. 9–13.
3. Сафиуллина Н. Ф. Управление манипуляционными роботами в неизвестной среде с использованием разделения областей: выпускная квалификационная работа на соискание степени магистра техники и технологий / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008.
4. Baginski B. Motion Planning for Manipulators with Many Degrees of Freedom – The BB-Method [Electronic resource] : phys. dr dissertation / Munich Technical University, 1998. URL: books.google.ru/books.
5. Burns, B. Exploiting Structure: Guided Approach to Sampling-Based Robot Motion Planning [Electronic resource] : phys. dr dissertation / Graduate School of the University of Massachusetts. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/4209048/4209049/04209602.pdf>, 2007.
6. Chazelle B. Approximation and decomposition of shapes // Algorithmic and Geometric Aspects of Robotics / ed. J. T. Schwartz, C. K. Yap ; Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, NJ, 1987. P. 145–185.
7. Chazelle B. Triangulating a simple polygon in linear time // Discrete Comput. Geom. 1991. № 6(5). P. 485–524.
8. Wavefront Method-Based Local-Path Planning for a Mobile Robot with a Vision System / J.-W. Kwon, D.-H. Yang, D. Chwa, S.-K. Hong // SICE-ICASE Intern. Joint Conf. (18–21 Oct., 2006, Busan). Busan, 2006. P. 1250–1254.
9. Latombe J. C. Robot motion planning. Boston : Kluwer Academic Publishers, 1990.
10. LaValle S. M. Planning Algorithms [Electronic resource]. Cop. 1999–2006. URL: <http://msl.cs.uiuc.edu/planning>.
11. Lopatin P. K. Algorithm of a manipulator movement amidst unknown obstacles // Proc. of the 10th Intern. Conf. on Advanced Robotics (ICAR2001) (22–25th of August, 2001, Hungary). Hungary, 2001. P. 327–331.
12. Meikle S., Yates R., Harris A. Computer Vision Algorithms for Autonomous Mobile Robot Map Building and Path Planning // ITSC'97 : IEEE Conf. on Intelligent Transport. System (9–12 Nov. 1997, Boston). Boston, 1997. P. 99–109.
13. Principles of robot motion: theory, algorithms and implementation / H. Choset [et al.]. Cambr. dge : A Bradford book, 2005.
14. Zhang Y., Zhang L., Zhang X. Mobile Robot Path Planning base on the Hybrid Genetic Algorithm in Unknown Environment // ISDA'08 : VIII Intern. Conf. on Intelligent Systems Design and Applic. (26–28 Nov. 2008, Kaohsiung). Kaohsiung, 2008. P. 661–671.

N. F. Safiullina, P. K. Lopatin

CELL DECOMPOSITION ALGORITHM FOR MANIPULATORS PATH PLANNING

The authors use the well known approach to manipulators path planning in unknown environment, which is reduced to solution of final number path planning tasks in known environment. The new version of cell decomposition algorithm is applied to path planning in known environment in n-dimensional configuration space of generic coordinates. The results of the algorithms implementation are presented.

Keywords: manipulator, cell decomposition algorithm, path planning.

© Сафиуллина Н. Ф., Лопатин П. К., 2012

УДК 621.89.-229.3

Л. В. Строк, В. С. Секацкий, Я. Ю. Пикалов, М. В. Брунгардт

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЗАМКНУТОГО ОСЕВОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА С УЧЕТОМ ШЕРОХОВАТОСТИ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Разработана математическая модель и проведены исследования влияния шероховатости опорных поверхностей на характеристики незамкнутого осевого гидростатического подшипника с дроссельной компенсацией расхода смазки. Показано влияние высоты и шага шероховатости на расходные и нагрузочные характеристики.

Ключевые слова: гидростатические подшипники, математическая модель, шероховатость опорных поверхностей.

Качество конечного изделия зависит от качества проектирования, в частности, от точности и достоверности расчетов основных параметров изделия. Особенно это актуально при проектировании гидростати-

ческих опор (подшипников и направляющих). Традиционные методики расчета гидростатических опор основаны на использовании в качестве исходных параметров их номинальных значений. Однако откло-

нения этих параметров бывают соизмеримы с толщиной несущего слоя смазки, разделяющего опорные поверхности гидростатической опоры, и существенно влияют на выходные характеристики [1–3]. В работе [4] рассмотрено влияние круговой шероховатости поверхностей незамкнутого осевого гидростатического подшипника (ГСП) на характеристики слоя смазки. Данные результаты приемлемы для питания гидростатической опоры смазкой по схеме «насос-карман». Однако в большинстве случаев ГСП работают с дросселями постоянного сопротивления либо с регуляторами расхода смазки.

В данной работе на примере незамкнутого осевого ГСП с центральной несущей камерой при дроссельной компенсации расхода смазки (рис. 1) исследовано влияние круговой шероховатости опорной поверхности на характеристики подшипника. Входное сопротивление дросселя $R_{др}$ при этом изначально рассчитывается по номинальным значениям параметров подшипника.

При нагнетании давления p_n в подшипник подвижная часть 2 поднимается на величину толщины несущего слоя h_0 . Сопротивление дросселя $R_{др}$ как правило рассчитывается исходя из условия $P_{к0} / P_n = 0,5$. Здесь $P_{к0}$ – давление в несущей камере, соответствующее расчетной толщине слоя h_0 при гладких опорных поверхностях, P_n – давление нагнетания смазки.

С учетом шероховатости усредненная толщина несущего слоя будет иметь вид

$$h_i = h_0 + 0,5R_z(1 - \sin x), \quad (1)$$

где $x = \frac{2\pi \cdot m(r_i - r_k)}{r_n - r_k}$, здесь $m = (r_n - r_k) / Sm$ – количество волн шероховатости на опорной перемычке подшипника; Sm – средний шаг шероховатости; R_z – высота шероховатости.

Для большей общности результатов и для сокращения вычислений сравнительное исследование про-

водили в безразмерной форме. В математической модели размерные величины заменяли безразмерными: $P_i = p_i / p_n$ – безразмерный параметр давления; $H_i = h_i / h_0$ – безразмерный параметр толщины несущего слоя; $R_i = r_i / r_n$ – безразмерный параметр радиальных размеров; $RZ = R_z / h_0$ – безразмерный параметр высоты шероховатости; $W = w / (\pi \cdot r_n^2 \cdot p_n)$ – безразмерный параметр несущей способности; $Q = q \cdot \mu / (\pi \cdot h_0^3 \cdot p_n)$ – безразмерный параметр расхода смазки.

Для дальнейших исследований использовали основные характеристики слоя смазки, полученные в [4]:

– толщина несущего слоя смазки:

$$H_i = 1 + 0,5 \cdot RZ \cdot \left(1 - \sin \left[\frac{2\pi \cdot m(R_i - R_k)}{1 - R_k} \right] \right), \quad (2)$$

– расход смазки в слое подшипника

$$Q = -\frac{H_0^3 R_k}{6} \cdot \left[\frac{-3P_k + 4P_1 - P_2}{2\Delta R} \right], \quad (3)$$

– несущую способность гидростатического подшипника, полученную решением с использованием численного метода Симпсона:

$$W = P_k \cdot R_k^2 + \frac{1 - R_k}{3n} \times [P_k + P_n + 2(P_2 + P_4 + \dots + P_{n-2}) + 4(P_1 + P_3 + \dots + P_{n-1})], \quad (4)$$

– уравнение Рейнольдса в конечно-разностном виде:

$$H_i \frac{P_{i+1} - P_{i-1}}{2\Delta R} + R_i \left[H_i \frac{P_{i+1} - 2P_i + P_{i-1}}{\Delta R^2} + 3H_i' \cdot \frac{P_{i+1} - P_{i-1}}{2\Delta R} \right] = 0. \quad (5)$$

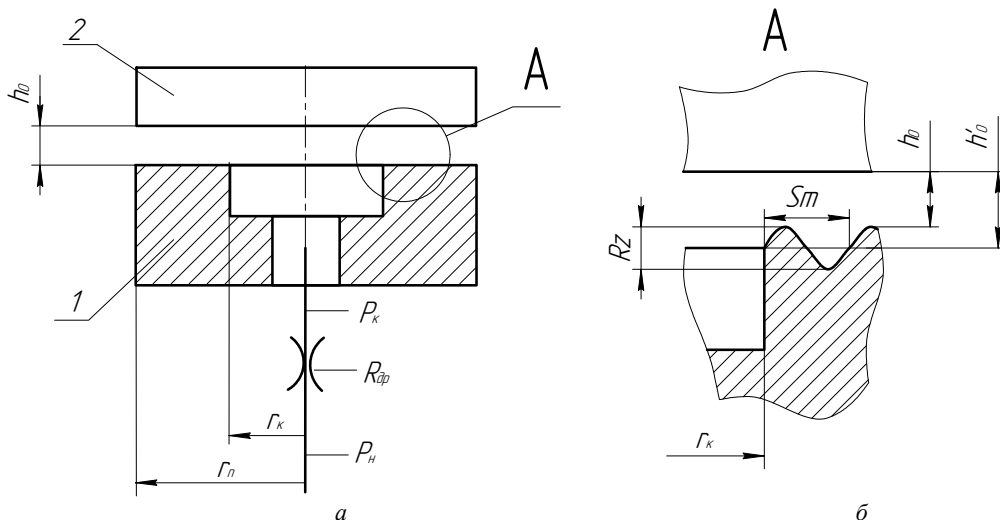


Рис. 1. Гидростатический подшипник:
а – схема подшипника; б – форма опорной поверхности

Особенность решения данной задачи заключается в том, что в гидростатическом подшипнике давление в несущем кармане зависит от величины и направления внешней нагрузки. Текущее значение давления в несущем кармане определяется балансом расходов смазки через слой гидростатического подшипника и через дроссель постоянного сопротивления: $Q_{др} = Q_n$.

Расход через дроссель равен

$$Q_{др} = \frac{1 - P_k}{R_{др}}, \quad (6)$$

где $R_{др} = \frac{(1 - P_{k0}) \cdot \ln R_1}{H_0^3 \cdot P_{k0}}$ – сопротивление дросселя,

которое рассчитывается при проектировании гидростатического подшипника и определяется номинальными параметрами опоры.

Решение системы (5) будет иметь вид

$$P_{i-1} = F_i P_i + V_i, \quad (7)$$

где F_{i+1} , V_{i+1} – рекуррентные формулы для вычисления прогоночных коэффициентов; здесь

$$F_{i+1} = \frac{A}{1 - BF_i}, \quad V_{i+1} = \frac{B \cdot V_i}{1 - BF_i}, \quad (8)$$

где

$$A = \left(\frac{v}{4R_i} + \frac{3(H_{i+1} - H_{i-1})}{8H_i} + \frac{1}{2} \right),$$

$$B = \left(-\frac{v}{4R_i} - \frac{3(H_{i+1} - H_{i-1})}{8H_i} + \frac{1}{2} \right).$$

Учитывая выражения (3) и (6), получим

$$\frac{1 - P_k}{R_{др}} = A_{щ} \cdot (-3 \cdot P_k + 4 \cdot P_1 - P_2), \quad (9)$$

где $A_{щ} = \frac{H_1^3 \cdot R_1}{2 \cdot \Delta R}$.

Решив (9) совместно с (5) для 1-й точки, определим формулы для нахождения первых прогоночных коэффициентов F_1 , и V_1 :

$$F_1 = \frac{b_2 \cdot c_1 - b_1 \cdot c_2}{a_1 \cdot c_2 - a_2 \cdot c_1}, \quad V_1 = \frac{c_2 \cdot d_1}{a_1 \cdot c_2 - a_2 \cdot c_1} \quad (10)$$

где

$$a_1 = -3A_{щ} + \frac{1}{R_{др}}; \quad b_1 = 4A_{щ}; \quad c_1 = -A_{щ}; \quad d_1 = \frac{1}{R_{др}};$$

$$a_2 = \frac{R_1 \cdot H_1}{\Delta R^2} - \frac{H_1}{2\Delta R} - \frac{3 \cdot H_1' \cdot R_1}{2\Delta R}; \quad b_2 = -\frac{2R_1 \cdot H_1}{\Delta R^2};$$

$$c_2 = \frac{R_1 \cdot H_1}{\Delta R^2} + \frac{H_1}{2\Delta R} + \frac{3 \cdot H_1' \cdot R_1}{2\Delta R}.$$

Воспользовавшись вторым граничным условием ($P|_{R=1} = 0$) и известными прогоночными коэффициентами F_i , V_i , обратным ходом при $i = n, n-1, \dots, 2, 1$ найдем недостающие неизвестные значения функции $P_{n-1}, P_{n-2}, \dots, P_1$.

Зная функцию распределения давлений P_i в несущем слое смазки рассматриваемого подшипника, определили несущую способность (4) и расход смазки (3).

Дальнейшее исследование проводили с использованием программной реализации, составленной на языке Object Pascal в среде Delphi.

Для корректного сравнения полученных результатов несущей способности и расхода смазки при различной шероховатости и установления рекомендаций по допустимой шероховатости была определена относительная погрешность расчетов, равная 10^{-6} .

На величину и форму распределения давления в большей степени влияет количество шагов шероховатости. Это объясняется тем, что чем больше количество шагов шероховатости в пределах граничных условий (от P_k до 0), тем меньше перепад давления на каждом шаге (рис. 2). Однако величина шероховатости приводит к снижению давления в несущей камере, а это в свое время приведет к снижению несущей способности подшипника.

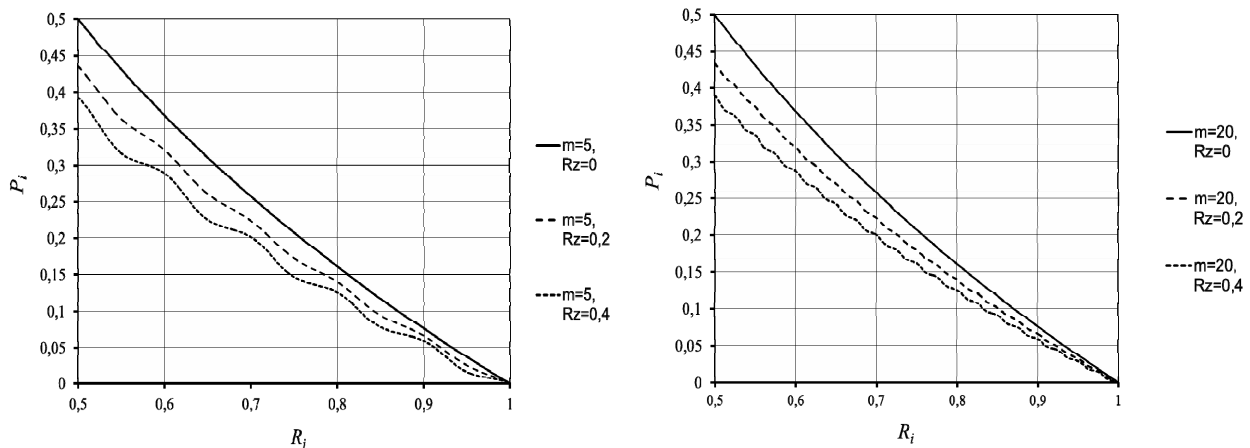


Рис. 2. Графики распределения давления по ширине опорной перемычки

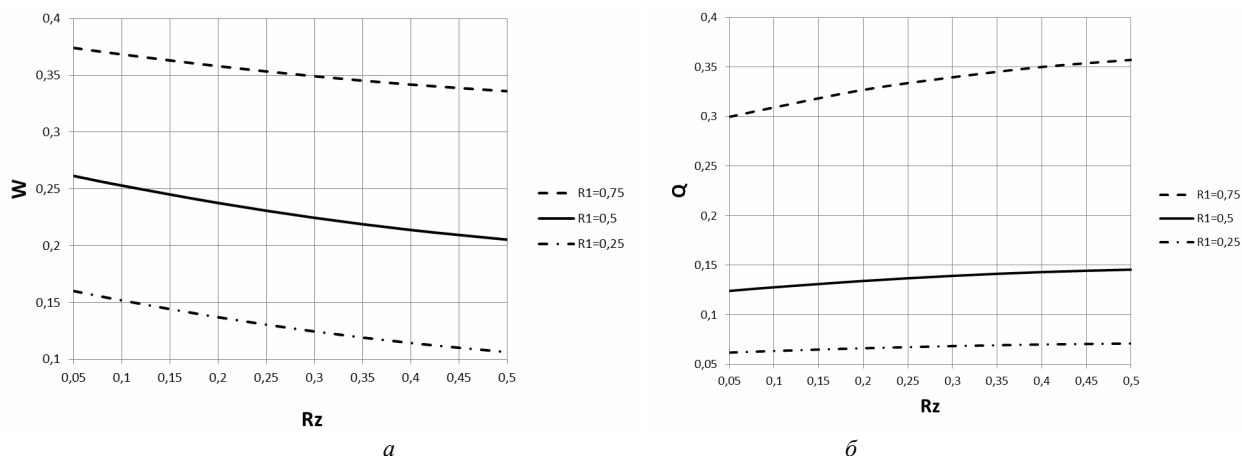


Рис. 3. Влияние шероховатости поверхности на несущую способность (а); расход смазки (б)

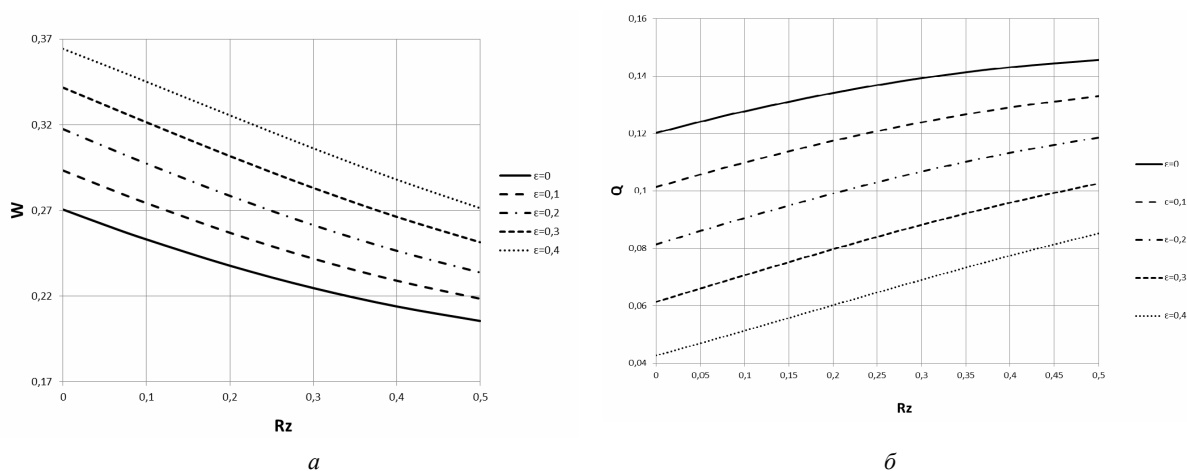


Рис. 4. Влияние шероховатости поверхности на нагрузочные (а) и расходные (б) характеристики подшипника

Расчеты показывают, что при величине шероховатости, равной половине толщины несущего слоя (при $h_0 = 20$ мкм значение шероховатости составит $Ra = 0,25$), несущая способность может отличаться от расчетного значения на 10–13 % в подшипниках с узкими перемычками ($R_1 \geq 0,75$) и на 35–40 % в подшипнике с широкими перемычками ($R_1 \geq 0,25$). Расход смазки при этом увеличивается (рис. 3).

При воздействии на подвижную часть подшипника нагрузки действительная величина зазора изменяется на величину ε :

$$H_0 = 1 - \varepsilon, \quad (11)$$

где ε – смещение подвижной части подшипника под действием нагрузки.

В нагруженных подшипниках влияние шероховатости на нагрузочные и расходные характеристики подшипника аналогично не нагруженным подшипникам (рис. 4).

Полученные зависимости позволяют проводить корректировку несущей способности и расхода смазки в зависимости от шероховатости опорных поверхностей на стадии проектирования гидростатических подшипников.

Библиографические ссылки

1. Касьянова Л. В., Мерзликина Н. В., Секацкий В. С. Назначение классов точности гидростатических подшипников // сб. материалов V Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : в 7 ч. Ч. 4. Красноярск : СФУ, 2009. С. 75–77.
2. Секацкий В. С., Мерзликина Н. В. К вопросу о нагрузочной способности осевых гидростатических подшипников // Перспективные материалы, технологии, конструкции : тез. докл. Всерос. научно-технич. конф. / Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1998. С. 14–17.
3. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. М. Дальского. 5-е изд., испр. М. : Машиностроение-1, 2003.
4. Строк Л. В., Пикалов Я. Ю., Секацкий В. С. Влияние шероховатости опорных поверхностей на характеристики незамкнутого осевого гидростатического подшипника // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. № 13 (39). С. 654–657.

L. V. Strok, V. S. Sekatskiy, Ya. Yu. Pikalov, M. V. Brungardt

CALCULATION OF UNCLOSED AXIAL HYDROSTATIC BEARING CHARACTERISTICS WITH ACCOUNT OF BEARING SURFACE AREA ROUGHNESS

The paper presents mathematical model and results of the research on influence of bearing surface area roughness on characteristics of unclosed axial hydrostatic bearing with flow metering valve compensating the oil flow. The influence of height and step of roughness on flow and load bearing characteristics is described.

Keywords: hydrostatic bearing, mathematical model, roughness of bearing surface area.

© Строк Л. В., Секацкий В. С., Пикалов Я. Ю., Брунгардт М. В., 2012

УДК 004.67

А. С. Таскин, Е. М. Миркес

ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ С КЛАСТЕРИЗАЦИЕЙ ПО ПРИЗНАКУ НА ДАННЫХ С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ

Предложена модификация линейной регрессии, основанная на предварительной кластеризации по значениям признаков. Апробация метода на некоторых базах данных с действительными признаками показала существенно улучшенные результаты, по сравнению с классической линейной регрессией. Для перехода от действительных входных признаков к дискретным применен метод нечетких множеств.

Ключевые слова: анализ данных, линейная регрессия, кластеризация, нечеткие множества.

Задача восстановления данных может считаться одной из наиболее сложных задач в области анализа данных, она требует тщательного исследования исходного набора данных и методов, подходящих для анализа. Следует отметить, что эта задача заведомо некорректна и не может быть решена без дополнительных предположений. В работе речь идет о числовых данных.

Существует множество методов анализа и восстановления данных. Они основаны на различных «технологиях»: деревья регрессии [1; 2], анализ и преобразование (или отбор) входных признаков [3; 4], кластеризация данных [5–7] и др. Выбор метода для решения конкретной задачи зависит прежде всего от характера обрабатываемых данных.

Большое распространение получили линейные методы анализа и восстановления данных. Их широкое применение обусловлено тем, что большое количество реальных процессов в экономике и бизнесе можно с достаточной точностью описать линейными моделями.

Можно выделить два типа восстановления данных: классификация и прогнозирование. Под классификацией будем понимать отнесение объектов (наблюдений, событий) к одному из заранее известных классов. Прогнозирование – это установление функциональной зависимости между зависимыми и независимыми переменными. В данной работе зависимые переменные будем называть «выходными» или «целевыми» признаками, а независимые – «входными». Заметим, что не все методы, пригодные для классификации, способны решать задачу прогнозирования. Однако

результаты прогнозирования всегда можно интерпретировать с позиции классификации.

В работе решается задача прогнозирования для трех различных выборок данных. Несмотря на то, что эти выборки относятся к разным областям, у них есть общие черты: малое количество признаков, очень большое количество объектов и непрерывные шкалы признаков. Рассматривается один из основных линейных методов прогнозирования – линейная регрессия. А также описывается модификация линейной регрессии, основанная на кластеризации данных, которая значительно увеличивает точность прогноза.

Существует множество методов кусочной линейной регрессии (или линейной регрессии с предварительной кластеризацией) – регрессии, в которой обучающее множество разбивается на подмножества, для каждого из которых строится своя линейная регрессия [5–8]. Эти методы различаются способом деления обучающего множества на подмножества. Существуют два разных подхода – разделение на непересекающиеся подмножества и разделение на перекрывающиеся подмножества. Для сравнения из всего многообразия методов было отобрано несколько.

Одним из наиболее известных методов разбиения обучающего множества на непересекающиеся подмножества является метод, основанный на методе кластеризации k -Means. Строится k классов, для каждого из которых описываются свое уравнение линейной регрессии.

Метод двойной регрессии является еще одним ярким представителем методов, разбивающих обучающее множество на непересекающиеся подмножества.

Его ключевое отличие от метода, основанного на k -Means, состоит в том, что разбиваются множества на подмножества не на основе расположения точек в исходном пространстве, а на основе вычисления некоторой функции. Суть метода состоит в следующем. На всем обучающем множестве строится линейная регрессия. Далее все точки упорядочиваются по возрастанию вычисленного значения целевого признака. Множество вычисленных значений целевого признака разбивается на k интервалов. На основе точек обучающего множества, попавших в каждый из интервалов, в каждом интервале строится своя линейная регрессия.

Крайним случаем по степени дробления обучающего множества является метод локальной линейной регрессии, основанный на kNN (k ближайших соседей, см., например, [9; 10]). Идея метода состоит в том, что для каждой проверяемой точки определяются k ближайших к ней точек. На основе отобранных точек строится уравнение регрессии, которое используется для вычисления значения целевого признака в проверяемой точке.

Пусть для некоторой задачи имеется таблица данных A размерностью $N \times M$, где N – число объектов наблюдения, M – число признаков объектов (рис. 1). Таблица данных A не содержит пробелов.

	Признак 1	Признак 2	...	Признак M
Объект 1				
Объект 2				
...				
Объект N				

Рис. 1. Структура таблицы «объект – признак»

Строка таблицы является формализованным описанием некоторого объекта наблюдения. Каждый столбец таблицы – это некоторое свойство описываемых объектов.

Существуют различные типы шкал признаков [11; 12]. В данной работе рассматриваются задачи с признаками в непрерывной и номинальной шкалах. Необходимо определить линейную функциональную зависимость одних признаков (целевых или выходных) от других (входных). Причем для каждого выходного признака осуществляется поиск зависимости только от входных признаков.

Пусть имеется объект O для этой же задачи с полностью известными входными и выходными признаками. Требуется предоставить прогноз значений выходных признаков объекта O , используя таблицу A и входные признаки объекта O , а также оценить, насколько предложенные прогнозы отличаются от истинных значений.

Линейная регрессия. Одним из самых популярных и, в некотором смысле, естественным линейным методом прогнозирования является линейная регрессия. Линейная регрессия – это метод, позволяющий аппроксимировать зависимость между несколькими

входными и одной выходной переменной. Модель линейной регрессии описывается гиперплоскостью.

Запишем уравнение регрессии [13]:

$$Y = \sum_{k=1}^M b_k x_k + b_0.$$

Коэффициенты уравнения линейной регрессии подбираются так, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонения реальных точек данных от этой гиперплоскости вдоль оси целевого (вычисляемого) признака. Найдем коэффициенты $X = \{b_0, b_1, \dots, b_N\}$ из условия минимума функции невязки:

$$\varphi(\bar{b}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y}_i)^2 \rightarrow \min,$$

где Y_i – вычисленное значение точки x^i , $\bar{Y}_i$ – истинное значение точки x^i .

Пусть целевой вектор имеет вид $O^i : \{o_1^i, \dots, o_N^i\}$ и содержит пробел $o_j^i = @$.

Тогда

$$o_j^i = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^M b_k o_k^i + b_0.$$

что и будет его прогнозом значением.

Линейная регрессия с предварительной кластеризацией. Чаще всего при анализе данных они представляются как облако точек в M -мерном пространстве (M – количество признаков), а их координаты задаются значениями соответствующего признака. При таком подходе естественной является кластеризация на основе взаимного расположения точек-объектов в пространстве. При этом кластеры формируются на основе сгущений точек. Однако в данной работе предлагается принципиально другая процедура выделения кластеров [8].

Для выделения кластеров необходимо в первую очередь выбрать признаки, и по их значениям разделить выборку на кластеры – в один кластер попадут объекты с одинаковым значением данного признака. Такие признаки должны обладать следующими свойствами:

- дискретностью значений;
- небольшим количеством значений.

Эти требования соотносятся с тем, что кластеров, полученных по значениям одного признака, не должно быть слишком много, иначе количество объектов, им принадлежащих, будет мало, что может негативно сказаться на точности прогноза.

Полученные кластеры пересекаются. Иными словами, объект может входить в несколько кластеров одновременно. После того, как для текущего объекта определены кластеры, которым он принадлежит, требуется найти «лучший» из них – тот, по которому далее будет проводиться восстановление данных.

Для этого на каждом кластере проводится тест обучающего множества и фиксируется ошибка прогнозирования выходного признака. Оценкой кластера является относительная ошибка прогнозирования его выходного признака:

$$e^p = \frac{\sum_{i=1}^N |a_i - p_i|}{\sum_{k=1}^N a_k} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где a_i – истинное значение целевого признака i -го объекта, p_i – прогнозное значение целевого признака i -го объекта.

Переход к бинарным признакам. Для перехода от непрерывного признака к набору бинарных признаков применялся подход, основанный на нечеткой классификации и нечетких множествах [5]. Для подбора оптимального числа нечетких классов, нечеткая классификация проводилась на разное число классов.

Определим требования к нечеткой классификации. Пусть необходимо построить k нечетких классов.

Дан непрерывный признак X , принимающий n значений. Построим нечеткий классификатор этого признака на k нечетких классов. Носителем i -го нечеткого класса будем называть интервал $M_i = [a_i, a_{i+1}]$ (рис. 2). Сами нечеткие множества будем обозначать так же, как их носитель. При этом объект со значением признака X равным x , принадлежит i -му нечеткому классу, если $x \in M_i$. Назовем нечеткие множества M_i и M_j соседними, если их номера отличаются на единицу.

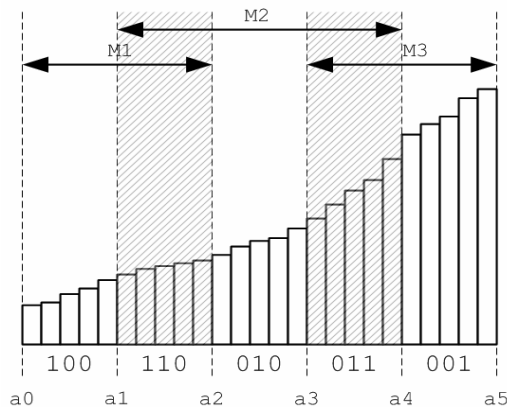


Рис. 2. Переход к бинарным признакам

Определим требования к нечетким классам:

1. Нечеткие классы должны покрывать все множество X : $X \subseteq \bigcup_{i=1}^k M_i$.

2. Носители соседних нечетких классов должны пересекаться: $M_i \cap M_{i+1} \neq \emptyset$.

3. Носители несоседних нечетких классов не пересекаются: $M_i \cap M_j = \emptyset, \forall (i, j) : |i-j| > 1$.

4. Носитель каждого нечеткого множества имеет фрагмент, не принадлежащий соседним множествам: $(M_i \cap M_{i-1}) \cup (M_i \cap M_{i+1}) \neq M_i$.

5. Носители всех нечетких классов должны содержать приблизительно одинаковое число точек множества X .

Для построения носителей нечетких множеств, удовлетворяющих предъявленным требованиям, проведем следующую процедуру.

1. Упорядочим значения признака X по возрастанию значений, получим множество $X = \{x_i, i = 1, \dots, n, x_i \leq x_{i+1}\}$.

2. Определим $2k$ точек z_i , разбивающих множество X на подмножества равной мощности. Мощность каждого подмножества будет равна

$$r = \frac{n}{2k-1}.$$

Значения точек z_i определим следующим образом:

$$z_1 = x_1; \quad z_{2k} = x_n; \quad z_i = \frac{x_{(i-1)r} + x_{(i-1)r+1}}{2}, i = 2, \dots, 2k-1.$$

3. Дополним множество точек z_i двумя крайними точками, для учета возможного появления значений, выходящих за границы интервала: $z_0 = 2z_1 - z_2$ и $z_{2k+1} = 2z_{2k} - z_{2k-1}$.

4. Определим границы интервала носителя каждого нечеткого множества:

$$a_i = z_{2i-2}.$$

Тестирование проводилось на трех базах данных: «Ископаемый уголь», «Шаттл» [14], «Fried» [15] (табл. 1). База данных «Ископаемый уголь» предоставлена компанией «Weatherford Laboratories». Она описывает зависимость химического состава образцов ископаемого угля от их физических характеристик.

Сравниваются методы:

- классическая линейная регрессия;
- линейная регрессия с кластеризацией по значениям признаков;
- линейная регрессия с кластеризацией методом k -Means;
- линейная регрессия с кластеризацией методом kNN ;
- двойная линейная регрессия.

Оценивается влияние наличия порожденных бинарных признаков среди входных признаков выборки. Основным критерий для сравнения методов – относительная ошибка прогнозирования (1).

Таблица 1

Тестовые базы данных

База данных	Количество объектов	Количество признаков	Количество выходных признаков
Ископаемый уголь	6 504	12	9
Шаттл	58 000	10	1
Fried	40 768	11	1

Выходной признак базы данных «Шаттл» имеет дискретную шкалу и всего семь различных значений. Поэтому для нее помимо ошибки прогнозирования рассчитывается и ошибка классификации. Ошибка классификации – это доля «промахов» при определении классов значений. Считается, что класс значения некоторого признака определен верно, если предсказанное значение ближе к истинному значению, чем к любому другому значению из множества возможных дискретных значений этого признака.

Обозначим множество значений признака: $F: \{f_1 \dots f_k\}$; истинное значение целевого признака i -го объекта: $a_i \in F$; прогнозное значение целевого признака i -го объекта: p_i . Определим ошибку классификации:

$$e^c = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i \right) \cdot 100 \%,$$

$$z_i = \begin{cases} 0, & \text{при } |p_i - a_i| < |f_j - a_i|, \forall f_j \neq a_i, \\ 1, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Тестирование методов осуществляется на тестовом множестве: выборка делится на две части – тестовое множество и обучающее множество. Какой объект попадет в тестовое множество, а какой – в обучающее, определялось случайным образом. Для базы данных «Шаттл» выборка была разделена изначально.

По обучающему множеству строится модель данных и с помощью этой модели рассчитываются прогнозы для каждого объекта тестового множества.

В данной работе тестовое множество содержит 25 % объектов выборки, а обучающее множество – 75 %. Поскольку базы данных имеют довольно большое количество объектов, нет необходимости в многократном повторении экспериментов с различными разбиениями.

Исследуется зависимость качества прогноза линейной регрессии с кластеризацией по признаку

от количества порождаемых бинарных признаков. Каждый входной признак выборки порождает 3, 5, 7 или 9 бинарных признаков. Действительные и бинарные признаки используются совместно. Также оценивается влияние количества порожденных бинарных признаков.

Результаты вычислительных экспериментов представлены в табл. 2, 3.

На базе данных «Ископаемый уголь» предложенные модификации линейной регрессии оказывают положительное влияние на результаты прогнозирования для всех целевых признаков выборки. Для одних признаков это влияние выражено сильнее (влажность, кислород), для других – слабее (связанный углерод, зола). В целом наилучший результат получен при использовании линейной регрессии с кластеризацией по признаку.

На базе данных «Шаттл» предложенные модификации очень эффективны: добавление бинарных признаков снизило ошибку классификации с 34,95 до 7,41 %. А применение кластеризации позволило снизить ошибку классификации практически до нуля – достигнута точность 99,87 %. По ошибке прогнозирования наибольшая точность достигнута при использовании семи нечетких классов для линейной регрессии с кластеризацией, и девяти – для классической линейной регрессии.

Если рассматривать все результаты в целом, то линейная регрессия с кластеризацией по значению признака чаще всего (хоть и не всегда) показывает наилучший результат среди рассмотренных методов.

Гибридные или комбинированные методы зачастую оказываются алгоритмически сложнее базовых. Поэтому их применение оправдано только при существенном повышении точности результатов. Мера существенности зависит от задачи. Например, для постановки медицинского диагноза прирост точности прогноза всего на 1–2 % имеет большое значение.

Таблица 2

База данных «Ископаемый уголь». Ошибка прогнозирования (%)

	Влажность	Летучее вещество	Связанный углерод	Зола	Водород	Углерод	Азот	Кислород	Сера
ЛР	68,65	13,13	12,43	25,86	2,64	12,29	19,75	41,88	62,44
ЛР{3}	51,08	10,75	11,05	23,94	2,01	10,11	17,26	31,97	57,81
ЛР{5}	48,03	10,32	10,94	23,89	1,88	9,65	16,48	29,82	57,90
ЛР{7}	44,50	9,78	10,78	23,71	1,74	9,34	15,87	28,11	57,13
ЛР{9}	44,27	9,69	10,87	23,94	1,73	9,40	16,10	28,25	57,62
ЛРК{3}	48,17	9,68	10,20	23,70	1,39	9,10	16,25	29,97	55,27
ЛРК{5}	39,78	9,24	10,12	23,54	1,43	8,90	15,58	26,61	54,17
ЛРК{7}	39,14	9,29	10,14	23,13	1,42	8,75	15,35	26,76	54,40
ЛРК{9}	41,24	9,28	10,01	23,26	1,42	8,76	15,33	27,00	54,29
Двойная ЛР*	38,38	10,53	11,17	25,36	1,44	10,64	18,72	29,31	62,54
k-Means ЛР*	58,24	11,98	11,02	23,68	2,13	10,78	18,28	35,60	55,13
kNN ЛР*	45,94	10,21	10,32	22,72	1,66	9,47	16,52	30,00	53,86

Примечание: *при оптимальном количестве кластеров (объектов в кластере для kNN); ЛР – классическая линейная регрессия; ЛРК – линейная регрессия с кластеризацией по признаку; двойная ЛР – двойная линейная регрессия; k-Means ЛР – линейная регрессия с кластеризацией методом k-Means; kNN ЛР – линейная регрессия с кластеризацией методом kNN; в фигурных скобках обозначено количество бинарных признаков, порождаемых из одного действительного.

Базы данных «Шаттл», «Fried». Ошибки прогнозирования (%) и классификации (%)

	База данных «Шаттл»		База данных «Fried»
	Ошибка прогнозирования, %	Ошибка классификации, %	Ошибка прогнозирования, %
ЛР	29,58	34,95	14,21
ЛР{3}	17,96	16,32	10,27
ЛР{5}	16,31	11,32	9,86
ЛР{7}	12,50	8,92	9,80
ЛР{9}	11,34	7,41	9,73
ЛРК{3}	4,88	4,32	9,07
ЛРК{5}	2,78	2,33	7,68
ЛРК{7}	0,79	0,30	7,28
ЛРК{9}	0,92	0,13	7,08
Двойная ЛР*	9,64	9,63	13,55
k-Means ЛР*	3,80	3,60	9,99
kNN ЛР*	0,58	0,55	7,67

Примечание: * при оптимальном количестве кластеров (объектов в кластере для kNN).

В данной работе были предложены модификации линейной регрессии, основанные на порождении бинарных признаков и кластеризации. Рассмотренные методы протестированы на 3-х различных базах данных. На всех базах предварительная кластеризация по значениям признаков повысила результаты линейной регрессии на каждом целевом признаке. На одних признаках произошло значительное повышение точности прогноза (до 30 %), на других – почти не заметное.

Предложена и успешно применена технология порождения бинарных признаков из действительных признаков с непрерывной шкалой, основанная на теории нечетких множеств. Совместное использование исходных действительных и порожденных бинарных признаков позволило существенно повысить качество прогноза линейной регрессии. А применение кластеризации данных по бинарным признакам дало еще больший прирост точности.

Результаты прогнозирования чувствительны к количеству порожденных бинарных признаков. Однако последовательное увеличение количества бинарных признаков дает все меньший прирост точности, а для метода, использующего кластеризацию по значению признака – постепенно приводит к ее падению.

Библиографические ссылки

1. Gey S., Nédélec E. Model selection for CART regression trees // IEEE Trans. Inf. Theory. 2005. № 51. P. 658–670.
2. Breiman L., Friedman J., Olshen R., Stone C. Classification and Regression Trees. Wadsworth : Belmont, 1984.
3. Aydin T., Giivenir H. A. Regression by Selecting Appropriate Features // Proceedings of TAINN'2000 (June 21–23, 2000, Izmir). 2000. P. 73–82.
4. Bair E., Hasle H., Debashis P., Tibshirani R. Prediction by supervised principal components // J Am Stat Assoc. 2006. Vol. 101 (119). P. 119–137.

5. Hierarchical Cluster-based Partial Least Squares Regression (HC-PLSR) is an efficient tool for metamodeling of nonlinear dynamic models / K. Tondel, U. Indahl, A. Gjuvslund et al. // BMC Systems Biology. 2011. Vol. 5(90).

6. Cyclosporine concentration prediction using clustering and support vector regression methods / G. Camps-Valls et al. // Electronic Letters. 2002. Vol. 38(12). P. 568–570.

7. Ari B., Guvenir H. A. Clustered linear regression // Knowledge-Based Systems. 2002. Vol. 15(3). P. 169–175.

8. Таскин А. С., Неволлина С. С. Применение предварительной кластеризации при заполнении пробелов в таблицах данных // Молодежь и современные информационные технологии : сб. тр. VIII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (3–5 марта 2010, г. Томск). Ч. 1. Томск : СПб Графика, 2010. С. 223–224.

9. Abidin T., Perrizo W. SMART-TV: A Fast and Scalable Nearest Neighbor Based Classifier for Data Mining // Proceedings of ACM SAC-06 (April 23–27, 2006, Dijon). New York : ACM Press, 2006. P. 536–540.

10. Zhang J., Mani I. kNN approach to unbalanced data distributions: A case study involving Information Extraction // Workshop on learning from imbalanced datasets II, ICML. Washington, 2003.

11. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. М. : Финансы и статистика, 1983.

12. Орлов А. И. Прикладная статистика. М. : Экзамен, 2004.

13. Дрейпер Н. Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М. : Вильямс, 2007.

14. UCI Machine Learning Repository [Electronic resource]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml>.

15. Bilkent University. Function Approximation Repository [Electronic resource]. URL: <http://funapp.cs.bilkent.edu.tr>.

CLUSTERED BY FEATURE LINEAR REGRESSION ON DATA WITH REAL VALUE

The authors offer a linear regression modification, based on preset clustering by char. value. Approbation of this method with some real-valued features databases showed highly better results, in comparison with the classical linear regression. The fuzzy sets method was applied to generate discrete features from the real ones.

Keywords: data mining, linear regression, clustering, fuzzy sets.

© Таскин А. С., Миркес Е. М., 2012

УДК 621.391.825

В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев, В. Г. Коннов, А. Н. Фомин

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕКТОРА СПЕКТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ПО КРИТЕРИЮ ОТНОШЕНИЯ ПРАВДОПОДОБИЯ

Рассмотрена пространственная обработка сигнала в навигационной аппаратуре потребителя спутниковых радионавигационных систем для повышения ее помехоустойчивости. Приведен расчет оптимального весового коэффициента фазированной антенной решетки на основе критерия максимума правдоподобия.

Ключевые слова: навигационная аппаратура потребителей, помехоустойчивость, фазированные антенные решетки, весовой коэффициент.

Радиоприемная аппаратура спутниковых радионавигационных систем, как и любая другая радиоаппаратура, подвержена воздействию радиопомех естественного и искусственного происхождения. Исследованию направления повышения защиты от радиопомех посвящено множество работ как в отечественной, так и в зарубежной печати. Для реальных условий в последние несколько десятилетий специалистами разных стран разработано множество методов и устройств адаптации к сигнально-помеховой обстановке. Однако накопленные к настоящему времени достижения теории в существующих средствах навигации реализованы далеко не полностью. При достаточно большом разнообразии практически используемых систем защиты большинство из них по структуре и (или) параметрам отличаются от теоретически оптимальных для соответствующих условий. К настоящему времени в радиолокации и навигации с появлением и бурным развитием цифровой элементной базы (программируемых логических интегральных схем, сигнальных процессоров и др.) положение радикально изменилось. Появилась реальная возможность создавать не только надежные, высокоточные, экономичные и малогабаритные цифровые эквиваленты существующих аналоговых систем защиты от помех, но и принципиально новые системы с теоретически существенно более высокой эффективностью.

Наиболее перспективными в настоящее время признаются методы борьбы с помехами на основе пространственной селекции, обеспечиваемой при помощи многоэлементных фазированных антенных решеток (ФАР) [1; 2].

Пространственная селекция сигналов и активных помех основана на использовании отличий в угловых направлениях их воздействия на приемную аппаратуру. В результате пространственной селекции обеспечивается защита от активных помех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны (ДНА).

ФАР с цифровой реализацией ДНА обеспечивает ее формирование с нулями в направлении помехи и максимумами в направлении на навигационный космический аппарат (НКА). Поскольку весовые коэффициенты для формирования ДНА рассчитываются в программной части, имеется возможность применения различных алгоритмов определения коэффициентов и, соответственно, ДНА в зависимости от поставленной задачи и условий функционирования [3].

Формирование максимумов ДНА в направлении на источник сигнала повышает отношение сигнал/помеха, что повышает помехоустойчивость, а общий рост чувствительности обеспечивает прием НКА в сложных условиях, например, в лесу.

В ФАР можно сравнительно просто реализовать специальные виды амплитудно-фазового распределения (АФР) в раскрыве и применять различные методы обработки сигналов, принятых отдельными излучателями антенны. Это позволяет получать низкие уровни боковых лепестков ДНА, извлекать больше информации из приходящих к антенне радиоволн от различных источников, использовать адаптивные алгоритмы оптимальной пространственно-временной фильтрации сигналов на фоне помех, что в целом улучшает характеристики навигационной аппаратуры потребителя.

Наиболее сложной операцией оптимального многоканального обнаружителя является оценка корреляционной матрицы помех, ее обращение и вычисление весового вектора, но с помощью схемы M -элементной ФАР этот процесс можно реализовать (см. рисунок). Вместе с тем именно обратная корреляционная матрица помех содержит всю информацию об угловых положениях источников помех и излучаемой ими спектральной плотности мощности помехи.

Рассмотрим вычисление весового вектора на основе критерия максимума правдоподобия.

Принятый сигнал в общем случае описывается векторной функцией, учитывающей его значения во времени и пространстве.

Помеховые колебания воздействуют в каждом из каналов дискретной приемной аппаратуры, поэтому их будем описывать вектором столбцом:

$$n(t) = \|n_1(t), n_2(t), n_3(t) \dots n_M(t)\|^T, \quad (1)$$

где M – число элементов приемной аппаратуры.

При выделении полезного сигнала на фоне помех используются различия между ними. Математически эти различия лучше учитывать зависимостью сигналов и помех от параметров, которые могут быть пространственными, временными и частотными.

С учетом сказанного, принимаемое колебание, в общем случае, представим в виде выражения

$$y(t) = x(t, \alpha, \beta) + n(t, v), \quad (2)$$

где $x(t, \alpha, \beta)$ – вектор принимаемого полезного сигнала с параметрами α и β ; α – вектор информативных параметров (фаза, время задержки, частота Доплера и т. д); β – вектор неинформативных параметров, вызванных

флюктуациями сигнала; $n(t, v)$ – вектор помеховых колебаний; v – вектор параметров помехи.

Относительно помехи будем полагать, что она представляет собой векторный случайный стационарный процесс.

Нормальный закон распределения помеховых колебаний в большинстве случаев физически оправдан, поскольку в сравнительно узкополосных частотных трактах приемников помеха нормализуется.

Тогда можно записать:

$$P_n(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp(-y^2 / 2\sigma^2), \quad (3)$$

где σ^2 – дисперсия помехи.

Полагаем, что сигнал и помеха воздействуют на вход многоканальной M -элементной ФАР, расположенной в одном или нескольких пунктах приема. Снимаемая с выходов M -элементной ФАР совокупность напряжений описывается функцией времени $y_1(t), y_2(t), \dots, y_M(t)$ и образуют вектор-столбец $y(t) = \|y_1(t), y_2(t), y_3(t) \dots y_M(t)\|^T$. При этом одноканальный прием ($M = 1$) рассматривается как частный случай многоканального.

Дискретизацию принимаемых колебаний, в том числе и помеховых, можно производить на радио- и видеочастоте.

Дискретизация на радиочастоте обычно осуществляется с целью упрощения закона распределения помехи. В этом смысле такая дискретизация представляет собой своеобразный математический прием, облегчающий задачу синтеза аналоговых устройств обработки. При пониженной радиочастоте эта дискретизация имеет также целевое назначение при синтезе устройств дискретной (цифровой) обработки.

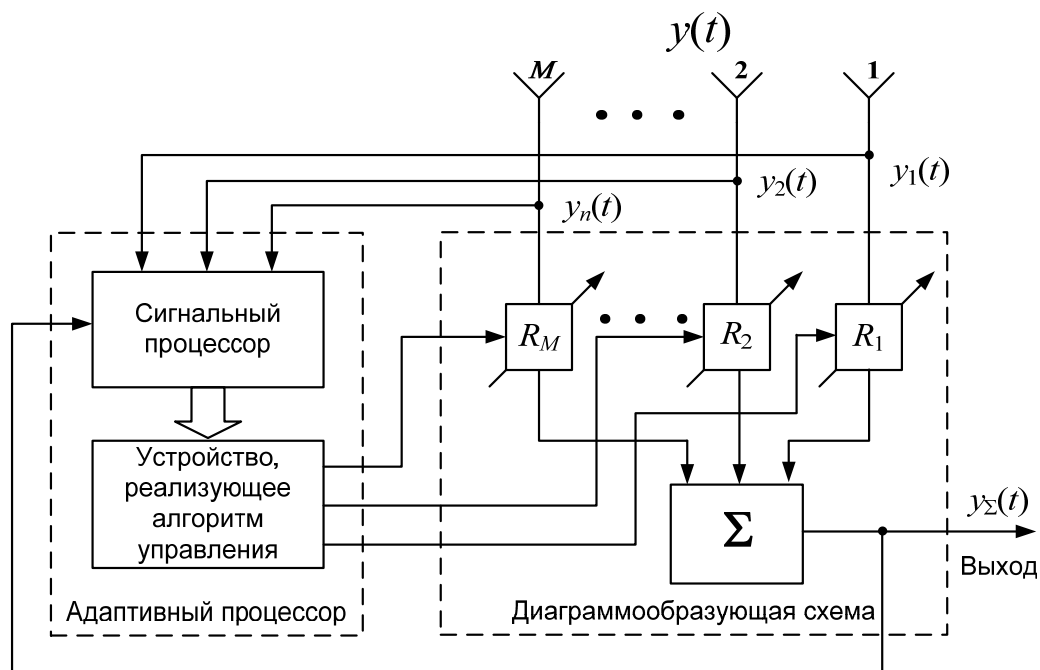


Схема M -элементной ФАР

Особенностью дискретизации на радиочастоте f_0 является относительно малый интервал дискретизации Δt , равный примерно половине периода радиочастотного заполнения $T_0 = 1/f_0$, т. е. $\Delta t \approx 1/2f_0 = T_0/2$. Дискретные значения радиопомехи y_i являются случайными числами, которые удобно представить в виде вектора столбца $y = \|y(i\Delta t)\| = \|y(i)\|$, $i = \overline{1, L}$, где L определяет длину интервала наблюдения T , а именно: $L = T/\Delta t$.

В случае многоканального приема вектор принимаемых колебаний записывается в следующем виде: $\dot{Y} = \|y_i(t)\| = \|y_k^i\|$, элементами вектора являются значения функции $y_i(t)$ в дискретные моменты времени $t_k = k\Delta t$, $k = \overline{1, L}$. Общее количество дискрет составит $m = ML$. Пронумеровав эти дискреты от 1 до m , принимаемому колебанию ФАР будет соответствовать многомерная плотность распределения, представленная следующим выражением:

$$P_n(\dot{Y}\dot{Y}^*) = (4\pi)^{-m} |\Phi^{-1}| \exp(-\dot{Y}^{*T} \Phi^{-1} \dot{Y} / 2), \quad (4)$$

где

$$\dot{Y} = \|\dot{Y}_l\|, \quad l = 1, m \quad \Phi = \|\Phi_{ik}\| = M \|\dot{Y}_i \dot{Y}_k^* / 2\|. \quad (5)$$

Необходимую для расчета отношения правдоподобия условную плотность вероятности $P_{cn}(\dot{Y}\dot{Y}^*)$ можно получить по известной плотности вероятности $P_n(\dot{Y}\dot{Y}^*)$. При наличии сигнала выборка Y характеризуется ненулевым математическим ожиданием:

$$M(Y) = M[X(\alpha)] + M[n(v)] = M[X(\alpha)] = X(\alpha).$$

В этом случае каждая дискрета y_i выборки Y получает приращение $x_i(\alpha)$, а само распределение $P_{cn}(\dot{Y}\dot{Y}^*)$ смещается на величину математического ожидания $X(\alpha)$.

В результате имеем

$$P_{cn}(\dot{Y}\dot{Y}^*) = P_n[\dot{Y} - \dot{X}(\alpha), \dot{Y}^* - \dot{X}^*(\alpha)]. \quad (7)$$

Составляя логарифм отношения правдоподобия $\ln l = \ln[P_{cn}(\dot{Y}\dot{Y}^*) / P_n(\dot{Y}\dot{Y}^*)]$ и подставляя в него (4) и (6) получаем

$$\begin{aligned} \ln l(\alpha) = & -[\dot{Y} - \dot{X}(\alpha)]^{*T} \Phi^{-1} [\dot{Y} - \dot{X}(\alpha)] / 2 + \\ & + \dot{Y}^{*T} \Phi^{-1} \dot{Y} / 2 = \dot{Y}^{*T} \Phi^{-1} \dot{X}(\alpha) / 2 + \\ & + \dot{X}(\alpha)^{*T} \Phi^{-1} \dot{Y} / 2 - \dot{X}(\alpha)^{*T} \Phi^{-1} \dot{X}(\alpha) / 2. \end{aligned} \quad (8)$$

В этом выражении первые два слагаемые образуют сумму комплексно-сопряженных величин. После транспонирования и комплексного сопряжения первого слагаемого последнее приводится к виду $\dot{X}(\alpha)^{*T} \Phi^{-1} \dot{Y} / 2$. При этом было учтено свойство эрмитовости обратной матрицы Φ^{-1} , а именно $(\Phi^{-1})^{*T} = \Phi^{-1}$. В результате сумма первых двух слагаемых (8) будет равна

$$\zeta = \operatorname{Re} \dot{Z}(\alpha), \quad (9)$$

где

$$\dot{Z}(\alpha) = \dot{Z} = \dot{X}(\alpha)^{*T} \Phi^{-1} \dot{Y} = \dot{Y}^T (\Phi^{-1})^* \dot{X}^*(\alpha). \quad (10)$$

Вводя обозначение

$$q^2(\alpha) = \dot{X}(\alpha)^{*T} \Phi^{-1} \dot{X}(\alpha) / 2,$$

соотношение (8) окончательно можно записать в виде

$$\ln l(\alpha) = \zeta(\alpha) - q^2(\alpha) / 2.$$

Первое слагаемое в (12) представляет собой реальную часть комплексной весовой суммы:

$$\dot{Z}(\alpha) = \sum_{i,k} \dot{Y}_i (\Phi^{-1})_{ik}^* \dot{X}_k^*(\alpha),$$

зависящей от дискреты принимаемого колебания y . Параметр $q^2(\alpha)$ в (12) по своей природе является чисто вещественным и непосредственно от принимаемой реализации не зависит. Он пропорционален энергии полезного сигнала на входе устройства обработки.

Из сказанного следует, что отношение правдоподобия и его логарифм в первую очередь определяется весовой суммой $\zeta = \operatorname{Re} \dot{Z}(\alpha)$, вычисление которой определяет первый и главный этап обработки принимаемого колебания y . По весовой сумме $\zeta(\alpha)$ вычисляются те существенные операции, которые необходимы для извлечения из принимаемой реализации y всей информации о параметрах принятого сигнала. Поэтому $\zeta(\alpha)$ наряду с $\ln l(\alpha)$ также является достаточной статистикой. Вычисление комплексной весовой суммы предусматривает предварительное формирование весового вектора:

$$\dot{R}(\alpha) = \Phi^{-1} \dot{X}(\alpha). \quad (14)$$

с последующим образованием m -элементной весовой суммы

$$\dot{Z}(\alpha) = \dot{Y}^T \dot{R}^*(\alpha) = \sum_i \dot{Y}_i \dot{R}_i^*. \quad (15)$$

Данное выражение является откликом адаптивной ФАР. Если рассматривать другие критерии эффективности, такие как отношение сигнал-шум, минимальной средней квадратической ошибки, минимум дисперсии шума и другие, то полученные результаты по поиску оптимального весового вектора отличаются лишь постоянным множителем.

Таким образом, получено аналитическое выражение для вычисления весового вектора ФАР, а тот факт, что все решения для оптимального весового вектора в адаптивных ФАР при использовании различных критериев эффективности сводятся (с точностью до постоянного множителя) к винеровскому решению, выбор критерия эффективности принципиального значения не имеет. Более важным является выбор алгоритма управления, предназначенного для постройки ДНА, поскольку он непосредственно влияет на скорость переходного процесса и на сложность технической реализации системы в целом.

Библиографические ссылки

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2010.
2. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич и др. М.: Радио и связь, 1993.
3. Тяпкин В. Н., Лубкин И. А. Использование рекуррентных адаптивных алгоритмов для решения задачи подавления активно-шумовых помех в системах спутниковой связи // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 2 (28). С. 39–43.

V. N. Tyapkin, D. D. Dmitriev, V. G. Konnov, A. N. Fomin

METHOD OF DETERMINATION OF SPECTRUM FACTORS VECTOR DUE TO LIKELIHOOD RATIO CRITERION

The authors consider spatial signal processing in consumer navigation equipment of satellite navigation systems for to improve its noise immunity. The calculations of the optimal weight ratio of phased-array antenna, based on maximum likelihood criterion, are presented.

Keywords: consumer navigation equipment, noise immunity, phased-array antenna, weight ratio.

© Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д., Коннов В. Г., Фомин А. Н., 2012

УДК 314.7:51

Е. Ю. Федорова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Проведен статистический анализ данных по миграции населения в Красноярском крае за период с января 1998 г. по август 2010 г. Построены уравнения на основе регрессионного, авторегрессионного анализа и моделирования периодических колебаний.

Ключевые слова: миграция, прогнозирование, регрессия, авторегрессия, периодические колебания.

Прогнозирование изменения численности населения является важнейшей задачей демографии, так как численность населения влияет на экономическое развитие как региона, так и страны в целом. Росстат при расчете прогнозов численности населения, миграционного прироста, продолжительности жизни и других показателей применяет компонентный метод (возрастных передвижек) [1, с. 495–496]. Данный метод использует показатели только текущего расчетного периода, что не обеспечивает точность прогноза, а только определяет тенденцию, исходя из ситуации, сложившейся в текущем периоде. Но для того чтобы проводить краткосрочные и долгосрочные экономические расчеты, осуществлять планирование инвестиций, развивать те или иные экономические и социальные сферы регионов страны, необходимо прогноз численности населения осуществлять как можно точнее.

Миграция населения является одним из основных факторов динамики численности и структуры населения России и отдельных ее регионов. Правительство РФ выделяет в Концепции демографического развития РФ на период до 2015 г. [2] следующие основные задачи в области миграции и расселения:

- регулирование миграционных потоков в целях создания действенных механизмов замещения естественной убыли населения Российской Федерации;
- повышение эффективности использования миграционных потоков путем достижения соответствия их объемов, направлений и состава интересам социально-экономического развития Российской Федерации;
- обеспечение интеграции мигрантов в российское общество и формирование толерантного к ним отношения.

В интервью директора Института демографии Высшей школы экономики Анатолий Григорьевич Вишневский сказал: «Миграция сегодня – одна из самых острых проблем. Для многих природа роста миграции непонятна, и наша задача сделать видимыми те глубокие процессы, которые лежат в ее основе и которые уже нельзя изменить. И, соответственно, необходимо решать совершенно иные задачи – размышлять не о том, как остановить процесс, а о том, как его направить в «правильное» русло и контролировать» [3].

Анализ данных по иммиграции. Объектом статистического анализа являются абсолютные показатели иммиграции населения по Красноярскому краю. Временной ряд состоит из 152 значений внешней для региона иммиграции [4]. Данные представлены помесячно и охватывают период с января 1998 г. по август 2010 г. Наиболее часто встречающееся значение прибывших мигрантов равно 1 885. Среднее значение прибывших человек составляет 2 010. Значение 1 924 человек приходится на середину временного ряда прибывших мигрантов и делит его на две равные по числу единиц части. Всего на территорию Красноярского края с января 1998 г. по август 2010 г. прибыло 305 516 человек. При разбивке данных по годам (рис. 1) прослеживаются следующие тенденции: во второй половине года, по сравнению с первой, наблюдается подъем иммиграции, пик иммиграции приходится на сентябрь–октябрь, минимальное количество прибывших в основном приходится на январь и май. Это указывает на то, что иммиграционная активность населения совпадает с экономической и социальной активностью общества в осенний период.

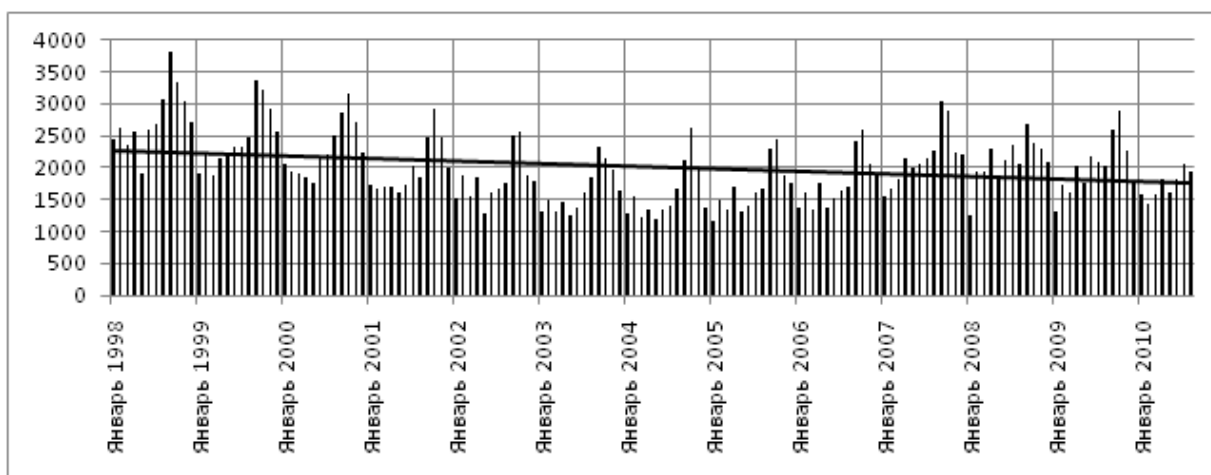


Рис. 1. Число прибывших в Красноярский край человек: внешняя (для региона) миграция, линейная линия тренда

Основными причинами приезда в Красноярский край в этот период являются смена работы и в связи с учебой. В остальное время иммиграция вызвана причинами личного характера – 47 %, сменой места работы – 21 %, возвращением к прежнему месту жительства – 15 % и в связи с учебой – 13 % (в среднем за период с 1998 по 2010 гг.) [4].

Проведем прогнозирование следующими способами:

- выявим линейный тренд и построим скользящее среднее для остатков;
- построим уравнение авторегрессии для исходных данных;
- выделим сезонность и циклы в исходных данных.

1. Построим линейный тренд для данного ряда, отражающий тенденцию изменения количества иммигрантов в Красноярском крае.

По методу наименьших квадратов [5, с. 24] уравнение регрессии для исходных данных y_t имеет вид:

$$\hat{y}_t = -3,49t + 2276,87,$$

при $R^2 = 0,087$, где t – номер месяца от 1 до 152.

Коэффициенты уравнения регрессии статистически значимы, следовательно, данный ряд имеет тренд.

Проанализируем остатки $e_t = y_t - \hat{y}_t$ на наличие гетероскедастичности. Тест Голфелда-Квандта [5, с. 78–79] показал, что, применительно к остаткам, гипотеза об отсутствии гетероскедастичности принимается.

Поскольку среди остатков наблюдается автокорреляция, то построим уравнение авторегрессии скользящего среднего для остатков:

$$\hat{e}_t = 0,50e_{t-1} + 0,73e_{t-12} - 0,33e_{t-13},$$

при $R^2 = 0,803$.

По тесту Дикки–Фуллера [5, с. 261–271] временной ряд e_t является стационарным.

Тогда мы получим уравнение, описывающее исходные данные y_t :

$$\hat{y}_t = -3,49t + 0,50e_{t-1} + 0,73e_{t-12} - 0,33e_{t-13} + 2276,87. \quad (1)$$

2. Построим уравнение авторегрессии для исходных данных y_t :

$$\tilde{y}_t = 0,46y_{t-1} + 0,73y_{t-12} - 0,30e_{t-13} + 196,$$

при $R^2 = 0,807$. (2)

Так как по тесту Дикки–Фуллера временной ряд y_t стационарный, то данный вывод противоречит тому, что ряд y_t имеет тренд. В рассмотренном случае наклон линии регрессии к оси абсцисс минимален, что объясняет возникшее противоречие.

По виду полученных уравнений можно увидеть сезонность, равную 12 месяцам. Одним из методов моделирования временного ряда с периодическими колебаниями является ряд Фурье [5, с. 159]:

$$w = \frac{2\pi}{p},$$

где p – период.

По ряду с тенденцией сначала строится прогноз, исходя из тенденции развития уровней ряда, и далее к нему прибавляется прогноз по ряду Фурье отклонений от тренда.

В результате применения данного метода мы выделили сезонность:

$$a_t = 99,8 \cos(w_1 t) - 432,1 \sin(w_1 t),$$

где $w_1 = 0,523$ при периоде = 12 месяцев, при $R^2 = 0,395$.

Тогда уравнение примет вид

$$y_t = -3,49t + 2276,87 + 99,8 \cos(w_1 t) - 432,1 \sin(w_1 t).$$

По графику остатков можно вычислить 11-летний цикл. Для этого воспользуемся предыдущим методом. Произведем расчеты для периодов, равных 9, 10 и 11 лет. В результате при периоде, равном 10-ти годам, R^2 имеет наибольшее значение, равное 0,519. Тогда сезонность будет составлять:

$$b_t = 327 \cos(w_2 t) + 205,9 \sin(w_2 t) - 68,9,$$

где $w_2 = 0,052$ при периоде = 120 месяцев, или 10 лет, при $R^2 = 0,519$.

Произведем расчет для периода равного, 13-ти месяцам:

$$c_t = -68,95 \cos(w_3 t) - 89,12 \sin(w_3 t),$$

где $w_3 = 0,483$ при периоде = 13 месяцев, при $R^2 = 0,089$.

В результате уравнение примет вид:

$$\begin{aligned} y_t = & -3,49t + 2276,87 + 99,8 \cos(w_1 t) - 432,1 \sin(w_1 t) + \\ & + 327 \cos(w_2 t) + 205,9 \sin(w_2 t) - 68,9 - 68,95 \cos(w_3 t) - \\ & - 89,12 \sin(w_3 t) = -3,49t + 99,8 \cos(w_1 t) - 432,1 \sin(w_1 t) + \\ & + 327 \cos(w_2 t) + 205,9 \sin(w_2 t) - 68,95 \cos(w_3 t) - \\ & - 89,12 \sin(w_3 t) + 2207,97. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, мы получили три уравнения, описывающие исходные данные. Сделаем прогноз на последующие четыре месяца (рис. 2). Графики уравнений (1) и (2) практически идентичны. График уравнения (3) имеет очень усредненный и сглаженный вид по отношению к исходному. Оценить эти прогнозы визуально очень сложно, поэтому для сравнения различных альтернативных прогнозов необходим критерий оценки качества прогноза.

В качестве меры оценки точности прогноза воспользуемся традиционным показателем MAPE (Mean Absolute Percentage Error – среднеабсолютная процентная ошибка), а для оценки относительной степени смещения (постоянного занижения или завышения) прогноза – показателем MPE (Mean Percentage Error – средняя процентная ошибка) [6, с. 190]. Показатель MAPE характеризует относительную точность прогноза, $MAPE > 0$. При условии, что потери при прогнозировании, связанные с завышением фактического будущего значения, уравновешиваются занижением, идеальный прогноз должен быть несмещенным,

и MPE должна стремиться к нулю. Для рассматриваемых периодов получены значения ошибок MAPE и MPE (табл. 1).

В результате анализа качества прогнозирования иммиграции с использованием различных методов было установлено, что ни один из методов нельзя назвать предпочтительным. Все три прогноза хорошо совпадают. В среднем методы (1) и (2) показали результат лучше, чем метод (3). В качестве результата можно использовать среднее значение прогнозов.

Анализ исходных данных по иммиграции за 12-летний период показывает наличие годичных периодов, а также наблюдается 10-летний период. По известным данным невозможно установить, повторится ли 10-летний период изменения иммиграции в будущем. Линия тренда указывает на постепенное снижение количества прибывающего населения на территорию Красноярского края. На данном этапе иммиграция идет постепенно на спад после пика в 2007 г., когда число прибывших мигрантов составило 26 034 человек за год, что объясняется экономическими потрясениями 2008–2009 гг. (рис. 3). Опираясь на полученные результаты прогнозирования можно сделать утверждение о том, что тенденция к сокращению сохранится.

Анализ данных по эмиграции. Объектом статистического анализа являются абсолютные показатели эмиграции населения по Красноярскому краю. Временной ряд состоит из 152 значений внешней для региона эмиграции [4]. Данные представлены ежемесячно и охватывают период с января 1998 г. по август 2010 г. Наиболее часто встречающееся значение выбывших мигрантов равно 1 635. Среднее значение выбывших человек составляет 2 270.

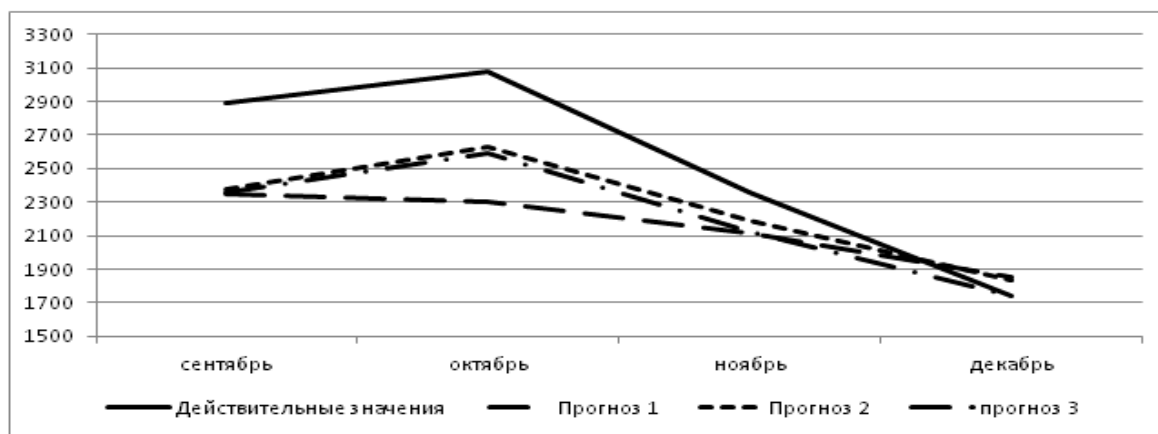


Рис. 2. Результаты прогнозирования иммиграции в Красноярском крае на сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь 2010 г.

Таблица 1

Результаты прогнозирования и значения ошибок эксперимента

Прогноз/период	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	MAPE, %	MPE, %
Действительные значения	2893	3076	2356	1743		
Прогноз 1	2356	2593	2122	1740	11,09	11,09
Прогноз 2	2376	2633	2188	1830	11,11	8,60
Прогноз 3	2351	2298	2119	1855	15,13	11,93

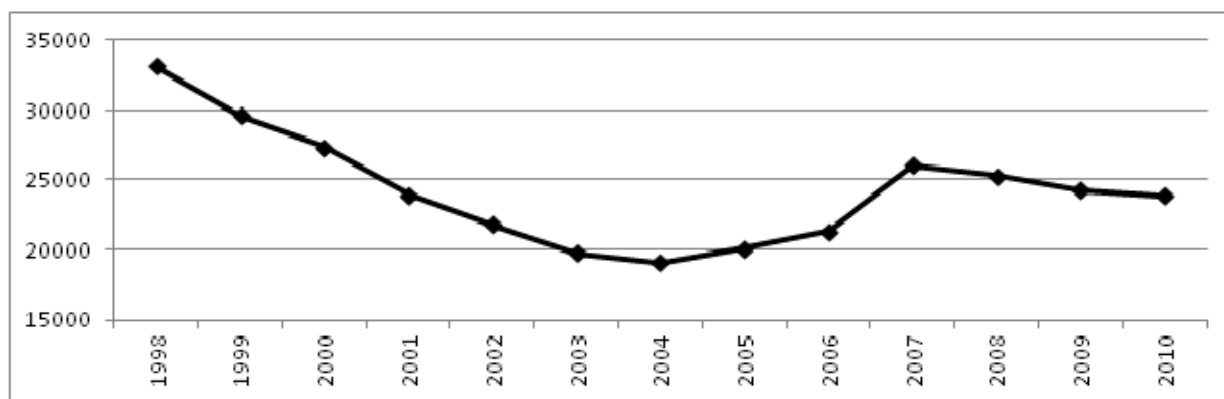


Рис. 3. Число прибывших человек за год в Красноярский край с 1998 по 2010 гг.

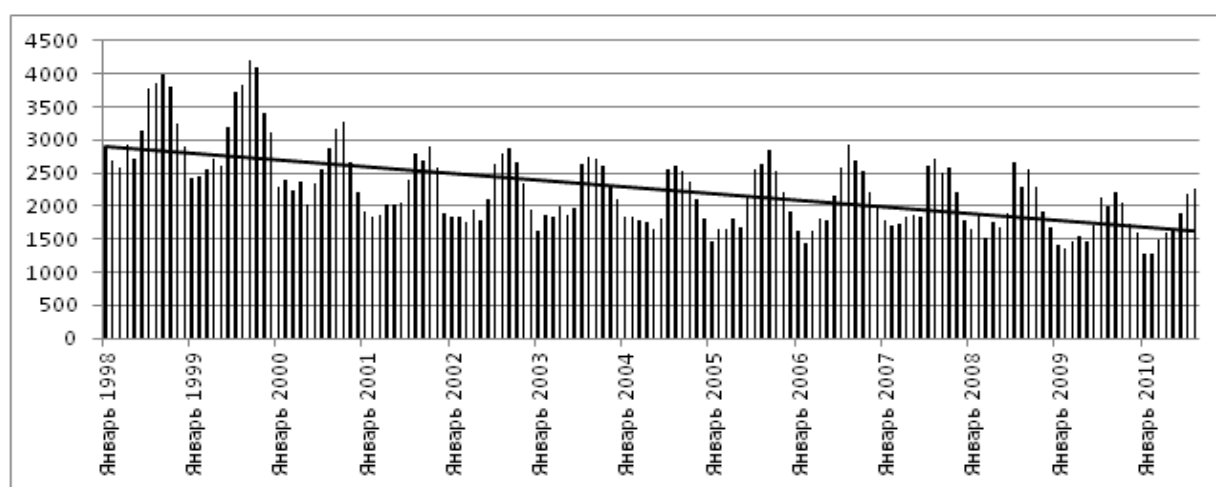


Рис. 4. Число выбывших из Красноярского края человек: внешняя (для региона) миграция, линейная линия тренда

Значение 2 172 приходится на середину временного ряда выбывших мигрантов и делит его на две равные по числу единиц части. Всего из Красноярского края с января 1998 г. по август 2010 г. выбыло 345 084 человек. При разбивке данных по годам (рис. 4) прослеживаются следующие тенденции: во второй половине года, по сравнению с первой, наблюдается подъем эмиграции, пик эмиграции приходится на август и сентябрь, минимальное количество выбывших в основном приходится на январь, февраль и май. Это указывает на то, что эмиграционная активность населения также совпадает с экономической и социальной активностью общества в осенний период. Основными причинами выезда из Красноярского края в этот период является смена работы и в связи с учебой. В остальное время эмиграция вызвана: причинами личного характера – 57 %, сменой места работы – 11 %, возвращением к прежнему месту жительства – 18 % и в связи с учебой – 8 % (в среднем за период с 1998 по 2010 гг.) [4].

Проведем прогнозирование следующими способами (аналогичными анализу данных по иммиграции):

– выявим линейный тренд и построим скользящее среднее для остатков;

– построим уравнение авторегрессии для исходных данных;

– выделим сезонность и циклы в исходных данных.

1. Построим линейный тренд для данного ряда, отражающий тенденцию изменения количества эмигрантов в Красноярском крае.

По методу наименьших квадратов [5, с. 24] уравнение регрессии для исходных данных y_t имеет вид

$$\hat{y}_t = -8,48t + 2918,68,$$

при $R^2 = 0,370$, где t – номер месяца от 1 до 152.

Коэффициенты уравнения регрессии статистически значимы, следовательно, данный ряд имеет тренд.

Проанализируем остатки $e_t = y_t - \hat{y}_t$ на наличие гетероскедастичности. Тест Голфелда–Кванда показал, что применительно к остаткам гипотеза об отсутствии гетероскедастичности принимается.

Поскольку среди остатков наблюдается автокорреляция, то построим уравнение авторегрессии скользящего среднего для остатков:

$$\hat{e}_t = 0,73e_{t-1} + 0,75e_{t-12} - 0,54e_{t-13},$$

при $R^2 = 0,868$.

По тесту Дикки–Фуллера временной ряд e_t является стационарным.

Тогда мы получим следующее уравнение, описывающее исходные данные y_t :

$$\hat{y}_t = -8,48t + 0,73e_{t-1} + 0,75e_{t-12} - 0,54e_{t-13} + 2918,68. \quad (4)$$

2. Построим уравнение авторегрессии для исходных данных y_t :

$$\tilde{y}_t = 0,75y_{t-1} + 0,19y_{t-11} + 0,53y_{t-12} - 0,48y_{t-13}, \quad (5)$$

при $R^2 = 0,913$.

Так как по тесту Дикки–Фуллера временной ряд y_t стационарный, то данный вывод противоречит тому, что ряд y_t имеет тренд. В рассмотренном случае наклон линии регрессии к оси абсцисс минимален, что объясняет возникшее противоречие.

По виду полученных уравнений можно увидеть сезонность, равную 12 месяцам. Одним из методов моделирования временного ряда с периодическими колебаниями является ряд Фурье [5, с. 159]:

$$w = \frac{2\pi}{p},$$

где p – период.

По ряду с тенденцией сначала строится прогноз, исходя из тенденции развития уровней ряда, и далее к нему прибавляется прогноз по ряду Фурье отклонений от тренда.

В результате применения данного метода мы выделили сезонность:

$$a_t = -94,76 \cos(w_1 t) - 546,47 \sin(w_1 t),$$

где $w_1 = 0,655$ при периоде = 12 месяцев, при $R^2 = 0,654$.

Тогда уравнение примет вид:

$$y_t = -8,48t + 2918,68 - 94,76 \cos(w_1 t) - 546,47 \sin(w_1 t).$$

По графику остатков можно отлечь период, равный 7 годам. Для вычисления этого периода воспользуемся предыдущим методом. Произведем расчеты для периодов 6, 7 и 8 лет. В результате при периоде, равном 7-ми годам, R^2 имеет наибольшее значение, равное 0,157, тогда сезонность составит:

$$b_t = 147,52 \sin(w_2 t),$$

где $w_2 = 0,076$ при периоде = 83 месяца, или 7-ми годам, при $R^2 = 0,157$.

В результате уравнение примет вид:

$$y_t = -8,48t + 2918,68 - 94,76 \cos(w_1 t) - 546,47 \sin(w_1 t) + 147,52 \sin(w_2 t) = -8,48t - 94,76 \cos(w_1 t) - 546,47 \sin(w_1 t) + 147,52 \sin(w_2 t) + 2918,68. \quad (6)$$

Таким образом, мы получили три уравнения, описывающие исходные данные. Сделаем прогноз на следующие четыре месяца (рис. 5). Графики уравнений (4) и (5) практически идентичны.

В качестве меры оценки точности прогноза воспользуемся указанными выше показателями MAPE и MPE. Для рассматриваемых периодов получены значения ошибок MAPE и MPE (табл. 2).

В результате анализа качества прогнозирования эмиграции с использованием различных методов было установлено, что прогнозы (1) и (2) показали лучший результат. Прогноз (3) показал самый худший результат. В качестве результата можно использовать среднее значение прогнозов (1) и (2).

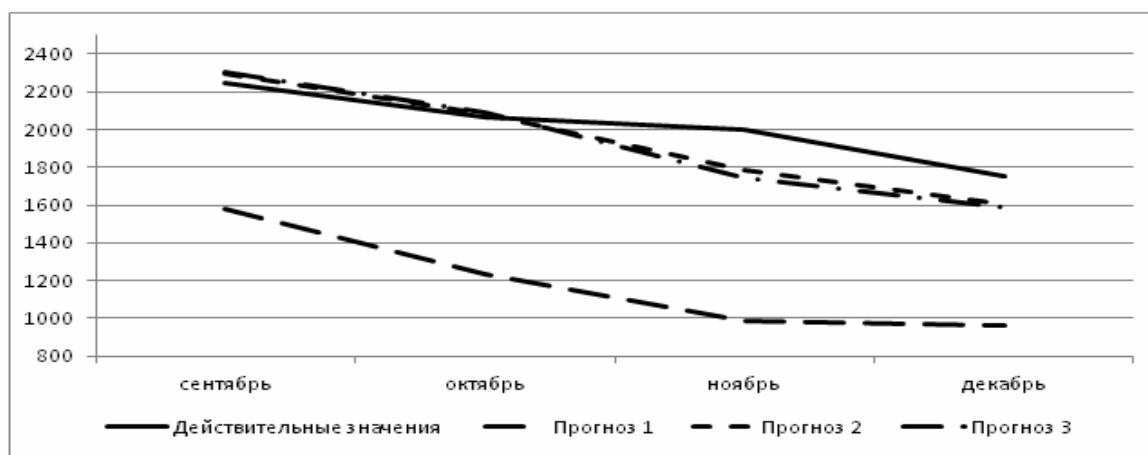


Рис. 5. Результаты прогнозирования эмиграции в Красноярском крае на сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь 2010 г.

Таблица 2

Результаты прогнозирования и значения ошибок эксперимента

Прогноз/период	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	MAPE, %	MPE, %
Действительные значения	2247	2068	2000	1751		
Прогноз 1	2305	2087	1746	1587	6,39	4,64
Прогноз 2	2300	2079	1785	1603	5,52	4,08
Прогноз 3	1582	1230	990	962	41,42	41,42

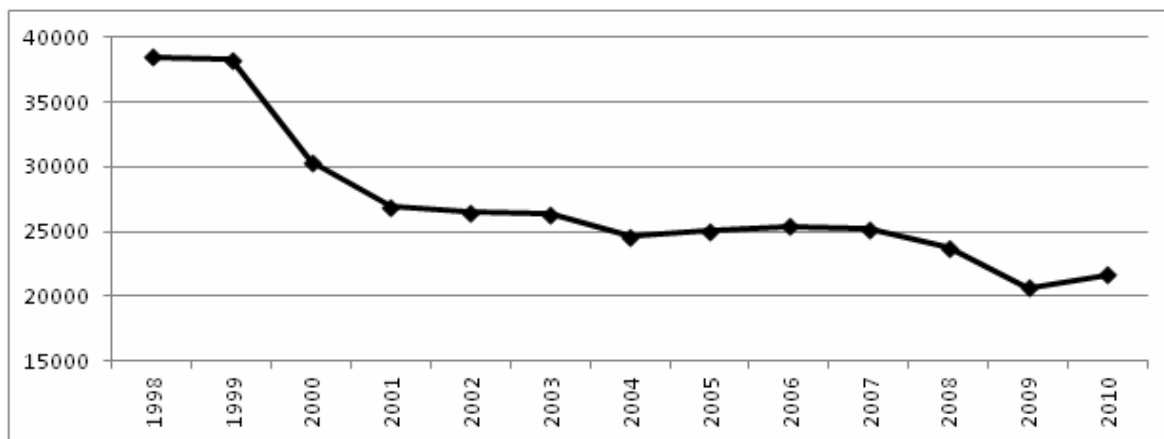


Рис. 6. Число выбывших человек за год из Красноярского края с 1998 по 2010 гг.

Анализ исходных данных по эмиграции за 12-летний период показывает наличие годичных периодов, а также прослеживается 7-летний период. По известным данным невозможно установить повторится ли 7-летний период изменения эмиграции в будущем. Линия тренда указывает на снижение количества уезжающего населения из Красноярского края, но по сравнению со снижением иммиграции эмиграция снижается в два раза быстрее. В 2010 г. в эмиграции наблюдается небольшой подъем после минимума в 2009 г., когда число выбывших людей составило 20 654 человек за год, что также объясняется экономическими потрясениями 2008–2009 гг. (рис. 6). Опираясь на полученные результаты прогнозирования можно сделать утверждение о том, что общая тенденция к сокращению миграции сохранится.

Следует отметить, что существует также нелегальная миграция, которая не учитывается в официальных статистических данных Росстата. В данном исследовании нет возможности учесть эту миграцию в связи с тем, что официальных оценок ее масштаба на территории Красноярского края не дается.

Таким образом, для эффективного прогнозирования миграционных процессов в Красноярском крае в дополнение к анализу статистических данных необходимо выявление и точная оценка факторов, влияющих на изменение числа прибывающих и выбывающих людей. В дальнейшем планируется выявлять

факторы, взаимосвязанные с миграцией, с целью построения модели прогноза миграции населения в Красноярском крае.

Библиографические ссылки

1. Демографический ежегодник России : стат. сб., 2010. М. : Росстат, 2010.
2. Концепция демографического развития РФ на период до 2015 года [Электронный ресурс] // Демоскоп: сайт. URL: <http://demoscope.ru/weekly/knigi/koncepciya/koncepciya.html> (дата обращения: 01.08.2011).
3. Миграция сегодня – одна из самых острых проблем [Электронный ресурс] // Высшая школа экономики: сайт. URL: <http://www.hse.ru/news/avant/36305898.html> (дата обращения: 15.10.2011).
4. Центральная база статистических данных Федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики РФ: сайт. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi> (дата обращения: 20.01.2011).
5. Елисеева И. И. Эконометрика : учебник. М. : Проспект, 2011.
6. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе : учебник. М. : МИФИ, 1998.

Е. Yu. Fedorova

MATHEMATICAL MODELLING OF MIGRATION IN KRASNOYARSK REGION

Statistical analysis of human migration data in Krasnoyarsk region, from January 1998 till August 2010, is carried out. Equations on the basis of regressive, autoregressive analysis and modeling of periodic fluctuations, are constructed.

Keywords: migration, forecasting, regression, autoregression, periodic fluctuations.

© Федорова Е. Ю., 2012

Е. А. Фурманова, О. Г. Бойко, Л. Г. Шаймарданов

МЕТОД ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ, РАСЧЕТ КОТОРЫХ НЕ СВОДИТСЯ К СХЕМЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

Разрабатывается метод расчета надежности сложных систем, расчетная схема которых не сводится к схеме последовательно-параллельного соединения элементов. В методе не используется теорема умножения вероятностей.

Ключевые слова: надежность, сложная система, интегральная функция вероятности отказа.

В технике известны сложные системы, модель надежности которых не может быть построена непосредственным применением теоремы умножения вероятностей, как это делается для систем с последовательно-параллельным соединением элементов. При построении расчета для таких систем используется логико-вероятностное исчисление. Подробно методы логико-вероятностного исчисления рассмотрены в монографии [1], в которой использованы некоторые результаты.

В качестве примера из [1], рассмотрим мостиковую систему (рис. 1).

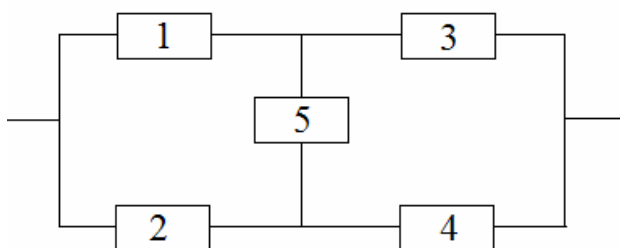


Рис. 1. Структурная схема мостиковой системы

Предполагается, что система откажет, если в ней выйдут из строя элементы 1 и 2, либо 3 и 4, либо 1, 5, 4, либо 2, 5, 3.

Решение задачи расчета надежности мостиковой системы в [1] получено с использованием логико-вероятностного подхода, согласно которому исходная структурная схема (рис. 1) заменяется на эквивалентную (рис. 2).

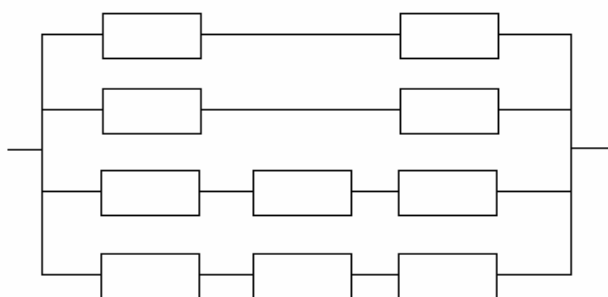


Рис. 2. Логическая схема мостиковой системы, построенная по методу минимальных сечений

Для рассматриваемой системы расчет вероятности отказа Q при традиционном методологическом подходе может быть выполнен и с использованием теоремы умножения вероятностей. Тогда, при условии равенства вероятностей отказов q всех элементов, вероятность отказа системы запишется в виде

$$Q = 2q^2 + 2q^3 + 2q^5 - 5q^4. \quad (1)$$

Поскольку моделью (1) в [1] не накладываются ограничения на вид функции q для элементов, то в качестве последней примем распределение равномерной плотности вида

$$q(t) = \begin{cases} \omega \cdot t & \text{при } 0 < t < T_{\text{ср}} \\ 1 & \text{при } t \geq T_{\text{ср}} \end{cases}, \quad (2)$$

где $\omega = \frac{1}{T_{\text{ср}}}$ – параметр потока отказов элементов,

$T_{\text{ср}}$ – средняя наработка на отказ элемента. Далее в расчетах примем параметр потока отказов одинаковым для всех элементов и равным $\omega = 1 \cdot 10^{-4}$.

Построим по (1) с учетом (2) зависимость изменения вероятности отказа системы от времени и проанализируем ее особенности (рис. 3, пунктирная линия).

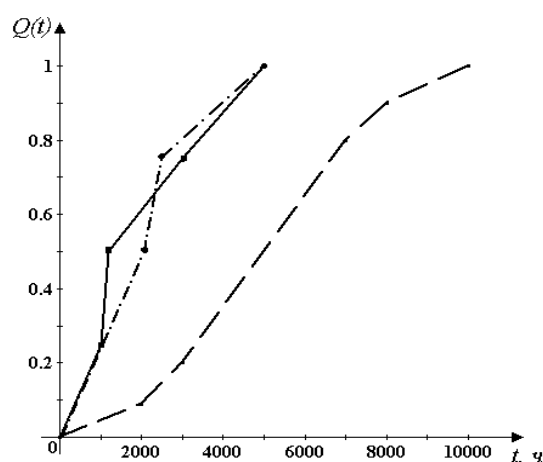


Рис. 3. Зависимость вероятности отказа мостиковой системы из 5 элементов при $\omega = 1 \cdot 10^{-4}$:
 - - - традиционный метод расчета [1]; — — предлагаемый метод расчета с использованием логико-вероятностного представления; - · - · - прямое применение предлагаемого метода

Прежде всего следует заметить, что графически форма зависимости (1) близка к интегральной функции нормального распределения, а следовательно, вероятность отказа системы за единицу времени будет иметь вид гауссовской кривой плотности вероятности. Если вероятность отказа за единицу времени будет описываться гауссовской кривой, то невозможно объяснить, почему она в начале будет возрастать, а затем, достигнув максимума, будет уменьшаться при неизменной структуре системы и вероятности отказа элементов за единицу времени. Второй вопрос состоит в том, что в этом случае вероятность отказа за единицу времени будет определяться неоднозначно. Если, для наглядности, приращение времени принять равным 2 000 ч, то следует, что на отрезках [0, 2000] ч и [8000, 10 000] ч (рис. 3, пунктирная линия) приращение вероятности отказа системы примерно одинаковы и составляют 0,18 (0,2). Но приращение вероятности отказа на отрезке [4000, 6000] ч в 3,5 раза больше.

Ответы на эти и другие вопросы, связанные с равномерностью применения теоремы умножения вероятностей в расчетах надежности, можно найти в работе [2].

Здесь остановимся на вопросах, не отмеченных в [2]. В частности, на вопросе о гладкости зависимости (1) (рис. 3, пунктирная линия). В постановочной части задачи расчета надежности мостиковой системы [1] отмечены сочетания числа элементов, при отказе которых система потеряет работоспособность. Однако отказы элементов – это дискретные события, происходящие в дискретные моменты времени. И в эти дискретные моменты изменяется структура системы, модель (1) никак не отражает. Кроме того, в соответствии с (1), вероятность отказа системы $Q = 1$ осуществляется только при достижении всеми элементами вероятности отказа $q = 1$. Такой вывод в корне противоречит исходным предположениям постановочной части задачи о том, что вся система откажет, если в ней выйдут из строя элементы 1 и 2 либо 3 и 4, либо 1, 5, 4, либо 2, 5, 3 [1].

В работе [3] предложен метод расчета надежности систем, исключающий применение теоремы умножения вероятностей. Метод основан на простом представлении о том, что плотность суммарного потока отказов совокупности n элементов, составляющих систему вне зависимости от схемы их соединения, значительно больше, чем у одного элемента.

Рассмотрим предлагаемый метод. Суммарный параметр потока отказов системы ω_Σ равен сумме параметров потоков отказов элементов составляющих совокупность:

$$\omega_\Sigma = \sum_{i=1}^n \omega_i. \quad (3)$$

Именно ω_Σ определит вероятность первого отказа элемента в рассматриваемой совокупности. При этом заранее неизвестно, какой именно элемент откажет первым, и какое место он занимает в схеме. При распределении равномерной плотности вероятности (2),

принятом для вероятности отказов элементов, вероятность первого отказа $q_1(t)$ в системе определится по выражению

$$q_1(t) = t_1 \cdot \sum_{i=1}^n \omega_i. \quad (4)$$

Тогда, если задать вероятность $q_1(t) = 1$, то из (4) вычислим время работы системы до первого отказа:

$$t_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \omega_i}. \quad (5)$$

Поскольку элементы в системе соединены определенным образом, то в момент времени t_1 , после отказа первого элемента, структура системы изменится. В зависимости от схемы соединения элементов, их число в оставшейся работоспособной части системы изменится на некоторую величину k , где k – число элементов, исключаемых из системы вследствие первого отказа элемента. Тогда с учетом того, что элементы работоспособной части системы уже отработали время t_1 , вероятность отказа второго элемента находят по формуле

$$q_2(t) = (t_1 + \Delta t_2) \cdot \sum_{i=1}^{n-k} \omega_i. \quad (6)$$

Далее, задавшись, как и ранее, $q_2(t) = 1$, найдем приращение времени до отказа второго элемента в оставшейся работоспособной части системы:

$$\Delta t_2 = \frac{1 - t_1 \cdot \sum_{i=1}^{n-k} \omega_i}{\sum_{i=1}^{n-k} \omega_i}, \quad (7)$$

тогда время до второго отказа

$$t_2 = t_1 + \Delta t_2.$$

Продолжая подобные операции, определим время t_j , j -го отказа элемента в системе, после которого она потеряет работоспособность.

В зависимости от принятой схемы соединения элементов, отказ каждого i -го ($1 < i < j$) элемента приводит к изменению вероятности отказа системы на вполне определенную величину ΔQ_i . Предлагаемый метод обеспечивает возможность поставить в соответствие каждому отказу элемента в определенный момент времени t_i конкретное значение вероятности отказа системы $Q_i(t)$.

Для наглядности на рис. 3 приведены результаты расчета этой же мостиковой системы по предлагаемому методу без использования теоремы умножения вероятностей, но с применением расчетной схемы, приведенной на рис. 2, построенной по логико-вероятностному методу (сплошная линия) и прямым применением предлагаемого метода к исходной расчетной схеме, приведенной на рис. 1 (штрих-пунктирная линия).

Точки излома на графиках (рис. 3, сплошная и штрих-пунктирная линии) соответствуют моментам времени отказов элементов, а число изломов – числу параллельно включенных ветвей логической схемы. Промежуточные отрезки между точками отказов элементов линейны, поскольку на этих промежутках структура системы остается неизменной.

Расхождение графиков (рис. 3, сплошная и штрих-пунктирная линии) не существенное.

В монографии [1] справедливо отмечается, что расчеты на надежность потенциально опасных сложных систем, отказы которых сопряжены с большими экономическими потерями, не могут быть сопоставлены со статистическими оценками, полученными как при испытаниях таких систем, так и в процессах их серийной эксплуатации. Испытания сложных систем чрезвычайно дороги, а по длительности сопоставимы со временем эксплуатации систем. По понятным причинам статистика катастроф самолетов и атомных электростанций крайне скудна для того, чтобы ее можно было использовать для получения статистических оценок надежности систем. Тем более, что катастрофы крайне редко связаны с отказами систем.

В связи с этим правомерность использования тех либо иных методов расчета надежности сложных систем может быть оценена только по корректности использования фундаментальных положений математики и по непротиворечивости результатов расчетов надежности исходным данным и феноменологическим представлениям о характере изменения вероятности их отказа.

Библиографические ссылки

1. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007.
2. Бойко О. Г. Надежность функциональных систем самолетов гражданской авиации : монография / Избранные труды Российской школы по проблемам науки и технологий ; РАН. М., 2009.
3. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Проблемы и перспективы методов расчета надежности сложных функциональных систем // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2011» : материалы VI междунар. науч.-техн. конф. ; Каз. гос. техн. ун-т. Казань, 2011. Т 1. С. 24–30.

E. A. Furmanova, O. G. Boyko, L. G. Shaimardanov

METHOD OF RELIABILITY ESTIMATION OF COMPLICATED SYSTEMS, CALCULATION OF WHICH CAN NOT BE REDUCED TO A SERIAL-PARALLEL ELEMENT CONNECTION SCHEME

The authors develop a calculation method for complicated systems reliability estimation. The calculation scheme of these systems is not reduced to a serial-parallel elements connection scheme. The probabilities multiplication theorem is not used in this method.

Key words: reliability, complicated system breakdown probability integral function, breakdown stream parameter.

© Фурманова Е. А., Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г., 2012

УДК629.78.05

Р. А. Хасанова

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Рассматривается автоматизация создания испытательной документации бортового комплекса управления на этапе электрических испытаний. Проведен сравнительный анализ программных средств автоматизации, предлагаемых рынком на сегодняшний день.

Ключевые слова: автоматизация, жизненный цикл изделия, модели бизнес-систем, информационное пространство, наземные испытания.

В последнее время тема автоматизации документооборота стала как никогда актуальной. Компании, достигшие достаточной степени организационной зрелости и осознания протекающих в них процессов, пытаются использовать средства автоматизации документооборота для дальнейшего улучшения своей деятельности.

В космической отрасли названная проблема касается унифицирования документации, сопровождающей разные этапы стендовых и комплексных назем-

ных испытаний. Чтобы не снижать темпы технического прогресса, нужно максимально автоматизировать процессы жизненного цикла (ЖЦ) изделия. Существует техническая проблема, решение которой позволит обеспечить дальнейшее развитие космической отрасли, в частности, расширить область применения полученных ранее результатов испытаний и эксплуатации КА, снизить трудовые затраты и повысить эффективность процессов проектирования и выпуска технической документации. Для решения проблемы

требуется создать новую методику разработки документации, сопровождающей этапы жизненного цикла КА [3]. Важное значение имеет этап электрических испытаний (ЭИ) КА, в частности, электрических испытаний бортового комплекса управления (БКУ).

Для проведения этого этапа собирается схема БКУ, который состоит из бортового цифрового вычислительного комплекса (БЦВК), бортовой аппаратуры телесигнализации (БАТС), блока управления (БУ), блока интерфейсного (БИ) и командно-измерительной системы (КИС). Задачи на стенде БКУ перед испытателями стоят разные. Это отработка электрической стыковки аппаратуры БКУ путем измерения реальных характеристик обменных сигналов в комплексной схеме БКУ и проверка их соответствия требованиям ТЗ, отработка ПО БКУ на реальном БЦВК, отработка функционирования штатных режимов БКУ, отработка каналов взаимодействия БКУ с управляющим испытательным комплексом и т. д. (см. рисунок).

Все действия и описание работ приводятся в специальном документе – программе-методике испытаний. С помощью информационного пространства появится возможность автоматизировать разработку программ-методик и отчетов по результатам испытаний. Это будет документ в электронной форме для дальнейшего его согласования с заказчиком, ведущим проекта и испытателями.

По окончании испытаний выпускается отчет с результатами, для которого тоже было бы удобно иметь электронную форму. В отчете отображены все положения программы-методики и результаты испытаний, заключение о допуске БКУ к дальнейшим испытаниям.

Приступая к автоматизации задач документооборота, надо изначально разделить собственно внедрение тех или иных приложений, автоматизирующих конкретные процессы обработки документов и внедрение платформы для подобной автоматизации.

Целью внедрения базовой платформы автоматизации документооборота является:

- удешевление разработки и внедрения конечных приложений;
- обеспечение удобства пользователя и унификацию интерфейса всех приложений;
- сокращение стоимости эксплуатации и сопровождения комплекса приложений;
- обеспечение общего информационного пространства, возможности интегрированного поиска и извлечения знаний, накапливаемых в различных приложениях;
- обеспечение унифицированных средств мониторинга процессов и контроля исполнения;
- обеспечение возможности сбора статистической и аналитической информации о скорости и своевременности исполнения этапов бизнес-процессов.

Успех каждой автоматизации тестирования лежит в определении правильного инструмента автоматизации. Для того чтобы сделать окончательный выбор, необходимо провести детальный анализ различных

инструментов по следующим критериям отбора и выбора инструментов автоматизации [1]:

- 1) *лицензия и стоимость*:
 - стоимость продукта;
 - стоимость поддержки в год;
 - стоимость обучения;
 - стоимость консультаций (возможно);
 - тип лицензии (именованная или параллельная);
 - репутация и финансовая стабильность компании, предоставляющая продукт.
- 2) *технические моменты*:
 - поддержка операционных систем;
 - поддержка баз данных;
 - интеграция с тестируемой системой;
 - необходимость отдельных серверов или же машин;
 - совместимость с интеграционными инструментами (Continuous Integration). Например, Ant, Maven, Bamboo;
 - версионный контроль;
 - открытость и расширяемость кода для интеграции с другими инструментами;
 - настраиваемые отчеты;
- 3) *разработка*:
 - время и деньги, необходимые на разработку;
 - навыки и опыт работы людей, которые будут работать над автоматизацией;
 - кодирование и запись/воспроизведение;
 - легкость написания тестовых сценариев;
 - простота поддержки тестовых сценариев;
 - документация.

Существует более 20 технологий проектирования организационно-технических систем и несколько сотен специальных инструментов, предназначенных для автоматизации этого процесса. Имеются также средства моделирования, входящие в состав комплексных систем управления предприятиями (SAP/R3, BAAN, Oracle Application и др.). Тем не менее, сравнительный анализ был ограничен тремя наиболее популярными на российском рынке специализированными программными продуктами [4]: прежде всего ARIS (Scheer AG), затем BP-Win/Erwin (Platinum Technology) и, частично, Rational Rose (Rational Software Corporation).

Пакет ARIS ToolSet – это многопользовательская среда описания и анализа рабочих процессов предприятий, поддерживающая разработку сложных гетерогенных информационных систем (ARIS, АРИС – Архитектура Интегрированных Информационных Систем) и сопровождающая весь цикл разработки (анализ – проектирование – реализация). Применение этих инструментальных средств позволяет многократно сократить длительность этапа проектирования при гарантированном уровне проектных решений. В этой среде не накладывается жестких ограничений на последовательность проработки различных аспектов деятельности и предоставляется ряд других возможностей по описанию рассматриваемого предприятия.

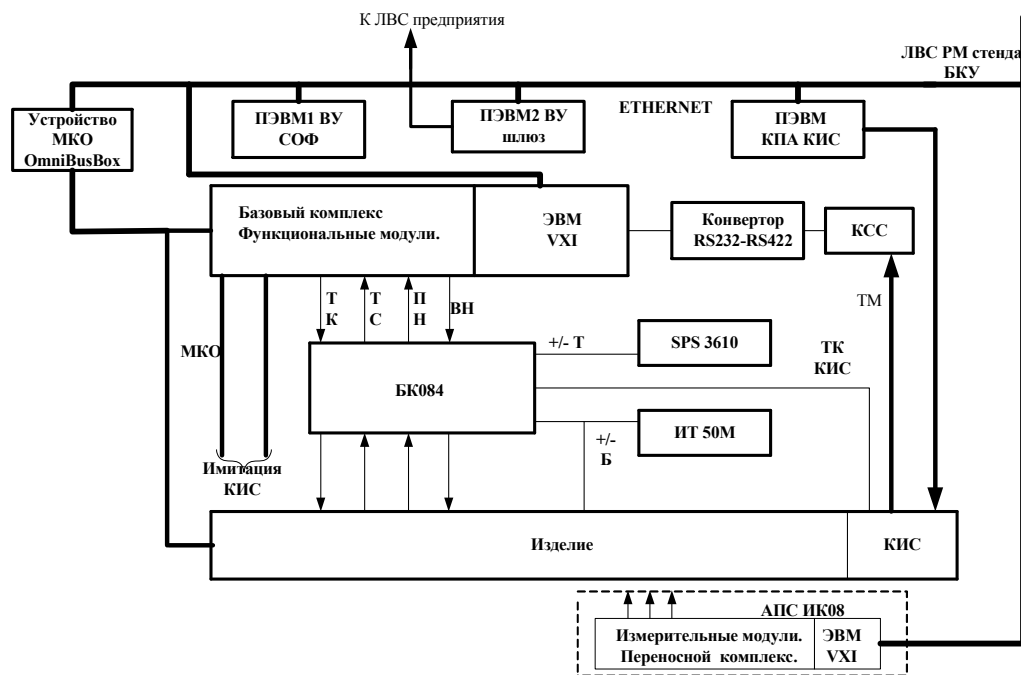


Схема рабочего места стенда испытаний БКУ:

БК084 – блок кроссировки; МКО – мультиплексный обмен; ПЭВМ ВУ – персональная ЭВМ верхнего уровня; КПА – контрольно-проверочная аппаратура; ЛВС – локальная волоконная сеть; КСС – комплекс средств сопряжения

В ARIS воплощен практический опыт множества аналитиков, работающих в области проектирования ИСУП, а также учтены недостатки существующих инструментальных средств. Система предназначена для поддержки работы специалистов, анализирующих и выстраивающих (оптимизирующих) рабочие процессы на предприятиях, внедряющих системы управления предприятиями, и сопровождающих эти системы.

BP-Win – это средство функционального моделирования, реализующее методологию IDEF0-IDEF3, и ERwin – средство концептуального моделирования Баз Данных, использующее стандарт IDEF1X. Методология IDEF0, представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области. Функциональная модель IDEF0 отображает функциональную структуру объекта, т. е. производимые им действия и связи между этими действиями. Методология IDEF0 может использоваться для моделирования широкого круга систем и определения требований и функций, а затем для разработки системы, которая удовлетворяет этим требованиям и реализует эти функции. Для уже существующих систем IDEF может применяться для анализа функций, выполняемых системой, а также для указания механизмов, посредством которых они осуществляются. ERwin реализует проектирование схемы БД, генерацию ее описания на языке целевой СУБД (ORACLE, Informix, Ingres, Sybase, DB/2, Microsoft SQL Server, Progress и др.) и реинжиниринг существующей БД. ERwin выпускается в нескольких различных конфигурациях, ориентированных на наиболее распространенные средства разработки приложений

4GL. Версия ERwin/OPEN полностью совместима со средствами разработки приложений PowerBuilder и SQLWindows и позволяет экспортировать описание спроектированной БД непосредственно в репозитории данных средств. Для ряда средств разработки приложений (PowerBuilder, SQLWindows, Delphi, Visual Basic) выполняется генерация форм и прототипов приложений. Сетевая версия ERwin ModelMart обеспечивает согласованное проектирование БД и приложений в рамках рабочей группы.

Rational Rose 98 – предназначено для автоматизации этапов анализа и проектирования ПО, а также для генерации кодов на различных языках и выпуска проектной документации. Rational Rose использует синтез-методологию объектно-ориентированного анализа и проектирования, основанную на подходах трех ведущих специалистов в данной области: Буча, Рамбо и Джекобсона. Разработанная ими универсальная нотация для моделирования объектов (UML – Unified Modeling Language) претендует на роль стандарта в области объектно-ориентированного анализа и проектирования. Конкретный вариант Rational Rose определяется языком, на котором генерируются коды программ (C++, Smalltalk, PowerBuilder, Ada, SQL Windows и ObjectPro). Основной вариант – Rational Rose/C++ – позволяет разрабатывать проектную документацию в виде диаграмм и спецификаций, а также генерировать программные коды на C++. Кроме того, Rational Rose содержит средства реинжиниринга программ, обеспечивающие повторное использование программных компонент в новых проектах.

Программно-методический комплекс ОРГ-Мастер – многопользовательская среда моделирования и орга-

низации деятельности предприятия, поддерживающая системный и процессный подходы к ведению бизнеса на основе информационных моделей. В среде БИГ-Мастера осуществляется разработка интегрированной бизнес-модели предприятия, включающая модели структур, отношений и процессов. ОРГ-Мастер при построении модели дает возможность не ограничиваться определенным набором сущностей, т. е. является абсолютно открытой средой. ОРГ-Мастер позволяет создать описание предприятия (модели процессов, структур и организации данных), полнота которого достаточна как для проектирования корпоративных информационных систем (КИС) или систем менеджмента качества, так и повседневного наблюдения и контроля за организацией деятельности в компании. В состав КИС ОРГ-Мастер может войти в качестве специальной организационной подсистемы. ОРГ-Мастер обеспечивает возможность накопления и анализа бизнес-моделей, создание пакетов организационной документации (описаний и регламентов деятельности), полностью адаптированных к российским реалиям. Его характеризует ориентация на конечных пользователей – менеджеров компании, применяющих модель, как инструмент управления.

Теперь, после общего уточнения общих функциональных задач, решаемых рассматриваемыми средствами, следует сравнить и те возможности, которые эти средства предоставляют.

При сравнении различных средств моделирования бизнес-систем целесообразно рассматривать их особенности по следующим группам функциональных возможностей:

- средства построения моделей бизнес-систем;
- средства анализа моделей;
- средства оптимизации моделируемых систем по их моделям;
- поддержка библиотек типовых моделей;
- оформление регламентов и документации;
- поддержка разработки моделей баз данных и программных средств;
- интеграция с другими программными продуктами (CASE-средствами, ERP-системами, прикладными программами) [2].

С точки зрения возможностей *построения моделей бизнес-систем* обычно учитываются такие свойства средств и методологий моделирования, как:

- *универсальность* (возможность и способы представления различных аспектов моделируемой системы для разных классов систем);
- *открытость* (возможность моделирования новых, первоначально не рассматривавшихся сторон бизнес-системы, учета развития моделируемой системы и т. п.).

Вопрос *универсальности* средства моделирования требует некоторого уточнения этого понятия. Как отмечалось выше, в практике моделирования бизнес-систем основными отображаемыми в моделях сторонами системы являются:

- структурная организация системы;

- функции системы и ее составных частей (например, подразделений);
- процессы, протекающие в системе;
- распределение ресурсов по процессам;
- распределение ответственности за процессы и ресурсы.

Кроме того, на более высоких, концептуальных уровнях представления бизнес-системы описываются назначения и организационно-управленческие установки системы, такие как миссия, цели, стратегии, политики и пр.

Реализация всех необходимых объектов и свойств системы может осуществляться:

а) либо за счет построения и использования различных типов моделей для отображения разных сторон системы;

б) либо посредством использования одного типа модели, трактовка компонент и связей которой при отображении различных свойств системы будет варьироваться.

Поэтому под универсальностью, видимо, следует понимать именно возможность и способы отображения представлений различных аспектов (срезов) моделируемой системы.

Все сравниваемые методологии (ORG-Master, ARIS и BP-Win) позволяют строить модели бизнес-систем, отображающие различные стороны систем. В этих моделях представляются реализуемые в бизнес-системах функции, их структура, протекающие в них процессы, а также циркулирующие в них данные (в том числе планы, проекты, регламенты, первичные документы и отчеты). Однако, подходы, применяемые в этих системах, различны.

В ARIS широко используется первый из названных подходов: для отображения различных сторон системы применяются разные модели (организационные, функциональные, информационные, модели выходов, модели управления), а ориентация на язык UML в поздних версиях системы еще более расширяет спектр используемых средств представления. Однако такое расширение предельно усложняет возможность овладения данным инструментом для управленческого персонала.

В BP-Win, в принципе, употребляется такой же путь, но с меньшим разнообразием отражаемых аспектов деятельности в силу ориентации на представление объектов в стандартах IDEF0, IDEF3 и DFD, ориентированных на описания логики использования информационных систем.

В ORG-Master для представления разных объектов модели и связей между ними существует единый механизм, основанный всего на двух базовых понятиях: классификатор и проекция.

Первый из них дает возможность построить любой класс однотипных объектов и определить, в случае необходимости, иерархическую подчиненность объектов класса (древовидную структуру). Проекция позволяет установить связи между парой (тройкой) классов, определяя тем самым, формальное отношение на них. Такой подход упрощает и унифицирует

входные интерфейсы программы и дает возможность строить все модели однотипным образом.

(BP-Win также позволяет задать иерархию на объектах класса, так называемую, категоризацию, однако это выполняется несколько сложнее, чем в ORG-Master).

Открытость моделей для всех трех рассматриваемых средств обеспечивается возможностью добавления новых объектов или классов объектов и отношений между ними.

В ARIS и BP-Win для этого необходимо пополнять фиксированные классы объектов, используемых в моделях бизнес-процессов. Другими словами, системы являются «закрытыми» для пользователей и «обогащение» бизнес-системы производит исключительно авторами продуктов.

ORG-Master позволяет пользователю с легкостью вводить новые объекты модели («классификаторы») и устанавливать их отношения («проекции») с уже существующими. Например, в модель могут быть введены такие неформальные аспекты жизни компаний, как корпоративная этика, межличностные отношения персонала и прочее, оказывающие существенное влияние на поведение системы.

Такая «легкость» введения новых объектов, предоставленная пользователю, имеет свою обратную сторону – не все не могут с ней справиться. Поэтому модель перегружается новыми «классификаторами», не являющимися обязательными – то же самое можно описать, используя существующие базовые объекты.

Основные функциональные возможности сравнимых инструментов представлены в таблице, где по пятибалльной шкале обозначены оценки степени реализации функций или свойств.

Проведенный анализ обуславливает во многом выбор оптимального инструмента для построения информационного пространства ЭИ БКУ. Наиболее приемлем Rational Rose на платформе ORG-Master.

Таким образом, внедрение проекта в производство позволит:

- 1) уменьшить трудовые затраты;
- 2) сократить сроки выпуска технической документации;
- 3) оптимизировать контроль над этапами жизненного цикла изделия, как то сопровождение и анализ нештатных ситуаций;
- 4) повысить эффективность процессов производства, подготовки и эксплуатации изделия.

Новая разработка может стать эффективным инструментом разработки технической документации на этапе ЭИ БКУ.

В настоящее время идеология составления комплексных программ экспериментальной отработки РКТ развивается в направлении увеличения объема наземных и сокращения объема летных испытаний. Основным требованием при этом является повышение достоверности информации о характеристиках изделия и его систем, получаемой на различных уровнях иерархии наземных испытаний, проводящихся в имитируемых условиях к реальной эксплуатации.

Огромным шагом на пути решения этой проблемы станет автоматизированный подход к выпуску испытательной документации.

Библиографические ссылки

1. Андреев В. А. Приступая к созданию корпоративной системы автоматизации документооборота // Байт. 2003. Вып. 2. С. 34–37.
2. Артамонов Е. И. Интерактивные системы. Синтез структур. М. : Инсвязиздат, 2010.
3. Мельников И. В. Роль испытаний в оптимизации процесса проектирования изделий ракетно-космической техники // Молодой ученый. 2011. № 2. Т. 1. С. 38–41.
4. Интернет-ресурсы: www.automated-testing.info и www.poliarush.com.

Функциональные возможности инструментов ARIS, BP-Win и ORG-Master

Функциональные возможности	Бес	ARIS		ORG-Master		BP-Win	
Возможности представления моделей систем	4,5	8	36	10	45	8	37
универсальность	5	4	20	5	25	5	25
открытость	4	4	16	5	20	3	12
Средства анализа моделей	3,3	12	40	10	38	10	33
Общая организация, порядок взаимодействия, распределение ответственности, качественный анализ загрузки	5	4	20	5	25	3	15
Имитационное, событийно-управляемое моделирование (оценка временных параметров)	2	4	8	2	4	3	6
Оценка стоимостных параметров процессов (функционально-стоимостной анализ)	3	4	12	3	9	4	12
Средства оптимизации бизнес-систем	2	3	6	2	4	2	4
Поддержка библиотек типовых моделей	4,3	11	47	14	61	10	42
Оформление документации	4,3	11	47	14	61	10	42
Организационная документация	5	3	15	5	25	2	10
Документация СМК (систем менеджмента качества)	4	4	16	5	20	3	12
Проектная документация для создания ИС	4	4	16	4	16	5	20
Поддержка разработки баз данных и программных средств	4	4	16	3	12	5	20
Интеграция с программными продуктами	3,5	7	2,5	8	27	9	32
CASE средствами	4	4	16	3	12	5	20
Прикладными программами и системами	3	3	9	5	15	4	12
Итого		38	139	37	142	37	138

ANALYSIS OF SOFTWARE FOR AUTOMATIC PERFORMANCE OF SPACECRAFT TESTS

Automated creation of OCS documentation at the stage of electrical tests is reviewed in this paper. A comparative analysis of software for automatic performance available in the market today.

Keywords: automatic performance, life cycle, business-systems models, informational space, earth-based tests.

© Хасанова Р. А., 2012

УДК 621.926.4

А. Н. Щепин, Б. С. Каменецкий, Г. Н. Лимаренко, В. А. Титов

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ*

Дается оценка динамических характеристик нового универсального измельчителя сельскохозяйственного сырья и других материалов на основе оригинальной зубчатой передачи.

Ключевые слова: динамика машин, зубчатое зацепление, вибродиагностика, измельчитель.

В Сибирском федеральном университете (СФУ) создан новый тип универсального измельчителя сырья и материалов [1; 2]. Измельчитель выполнен на основе оригинальной зубчатой передачи внутреннего зацепления [3; 4].

Для исследований измельчителя создан экспериментальный стенд (рис. 1), представляющий собой программно-аппаратный комплекс, реализованный на базе техники Siemens и технологий National Instruments, включающий в себя измельчитель, клиноременную передачу, соединяющую его с асинхронным электродвигателем Siemens мощностью 5,5 кВт (максимальная частота вращения 1500 об/мин), пульт управления, компьютер с управляющим ПО на базе LabVIEW и Simatic Net; шкаф управления [5].

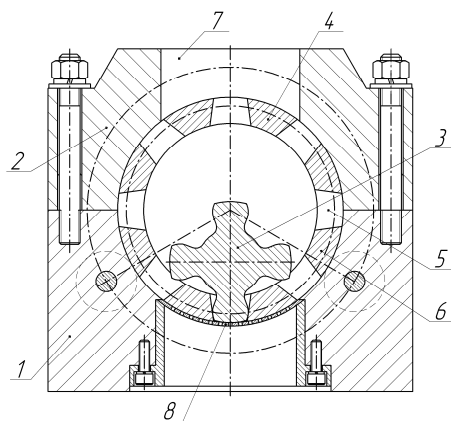


Рис. 1. Конструктивная схема измельчителя

В разъемном корпусе 1 с крышкой 2 установлен редуктор – оригинальная зубчатая передача внутрен-

него зацепления, образованная вал-шестерней 3 с наружными зубьями и колеса 4. Колесо выполнено в виде полого цилиндра, по периметру которого равномерно расположены зубья 6, боковые поверхности которых образуют окна 5. Вал-шестерня и колесо установлены на подшипниках качения в расточках корпуса. Окно 7 для загрузки сырья выполнено сверху корпуса, а для отвода продукта – снизу и в нем установлена решетка 8 с отверстиями.

В измельчителе реализован способ «экструзионного измельчения». Сырье из бункера через окно 7 поступает внутрь колеса, загружается в окна 5. При вращении передачи зубья вал-шестерни «закрывают» окна с сырьем. В результате этого под действием сдавливающих и сдвиговых усилий, создаваемых зубьями вал-шестерни, сырье измельчается. Готовый продукт отводится через отверстия в решетке.

Кинематическая схема измельчителя показана на рис. 2.

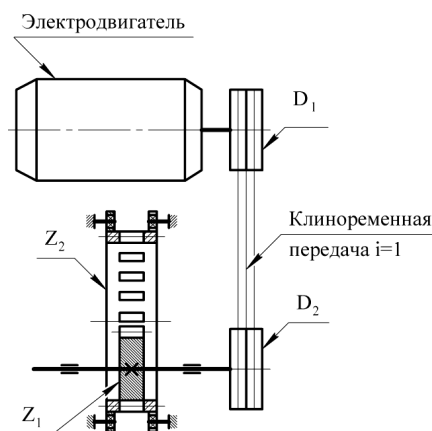


Рис. 2. Кинематическая схема привода измельчителя

* Работа выполнена в рамках проекта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., по лоту шифр «2011-1.2.2-220-010».

Оценка динамических характеристик измельчителя выполнена расчетным и экспериментальным методами. При этом рассматривались амплитудно-частотные характеристики рабочих органов, запас устойчивости динамической системы при изменении рабочих нагрузок, значения коэффициентов динамичности в опорах и передачах.

Динамическая система измельчителя представлена в виде многомерной модели, учитывающей совместное действие крутильных и поперечных (в двух взаимно перпендикулярных плоскостях) колебаний приведенных масс привода (рис. 3). Выходное звено – колесо, воспринимающее окружные и радиальные усилия, действующие в процессе измельчения, опирается на приведенные к местам установки масс упругие опоры.

Для расчета динамики измельчителя были определены параметры его динамической системы по методике [6]. При расчете поперечных колебаний пространственная динамическая модель раскладывалась на две подсистемы: вертикальную и горизонтальную,

для каждой из которых определены динамические параметры.

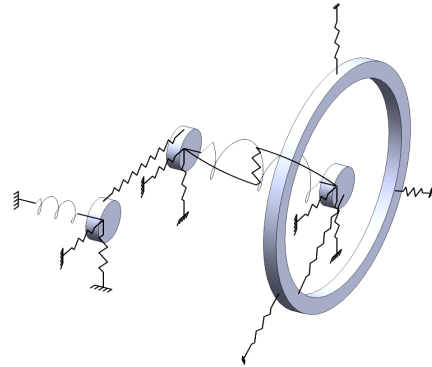


Рис. 3. Динамическая модульная модель привода измельчителя

Получены следующие матрицы инерции и жесткости:

$$\begin{pmatrix} Adv_{0,0} + Arem_{0,0} & Adv_{0,1} + Arem_{0,1} & Arem_{0,2} & Arem_{0,3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Adv_{1,0} + Arem_{1,0} & Adv_{1,1} + Arem_{1,1} & Arem_{1,2} & Arem_{1,3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Arem_{2,0} & Arem_{2,1} & Arem_{2,2} + Aval_{0,0} & Arem_{2,3} + Aval_{0,1} & Aval_{0,2} & Aval_{0,3} & 0 & 0 \\ Arem_{3,0} & Arem_{3,1} & Arem_{3,2} + Aval_{1,0} & Arem_{3,3} + Aval_{1,1} & Aval_{1,2} & Aval_{1,3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Aval_{2,0} & Aval_{2,1} & Aval_{2,2} + Azyb_{0,0} & Aval_{2,3} + Azyb_{0,1} & Azyb_{0,2} & Azyb_{0,3} \\ 0 & 0 & Aval_{3,0} & Aval_{3,1} & Aval_{3,2} + Azyb_{1,0} & Aval_{3,3} + Azyb_{1,1} & Azyb_{1,2} & Azyb_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Azyb_{2,0} & Azyb_{2,1} & Azyb_{2,2} & Azyb_{2,3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Azyb_{3,0} & Azyb_{3,1} & Azyb_{3,2} & Azyb_{3,3} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} Cdv_{0,0} + Crem_{0,0} & Cdv_{0,1} + Crem_{0,1} & Crem_{0,2} & Crem_{0,3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Cdv_{1,0} + Crem_{1,0} & Cdv_{1,1} + Crem_{1,1} & Crem_{1,2} & Crem_{1,3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Crem_{2,0} & Crem_{2,1} & Crem_{2,2} + Cval_{0,0} & Crem_{2,3} + Cval_{0,1} & Cval_{0,2} & Cval_{0,3} & 0 & 0 \\ Crem_{3,0} & Crem_{3,1} & Crem_{3,2} + Cval_{1,0} & Crem_{3,3} + Cval_{1,1} & Cval_{1,2} & Cval_{1,3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Cval_{2,0} & Cval_{2,1} & Cval_{2,2} + Czyb_{0,0} & Cval_{2,3} + Czyb_{0,1} & Czyb_{0,2} & Czyb_{0,3} \\ 0 & 0 & Cval_{3,0} & Cval_{3,1} & Cval_{3,2} + Czyb_{1,0} & Cval_{3,3} + Czyb_{1,1} & Czyb_{1,2} & Czyb_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Czyb_{2,0} & Czyb_{2,1} & Czyb_{2,2} + Ck & Czyb_{2,3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Czyb_{3,0} & Czyb_{3,1} & Czyb_{3,2} & Czyb_{3,3} + Ckф \end{pmatrix},$$

где Adv_{ij} – элементы матрицы инерции двигателя; $Arem_{ij}$ – ременной передачи; $Aval_{ij}$ – вал-шестерни; $Azyb_{ij}$ – зубчатой передачи. Аналогично обозначаются элементы матрицы жесткости.

Расчет динамических характеристик привода измельчителя реализован в программе автоматизации математических, инженерно-технических и научных расчетов MathCAD [7].

Исходя из конструкции получен спектр собственных частот привода измельчителя для поперечных колебаний в вертикальной плоскости:

$$f_{\text{пверт}} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \begin{pmatrix} 1972,677 \\ 128,385 \\ 49,646 \\ 261,952 \end{pmatrix}, \text{ Гц};$$

в горизонтальной плоскости:

$$f_{\text{пгор}} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \begin{pmatrix} 180,139 \\ 2648,585 \\ 2139716,144 \\ 12211,35118 \end{pmatrix}, \text{ Гц};$$

спектр собственных частот привода измельчителя для крутильных колебаний:

$$f_{\text{крут}} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \begin{pmatrix} 29,291 \\ 106,837 \\ 285,987 \\ 1072,650 \end{pmatrix}, \text{ Гц}.$$

В ходе экспериментального исследования использован виброанализатор «Корсар+».

Вибродиагностика измельчителя проводилась на холостом ходу на частоте 500 об/мин и под нагрузкой при измельчении зерна на частотах вращения 300, 500 и 750 об/мин.

Параметры стенда, значимые для виброустойчивости, следующие: тип двигателя 1LA71648A810; подшипники в опорах вал-шестерни – 80206, в опорах колеса – 80301; номинальная мощность двигателя $P_H = 5,5$ кВт; передаточное число ременной передачи $U_{рем} = 1$; передаточное отношение рабочего органа измельчителя $U_{ред} = 2$; число зубьев шестерни $Z_1 = 4$; число зубьев колеса $Z_2 = 8$.

Параметры вибрации измеряли в местах расположения подшипниковых опор, в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, в четырех контрольных точках (рис. 4, вторая и четвертая контрольные точки не показаны).

Полученный вибрационный сигнал интерпретируется программным обеспечением «Атлант», входящим в комплект поставки вибрoанализатора «Корсар+», в амплитудно-частотную характеристику (АЧХ).

Для каждого измерения получены частоты колебаний и соответствующие им амплитуды (рис. 5). Результаты сведены в табл. 1, 2, в которых каждой гармонике сигнала, измеренного во взаимно-перпендикулярных плоскостях, соответствует его частота и амплитуда.

Полученная информация позволяет сопоставить измеренные частоты, с возмущающими частотами, действующими в различных частях конструкции и

проанализировать их близость к резонансу. Формулы расчета возмущающих частот приведены в работе [6].



Рис. 4. Расположение контрольных точек измерения вибрации:

- 1 – задняя опора вал шестерни (без выходного конца вала);
- 2 – передняя опора вал-шестерни (с выходным концом вала);
- 3 – задняя опора колеса; 4 – передняя опора колеса

Результаты расчета возмущающих частот оформлены в виде табл. 1.

Для каждого измерения вычислены коэффициенты близости к резонансу, которые показывают попадание возмущающей частоты в полосу реонанса. В табл. 2 приведены результаты расчетов при частоте вращения электродвигателя 350 об/мин.

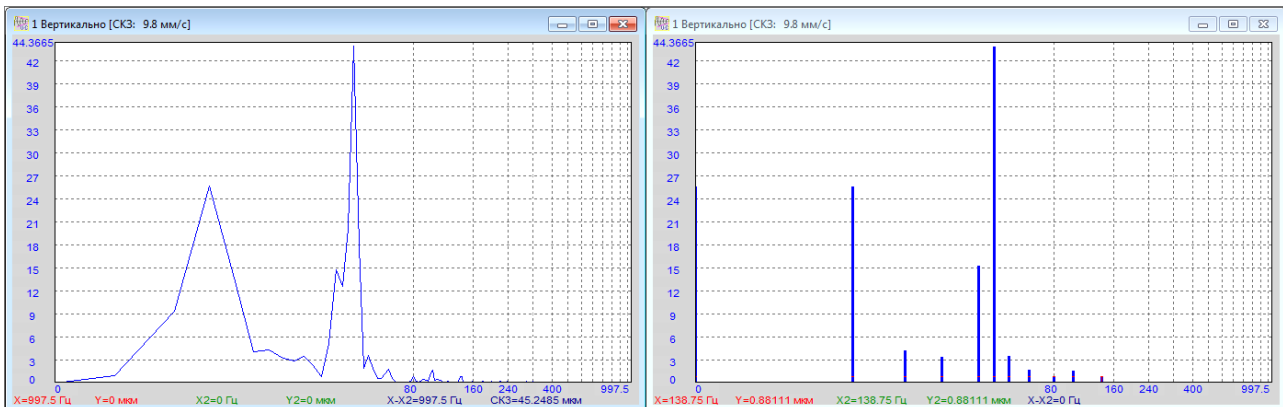


Рис. 5. АЧХ одного из измерений (слева) и разложение ее в гармонический ряд Фурье (справа)

Таблица 1

Результаты расчета возмущающих частот

Обороты двигателя, об/мин	f_1 , Гц	f_{22} , Гц	$f_{ш}$, Гц	f_k , Гц	$f_{5нар}$, Гц	$f_{5внут}$, Гц	$f_{5сеп}$, Гц	$f_{6нар}$, Гц	$f_{6внут}$, Гц	$f_{6сеп}$, Гц
300	5	5	20	10	18	27	2	8	12	1
500	8,3	8,3	33,3	16,7	30	45	3,33	13,33	20	1,66
750	12,5	12,5	50	25	45	67,5	5	20	30	2,5

Примечание. Введены следующие обозначения возмущающих частот: электродвигателя f_1 , ведущего шкива ременной передачи f_{21} , ведомого шкива ременной передачи f_{22} , зубцовая шестерни $f_{ш}$, зубцовая колеса f_k , подшипника в опорах вал-шестерни от взаимодействия тел качения с наружным кольцом $f_{нар}$, с внутренним кольцом $f_{внут}$, с сепаратором $f_{сеп}$.

Таблица 2

Коэффициенты близости к резонансу

Измеренная частота, Гц	Возмущающая частота, Гц								
	1,667	3,333	8,333	13,333	16,667	20	30	33,33	45
8,371	5,022	2,512	1,005*	0,628	0,513	0,42	0,279	0,251	0,186
23,988	14,39	7,197	2,87	1,799	1,469	1,199*	0,80**	0,720	0,533
32,7	19,61	9,811	3,92	2,453	2,002	1,63	1,090*	0,981*	0,727
41,24	24,74	12,376	4,95	3,094	2,526	2,06	1,375	1,238**	0,917*
59,182	35,50	17,756	7,102	4,439	3,623	2,95	1,973	1,776	1,315
67,3	40,37	20,192	8,07	5,048	4,120	3,36	2,243	2,019	1,496
79,25	47,54	23,779	9,51	5,944	4,853	3,96	2,642	2,378	1,761
87,5	52,49	26,253	10,5	6,563	5,357	4,37	2,917	2,625	1,944
100	59,98	30,003	12,0	7,50	6,12	5,0	3,33	3,0	2,22
132,79	79,66	39,844	15,94	9,96	8,13	6,64	4,43	3,98	2,95

Примечание: *значения с недопустимым уровнем близости к резонансу; **совпадающие с частотами резонанса.

Таблица 3

Оценка динамического качества по коэффициентам близости к резонансу

Возмущающая частота	Частота вращения электродвигателя, об/мин											
	300				500				750			
	Недопустимая	Плохая	Сумма оценок	Близость к резонансу, %	Недопустимая	Плохая	Сумма оценок	Близость к резонансу, %	Недопустимая	Плохая	Сумма оценок	Близость к резонансу, %
f_1	0	0	0	0	6	1	7	0,556	12	2	14	1,01
f_{22}	0	0	0	0	6	1	7	1,496	12	2	14	1,01
f_3	3	0	3	0,641	14	6	20	4,273	16	16	32	2,309
f_4	1	2	3	0,641	3	3	6	1,282	10	5	15	1,082
$f_{5нар}$	2	3	5	1,068	18	1	19	4,059	22	3	25	1,804
$f_{5внут}$	3	2	5	1,068	20	1	21	4,487	21	1	22	1,587
$f_{5сеп}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$f_{6нар}$	2	1	3	0,641	8	1	9	1,923	7	4	11	0,793
$f_{6внут}$	3	1	4	0,855	2	3	5	1,068	11	1	12	0,866
$f_{6сеп}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

По рассчитанным коэффициентам близости к резонансу можно оценить динамическое качество элементов конструкции измельчителя.

В виду стохастичности процессов, происходящих при работе машин, анализ результатов вибродиагностики сводится к выявлению коэффициентов близости к резонансу частот, имеющих недопустимые и плохие оценки на определенных режимах работы машины, и расчет их количества в общем количестве замеров при определенной частоте вращения электродвигателя.

Результаты анализа для различных частот вращения электродвигателя представлены в табл. 3.

Согласно табл. 3, равной при частоте вращения электродвигателя привода измельчителя 300 об/мин, существенное влияние на уровень вибрации оказывают возмущающие частоты подшипниковых опор вал-шестерни. Возмущающие зубцовые частоты и частоты опор колеса вносят примерно одинаковое возмущение в систему, но оно значительно ниже возмущения от подшипниковых опор вал-шестерни.

При частоте вращения электродвигателя 500 об/мин существенное влияние на уровень вибрации оказывают возмущающие частоты подшипниковых опор вал-шестерни, а так же возмущающая зубцовая частота. По сравнению с этими возмущающими частотами, остальные возмущающие воздействия существенно меньше.

При частоте вращения электродвигателя 750 об/мин основное возмущающее воздействие в систему вносит возмущающая зубцовая частота вал-шестерни, воздействие подшипниковых опор вал-шестерни также велико.

По результатам исследований динамики привода видно, что на частоте вращения 500 об/мин наблюдаются нежелательные коэффициенты близости к резонансу при крутильных колебаниях (расчетная частота 29 Гц) вал-шестерни в подшипниковых опорах, как и при поперечных (расчетная частота 49 Гц) колебаниях в подшипниковых опорах вал-шестерни. На частоте вращения двигателя 750 об/мин коэффициенты

близости к резонансу в этих элементах принимают нежелательное значение на частотах 29 и 49 Гц.

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Подшипниковые опоры вал-шестерни и сама шестерня вносят значительные возмущения в упругую систему – необходимо изменить конструкцию опор и вал-шестерни.

2. Внести изменения в конструкцию измельчителя – усилить подшипники вал-шестерни, изменить передаточное отношение зубчатой передачи измельчителя и ременной передачи привода, провести подбор соотношения массы и моментов инерции шкивов.

Библиографические ссылки

1. Пат. № 2412006 Российская Федерация, МПК ВО2С 15/16. Измельчитель / В. А. Титов, заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО СФУ (RU); опуб. 20.02.2011, Бюл № 5.

2. Пат. № 2424057 Российская Федерация, МПК ВО2С 15/16, 7/06. Измельчитель-кормопроизводитель / В. А. Титов, заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО СФУ (RU); опуб. 20.07.2011, Бюл № 20.

3. Титов В. А., Колбасина Н. А. Геометрия оригинальной цилиндрической передачи внутреннего зацепления для измельчителя материалов // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2011. № 3. С. 91–93.

4. Морозов Д. И., Колбасина Н. А., Титов В. А. Автоматизированное построение трехмерной параметрической модели для проектирования передачи внутреннего зацепления механизма измельчителя // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2010. № 3. С. 87–90.

5. Экспериментальный стенд на базе техники SIEMENS и технологий NATIONAL INSTRUMENTS для исследования измельчителя материалов / В. А. Титов, А. А. Рыбин, Ю. А. Пикалов и др. // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2011. № 1. С. 119–124.

6. Динамика машин. Анализ динамического качества механических приводов при проектировании : учеб. пособие / Г. Н. Лимаренко, А. Н. Щепин, М. П. Головин и др. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006.

7. А. с. о регистрации программы для ЭВМ № 2012612813 / Б. С. Каменецкий, Г. Н. Лимаренко, А. Н. Щепин ; заявитель и правообладатель ФГОУ ВПО СФУ (RU); дата рег. 21.03.2012.

A. N. Schepin, B. S. Kamenetskiy, G. N. Limarenko, V. A. Titov

ASSESSMENT OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF DESINTEGRATOR WITH ORIGINAL TOOTH GEARING

The authors give an assessment of dynamic characteristics of a new universal grinder of agricultural raw materials and other materials based on an original tooth gearing.

Keywords: dynamics of machines, gear, vibration based diagnostics, grinder.

© Щепин А. Н., Каменецкий Б. С., Лимаренко Г. Н., Титов В. А., 2012

УДК 519.6+004.4:504.05

О. Э. Якубайлик

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Рассматриваются особенности, проблемы и задачи формирования информационной инфраструктуры системы экологического мониторинга, обсуждаются ее характеристики и программно-технологическая платформа. Приводятся примеры – система экологического мониторинга территорий в Красноярском крае и решение задач геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особоохраняемых территорий с помощью технологий геопортала.

Ключевые слова: экологический мониторинг, геопортал, ГИС, геопространственные данные, веб-картография, веб-сервисы.

Эффективность мониторинга состояния окружающей природной среды в значительной степени определяется его информационно-аналитическим обеспечением. Чтобы успешно управлять территорией и рационально распоряжаться ее ресурсами, нужно хорошо представлять себе обобщенные характеристи-

ки ее состояния и иметь возможность в кратчайшие сроки в наглядной форме получать необходимые для принятия решений детальные сведения об объектах управления. Эти потребности могут быть обеспечены путем создания современной информационно-коммуникационной инфраструктуры экологического

мониторинга, которая позволяет объективно оценивать ситуацию в оперативном режиме и формировать варианты управленческих решений.

Информационное обеспечение экологического мониторинга должно обеспечивать ввод, хранение, обработку и представление данных, формируемых в процессе мониторинга. Речь идет о базах исходных данных натурных наблюдений, картографических материалах, космических снимках различных типов, результатах аналитической обработки и проч. Перечисленные информационные ресурсы должны концентрироваться в хранилищах/банках данных, основанных на самых современных технологиях. Обычно предполагается создание развитых средств, интерфейсов доступа к рассматриваемой информации [1].

Характерной особенностью рассматриваемого класса задач является значительная доля данных с пространственной привязкой. В качестве базового программного инструментария для их решения сегодня, как правило, используются геоинформационные системы (ГИС). Решение задач сбора и передачи, организации авторизованного доступа, эффективного использования геопространственных данных, в том числе данных дистанционного зондирования, являются сегодня одной из актуальных проблем, стоящих перед научным сообществом и органами государственной власти – они укладываются в понятие информационной инфраструктуры пространственных данных, развитию которой в нашей стране в настоящее время уделяется значительное внимание.

Как показывает анализ современного состояния исследований и разработок в данной области, использование Интернет-технологий при создании ГИС для рассматриваемых задач имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными настольными системами – доступность предлагаемых решений большому числу пользователей, возможность работы с распределенными большими массивами данных, упрощение процесса установки и распространения программного обеспечения, снижение его стоимости, возможность интеграции со сторонними приложениями и проч.

Следует акцентировать внимание на спутниковом мониторинге как одной из ключевых технологий. Необходимость обеспечения контроля за экологической обстановкой предъявляет серьезные требования к источникам информации о состоянии природной среды. Во-первых, средства наблюдения за объектами подстилающей поверхности должны охватывать обширные и нередко малонаселенные территории; во-вторых, вследствие локальности и относительно малых размеров интересующих объектов эта информация должна быть географически подробной и тщательно привязанной к местности; в-третьих, в силу динамичного характера процессов в природной среде повторяемость наблюдений должна быть достаточно высока. В настоящее время единственным инструментом, отвечающим этим требованиям, является региональный спутниковый мониторинг, основанный на регулярном приеме спутниковой информации и ее оперативной обработке.

Основными целями экологического мониторинга традиционно считаются следующие: определение границ зон экологического бедствия и неблагоприятного состояния природной среды; отслеживание геологических процессов и деградации земель; анализ воздействия разведки и разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду; определение экологического состояния поверхностных и подземных вод, атмосферы, лесов; изучение динамики антропогенных ландшафтов; прогноз урожайности сельскохозяйственных культур.

Отличительной особенностью современных систем экологического мониторинга можно считать внушительные объемы данных и связанная с этим необходимость создания специальных методов и технологий для работы с ними. Важную роль играет потребность обеспечения возможности использования различных аналитических методов обработки, интерпретации и представления данных, например, через формирование системы прикладных веб-сервисов, с использованием распределенных вычислений, средств математического моделирования на суперкомпьютерах и т. д. [2].

Формирование информационной инфраструктуры системы экологического мониторинга связано с решением следующих задач:

- организация технологической среды для интеграции формируемых информационных ресурсов по рассматриваемой задаче экологического мониторинга, создание хранилища данных (цифровые модели местности, цифровые карты природных комплексов и объектов, подлежащих наблюдению, карт современной ландшафтной структуры, антропогенной трансформации ландшафтов и др.). В зависимости от специфики задачи хранилище данных может быть централизованным или распределенным;
- создание средств для информационного взаимодействия пользователей, управления правами доступа к размещаемой в хранилище данных информации, средств поддержки метаданных и каталогов информационных ресурсов с авторизованным доступом к данным, формирования тематических веб-сервисов и приложений (геопортал, веб-сервисы прямого доступа к данным и проч.);
- проектирование и разработка семейства баз данных технических характеристик объектов экологического мониторинга, включая динамику их изменений, а также средств навигации и поиска по этим данным;
- формирование и поддержка баз данных, содержащих сведения по оценке состояния рассматриваемой территории, ее различным геопространственным характеристикам – на основе статистической и научно-исследовательской информации, сформированные с помощью различных информационных и математических моделей;
- разработка новых информационных и математических моделей и методов для интерпретации данных экологического мониторинга, в том числе – методов обработки, дешифрирования и классификации спутниковых изображений в оперативном режиме;

– создание системы доступа к средствам интерпретации и аналитической обработки данных на основе механизмов специализированных тематических приложений, основанную на прикладных веб-сервисах. Эти сервисы и приложения должны сформировать основу распределенной ГИС и базис информационной инфраструктуры экологического мониторинга, обеспечить возможность эффективного решения новых задач в рассматриваемой области – от оценки состояния окружающей природной среды и пространственного моделирования до оперативного информирования авторизованных пользователей о возникающих чрезвычайных ситуациях.

Список представленных задач, наверное, можно расширить, но уже из перечисленного вытекает достаточно значительный перечень требований, которые можно предъявить к программному обеспечению системы экологического мониторинга. Прежде всего ее целесообразно рассматривать как распределенную информационно-аналитическую систему, основанную на гибридных технологиях – клиент-серверная и многозвенная внутренняя архитектура системы, распределенное хранение и обработка данных, ГИС и веб-технологии, прикладные веб-сервисы и стандарты информационного взаимодействия. Элементами этой системы могут и должны быть как ресурсоемкие прикладные подсистемы, выполняющие значительный объем вычислений, в том числе – с использованием производительных суперкомпьютеров, так и относительно «легкие» приложения для простой визуализации данных, которые могут работать и на современных мобильных устройствах (смартфонах и планшетах, не говоря уже о нетбуках).

Программно-технологическая платформа.

Сформулируем основные требования к используемому программному обеспечению системы экологического мониторинга, его характеристикам. Очевидно, что логичнее здесь рассматривать проблему выбора технологической платформы для реализации системы, так как вряд ли найдется одна универсальная программа, удовлетворяющая весь спектр возможных потребностей.

На первый взгляд, анализ рынка программного обеспечения подсказывает, что прежде всего нужно сделать выбор одного из двух альтернативных вариантов – коммерческое программное обеспечение типа семейства приложений ESRI ArcGIS или свободное ПО ГИС сообщества OSGeo – «настольные» ГИС, инструментальные средства для веб-картографии, геопространственные библиотеки для чтения/записи и обработки пространственных данных, и т. д. Каждый из этих вариантов характеризуется функциональной полнотой, при этом имеет свои плюсы и минусы. Коммерческие системы требуют вложений на старте, но многие функции можно сразу использовать, а благодаря технической поддержке сроки внедрения минимальны. Открытые/свободные ГИС на практике сложнее начать использовать, но по эффективности и производительности они не уступают коммерче-

ским, и при наличии квалифицированных специалистов всегда можно расширить их функционал.

Оставляя за скобками финансовый и философский аспекты выбора, хотелось бы отметить, что сегодня на практике чаще всего нет противопоставления двух рассматриваемых подходов. И причина в том, что сейчас коммерческие и свободные ГИС хорошо дополняют друг друга благодаря совместимости форматов данных, основанных на веб-сервисах стандартов информационного обмена, и т. д. Можно выполнять анализ пространственных данных в ArcGIS, конвертировать их в MapInfo и при этом использовать свободное ПО Mapserver для их представления на веб-страницах, а каталог формировать средствами GeoNetwork Opensource. При этом для хранения данных применять открытую СУБД PostgreSQL с модулем расширения PostGIS, ничуть не уступающему по производительности и функциональным возможностям лидеру коммерческих СУБД Oracle с расширением для работы с пространственными данными Oracle Spatial.

Разработка информационной системы экологического мониторинга неизбежно потребует знаний технологий и практики современного прикладного программирования в независимости от выбранной платформы. Одной из самых распространенных сегодня является среда программирования php, расширяемая специализированными модулями ГИС. Клиентские приложения используют средства веб-программирования на основе XML/AJAX, HTML и CSS. В дополнение к базовым средствам часто используют специализированные библиотеки и прикладные сервисы – jQuery, OpenLayers, FDO, GDAL/OGR, MapScript, ExtJS, Google Maps API и многочисленные другие. Большинство прикладных систем также имеют собственные программные интерфейсы (API), использование которых может потребоваться при создании веб-приложений [3].

Примеры реализации. Начиная с 2008 г. в Сибирском федеральном университете при поддержке Министерства природных ресурсов и лесной отрасли Красноярского края, ведутся исследования мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли (НГО) Красноярского края. Первоочередные работы были связаны с характеристикой и оценкой современного состояния компонентов окружающей природной среды в районах размещения объектов НГО Красноярского края (первоочередных участках Большехэтского, Юрубчено-Тохомского, Собино-Тэтеринского, Нижнеангарского районов и Таймырского Заполярья); техническим характеристикам объектов НГО, связанных с поиском, разведкой и добычей углеводородного сырья, а также объектов его транспортировки, переработки, хранения и реализации; оценке эффективности действующих систем производственного экологического мониторинга на объектах НГО, уровню подготовки этих объектов к предотвращению аварийных ситуаций и ликвидации их последствий; оценке

потенциальных экологических рисков и прогнозу изменений природной среды в районах деятельности объектов НГО; комплексной оценке совокупного воздействия объектов НГО на компоненты природной среды; формированию цифровых карт природных комплексов и объектов, цифровых моделей местности разных масштабов, информационных баз данных [4].

Совокупность задач, связанных с информационным обеспечением рассматриваемого мониторинга, решается через создание и актуализацию «Геоинформационной системы мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли Красноярского края» (далее – ГИС НГО) [4]. Эту систему можно рассматривать как характерный пример системы экологического мониторинга, анализу которых посвящена настоящая статья.

ГИС НГО была спроектирована как информационно-аналитическая система, основанная на Интернет- и ГИС-технологиях (рис. 1). Ее основная задача – аккумуляция данных мониторинга и их представление через веб-интерфейс. Система в настоящее время включает четыре основных функциональных модуля:

– базу данных состояния окружающей среды в районах размещения объектов НГО по результатам наземных наблюдений (данные наблюдений, средства

анализа состояния и загрязнения окружающей среды, презентационная графика);

– базу данных состояния окружающей среды в районах размещения объектов НГО по результатам дистанционных наблюдений (более 30 топографических основ районов размещения объектов НГО в масштабе 1:100 000 и 1:25 000, тематические карты с данными по растительности, нарушенности земель, загрязнению природной среды; средства интерактивной картографической веб-визуализации);

– вспомогательные материалы мониторинга (протоколы результатов анализа взятых проб, ГИС-проекты, исходные векторные данные для использования в локальной ГИС, спутниковые данные, материалы научных отчетов);

– системный модуль (средства информационного взаимодействия пользователей, средства администрирования данных каталога ресурсов и системой в целом, управление правами пользователей).

Дальнейшее развитие ГИС НГО связано с разработкой новых средств доступа к геопространственным данным, инструментов аналитической обработки данных экологического мониторинга, средств визуализации исходных векторных данных, наряду с наполнением баз данных актуальными информационными ресурсами.

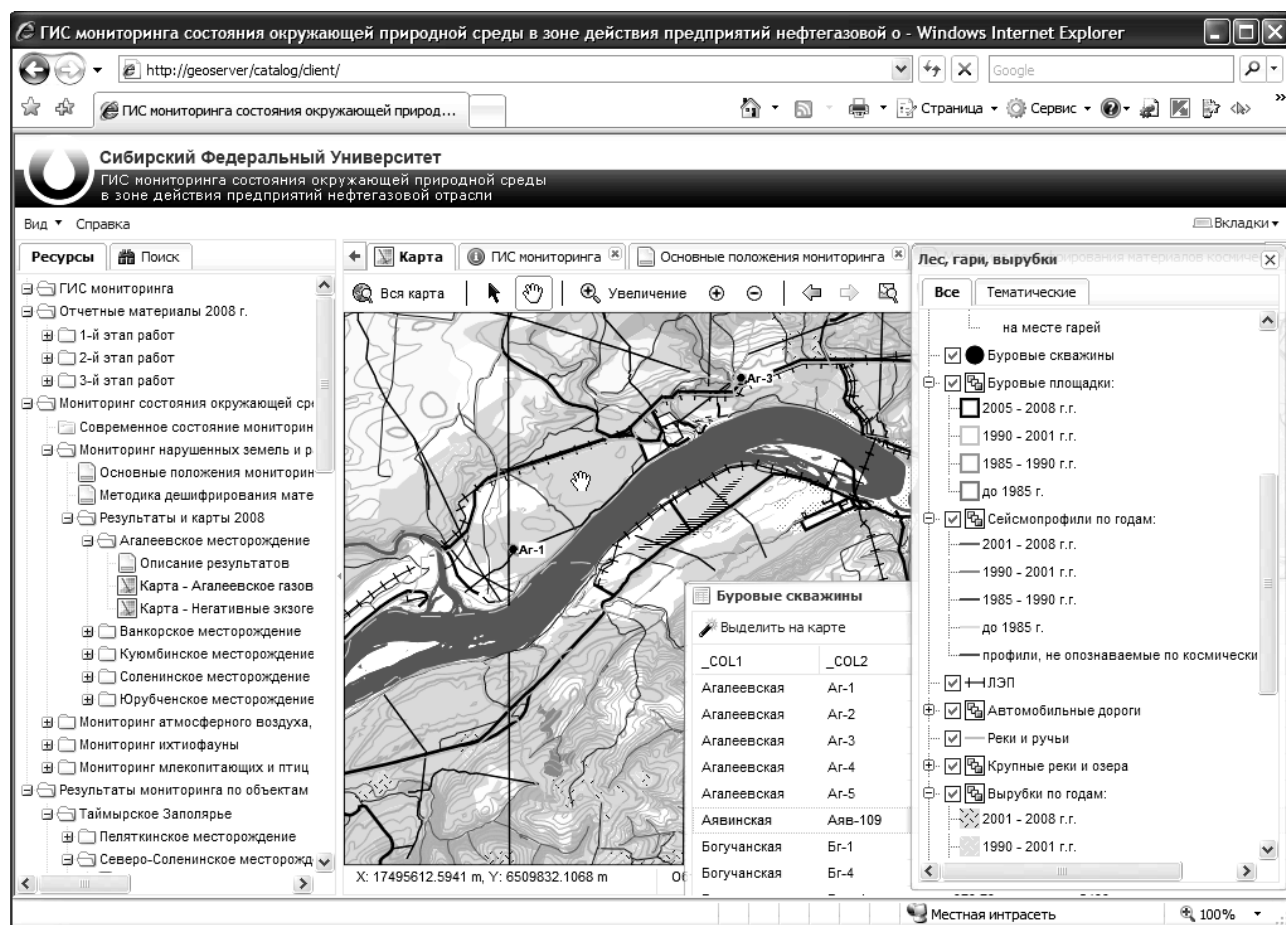


Рис. 1. ГИС мониторинга состояния окружающей природной среды Красноярского края

Еще одним примером информационной системы рассматриваемого типа можно считать геоportal ИВМ СО РАН, который создавался прежде всего как инструмент для информационного обеспечения исследований в области вычислительных технологий для задач экологического мониторинга, оценки состояния особо охраняемых природных территорий, разработки критериев и индикаторов устойчивого природопользования на основе принципов устойчивого развития [5].

Формирование геоportала ИВМ СО РАН началось около трех лет назад, при выполнении работ по междисциплинарным интеграционным проектам и программе фундаментальных исследований СО РАН. С течением времени он развивался и модифицировался, менялось представление о том, что он из себя представляет с технической и технологической точки зрения, какие ключевые компоненты его образуют. Например, в первые время его существования технологии в части веб-картографии были сконцентрированы и, в определенном смысле, ограничены технологической платформой ГИС MapGuide Open Source, а в части системы управления веб-контентом – приложением «1С-Битрикс». Последующая модернизация расширила функциональные возможности геоportала, были добавлены новые функциональные модули – веб-ГИС собственной разработки на основе технологической платформы UMN Mapserver, подсистема документирования на основе вики Dokuwiki, система управления веб-контентом геоportалом на основе CMS Drupal. Были созданы дополнительные модули, среди которых – система управления метаданными с соответствующими интерфейсами навигации и поиска, администрирования. Ядром геоportала стала база данных, построенная на основе PostgreSQL/PostGIS.

Сегодня геоportal ИВМ СО РАН – это комплекс программно-технологических решений, совокупность которых вполне соответствует рассматриваемым в настоящей работе требованиям к системе экологического мониторинга. Геоportal можно охарактеризовать как набор следующих логических элементов:

- хранилище информационных тематических ресурсов (геоданные в формате популярных ГИС и геопространственные СУБД);
- каталог ресурсов геоportала и связанных с ними пространственных метаданных;
- подсистема управления данными каталога ресурсов через веб-интерфейс (система администрирования геоportала);
- редактор стилевого оформления слоев и карт на геоportале (программа GeoExpress для Windows, работающая через веб-сервисы геоportала);
- пользовательский веб-интерфейс каталога ресурсов (метаданных);
- система картографической веб-визуализации пространственных данных геоportала, обеспечивающая интерактивной пользовательский веб-интерфейс карты в целом или отдельного слоя данных (рис. 2):

- средства информационного взаимодействия геоportала (почтовая рассылка, форумы и персональные блоги, комментарии);

- картографические веб-сервисы прямого доступа к данным на основе протоколов OGC.

- набор служебных программных интерфейсов (API геоportала);

- прикладные публичные веб-сервисы (геокодирование, адресный поиск, прокладка маршрутов и т. п.).

Особо следует отметить сформированное информационное наполнение геоportала, которое можно использовать в решении задач экологического мониторинга:

- детальная мультимасштабная карта Красноярского края и Хакасии, доступная через картографические веб-сервисы геоportала;

- веб-сервис с мозаикой спутниковых снимков на всю территорию Красноярского края (снимки LANDSAT/SPOT с разрешением до 15 м/пиксель);

- цифровая модель рельефа на всю территорию Красноярского края (SRTM/ASTER GDEM, актуализированная по данным на октябрь 2011 г., с разрешением до 30 м/пиксель);

- около 800 тематических слоев данных различного типа, построенных на основе векторных наборов данных по материалам исследований ИВМ СО РАН, ИВТ СО РАН, ИГГМ СО РАН, ИЛ СО РАН, ЦСБС СО РАН, Красноярского филиала Госцентра «Природа», СФУ и проч. (рис. 3).

Перечисленные компоненты и ресурсы геоportала ИВМ СО РАН формируют технологическую и информационную основу, информационную инфраструктуру, которая обеспечивает решение различных фундаментальных и прикладных задач.

В качестве примера можно привести задачи геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особоохраняемых территорий. В исследованиях по данной теме рассматривались методы и результаты оценки и мониторинга экологического состояния природных ресурсов двух особо охраняемых территорий – государственного природного заповедника «Столбы» и государственного природного биосферного заповедника «Центральносибирский». Для этих заповедных территорий создавались комплексные цифровые модели, выполнялся пространственный анализ физико-географических характеристик, было оценено экологическое состояние – состояние атмосферы, уровень загрязнения почв, лесной подстилки, растительности и зимних осадков, влияние города (промышленного комплекса) [1; 6]. Использование геоportала в качестве источника исходных данных и в качестве хранилища результатов позволяет систематизировать обрабатываемые данные, собирать их в «единый информационный ресурс» и гарантировать, что они «не потеряются» по завершении работы. Очевидно, что правильно организованное хранение сформированных данных значительно упрощает их возможное использование в будущем, при проведении новых исследований.

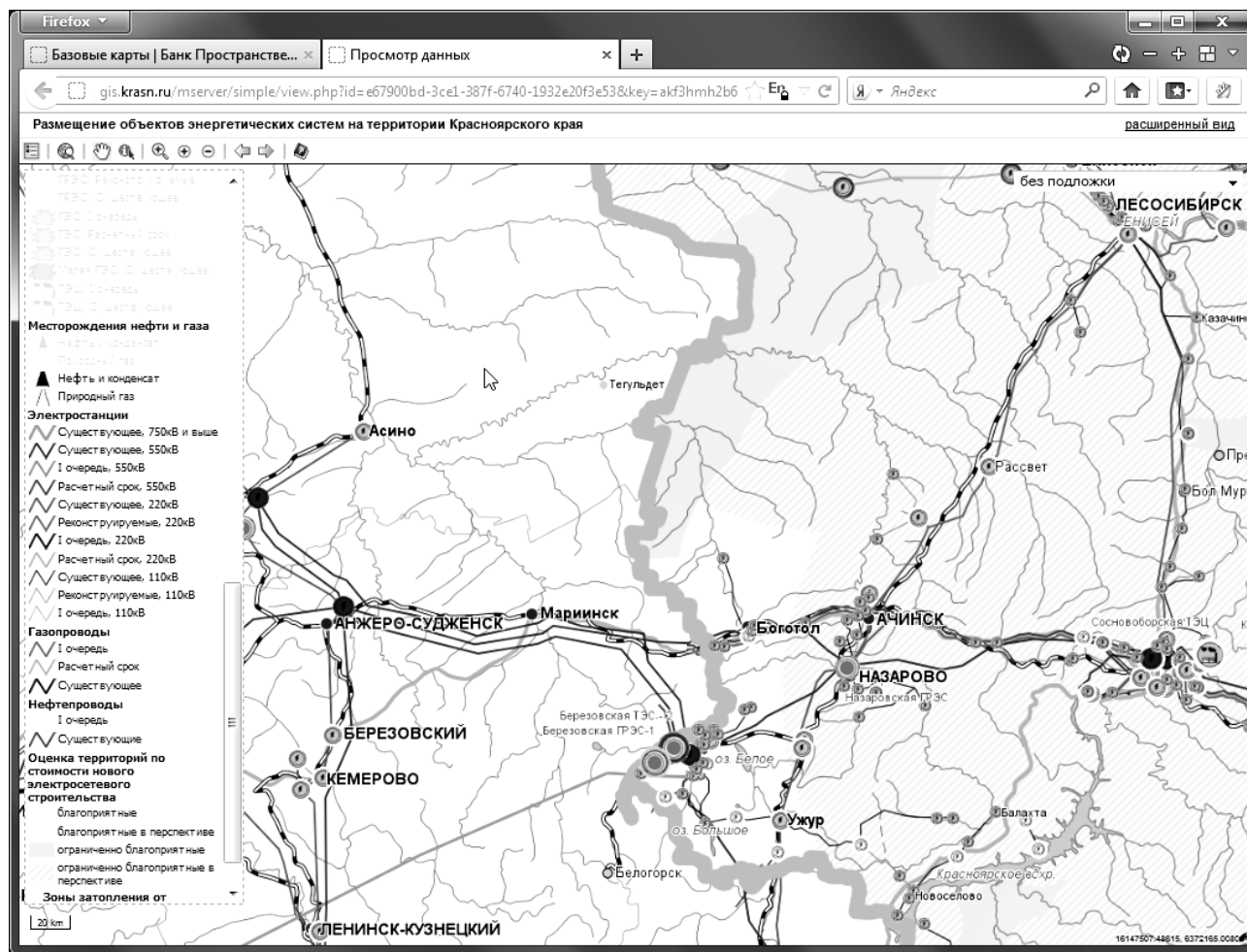


Рис. 2. Картографический веб-интерфейс геоportала ИВМ СО РАН

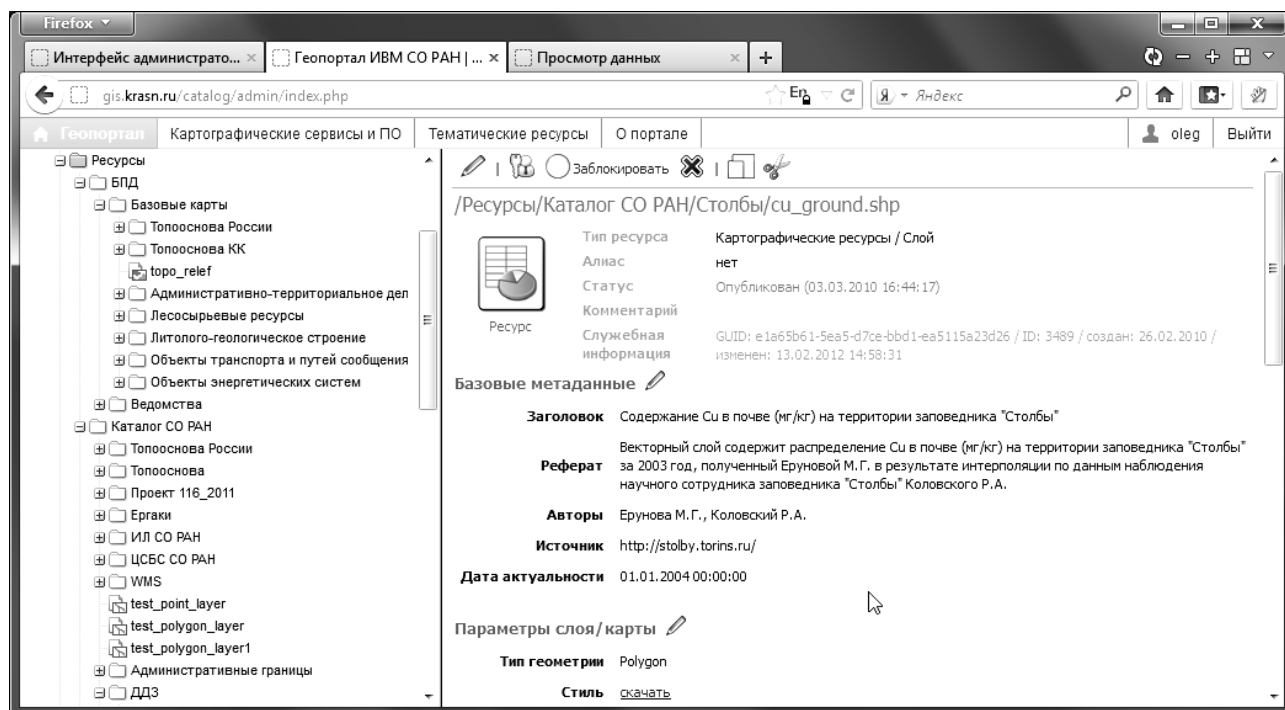


Рис. 3. Администрирование геопространственных данных на геоportале ИВМ СО РАН

Библиографические ссылки

1. Ерунова М. Г., Гостева А. А., Якубайлик О. Э. Геоинформационное обеспечение задач экологического мониторинга особо охраняемых территорий // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2008. Т. 1. № 4. С. 366–376.
2. Попов В. Г., Якубайлик О. Э. Разработка модели геоинформационной аналитической Интернет-системы для задач мониторинга и анализа состояния региона // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т. 17. № 12. С. 39–44.
3. Якубайлик О. Э., Попов В. Г. Технологии для геоинформационных Интернет-систем // Вычислительные технологии. 2009. Т. 14. № 6. С. 116–126.
4. Якубайлик О. Э. Геоинформационная Интернет-система мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 1. С. 40–45.
5. Кадочников А. А., Попов В. Г., Токарев А. В., Якубайлик О. Э. Формирование геоинформационного Интернет-портала для задач мониторинга состояния природной среды и ресурсов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2008. Т. 1. № 4. С. 377–386.
6. Ерунова М. Г., Якубайлик О. Э., Кадочников А. А. Геоинформационный анализ состояния природной среды государственного заповедника «Столбы» // География и природные ресурсы. 2006. № 2. С. 136–142.

О. Е. Yakubailik

PROBLEMS OF FORMATION OF INFORMATION-COMPUTER SUPPORT OF ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS

The article deals with particular problems and tasks of forming the information infrastructure of the environmental monitoring system, discuss its features and software technology platform. A system of environmental monitoring of areas in Krasnoyarsk region, and the tasks of GIS support of environmental monitoring of protected natural territories through geoportal technologies, are described as examples.

Keywords: environmental monitoring, geoportal, GIS, geospatial data, web mapping, web service.

© Якубайлик О. Э., 2012

УДК 004.932.2

Е. Л. Ярославцева, К. Э. Левтин

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ЦИФРОВЫХ КОЛЛАЖЕЙ НА ОСНОВЕ ФОТО- И ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

Предложен интеллектуальный подход к формированию коллажей на основе эффекта «бесшовной стыковки» сегментов и адаптивного выделения областей интереса входных изображений, разработан алгоритм данного подхода. На основе данного алгоритма спроектирована интеллектуальная система составления коллажей. Показаны результаты экспериментального анализа методики создания выходных изображений из исходных фото- и видеоматериалов. Сделаны выводы об эффективности созданного подхода и предложены направления дальнейших исследований по данной тематике.

Ключевые слова: автоматическое составление коллажей, видеоколлаж, «бесшовная стыковка».

Автоматическое составление коллажей цифровых изображений является актуальной задачей в силу ряда причин. Конечные изображения, составленные на основе данной техники, получают выигрышными в плане наглядности и информативности по сравнению с отдельно взятыми изображениями. В свою очередь, автоматическое составление коллажей цифровых изображений в силу значительных затрат пользовательских визуальных решений является востребованным в широком спектре задач – от создания обложек домашних фотоальбомов до коммерческих рекламных проектов. Непосредственная задача составления коллажа заключается в создании визуального резюмированного образа, составляемого из набора изображе-

ний, при условии максимизации информативной области изображений, также называемой областью интереса (ОИ) изображения.

Отметим, что задача оптимального размещения сегментов коллажа является одной из подзадач задачи рационального раскроя и упаковки. Результаты решения таких задач используются для создания эффективного выходного изображения на основе метода «бесшовной стыковки» сегментов. Сложность задачи создания плавных переходов между сегментами коллажа состоит в подборе соседних изображений с максимально похожими границами и оптимальном выборе параметров размытия границ и настроек прозрачности. Также важной задачей при создании комплексного

подхода к автоматическому составлению коллажа является максимальная оптимизация скорости выполнения всех методов анализа для получения приемлемого времени обработки цифровых фотографий и видеоматериалов.

Решение задачи составления коллажа цифровых фотографий или кадров видеопоследовательности на основе эффекта «бесшовной стыковки» и адаптивной подстройки границ ОИ сегментов коллажа состоит из четырех этапов:

- отбор кадров видеопоследовательности;
- оптимальное размещение сегментов коллажа;
- создание гибкого контура ОИ на изображении;
- «бесшовная стыковка» сегментов.

Рассмотрим указанные этапы комплексного подхода к автоматическому составлению коллажей более подробно.

Метод отбора кадров видеопоследовательности, используемый в разрабатываемом комплексном подходе автоматического составления коллажей, основан на технике эвристического поиска и продукционной системе принятия решений [1].

На первом шаге случайным образом переходим к первому кадру, проверяем, удовлетворяет ли он заданным критериям. Если текущий кадр не удовлетворяет каким-либо параметрам, то переходим к проверке следующего кадра до тех пор, пока не получим изображение для первого сегмента коллажа. Проверка второго кадра и всех последующих производится аналогично, но также содержит в себе критерий отбора исключения одинаковых кадров, который выполняется вначале всей проверки.

Если пользователь указал необходимость детектирования лиц на изображениях, то по завершении выполнения всех предыдущих критериев производится проверка на содержание лиц в кадре. Если по окончании заданного пользователем количества итераций не было обнаружено ни одного кадра, содержащего лицо человека, в качестве сегментов коллажа будут выбраны любые кадры, удовлетворяющие всем остальным критериям отбора. Случайность выбора кадра задается с помощью функции *Random*, которая генерирует псевдослучайные числа исходя из длительности анализируемого видеоряда.

Данный метод размещения сегментов коллажа не является универсальным, но он очень эффективен в применении к составлению коллажа из заранее определенного числа сегментов, в данном случае из шести, что является основным ограничением. Он основан на последовательном размещении сегментов коллажа в пределах рабочей области в соответствии со значением параметра «размер области перекрытия сегментов». Его выполняют в три этапа:

- сортировка сегментов коллажа;
- размещение сегментов коллажа;
- минимизация незаполненных регионов рабочей области коллажа.

Предположим, что имеется 6 входных изображений. На первом этапе происходит сортировка входных изображений по размерам, затем они попарно

объединяются следующим образом: пара № 1 (изображение с наибольшим размером, изображение с наименьшим размером), пара № 2 аналогично формируется из оставшихся после образования первой пары (изображение с наибольшим размером, изображение с наименьшим размером), пара № 3 состоит из оставшихся двух изображений. Данный этап необходим для обеспечения баланса между оптимизацией размещения сегментов, оптимизации областей их перекрытия и оптимизации размеров самих сегментов.

Второй этап состоит из трех шагов, каждый из которых соответствует размещению отдельной пары сегментов коллажа. Размер и координаты расположения сегментов зависят от результатов расположения предыдущего сегмента и значения размера области перекрытия сегментов по формуле [2]:

$$[x_i; y_j] = [x_{i\pm 1} \cdot (1 - L); y_{j\pm 1} \cdot (1 - L)],$$

где x_i, y_j – координаты текущего сегмента; $x_{i\pm 1}$ – координата соседнего по горизонтали сегмента; L – значение параметра «размер области перекрытия сегментов»; $y_{j\pm 1}$ – координата соседнего по вертикали сегмента.

На первом шаге случайным образом выбирается входное изображение в качестве первого сегмента. Заполнение канвы начинается с левого верхнего угла, размер первого изображения выбирается случайным образом из диапазона значений, ограниченного некоторым максимумом и минимумом, которые в свою очередь задаются процентным отношением размера рабочей области коллажа к размеру текущего сегмента. Данное ограничение вводится с целью равномерного заполнения канвы коллажа всеми сегментами.

В качестве второго сегмента используется изображение парно соответствующее первому сегменту. Высота текущего сегмента вычисляется по выражению:

$$H_2 = H_0 - H_1(1 - L),$$

где H_0 – высота рабочей области коллажа; H_i – высота соответствующего сегмента.

Ширина второго сегмента рассчитывается по правилам пропорции. Второй сегмент размещается под первым сегментом следующим образом:

$$[x_2; y_2] = [x_1; y_1 + H_1(1 - L)].$$

Третий и четвертый сегменты размещаются в правой части коллажа аналогично первой паре сегментов. Оставшиеся изображения размещаются в качестве пятого и шестого сегментов в центр незаполненной области между первым и третьим, вторым и четвертым сегментами соответственно. Размеры и координаты размещения текущих сегментов зависят от площади незаполненной области и значения размера области перекрытия сегментов:

$$W_{5,6} = W_0 - W_{1,2}(1 - L) - W_{3,4}(1 - L),$$

$$[x_5; y_5] = [x_1 + W_1(1 - L); y_1],$$

$$[x_6; y_6] = [x_2 + W_2(1 - L); y_5 + H_5(1 - L)],$$

где W_0 – ширина рабочей области коллажа; W_i – ширина соответствующего сегмента.

Высота пятого и шестого сегментов вычисляются по правилам пропорции.

На третьем шаге проводится анализ незаполненных областей. Если такие области были найдены, то размер всех граничащих с ними сегментов увеличивается до полного редуцирования существующих разрывов.

Рассмотрим процесс создания гибкого контура ОИ, который логически разделяется на поиск ОИ и последующее создание гибкого контура. Поиск ОИ основан на методе текстурной сегментации объектов переднего плана (области интереса) от фоновых объектов. Адаптивность данного подхода заключается в нетривиальности самой задачи: никаких определенных требований на объект/область интереса не накладывается, что существенно осложняет поиск. Метод создания гибкого контура, применяемый в комплексном подходе автоматического составления коллажей, основан на адаптивном подборе порога сегментации, учитывающем распределение интенсивности. Исходя из теоретического предположения, что объекты интереса имеют более высокую интенсивность, чем фоновая область, значение интенсивности выше среднего значения интенсивности изображения в целом, а фоновая область характеризуется определенной степенью цветовой однородности и площадью большей, чем площадь ОИ, на первом шаге производится двухпороговая бинаризация изображения. Бинаризация заполняет черным цветом все пиксели, интенсивность которых меньше первого порога или интенсивность которых равна второму порогу. Первый порог вычисляется как среднее значение интенсивности для всего изображения, второй порог – как пиковое значение распределения интенсивности, исходя из гистограммы изображения. Таким образом, для области интереса формируются два условия:

$$T_1 = \frac{\sum_x \sum_y I_{x,y}}{HW}; I_{x,y} < T_1,$$

$$T_2 = I(Hist_{\max}); I_{x,y} \neq T_2,$$

где T_1 , T_2 – соответственно, первый и второй пороги; x , y – координаты пикселя; $I_{x,y}$ – интенсивность пикселя с заданными координатами; H , W – высота и ширина изображения; $Hist_{\max}$ – максимальное число пикселей одинаковой интенсивности, исходя из гистограммы; $I(Hist_{\max})$ – показатель интенсивности.

После описанного процесса бинаризации полученное изображение анализируется по размерам областей белого и черного цвета, где белый цвет соответствует ОИ, а черный – фоновой области. Если условие о преувеличении размеров фоновых областей над размерами ОИ не выполняется, полученное изображение инвертируется.

На втором шаге происходит построение гибкого контура найденной ОИ. На данном шаге главными задачами являются фильтрация шумовых включений и аппроксимация области графическими примитива-

ми для дальнейшего формирования нечеткой маски для «бесшовной стыковки». Рассмотрим методы создания гибкого контура ОИ на изображении, реализованные в комплексном подходе автоматического составления коллажей: метод оценки формы и блочный метод.

Метод оценки формы состоит из четырех основных шагов [3]:

- 1) выделения связных областей;
- 2) сравнительной оценки формы выделенных областей;
- 3) выбора аппроксимирующего графического примитива для каждой из выделенных областей;
- 4) формирования аппроксимирующей области.

На первом шаге выделяются связные области по итеративному методу последовательного сканирования [4], на этом же шаге контролируются размеры и осуществляется первоначальный контроль формы найденных областей. Отбрасываются связные области, размеры которых меньше заданного порога или пропорции отношений длин сторон которых не входят в заданный порог. Таким способом решается задача фильтрации шумовых включений и удаления мало информативных объектов.

На втором и третьем шаге выделенные связные области анализируются на соответствие двум типам графических примитивов: эллипс и прямоугольник, и для каждой области выбирается примитив, имеющий наибольший процент совпадения. На четвертом шаге формируется массив графических примитивов, аппроксимирующих область интереса. Данный метод характеризуется высокой скоростью работы, поскольку использует аппроксимацию достаточно крупных областей двух типов графических примитивов. Однако в связи с этим возникает и его главный недостаток: низкая точность аппроксимации и, следовательно, слишком простые и однотипные контуры аппроксимированной области, что в большинстве случаев не является визуально выигрышным. Однако стоит отметить, что в ряде случаев грубая аппроксимация метода оценки формы позволяет скрыть неточности выделения ОИ.

Указанный выше метод блочного анализа также состоит из четырех шагов:

- 1) разбиения изображения на блоки размеров $n \times n$;
- 2) анализа заполненности каждого блока;
- 3) аппроксимации каждого блока графическим примитивом типа «круг» (иначе говоря, «блком», от англ. «blob» – «маленький шарик»);
- 4) формирования аппроксимирующей области.

Рассмотрим описанные шаги подробнее. На первом шаге необходимо провести разбиение изображения на блоки размером $n \times n$, где n равно 2, 4, 8, $16 \dots 2^k$, и выбрать в соответствии с размерами исходного изображения оптимальное число блоков. Значение оптимального числа блоков зависит от требуемой точности аппроксимации области и в общем случае равно 300 блокам. На втором шаге подсчитывается заполненность F каждого блока пикселями, принадлежа-

щими ОИ. Отбрасываются блоки, заполненность которых ниже заданного порога, за счет чего производится фильтрация шумовых включений. Радиус аппроксимирующего «блоба» рассчитывается также исходя из заполненности блока по следующей формуле [5]:

$$R_{i,j} = k_{i,j} \cdot n + n; k = \frac{F_{i,j}}{n^2},$$

где i, j – координаты блока в массиве аппроксимирующих блоков; $R_{i,j}$ – радиус аппроксимирующего блока; $k_{i,j}$ – коэффициент заполненности блока; n – величина длины/ширины блока; $F_{i,j}$ – показатель заполненности блока пикселями, принадлежащими ОИ.

За счет корректирующего коэффициента k расширяется аппроксимирующий блок в соответствии с заполненностью аппроксимируемого блока. Центр построения аппроксимирующего блока выбирается как центр масс расположения пикселей ОИ внутри блока, например, как среднее арифметическое координат пикселей:

$$x_c = \frac{\sum x_{roi}}{F_{i,j}}; y_c = \frac{\sum y_{roi}}{F_{i,j}},$$

где x_c, y_c – координаты центра блока; x_{roi}, y_{roi} – координаты пикселей области интереса; $F_{i,j}$ – показатель заполненности блока пикселями, принадлежащими ОИ.

На четвертом шаге из рассчитанных аппроксимирующих блоков формируется массив графических примитивов, аппроксимирующих ОИ. Блочный метод характеризуется повышенной сложностью аппроксимирующей модели по сравнению с методом оценки формы, так как при аппроксимации использует массив, состоящий не из 1–10 блоков, а из 100–200 блоков. Однако при должном уровне оптимизации процесса блочного разбиения, как самой ресурсоемкой операции, данный метод не уступает в быстроте действия методу оценки формы. Данный метод характеризуется более точной и, кроме того, зависящей от масштаба разбиения, а потому настраиваемой точностью аппроксимации ОИ, и в результате получается визуально более выигрышные и генерируемые натуральные контуры. Безусловно, высокая точность аппроксимации не позволяет данному методу компенсировать неточности выделения ОИ, внесенные на этапе текстурной сегментации.

Полученный массив аппроксимирующих графических примитивов используется в дальнейшем для создания нечетких масок на этапе формирования «бесшовной стыковки» сегментов коллажа. С целью создания целостности получаемой картины необходимо осуществить плавные переходы от одного сегмента коллажа к другому. Решение данной задачи заключается в применении метода, получившего название «бесшовная стыковка» (*seamless blending*) [6].

В комплексном подходе автоматического составления коллажей создание выходного изображения с применением метода «бесшовной стыковки» реализуется посредством рекурсивного алгоритма наложения

изображений и состоит из двух этапов: создания нечеткой маски сегмента и этапа «бесшовной стыковки» сегментов коллажа.

На начальном этапе подготавливается фон выходного изображения: заливается изображение указанным цветом и накладывается заданное фоновое изображение. В дальнейшем для каждого сегмента генерируется нечеткая маска и сегмент накладывается посредством нечеткой маски на заранее подготовленный фон. Рекурсивность данного метода заключается в том, что изображение, полученное на шаге $n-1$, используется как фон для наложения изображения следующего сегмента на шаге n .

Указанная выше нечеткая маска представляет собой изображение в градациях серого цвета, содержащее области от черного до белого цвета, размерами соответствующее размерам сегмента коллажа. Нечеткая маска позволяет накладывать изображение сегмента коллажа на фон с определенной прозрачностью для каждого пикселя, которая определяется интенсивностью соответствующего по координатам пикселя нечеткой маски. Существует два принципиально различных способа формирования нечеткой маски: простой способ создания полупрозрачных взаимных переходов между сегментами и фоном и адаптивный способ на основе рассчитанной аппроксимации ОИ каждого из сегментов.

Простой способ формирования нечеткой маски заключается в выделении центральной части изображения каким-либо графическим примитивом (наиболее универсальна прямоугольная область), данная область маски заполняется белым цветом и созданием плавных, градиентных переходов к границам маски от белого к черному цвету. В ходе практической реализации для формирования такой маски на вход подается значение ширины области градиентного перехода, иначе называемой шириной области сглаживания в виде процента от площади самого изображения, а положение и размеры центральной области интереса уже рассчитываются исходя из заданной величины. Ширина области сглаживания прямо пропорциональна плавности перехода между сегментами и фоном: чем больше ширина, тем плавней взаимные переходы.

Способ адаптивного формирования нечеткой маски почти полностью повторяет описанный выше способ, за исключением того, что плавный градиентный переход от белого к черному цвету создается уже между аппроксимирующей областью и границами сегмента. Для обеспечения плавного перехода между сегментами при практической реализации прямоугольная область исходного изображения, на которой производится выделение и аппроксимация ОИ, рассчитывается исходя из заданного параметра ширины области сглаживания. Такой способ гарантирует формирование ширины сглаживания заданной плавности и одновременно позволяет игнорировать случаи больших или неравномерно распределенных ОИ, которые могут локализоваться на границах сегмента и препятствовать созданию плавного перехода. Кроме

того, существует способ оптимизации ширины области сглаживания для случая малых ОИ – это способ апостериорной оценки площади выделенной ОИ. Суть данного метода заключается в том, что если площадь выделенной ОИ достаточно мала, то область ширины сглаживания можно увеличить вплоть до границ данного сегмента.

Процесс наложения изображения сегмента на фоновое изображение происходит с использованием альфа-смешивания текстур по следующему принципу: белые области нечеткой маски дают на выходном изображении непрозрачные области изображения сегмента коллажа, черные области дают непрозрачные области фона, а оттенки серого цвета дают полупрозрачные сочетания фона и изображения оттенков коллажа по формуле:

$$I_{i,j}^{out} = \left\| I_{i,j}^{seg} \cdot I_{i,j}^{mask} + I_{i,j}^{bg} \cdot (I_{max} - I_{i,j}^{mask}) \right\|,$$

где i, j – координаты обрабатываемого пикселя; $I_{i,j}^{out}$ – значение интенсивности пикселя выходного изображения; $I_{i,j}^{seg}$ – значение интенсивности пикселя изображения сегмента коллажа; $I_{i,j}^{mask}$ – значение интенсивности пикселя изображения нечеткой маски; $I_{i,j}^{bg}$ – значение интенсивности пикселя фонового изображения; I_{max} – максимально допустимое значение интенсивности в выбранной цветовой модели.

Нормируются значения $I_{i,j}^{out}$ также по значению I_{max} . Результирующее изображение после наложения всех сегментов коллажа на фоновое изображение по описанному принципу представляет собой выходное изображение коллажа, созданного с применением эффекта «бесшовная стыковка».

Преимуществом адаптивного метода формирования бесшовной стыковки при создании фотоколлажей является способность находить и выделять ОИ на изображении, тем самым, исключая неинформативные области изображений, строить плавные естественные переходы между изображениями. Благодаря

данным особенностям готовый коллаж получается наглядным, визуально привлекательным и гармоничным.

Тестирование разработанной на основе описанного комплексного подхода программной системы интеллектуального составления коллажей CollAge проводилось посредством эмпирико-визуальной оценки полученных коллажей. Оценивались методы построения гибких контуров по трем параметрам (корректность выделения ОИ, плавность переходов между сегментами и общая информативность выходного изображения). Для наглядности изображения, полученные с помощью адаптивных методов выделения ОИ (метод блочного анализа и метод оценки формы), также сравнивались с изображениями, сформированными на основе бесшовной стыковки, но без выделения ОИ. По результатам тестирования метод блочного анализа был определен как наиболее эффективный по всем исследуемым характеристикам (рис. 1).

Кроме того, был проведен анализ временных затрат на создание выходного изображения. По результатам тестирования метод блочного анализа мало уступает простому неадаптивному методу выделения ОИ (рис. 2). По общим результатам экспериментального исследования метод блочного анализа считается наиболее оптимальным для формирования выходных изображений.

В ходе тестирования разработанный программный продукт показал стабильно высокие результаты в формировании наглядных выходных изображений коллажей, производящих впечатление целостной картины за счет плавных переходов между сегментами, созданных на основе метода «бесшовной стыковки». Информативность создаваемых коллажей также находится на очень высоком уровне благодаря точному выделению областей интереса, основанному на разработанных методах оценки формы и блочного анализа.

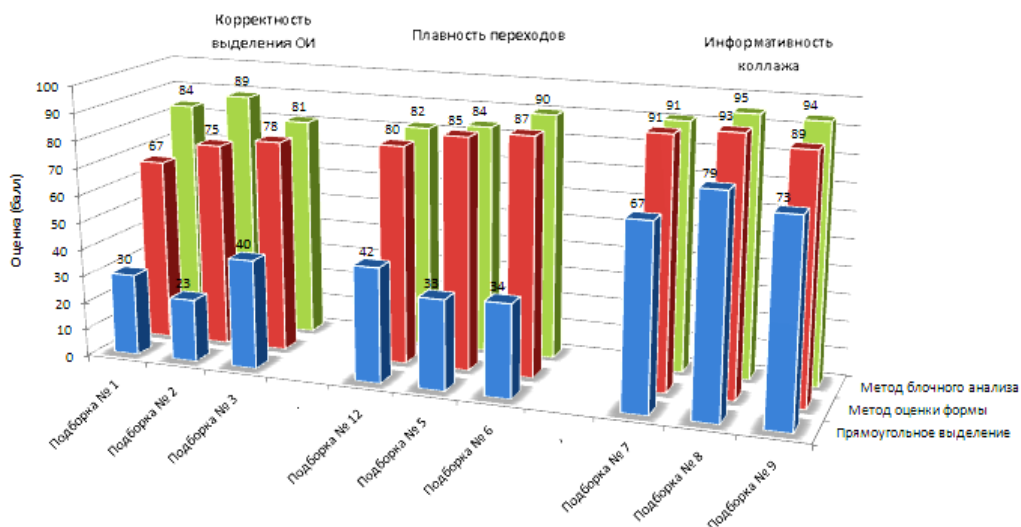


Рис. 1. Сводная диаграмма анализа эффективности формирования выходных изображений

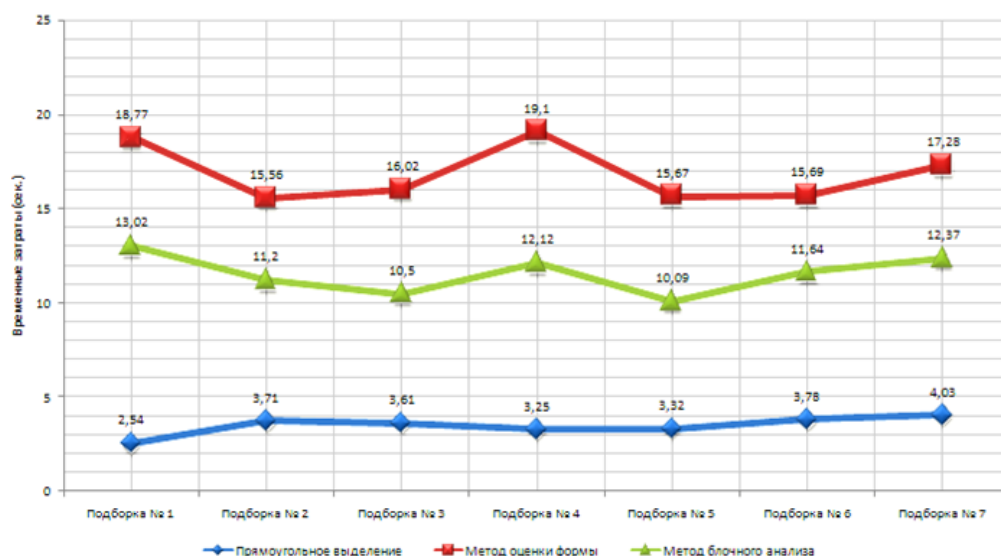


Рис. 2. Сводная диаграмма анализа временных затрат на формирование выходного изображения

В дальнейшем планируется продолжить исследования в направлении повышения точности выделения областей интереса за счет совмещения методов блочного анализа и оценки формы. Метод блочного анализа будет усовершенствован таким образом, чтобы форма каждого отдельного «блока» анализировалась и аппроксимировалась графическим примитивом наиболее подходящей формы.

Предполагается также расширение критериев отбора кадров из видеоматериалов, например, поиск определенных объектов по заданному шаблону или поиск людей в видео по заданному эталонному изображению лица.

Библиографические ссылки

1. Marriott K., Stuckey P. Programming with Constraints. The MIT Pr, 1998.

2. Ярославцева Е. Л. Применение цифрового коллажа для наглядного представления видеопоследовательностей // Цифровая обработка сигналов и ее применение : материалы XII междунар. конф. : в 2 т. 2010. Т. 2. С. 189–191.

3. Liu T., Sun J., Zheng N. N., Tang X. and Shum H.-Y. Learning to detect a salient object, in Proc. CVPR, 2007.

4. Man H. L., Singhal N., Cho S. and Park I. K. Mobile photo collage // Proc. VI IEEE Workshop on Embedded Computer Vision (June 2010). 2010. P. 24–30.

5. Ярославцева Е. Л. Составление коллажей из фрагментов изображений // Решетневские чтения : материалы XIV междунар. научн. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. Ч. 2. С. 538–539.

6. Mei T., Wang T., Hua X.-S., Zhou H.-Q. Video collage: a novel presentation of video sequence // IEEE Intern. Conf. on MME (2007, Beijing). 2007. P. 1479–1482.

E. L. Yaroslavtseva, K. E. Levitin

INTELLIGENT APPROACH TO DIGITAL PHOTO- AND VIDEO-BASED DIGITAL COLLAGES COMPOSITION

An intelligence approach to collage compositions, based on seamless integration effect and adaptive regions of interest selection, is proposed in a detailed algorithm. Intelligent system, based on this algorithm, was developed and tested on a whole number of photo and video materials. Conclusions and possible further investigations, are given in the end of this paper.

Keywords: automatic collage composition, video collage, seamless integration.

© Ярославцева Е. Л., Левтин К. Э., 2012

РАЗДЕЛ
2

АВИАЦИОННАЯ
И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ
ТЕХНИКА

УДК 621.25:532.528.001.2(02)

М. В. Краев

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ПРИ КАВИТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ВЫСОКООБОРОТНЫХ НАСОСОВ*

Рассматриваются кавитационные явления при обтекании лопаток высокооборотного центробежного колеса насосного агрегата жидкостного ракетного двигателя. На основе полученных фотоснимков по визуализации течений уточнены форма, объемы и динамика роста кавитационных каверн в проточной части рабочего колеса.

Ключевые слова: жидкостный ракетный двигатель, турбонасосный агрегат, двигательная установка, кавитационные каверны, высокооборотный насосный агрегат.

Повышение экономичности и энергетической эффективности ракет-носителей (РН) с жидкостным ракетным двигателем (ЖРД) обусловлено созданием системы подачи с турбонасосным агрегатом (ТНА), обладающим высокими антикавитационными свойствами при угловой скорости ротора более 1 000 рад/с [1], и их стабильной работой при низких давлениях в баках РН. В гидравлических системах двигательных установок (ДУ) подача компонентов топлива ЖРД обеспечивается высокооборотными насосами, которые даже на режимах, близких к номинальному, работают в условиях скрытой кавитации. Скрытая начальная фаза кавитации, несмотря на наличие в проточной части насоса кавитационных каверн, не оказывает заметного влияния на выходные параметры насоса (напор, мощность, КПД). Однако при наличии кавитационных каверн в гидродинамическом потоке формируются самовозбуждаемые колебания давления и расхода в системе подачи РН. Кавитационные автоколебания с ростом объема кавитационной каверны усиливают гидродинамическую нестационарность, что затрудняет, а иногда делает невозможным нормальное функционирование системы подачи. Характерной особенностью кавитационных автоколебаний является зависимость критического цикла работоспособности ЖРД от давления на входе в насос и режима его работы [2].

Оценка параметров кавитационных каверн, характеризующих работу насосного агрегата в кавитационном режиме, особенно необходима при исследовании гидродинамических характеристик и переходных процессов системы подачи ЖРД. Специальные испытания насосов на режимах развитых кавитационных процессов дают ценную информацию по зависимости изменения напора и расхода от динамики роста объемов кавитационной полости в насосе и их влияния на автоколебания в системе подачи ЖРД. В проточной части каналов рабочего колеса (РК) центробежного насоса кавитация возникает при давлении перед входом $P_{вх}$, существенно превышающем давление парообразования компонента при данной температуре P_s . Это означает, что область минимального давления располагается внутри проточной части РК насоса. Падение давления от $P_{вх}$ до P_s связано с потерей давления при обтекании лопаток (профильное разреже-

ние РК) и с гидравлическими потерями на участке от входа в насос до входных кромок лопаток РК [3].

Кавитация в высокооборотных насосных агрегатах (НА) ЖРД имеет различные формы [4]. Основная из них – профильная, обусловленная применением в РК заостренных кромок лопаток, формируется в виде присоединения паровой каверны к профилю лопатки. Сопутствующая ей вихревая кавитация формируется в вихрях потока жидкости, например в зоне обратных токов и в концевых вихрях на периферии лопаток, а также в области замыкания кавитационной каверны в проточной части РК насоса. Такой режим скрытой кавитации характеризуется нестационарностью режима работы гидросистемы с появлением виброактивности насоса. При длительной работе насосов на режимах скрытой кавитации характерно появление эрозионной каверны в виде повреждений межлопаточных каналов РК. Падение энергетических параметров насоса отмечается при критическом снижении давления на входе в насос и стремительном достижении срывного режима работы системы подачи, характеризуется давлением срыва $P_{ср}$ на входе в насос. Трудности при исследовании кавитационных течений в проточной части высокооборотного насосного агрегата связаны с быстротечностью самого процесса кавитации. Исследование кавитационных процессов непосредственно в центробежных РК обусловлено тем, что основное дестабилизирующее влияние на устойчивость системы подачи оказывают только кавитационные процессы в проточной части центробежного РК [3].

Наличие кавитационной каверны, которая по своей природе представляет колебательное звено и приводит к режиму автоколебаний, при котором изменение объема кавитационной каверны в проточной части РК можно выразить в виде уравнения расходного баланса рабочей жидкости от входа до выхода из насоса:

$$V_k(t) = \int_0^t [\dot{V}_2(t) - \dot{V}_1(t)] dt + V_k(0), \quad (1)$$

где $\dot{V}_1(t)$ и $\dot{V}_2(t)$ – изменение расхода на выходе и на входе в насос; $V_k(0)$ – начальный объем кавитационной каверны.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФЦП НК-711П.1.2.1 (ГК № 231).

Анализ уравнения (1) показал, что для оценки динамики изменения объема кавитационной каверны необходима высокая точность определения расходов $\dot{V}_1(t)$ и $\dot{V}_2(t)$, что потребует высокоточных датчиков мгновенного измерения расхода по времени. Следует отметить, что для режима развитых кавитационных автоколебаний напор насоса на участках минимального входного давления определяется объемом кавитационной каверны, а минимальному объему кавитационной полости соответствует максимальный, с некоторым опережением, напор РК. Исследования В. П. Козелкова и А. Ф. Ефимочкина по динамике гидравлических систем ДУ с НА показали, что напор насоса однозначно при $\frac{V}{\omega} = \text{const}$ определяется объемом кавитационной каверны в РК [5]. В свою очередь, объем V_k определяется из материального баланса (1).

Поскольку гидродинамическая нестационарность режима работы насоса однозначно связана с ростом и объемом кавитационной каверны в проточной части РК, то необходимо изучить динамику кавитационных каверн, характеристики роста их объема и области распространения в межлопаточном канале РК. По данным [6], в шнекоцентробежном НА при возникновении кавитационного режима работы центробежного РК конструктивные параметры шнековой ступени не влияют на устойчивость системы, поэтому основное дестабилизируемое влияние на систему подачи ДУ оказывают только кавитационные явления в центробежном РК.

С целью экспериментального изучения развитых кавитационных режимов работы высокооборотных насосов были проведены испытания на специальной установке, обеспечивающей снятие энергетических параметров и кавитационных характеристик с центробежными РК, при одновременной визуализации кавитационных каверн без нарушения структуры потока. Режимы работы насоса варьировались изменением давления от $P_{\text{кав}}$ до $P_{\text{ср}}$ на входе в насос.

С учетом необходимости проведения фотосъемки при высоких угловых скоростях, имеющих место при работе НА, было использовано несколько способов съемки, которые в комбинации с применяемым методом визуализации течений позволили зафиксировать процессы, происходящие в межлопаточных каналах РК

при $\omega = 400 \dots 1000$ рад/с и различных режимах работы, в том числе и при развитой кавитации в каналах РК. Установка для испытаний имела крышку корпуса и покрывной диск исследуемого РК, выполненные из прозрачного оргстекла. Приводом насоса был двигатель постоянного тока с регулируемой угловой скоростью. Визуальные наблюдения проводились как при стробоскопическом освещении, так и фотосъемкой при освещении объекта съемки от электрического разряда с продолжительностью свечения $\tau = (1 \dots 4) \cdot 10^{-6}$ с, создаваемого искровой установкой. Объект съемки и фотоаппарат предварительно защищались от освещения посторонним источником света. Разряд между электродами осуществлялся от конденсатора, питаемого генератором типа УПУ-1М с регулируемым выходным напряжением от 7 до 14 кВ. Процессы зарядки и разрядки конденсатора проводятся дистанционно пусковым реле высокого напряжения.

Съемка РК через прозрачные покрывной диск и корпус насоса проводилась последовательно при снижении давления на входе в насос, вплоть до выхода кавитационной каверны из межлопаточного канала колеса. Это позволило уточнить границы зоны активного потока, расходного течения, размеров и объема кавитационных каверн при формировании кавитационного потока в каналах РК, присущих конструктивным и режимным особенностям высокооборотных НА.

Наиболее характерные изображения, выбранные из серии пятнадцати последовательно выполненных снимков при изменении давления на входе в насос от 0,042 до 0,018 8 МПа вплоть до срыва работы насоса, приведены на рис. 1. На режимах, предшествующих срыву, расходное течение обеспечивается узкой областью по напорной стороне лопатки РК. На фотографиях отмечается наличие пульсирующих кавитационных каверн у задней стороны лопатки.

Полученные кавитационные характеристики при одновременном фотографировании поведения кавитационной каверны показали сложный характер зависимости объема каверны при снижении давления на выходе из насоса. При этом точка давления входа на срывной ветви кавитационной характеристики насоса соответствовала строго определенной величине объема кавитационной полости, значение которой не коррелировалось с изменением расхода насоса.

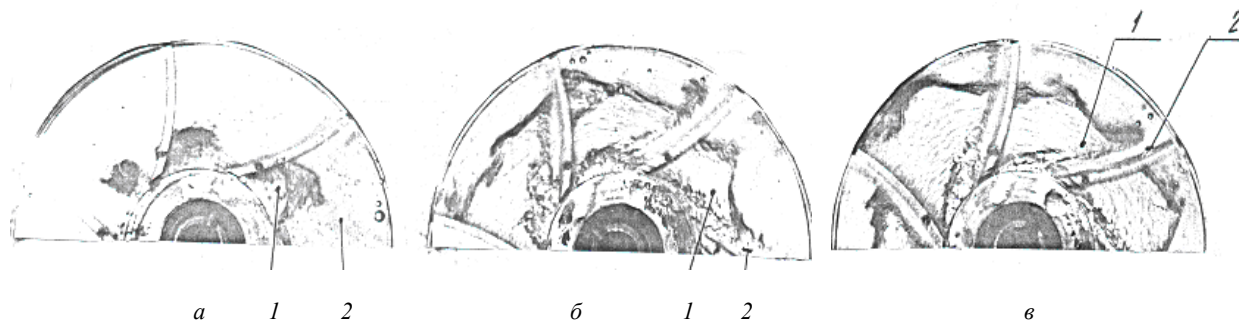


Рис. 1. Кавитационные зоны в проточной части центробежного рабочего колеса $D_2 = 41,6$ мм, $\omega = 836$ рад/с:
а – $P_{\text{вх}} = 0,034$ МПа; б – $P_{\text{вх}} = 0,022$ МПа; в – $P_{\text{вх}} = 0,021$ 2 МПа: 1 – каверна; 2 – поток жидкости

На основании результатов испытаний шести рабочих колес была получена обобщенная зависимость формирования гидродинамического кавитационного потока до предельного значения срыва напора насоса с центробежным рабочим колесом в виде относительного напора $\bar{H} = \frac{H_{\text{кав}}}{H_{\text{ном}}}$ от относительного объема

кавитационной полости $\bar{V}_k = \frac{V_{\text{кав}}}{V_{\text{пол}}}$ в виде составляющих:

$$\bar{H} = 1 + 0,1504\bar{V}_k - 1,1595\bar{V}_k^2. \quad (2)$$

В графическом виде полученные экспериментальные точки зависимости $\bar{H} = f(\bar{V}_k)$ представлены на рис. 2. Там же нанесена графическая зависимость работы [6]

$$\bar{H} = 1 + 0,05291\bar{V}_k - 0,87665 \cdot \bar{V}_k^2, \quad (3)$$

полученная В. В. Пилипенко и В. А. Задонцевым при исследовании развитых кавитационных автоколебаний в системах подачи ракетных топлив шнекоцентричным НА ЖРД, которая удовлетворительно согласуется в области $\bar{V}_k = 0 \dots 0,5$ с полученным результатом изменения кавитационных течений в каналах центробежного колеса. Расслоение кривых $\bar{H} = f(\bar{V}_k)$ в диапазоне $\bar{V}_k > 0,5$ обусловлено особенностями формирования и роста объема кавитационных каверн при режиме развитой кавитации и более раннего срыва режима работы центробежного колеса. Это обусловлено различным механизмом формирования кавитационных каверн и связано с опережением изменения объема каверн перед шнеком по сравнению с изменением объема каверн в проточной части центробежного колеса.

Полученные результаты подтверждаются визуальными исследованиями характера изменения размеров кавитационных зон перед шнеком и в проточной части насоса в процессе развитых кавитационных автоколебаний авторами работы [7]. При отсутствии кавитационных колебаний максимальным значениям входного давления $\bar{H} = 1$ соответствует объем кавитационных каверн $\bar{V}_k \approx 0$ (т. е. происходит практически полное смыкание кавитационных каверн).

Особенности нестационарных процессов работы ЖРД обусловлены явлениями, протекающими в системе подачи на переходных режимах: при запуске двигателя, останове, переходе на режим другой тяги и т. п. Например, при запуске могут возникнуть глубокие провалы давления компонентов топлива на входе в насосы, что может привести к возникновению кавитации. Анализ таких процессов показывает, что в динамике при быстрых изменениях входного давления напоры насосов не соответствуют их статическим срывным кавитационным характеристикам, а изменяются с некоторыми фазовыми сдвигами относительно провалов давления на входе в насосы. При этом основной причиной наблюдаемых сдвигов являются затраты времени на образование и захлопывание в межлопаточном канале центробежного насоса кавитационных каверн. При этих явлениях изменение объема кавитационных каверн происходит исключительно за счет нарушения баланса вытекающей и втекающей в насос жидкости.

Изложенный способ определения объема кавитационных каверн и динамика их роста обладает несомненными преимуществами (в смысле достоверности результатов) по сравнению с косвенными способами (например, по экспериментальным частотам колебаний).

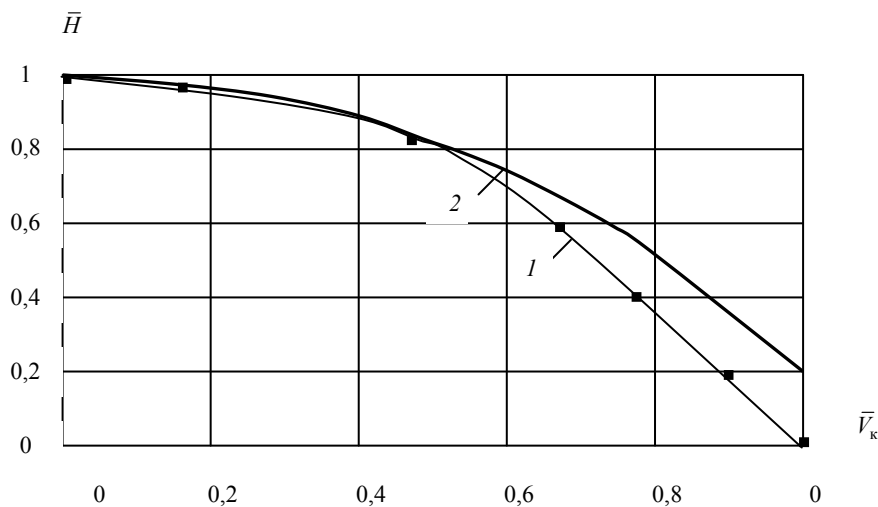


Рис. 2. Зависимость относительного снижения напора насосного агрегата от относительного объема кавитационной каверны:
1 — по уравнению (2); 2 — по уравнению (3)

Предлагаемый способ довольно трудоемкий и требует проведения достаточно большого количества испытаний на различных режимах, при этом могут возникнуть трудности обеспечения режима развитых автоколебаний при расходах, близких к номинальному.

Полученные в работе зависимости по оценке параметров кавитационных каверн и их влияния на изменение напора насоса целесообразно применять при расчетах гидродинамической нестационарности и работы насоса на неустановленном режиме, обусловленном кавитационными автоколебаниями, а также для анализа динамики гидросистем высокоэнергетических установок.

Библиографические ссылки

1. Краева Е. М. Высокооборотные центробежные насосные агрегаты : монография / Е. М. Краева ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011.

2. Беляев Е. Н., Черваков В. В. Математическое моделирование ЖРД. М. : МАИ-ПРИНТ, 2009.

3. Чебаевский В. Ф., Петров В. И. Кавитация в высокооборотных лопастных насосах. М. : Машиностроение, 1982.

4. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. М. : Мир, 1974.

5. Козелков В. П., Ефимочкин А. Ф. Механизм кавитации центробежного насоса на неустановившихся режимах // Гидродинамика лопаточных машин и общая механика : сб. науч. тр. Воронеж : Изд-во ВПИ, 1972. Вып. 1. С. 17–19.

6. Пилипенко В. В., Задонцев В. А., Натанзон М. С. Кавитационные автоколебания и динамика гидросистем. М. : Машиностроение, 1977.

7. Калинин В. М., Шерстянников В. А. Динамика кавитационных срывов напора шнекоцентробежных насосов при импульсных возмущениях на входе // Кавитационные автоколебания в насосных системах. Ч. 1. Киев : Наукова думка, 1976. С. 135–143.

M. V. Krayev

HYDRODYNAMIC INSTABILITY AT CAVITATIONAL OPERATING MODES OF HIGH-SPEED PUMPS

The author considers a cavitation phenomena at a flow of shovels of a high-speed centrifugal wheel of the pump unit of the liquid rocket engine. On the basis of the received pictures on visualization of currents, the form, volumes and dynamics of growth of cavitation cavities in a flowing part of the driving wheel, are specified.

Keywords: liquid rocket engine, turbine driven pump, propulsion system, cavitation cavities, high-speed pump unit.

© Краев М. В., 2012

УДК 621.396.933

В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев, Т. Г. Мошкина

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассмотрена потенциальная помехоустойчивость навигационной аппаратуры потребителя спутниковых радионавигационных систем, приведены результаты экспериментальных исследований помехоустойчивости. Приведен вариант фазированной антенной решетки с направленными антеннами.

Ключевые слова: навигационная аппаратура потребителей, спутниковые радионавигационные системы, помехоустойчивость.

В настоящее время все большее применение в вооружении и военной технике находят средства оперативной топографической привязки и ориентирования. В этой связи особый интерес для решения этих задач представляет использование навигационной аппаратуры потребителя (НАП) спутниковых радионавигационных систем (СРНС) ГЛОНАСС и/или GPS.

НАП СРНС, как и любая другая радиоаппаратура, подвержена воздействию радиопомех естественного и искусственного происхождения. Помехи, спектр

которых находится в полосе частот спутниковых сигналов, воздействуют непосредственно на основной тракт обработки навигационного сигнала (обнаружитель, следящие системы) и на характеристики режимов обнаружения и слежения за параметрами сигнала.

Под помехоустойчивостью приемника понимают его способность работать в условиях воздействия внешних помех. В качестве характеристики помехоустойчивости принимается граничное (наибольшее) значение отношения мощности помехового сигнала

к мощности полезного сигнала $K_{\Pi} = P_{\Pi} / P_C$, при котором система еще может решать целевую задачу (в рассматриваемом случае – выполнять навигационно-временные определения) с заданными характеристиками. Здесь P_C – мощность полезного сигнала, P_{Π} – мощность помехи в полосе частот полезного сигнала.

Помехоустойчивость современной НАП, в которой осуществляется слежение за задержкой и фазой сигнала, определяется помехоустойчивостью системы слежения за фазой и составляет 34...36 дБ для динамичных потребителей ($\sigma_a \geq 4g$) и 38...40 дБ для слабо динамичных потребителей ($\sigma_a \leq 0,5g$) [1].

Приведенные значения потенциальной помехоустойчивости подтверждаются результатами многих экспериментальных исследований [2]. Приведем результаты некоторых из них.

В период с 22 по 27 сентября 2008 г. на полигоне ФГУ «ФГНИИЦ РЭБ ОЭСЗ», г. Воронеж, были проведены испытания НАП СРНС с целью оценки соответствия характеристик приемных устройств требованиям по радиоэлектронной защите.

Испытанию подвергались следующие образцы НАП: ГРОТ-Н (14Ц820), БРИЗ-КМ-И (14Ц853), МРК-32Р, FAG-50, МРК-32К, МРК-33.

Условия проведения натурных испытаний: НАП использовала для решения навигационной задачи частотный диапазон L_1 , код СТ, период накопления $T = 1$ с. Испытания проводились одновременно для всех типов испытываемых НАП при наличии в зоне видимости не менее четырех навигационных спутников ГЛОНАСС. С помощью измерительного генератора имитировалось два вида помехового сигнала – гармоническая помеха и широкополосная шумовая помеха на частоте 1 602 МГц. Уровень помехового сигнала фиксировался в точке размещения антенных систем НАП с использованием анализатора спектра.

За критерий оценки помехоустойчивости при проведении испытаний принят уровень помехового сигнала, при котором отсутствует решение навигационной задачи не менее чем от четырех навигационных спутников в режимах слежения и захвата.

Так, в результате испытаний установлено, что отсутствует решение навигационной задачи при следующих отношениях сигнал/шум на входе НАП СРНС (см. таблицу).

Как показывают результаты исследований, существующие образцы НАП СРНС не работоспособны в предполагаемых условиях помеховой обстановки. Для повышения помехоустойчивости можно предложить следующий комплекс мер: использование дальномерных кодов повышенной точности; применение двух-

системной аппаратуры, работающей по сигналам всех поддиапазонов; комплексирование с автономными навигационными системами [3]; пространственная селекция [4]; фильтрация в частотной и/или во временной областях; поляризационная селекция.

Наиболее перспективными признаются методы борьбы с помехами на основе пространственной селекции, обеспечиваемой при помощи многоэлементных антенных решеток.

При воздействии помех, приходящих с направлений, отличных от направления приема навигационных сигналов, наиболее эффективной является пространственная обработка сигналов (ПОС), предполагающая использование фазированной антенной решетки (ФАР), служащей датчиком пространственных различий приходящих сигналов. Используя эти различия, ПОС способна обеспечить подавление помех на 30–40 дБ [1].

В пространственной интерпретации подавление помех ПОС сводится к адаптивному формированию нулей диаграммы направленности (ДН) ФАР на источник помехи. Принцип работы системы ПОС иллюстрируется на рис. 1, на котором в разных точках компенсатора помех представлены сигналы и помехи на комплексной плоскости.

На рис. 1 показано, что на входе антенны помехи Π_1 , Π_2 существенно превосходят полезные сигналы C_1 , C_2 по мощности. Умножение на комплексный вектор β , сформированный в блоке адаптации, приводит к повороту вектора помехи Π_1 и выравниванию его величины с Π_2 для обеспечения их компенсации при суммировании. На выходе компенсатора мощность полезного сигнала существенно превосходит мощность помехи.

Управление адаптивной ФАР осуществляется при помощи электронного блока управления путем изменения весовых коэффициентов, на которые умножаются выходные сигналы антенн. При этом возможное количество формирования нулей диаграммы направленности на один меньше, чем количество элементов ФАР. Стоит заметить, что подобный компенсатор помех подавляет помеху, а усиления полезного сигнала не происходит. Реализуемая таким образом ФАР с цифровым формированием ДН обеспечивает формирование ДН с нулями в направлении помехи и максимумами в направлении навигационных космических аппаратов (НКА). Поскольку весовые коэффициенты для формирования ДН формируются в программной части, имеется возможность применения различных алгоритмов формирования коэффициентов и, соответственно, ДН, в зависимости от поставленной задачи и условий функционирования.

Отношение сигнал/шум, при котором отсутствует решение навигационной задачи, дБ

Виды помехи	Режим работы НАП	Тип НАП СРНС				
		БРИЗ-КМ-И	МРК-32К	МРК-33	FAG-50	МРК-32Р
Гармоническая	слежение	–58	–57	–60	–57	–58
	захват	–43	–41	–45	–36	–46
Шумовая широкополосная	слежение	–47	–49	–46	–44	–48
	захват	–41	–42	–45	–43	–48

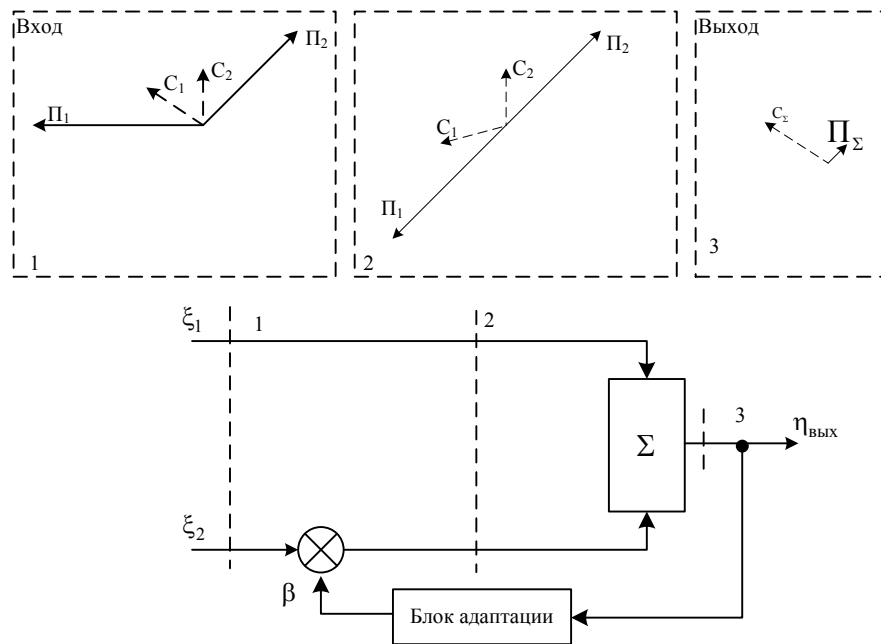


Рис. 1. Пространственная обработка сигнала

К настоящему времени с появлением и бурным развитием цифровой элементной базы (программируемых логических интегральных схем, сигнальных процессоров и др.) появилась реальная возможность создавать не только надежные, высокоточные, экономичные и малогабаритные цифровые эквиваленты существующих аналоговых систем защиты от помех, но и принципиально новые системы с теоретически существенно более высокой эффективностью. Такое использование постоянно растущих возможностей цифровой элементной базы наиболее оправданно и позволяет интегрировать адаптивную антенную систему как средство помехозащиты непосредственно в приемную аппаратуру спутниковой навигации, что позволит создать новое поколение помехозащищенных приемников спутниковой навигации, способных измерять пространственную ориентацию объектов. Представляется весьма перспективной задача построения угломерной системы с функциями пространственной селекции помех на основе одной и той же антенной системы. В то же время задачи, решаемые этими системами, существенно различаются. Для подавления помех сигналы со всех антенн подвергаются взвешенному суммированию и далее обрабатываются как единый сигнал, очищенный от помех. Для измерения пространственной ориентации требуется измерить фазовые сдвиги входного сигнала, принятые на различные антенны.

Одним из способов реализации помехоустойчивой угломерной системы является применение интерферометра, состоящего из отдельных идентичных антенных решеток. В каждой антенной решетке реализуется алгоритм подавления помех, а фазовые сдвиги для определения пространственной ориентации измеряются между сигналами, принятыми на эти решетки. Однако такой способ требует сложной антенной системы.

Другой способ – применение в угломерной системе для подавления помех (в качестве дополнительных каналов) каналов самой угломерной системы (рис. 2).

Дополнительные антенны используются для пространственной селекции помех в основных (измерительных) каналах интерферометра. Весовой обработке подвергаются сигналы только компенсационных (дополнительных) каналов. Тогда для такой модели можно записать выражение для весового вектора в измерительных каналах:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 \\ \mathbf{R}_{1k} \\ \vdots \\ \mathbf{R}_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \mathbf{R}_k \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $\mathbf{R}_k^T = (\mathbf{R}_1, \mathbf{R}_2, \dots, \mathbf{R}_n)$ – вектор весовых коэффициентов компенсационных каналов.

Адаптивный процессор вычисляет значение весовых коэффициентов по алгоритму, приведенному ниже.

Сигнал на выходе адаптивной системы в каждом измерительном канале будет равен

$$y(t) = \mathbf{R}^T \mathbf{X} = \mathbf{X}^T \mathbf{R}, \quad (2)$$

где

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_0 \\ \mathbf{X}_{1k} \\ \vdots \\ \mathbf{X}_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ \mathbf{X}_k \end{bmatrix}, \quad (3)$$

здесь $\mathbf{X}$ – вектор сигналов на входе; X_0 – сигнал основного измерительного канала, $\mathbf{X}_k$ – вектор сигналов компенсационных каналов.

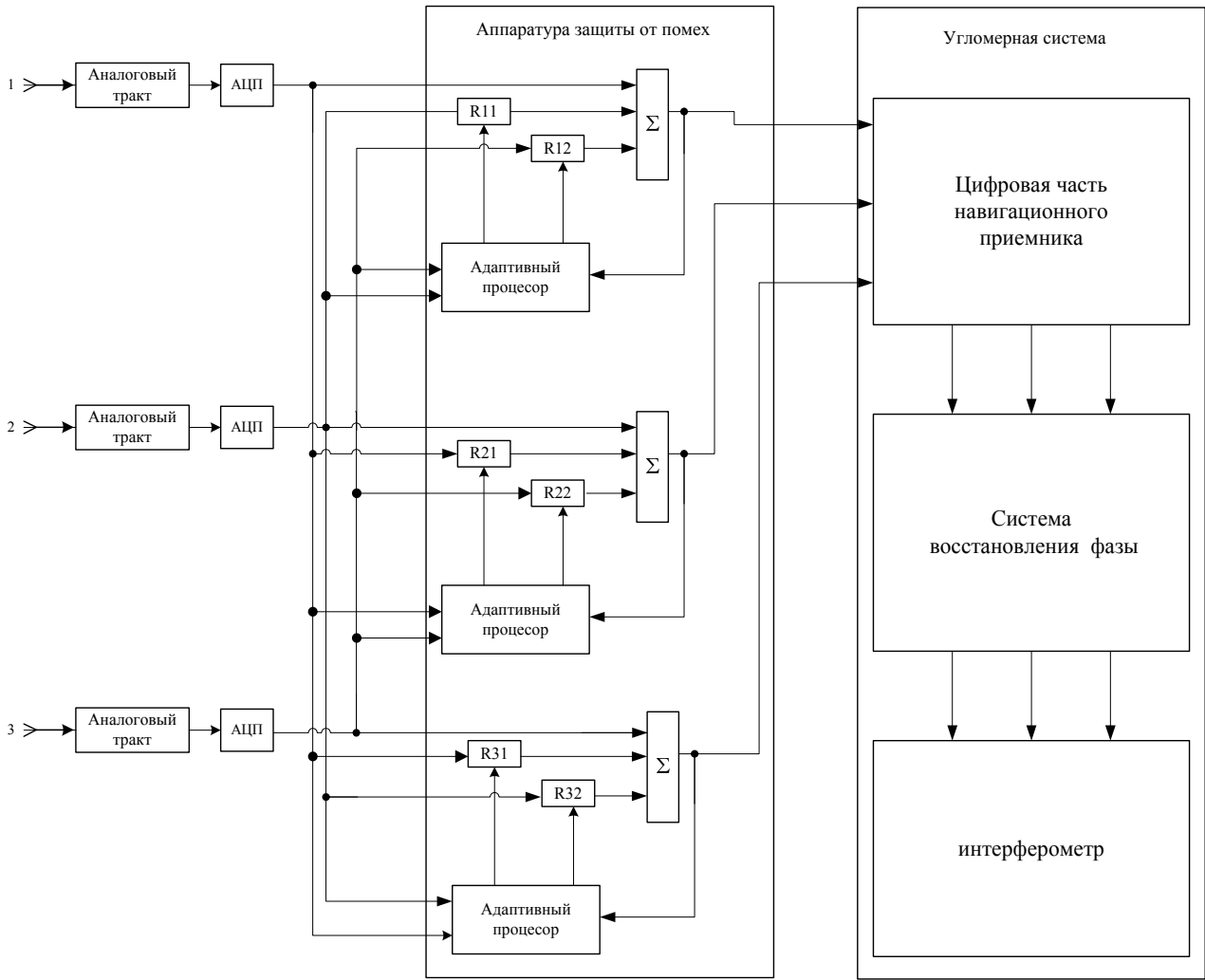


Рис. 2. Структурная схема системы компенсации активных помех в угломерной системе

Тогда выходной сигнал на выходе адаптивной системы в случае дискретной оценки будет определяться следующим выражением [6]:

$$\begin{cases} \dot{Y} = \dot{X}_0 + \dot{X}_k^* \dot{R}_k, \\ \dot{\Phi}_{k(l+1)}^{-1} = \frac{l+1}{l} \left[\dot{\Phi}_{k(l)}^{-1} + \frac{\dot{\Phi}_{k(l)}^{-1} \dot{X}_{k(l+1)} \dot{X}_{k(l+1)}^* \hat{\dot{\Phi}}_{k(l)}^{-1}}{2l + \dot{X}_{k(l+1)}^* \dot{\Phi}_l^{-1} \dot{X}_{k(l+1)}} \right], \\ \dot{R}_{k(l+1)} = \frac{l+1}{l} \left[\dot{R}_{k(l)} + \frac{\dot{\Phi}_{k(l)}^{-1} \dot{X}_{k(l+1)} \dot{X}_{\Sigma l}^*}{2l + \dot{X}_{k(l+1)}^* \dot{\Phi}_{k(l)}^{-1} \dot{X}_{k(l+1)}} \right], \end{cases} \quad (4)$$

где индекс l означает номер шага адаптации; $\hat{\dot{\Phi}}_{k(l+1)}^{-1}$ – оценка корреляционной матрицы помех компенса-

ционных каналов на $l+1$ шаге адаптации; $\dot{R}_{k(l+1)}$ – оценка весового вектора компенсационных каналов на $l+1$ шаге адаптации.

Сечение вертикальной плоскостью диаграммы направленности по результатам моделирования после проведения адаптации плоскостью $Y = 0$, при действии двух постановщиков помех с угловых направлений $\beta = 0, \Theta = 40^\circ$ и $\beta = 0, \Theta = -70^\circ$ соответственно, представлено на рис. 3: в направлении постановщиков помех сформировались узкие провалы, достигающие $-(25-35)$ дБ.

Однако при подавлении помех изменяется фаза полезного сигнала, причем в разных антеннах интерферометра дополнительный фазовый сдвиг будет разным, в зависимости от взаимного расположения антенн и направления прихода помехи. В результате искажения фазовых сдвигов при подавлении помех информация о пространственной ориентации искажается, и измерения становятся невозможными.

Решить эту проблему можно путем коррекции измеренных фазовых сдвигов, используя информацию о параметрах системы подавления помех. Весовые

коэффициенты $\dot{R}_{ik}$, которые используются в системе подавления помех, известны, поэтому есть возможность восстановить исходные фазовые соотношения и таким образом измерить пространственную ориентацию. Сигналы, принятые от i -го НКА, на входе системы восстановления фазы в основных (измерительных) каналах интерферометра будут иметь вид

$$\begin{cases} \dot{S}_1 = \dot{Y}_1 + \dot{R}_{11}\dot{Y}_2 + \dot{R}_{12}\dot{Y}_3, \\ \dot{S}_2 = \dot{R}_{21}\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{R}_{22}\dot{Y}_3, \\ \dot{S}_3 = \dot{R}_{31}\dot{Y}_1 + \dot{R}_{32}\dot{Y}_2 + \dot{Y}_3, \end{cases} \quad (5)$$

где $\dot{S}_m$ – сигнал, принятый от i -го НКА в m -том канале интерферометра после проведения адаптации; $\dot{Y}_m$ – сигнал, принятый от i -го НКА в m -том канале интерферометра до проведения адаптации.

Решая данную систему уравнений, можно определить $\dot{Y}_m$ и тем самым измерить необходимые фазовые соотношения.

Результаты исследований показывают, что при соответствующей обработке фазовые соотношения между антеннами интерферометра восстанавливаются без каких-либо систематических ошибок. При этом ухудшение точности определения пространственной ориентации происходит только в присутствии помехи за счет увеличения шумовой составляющей по мощности в $(N-1)$ раз, где N – число антенн интерферометра.

Необходимое число антенн интерферометра определяется функциональным назначением, а именно: для определения пространственной ориентации необ-

ходимо как минимум 3 антенны. С другой стороны, для подавления m помех требуется $(m+1)$ антенн. Таким образом, минимальное число антенн равно трем, при этом можно подавить до двух помех. При увеличении требований числа подавляемых помех число антенн будет определяться этими требованиями. При этом все антенны можно использовать для определения пространственной ориентации. Формирование максимумов ДН в направлении на источник сигнала повышает отношение сигнал/помеха, что повышает помехоустойчивость, а общий рост чувствительности обеспечивает прием НКА в сложных условиях.

Многогранная раздельная обработка сигналов антенных модулей в цифровой части аппаратуры позволяет решать ряд дополнительных задач, например, определять направление прихода сигнала помехи [5], измерять пространственную ориентацию объекта.

Измерение пространственной ориентации объекта расширяет функциональные возможности НАП, позволяет выполнить наиболее эффективное комплексирование с автономной навигационной системой.

Возможность определения направления прихода помехи открывает возможность определения местоположения источника помехи с целью его ликвидации. Целесообразно возложить задачу определения направления прихода сигнала помехи непосредственно на НАП, подверженную влиянию помехи. В таком случае, при наличии в зоне действия источника помехи нескольких объектов, оснащенных такой НАП, разнесенных в пространстве и имеющих канал связи с каким-либо «базовым» объектом, определение местоположения источника помехи может осуществляться автоматически.

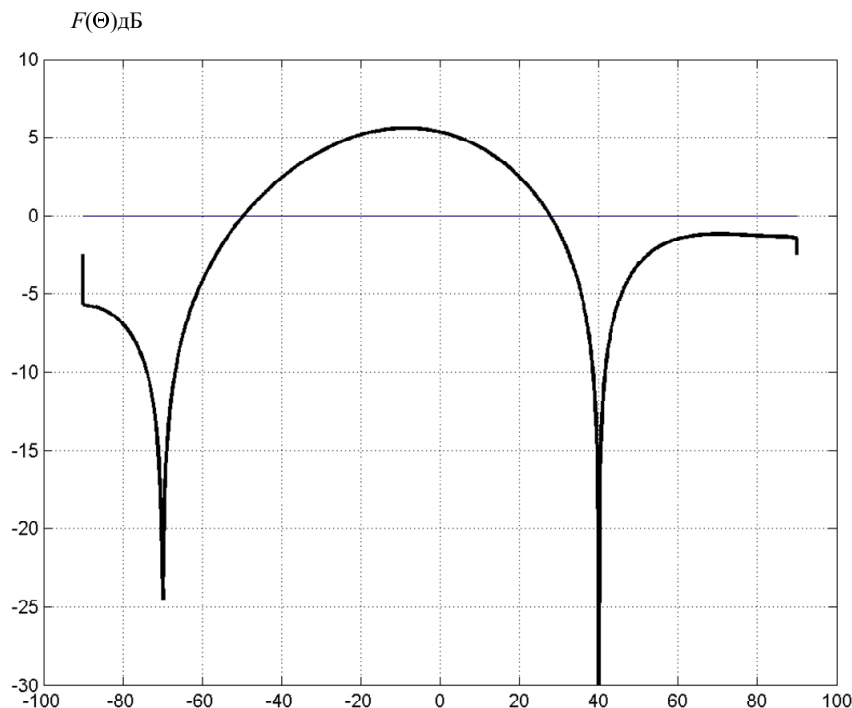


Рис. 3. Сечение диаграммы направленности плоскостью $Y = 0$

Рассмотренный выше вариант ФАР осуществляет решение одной задачи: обзор с заданным коэффициентом усиления (КУ) желаемых секторов пространства во всей верхней полусфере пространства. При этом КУ, по существу, должен принимать два значения: максимально возможное и нулевое.

В ФАР с формированием нулей в направлении помехи максимально возможное значение КУ определяется практически коэффициентом усиления одиночного облучателя, для слабонаправленной антенны, обеспечивающей обзор всего сектора углов верхней полусферы, $KU \approx 1 \dots 3$ дБ. Приближение к нулю значения КУ в нежелательных для обзора секторах пространства определяется параметрами фазирующих устройств и качеством работы адаптационного алгоритма, формирующего провал ДН в желаемом направлении. При этом качество «нуля» в среднем обеспечивается на уровне 30 дБ.

В ФАР с одновременным формированием нулей в направлении помех и лучей в направлении на НКА значение максимального коэффициента усиления, в первом приближении, можно определить как сумму КУ всех слабонаправленных антенных элементов, формирующих ФАР. При этом для обеспечения сканирования луча в широком диапазоне углов верхней полусферы в ФАР также используются слабонаправленные антенные элементы. Нетрудно заметить, что аналогичными свойствами дискретного установления КУ будет обладать ФАР с множеством направленных антенных элементов, каждый из которых «обозревает» свой сектор верхней полусферы. Требуемое число антенных элементов определяется из соотношения требуемого сектора рабочих углов ФАР и раскрыва ДН единичного антенного элемента. Понятно, что такие ФАР не могут быть реализованы на плоскости и располагаются на поверхности, близкой к полусферической. Максимальное значение КУ будет определяться КУ отдельного элемента и может быть достаточно большим (8...10). Реализация же нулевого значения обеспечивается простым отключением выбранного антенного элемента.

Необходимо отметить, что при кажущейся примитивности данный вариант имеет ряд преимуществ. В нем без сложных манипуляций по формированию лучей может быть повышена чувствительность (на 6...8 дБ), можно не обеспечивать широкий динамический диапазон аналогового тракта и аналогово-цифрового преобразователя, поскольку канал, пораженный помехой, попросту отключается. Блоки цифровой обработки сигналов, подключаемые к выходам антенных элементов, могут иметь меньшее число каналов, поскольку каждый антенный элемент наблюдает лишь ограниченный сектор пространства, в котором может находиться одновременно относительно небольшое число НКА. При этом вычислительный блок должен обрабатывать то же число НКА, что в обычной НАП. Дополнительным преимуществом данного варианта является отсутствие искажений ДН в рабочей зоне (там, где не воздействует помеха).

Это делает данную ФАР принципиально пригодной для проведения высокоточных фазовых измерений. Таким образом, вариант ФАР с направленными антенными элементами может быть достаточно просто реализован и при этом обеспечивать неплохие параметры помехоустойчивости.

Излучения антенных элементов частично перекрываются с целью обеспечения непрерывного сопровождения сигнала НКА. Это обстоятельство ухудшает качество подавления сигнала из требуемого сектора пространства, поскольку даже при отключении элемента, непосредственно ориентированного в сторону помехи, прием сигнала помехи производится соседними элементами с меньшим (но не нулевым) КУ. Для снятия остроты данной проблемы число излучателей должно быть достаточно большим.

Основным слабым местом данного варианта являются, безусловно, большие габаритные размеры. Антенные элементы принципиально располагаются на объемной полусферической поверхности, а кроме того, чтобы обеспечить требуемую направленность, антенный элемент также должен иметь значительные габариты. В то же время для объектов, для которых размеры антенной системы НАП не имеют решающего значения, данный вариант может рассматриваться в числе реальных.

Анализ потенциальной помехоустойчивости НАП СРНС и результатов экспериментальных исследований показывает, что помехоустойчивость современной НАП СРНС без принятия специальных мер составляет примерно 40 дБ. Наиболее перспективным путем повышения помехоустойчивости является применение ПОС с использованием ФАР. Но такие варианты ПОС, как с помощью адаптивной ФАР или антенного компенсатора помех, существенно увеличивают сложность и стоимость аппаратуры. Применение же ФАР, состоящей из достаточно большого количества направленных антенн, размещенных на полусферической поверхности, позволяет обойтись без сложных адаптивных алгоритмов формирования лучей ДН.

Библиографические ссылки

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010.
2. Дмитриев Д. Д. Исследование помехоустойчивости аппаратуры радионавигации // Современные проблемы развития науки, техники и образования : сб. науч. тр. / под науч. ред. М. А. Барышева, В. И. Кокорина. Красноярск : ИПК СФУ, 2009. С. 202–209.
3. Гарин Е. Н., Дмитриев Д. Д. Комплексирование средств спутниковых систем радионавигации с автономными навигационными системами // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. ст. / под ред. А. И. Громыко, А. В. Сарафанов; отв. за вып. В. В. Сухотин, С. И. Трегубов. Красноярск : ИПК СФУ, 2007. С. 166–169.
4. Дмитриев Д. Д., Кремез Н. С. Методы повышения помехозащищенности средств спутниковой радиона-

вигации // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. ст. / ред. А. И. Громыко, А. В. Сарафанов ; отв. за вып. В. В. Сухотин, С. И. Трегубов. Красноярск : ИПК СФУ, 2007. С. 185–188.

4. Brown A., Atterberg S., Gerein N. Detection and Location of GPS Interference Sources Using Digital Re-

ceiver Electronics // Proceedings of ION Annual Meeting. San Diego, CA. June, 2000.

5. Тяпкин В. Н., Лубкин И. А. Использование рекуррентных адаптивных алгоритмов для решения задачи подавления активно-шумовых помех в системах спутниковой связи // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 2(28). С. 39–43.

V. N. Tyapkin, D. D. Dmitriev, T. G. Moshkina

POTENTIAL INTERFERENCE IMMUNITY OF NAVIGATION EQUIPMENT OF CUSTOMERS OF SATELLITE RADIO NAVIGATIONAL SYSTEMS

Potential interference immunity of navigation equipment, of a customer of satellite radio navigational systems, is considered, results of experimental researches of interference immunity are presented. A variant of the phased antenna grid with directional antennas, is presented as well.

Keywords: navigation equipment of customers, satellite radio navigational systems, interference immunity.

© Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д., Мошкина Т. Г., 2012

УДК 629.735.015

Н. У. Ушаков

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ ОТ ВРАЩАЮЩИХСЯ МАСС ВОЗДУШНОГО СУДНА

Дано теоретическое обоснование алгоритма оценки влияния момента от вращающихся масс воздушного судна (гироскопического момента и момента, вызванного изменением угловой скорости подвижных частей) на динамику движения. Рассмотрен общий случай ориентации вращающихся масс по отношению к связанной системе координат.

Ключевые слова: воздушное судно, вращающиеся массы, математическая модель, момент.

В математических моделях (ММ) динамики полета воздушного судна (ВС) моменты, (гироскопические моменты и моменты, зависящие от изменения угловой скорости подвижных частей), вызванные вращением с большой угловой скоростью подвижных частей двигателей, учитываются для поршневых однодвигательных ВС. Имеется полная ММ, описывающая вращательное движение системы «самолет + винт» [1]. В то же время в ММ многодвигательных ВС, в том числе магистральных ВС типа Ту-204, Ил-96-300 и др., упомянутые моменты, как правило, не учитываются [2; 3]. Общий подход к определению гироскопических моментов от вращающихся масс ВС рассмотрен в ряде работ [4–6]. Отметим, что вопросы движения космических аппаратов с учетом вращающихся масс детально разработаны в многочисленных публикациях, например в монографии Ю. П. Артюкина [7].

Настоящие результаты являются дальнейшим развитием исследований [8; 9].

Постановка задачи. Ставится задача теоретического обоснования математической модели динамики полета ВС, в которой будет учтен момент от вращающихся масс работающих двигателей. Затем на основании применения уточненной математической

модели предстоит количественная оценка влияния момента от вращающихся масс на динамику движения ВС относительно центра масс и в случае его существенного влияния выработка рекомендаций по управлению движением воздушного судна.

При решении задачи считаем, что угловая скорость вращения подвижной части двигателя Ω в общем случае величина переменная $\Omega = \Omega(t)$.

Математическая модель вращательного движения воздушного судна. Основное уравнение динамики движения объекта (твердого тела) относительно центра масс в общем случае имеет вид

$$J \cdot \frac{d\bar{\omega}}{dt} + \bar{\omega} \times J \cdot \bar{\omega} = \bar{M}, \quad (1)$$

где J – тензор инерции тела; $\bar{\omega}$ – вектор абсолютной угловой скорости вращения тела относительно инерциального пространства; $\frac{d\bar{\omega}}{dt}$ – производная по времени вектора абсолютной угловой скорости; $\bar{M}$ – вектор суммарного момента внешних сил, действующих на тело.

Применяя формулу (1) к воздушному судну, имеющему вращающиеся части (роторы) (см. рисунок), получим выражение для вектора момента ($\bar{M}_{вр\Sigma}$):

$$\bar{M}_{вр\Sigma} = -(J_p \cdot \frac{d\bar{\Omega}}{dt} + \bar{\omega} \times J_p \cdot \bar{\Omega} + \bar{\Omega} \times J_p \cdot \bar{\omega} + \bar{\Omega} \times J_p \cdot \bar{\Omega}), \quad (2)$$

где J_p – тензор инерции ротора относительно начала связанной с ВС системы координат,

$$\bar{\Omega} = \Omega \bar{i}_1, \quad (3)$$

где $\bar{i}_1$ – орт, направленный по продольной оси ВС.

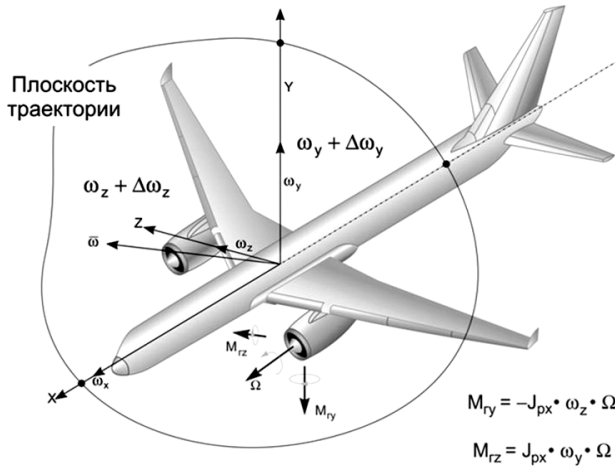


Схема пространственной ориентации ВС с массой, вращающейся с угловой скоростью $\bar{\Omega}$

Учитывая (3), имеем

$$\frac{d\bar{\Omega}}{dt} = \Omega \bar{\omega} \times \bar{i}_1 + \dot{\Omega} \bar{i}_1. \quad (4)$$

Подставляя (3) и (4) в (2), получим выражение для гироскопического момента ($\bar{M}_{Г\Sigma}$):

$$\bar{M}_{Г\Sigma} = -\Omega (J_p \cdot \bar{\omega} \times \bar{i}_1 + \bar{\omega} \times J_p \cdot \bar{i}_1 + \bar{i}_1 \times J_p \cdot \bar{\omega}). \quad (5)$$

В (2) имеем член $\bar{\Omega} \times J_p \cdot \bar{\Omega}$, после соответствующих вычислений можно показать, что

$$\bar{\Omega} \times J_p \cdot \bar{\Omega} = 0.$$

Момент ($\bar{M}_{\Omega}$), вызванный изменением угловой скорости подвижных частей, равен

$$\bar{M}_{\Omega} = -J_p \cdot \bar{i}_1 \dot{\Omega}. \quad (6)$$

Рассмотрим возможность ориентации вращающихся масс по отношению к связанной системе координат, заданной ортами $\bar{e}$. В этом случае производная по времени вектора

$$\bar{\Omega} = \Omega \bar{e}, \quad (6a)$$

$$\frac{d\bar{\Omega}}{dt} = \Omega \bar{\omega} \times \bar{e} + \dot{\Omega} \bar{e}. \quad (6b)$$

Подставляя (6 а) и (6 б) в (5) и (6), получим

$$\bar{M}_{Г\Sigma} = -\Omega (J_p \cdot \bar{\omega} \times \bar{e} + \bar{\omega} \times J_p \cdot \bar{e} + \bar{e} \times J_p \cdot \bar{\omega}). \quad (5a)$$

$$\bar{M}_{\Omega} = -J_p \cdot \bar{e} \dot{\Omega}. \quad (6b)$$

Суммарный момент от вращающихся масс равен

$$\bar{M}_{вр\Sigma} = \bar{M}_{Г\Sigma} + \bar{M}_{\Omega}. \quad (7)$$

Представим векторы $\bar{M}_{Г\Sigma}$ и $\bar{M}_{\Omega}$ в координатной форме.

Вектор суммарного гироскопического момента $\bar{M}_{Г\Sigma}$ удобно представить в виде двух слагаемых:

$$\bar{M}_{Г\Sigma} = \bar{M}_{Г} + \Delta \bar{M}_{Г}, \quad (8)$$

где $\bar{M}_{Г}$ – вектор гироскопического момента в предположении, что центробежные моменты инерции ротора равны нулю; $\Delta \bar{M}_{Г}$ – составляющая вектора гироскопического момента, вызванная центробежными моментами ротора относительно центра масс ВС.

При совершении в (5) соответствующих вычислений получены следующие выражения для компонентов гироскопического момента от i -го работающего двигателя ВС:

$$M_{iГx} = 0, \quad (9)$$

$$M_{iГy} = (-J_{ipx} - J_{ipy} + J_{ipz}) \cdot \omega_z \cdot \Omega, \quad (10)$$

$$M_{iГz} = (J_{ipx} - J_{ipy} + J_{ipz}) \cdot \omega_y \cdot \Omega, \quad (11)$$

$$\Delta M_{iГx} = -\Omega (J_{ipxz} \omega_y - J_{ipxy} \omega_z), \quad (12)$$

$$\Delta M_{iГy} = -\Omega J_{ipyz} \omega_y, \quad (13)$$

$$\Delta M_{iГz} = \Omega J_{ipyz} \omega_z, \quad (14)$$

где $M_{Г\Sigma x}$, $M_{Г\Sigma y}$, $M_{Г\Sigma z}$ – компоненты вектора $\bar{M}_{Г\Sigma}$ гироскопического момента в связанной с ВС системе координат; ω_y , ω_z – угловые скорости рыскания и тангажа соответственно; J_{ipx} , J_{ipy} , J_{ipz} – моменты инерции ротора i -го двигателя относительно связанных с ВС осей координат; J_{ipxy} , J_{ipxz} , J_{ipyz} – центробежные моменты инерции ротора i -го двигателя.

Для n работающих двигателей имеем

$$M_{\Sigma Гx} = \sum_{i=1}^n M_{iГx}, \quad (15)$$

$$M_{\Sigma Гy} = \sum_{i=1}^n M_{iГy}, \quad (16)$$

$$M_{\Sigma Гz} = \sum_{i=1}^n M_{iГz}. \quad (17)$$

Вектор $\bar{M}_{\Omega}$ также представим в виде двух слагаемых:

$$\bar{M}_{\Omega} = \bar{M}_{\Omega 0} + \Delta \bar{M}_{\Omega}, \quad (18)$$

где $\bar{M}_{\Omega 0}$ – вектор момента, вызванного изменением угловой скорости Ω , в предположении, что центробежные

моменты инерции ротора равны нулю; $\Delta \bar{M}_\Omega$ – составляющая вектора $\bar{M}_\Omega$, вызванная центробежными моментами ротора относительно центра масс ВС;

$$\bar{M}_{i\Omega 0x} = -J_{ipx} \cdot \dot{\Omega}, \quad (19)$$

$$\bar{M}_{i\Omega 0y} = 0, \quad (20)$$

$$\bar{M}_{i\Omega 0z} = 0, \quad (21)$$

$$\Delta M_{i\Omega x} = 0, \quad (22)$$

$$\Delta M_{i\Omega y} = J_{ipxy} \cdot \dot{\Omega}, \quad (23)$$

$$\Delta M_{i\Omega z} = J_{ipxz} \cdot \dot{\Omega}. \quad (24)$$

Для n работающих двигателей имеем

$$M_{\Sigma\Omega x} = \sum_{i=1}^n M_{i\Omega x}, \quad (25)$$

$$M_{\Sigma\Omega y} = \sum_{i=1}^n M_{i\Omega y}, \quad (26)$$

$$M_{\Sigma\Omega z} = \sum_{i=1}^n M_{i\Omega z}, \quad (27)$$

$$M_{\text{вр}\Sigma x} = M_{\Sigma\Gamma x} + M_{\Sigma\Omega x}, \quad (28)$$

$$M_{\text{вр}\Sigma y} = M_{\Sigma\Gamma y} + M_{\Sigma\Omega y}, \quad (29)$$

$$M_{\text{вр}\Sigma z} = M_{\Sigma\Gamma z} + M_{\Sigma\Omega z}. \quad (30)$$

Моменты инерции ротора двигателя относительно связанных с ВС осей координат J_{px} , J_{py} , J_{pz} , J_{pxy} , J_{pxz} , J_{pyz} можно представить как

$$J_{px} = J_{px}^c + m_p (y_p^2 + z_p^2), \quad (31)$$

$$J_{py} = J_{py}^c + m_p (x_p^2 + z_p^2), \quad (32)$$

$$J_{pz} = J_{pz}^c + m_p (x_p^2 + y_p^2), \quad (33)$$

$$J_{pxy} = J_{pxy}^c + m_p x_p \cdot y_p, \quad (34)$$

$$J_{pxz} = J_{pxz}^c + m_p x_p \cdot z_p, \quad (35)$$

$$J_{pyz} = J_{pyz}^c + m_p y_p \cdot z_p, \quad (36)$$

где J_{px}^c , J_{py}^c , J_{pz}^c , J_{pxy}^c , J_{pxz}^c , J_{pyz}^c – собственные моменты инерции ротора двигателя; собственные центробежные моменты ротора двигателя равны нулю; x_p , y_p , z_p – координаты центра масс ротора в связанной с ВС системе координат с началом в центре масс ВС; m_p – масса ротора двигателя.

Исходные данные для вычисления моментов, вызванных вращением масс ВС: компоненты угловой скорости ВС ω_x , ω_y , ω_z ; собственные моменты инерции ротора двигателя J_{px}^c , J_{py}^c , J_{pz}^c ; x_p , y_p , z_p – координаты центра масс ротора в связанной с ВС системе координат с началом в центре масс ВС; m_p – масса ротора двигателя; Ω – угловая скорость вращения ротора двигателя; $\dot{\Omega}$ – производная угловой скорости ротора двигателя по времени.

После подстановки компонентов соответствующих гироскопических моментов и моментов, вызванных изменением угловой скорости подвижных частей, в выражения для имеющейся математической модели ВС [2] получим:

$$\bar{M}_{x\Sigma} = \frac{(m_{x\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot L + M_{xp} + M_{x\varnothing} + M_{\text{вр}\Sigma x})}{I_x}, \quad (37)$$

$$\bar{M}_{y\Sigma} = \frac{(m_{y\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot L + M_{yp} + M_{y\varnothing} + M_{\text{вр}\Sigma y})}{I_y}, \quad (38)$$

$$\bar{M}_{z\Sigma} = \frac{(m_{z\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot b + M_{zp} + M_{z\varnothing} + M_{\text{вр}\Sigma z})}{I_z}, \quad (39)$$

где $m_{x\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot L$, $m_{y\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot L$, $m_{z\Sigma} \cdot q \cdot S \cdot b$ – аэродинамические моменты ВС; M_{xp} , M_{yp} ; M_{zp} – моменты от тяги двигателей ВС; $M_{x\varnothing}$, $M_{y\varnothing}$, $M_{z\varnothing}$ – моменты от шасси при движении ВС по взлетно-посадочной полосе.

С применением предложенного алгоритма в уточненной ММ динамики полета ВС можно оценить влияние суммарного момента от вращающихся масс на динамику движения, например, двухдвигательного воздушного судна при отказе одного из них. При решении задачи проводится математическое моделирование вариантов полета ВС без учета и с учетом в ММ момента $\bar{M}_{\text{вр}\Sigma}$.

Приведенный алгоритм вычисления компонентов суммарного момента от вращающихся масс и методику учета этого момента в общих уравнениях динамики движения ВС можно распространить на общий случай движущегося объекта (летательного аппарата (ЛА), вертолета, космического ЛА), имеющего вращающиеся массы с векторами оси вращения, направленными не только по его продольной оси, но и по направлениям поперечных осей с ортами $\bar{i}_2$, $\bar{i}_3$. Рассмотрена также возможность ориентации вращающихся масс по отношению к связанной системе координат, которая задается ортами $\bar{e}$.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке алгоритмов расчета на ЭВМ параметров движения летательных аппаратов, имеющих вращающиеся части, совершенствовании математических моделей ЛА и в задачах математического моделирования функционирования систем управления, авиационных тренажеров, робототехнических комплексов и других устройств ЛА. Дальнейшая задача состоит в количественной оценке влияния моментов от вращающихся масс на динамику движения ВС.

Библиографические ссылки

1. Оптимизация алгоритмов управления воздушным винтом спортивного самолета с поршневым двигателем с целью повышения его маневренности. Исследование влияния характеристик системы регулирования воздушного винта самолета Як-18Т на его маневренные свойства : отчет о НИР (промежуточ.) /

Головной ин-т повышения квалификации и переподготовки руководящих кадров и специалистов гражданской авиации ; рук. В. М. Кейн ; отв. исполн. Н. Ф. Юша. Л., 1991.

2. Разработка обучающего компьютерного комплекса для подготовки летного состава к эксплуатации самолета Ту-204 : отчет о НИР (заключительный) / Ульян. высш. авиацион. уч-ще гражданской авиации ; рук. В. М. Ржевский. Договор № 263. Ульяновск, 1999.

3. Совершенствование программ и методики проведения профессиональной подготовки летного состава гражданской авиации на основе применения новых информационно-образовательных технологий : отчет о НИР (заключительный) / Ульян. высш. авиацион. уч-ще гражданской авиации ; рук. С. Г. Косачевский ; отв. исп. Н. У. Ушаков. Ульяновск, 2004. Инв. № 0220.0 501073.

4. Динамика полета транспортных летательных аппаратов : учеб. для вузов / А. Я. Жуков, В. И. Егоров, А. Л. Ермаков и др. ; под ред. А. Я. Жукова. М. : Транспорт, 1996.

5. Ушаков Н. У. О гироскопическом моменте от двигателей воздушного судна // Чкаловские чтения : сб. материалов VI Междунар. науч.-техн. конф. Егорьевск : ЕАТК ГА, 2007. С. 129–132.

6. Ушаков Н. У. О гироскопическом моменте от вращающихся масс воздушного судна // Динамика систем, механизмов и машин : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2007. Кн. 2. С. 166–170.

7. Артюхин Ю. П., Каргу Л. И., Симаев В. Л. Системы управления космических аппаратов, стабилизированных вращением. М. : Наука, 1979.

8. Ушаков Н. У. О моменте от вращающихся масс воздушного судна // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 1. С. 171–173.

9. Ушаков Н. У. Алгоритм определения моментов от вращающихся масс воздушного судна // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф. : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. Ч. 1. С. 193–194.

N. U. Ushakov

THEORETICAL JUSTIFICATION OF ALGORITHM OF DETERMINATION OF AIRCRAFT ROTATING MASS MOMENTS

The paper studies theoretical justification of estimation algorithm of aircraft rotating mass moments (gyroscopic moment and moment caused by moving parts rate changes) influence on aircraft movement, A general case of rotation mass orientation towards a fixed coordination system, is considered as well.

Keywords: aircraft, rotating mass, mathematical model, moment.

© Ушаков Н. У., 2012

РАЗДЕЛ
3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ
И МАТЕРИАЛЫ

УДК 539.374.

Г. Г. Крушенко

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И БЛОКИРОВАНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРИСТОСТИ НА СВОЙСТВА ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Описан механизм образования пористости в отливках из алюминиевых сплавов, меры предупреждения их образования и способы блокирования их отрицательного воздействия на свойства отливок.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, отливки, пористость.

Литейные сплавы на основе алюминия [1] широко применяются для получения отливок машиностроительного профиля [2], включая корпусные детали силовых агрегатов авиационной [3] и космической техники [4], вследствие того, что эти сплавы характеризуются высокими технологическими [5] и механическими свойствами [6], гарантирующими надежность их работы в сложно-нагруженных условиях, например, в составе топливо-насосных агрегатов (рис. 1, 2) ЖРД [7; 8].



Рис. 1. Литая деталь турбонасосного агрегата [4]
(<http://www.yuzhmash.com/ru/product.php?page=uzliavto>)

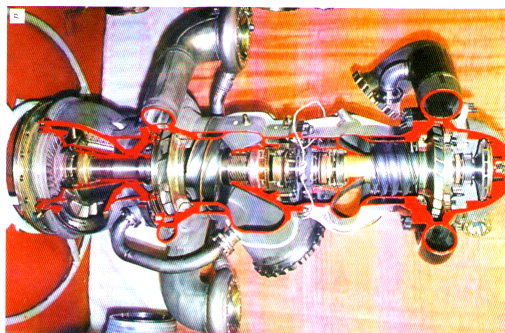


Рис. 2. Основной турбонасосный агрегат ЖРД в сборе [8]

В основном с этой целью применяют сплавы на основе системы Al-Si и Al-Mg с легированием их различными упрочняющими добавками [9].

Однако известно, что алюминиевые сплавы в процессе их приготовления в той или иной степени растворяют водород [10], содержание которого в жидком металле определяется температурно-временными режимами плавки и обработки расплава средствами, препятствующими насыщению его водородом [11]. Обычно дегазация производится введением в расплав

хлорсодержащих соединений, например, хлористого магния $MnCl_2$ или более эффективного гексахлорэтан C_2Cl_6 . В результате взаимодействия этих соединений с водородом образуются пары HCl , которые улетучиваются из расплава. Существуют и другие средства и способы уменьшения содержания водорода в расплаве (прямая продувка хлором или азотом, обработка током, ультразвуком и др.). Эффективный способ повышения плотности отливок без засорения их продуктами взаимодействия дегазаторов с водородом и футеровкой плавильных агрегатов заключается в создании направленной кристаллизации металла в форме – от нижних слоев отливки к верхним, в результате охлаждения низа кокиля [12].

Растворенный в жидком металле водород в процессе кристаллизации отливок, получаемых из алюминиевых сплавов с узким интервалом кристаллизации (температура от начала до окончания кристаллизации – от линии ликвидуса до линии солидуса, к которым относятся сплавы системы Al-Si (рис. 3) [13] в интервале содержания кремния от 8,0 до 11,5 % (например, АК9ч, АК7ч и др.), образует в их объеме расcеянную пористость.

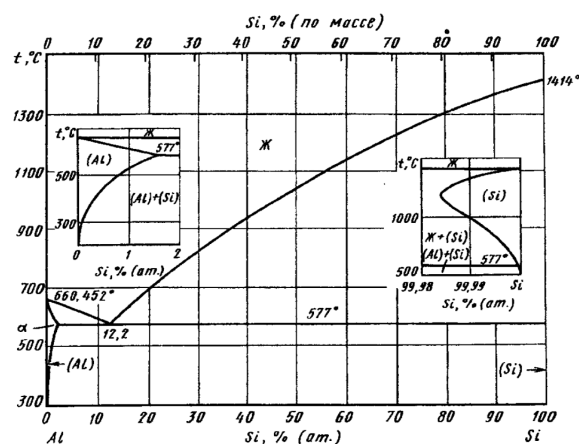


Рис. 3. Диаграмма состояний Al-Si [13]

Оценка пористости отливок (то есть количество и размеры пор) производится в условных баллах (см. таблицу, рис. 4) при изучении рентгеновских пленок, экспонированных с помощью рентгеновского просвечивания при наложении на них вырезанных из детали-представителя темплетов (плоские образцы). При этом усадочная рыхлость или центральная пористость исключается.

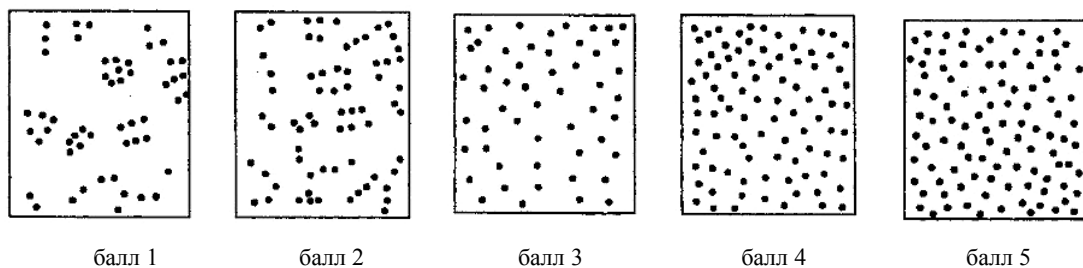


Рис. 4. Пористость по шкале ВИАМ

Оценка пористости отливок [1]

Пористость, балл	Диаметр пор, мм	Количество пор на 1 см ² , шт.
1	до 0,1	до 5
2	до 0,1	до 8
3	до 0,2	до 2
	до 0,3	до 12
4	до 0,5	до 3
	до 1,0	до 14
5	до 0,5	до 15
	до 1,0	до 8
	> 1,0	до 2

Пользоваться эталонами степени пористости можно независимо от марки сплава. В основном в производство пропускаются отливки с пористостью не больше 1 и 2 баллов, но на деталях, работающих в условиях высоких давлений, пористость вообще не допускается. Установлено, что плотность отливок из узкоинтервальных алюминиевых сплавов отражает наличие в них несплошностей, и их количество и величина влияют на уровень механических свойств литых деталей.

Присутствующие в алюминиевых отливках поры уменьшают плотность металла, что приводит к снижению их механических свойств [14]. Например, на сплаве АК9ч (8,0–10,5 % Si; 0,17–0,30 % Mg; 0,20–0,50 % Mg; rem. – Al) нами установлено, что при плотности отливок (определяемой методом гидростатического взвешивания) $\rho = 2564 \text{ кг/м}^3$ временное сопротивление составило $\sigma_b = 235 \text{ МПа}$, относительное удлинение $\delta = 5,0 \%$, тогда как при $\rho = 2575 \text{ кг/м}^3$ σ_b повысилось до 260 МПа (на 10,4 %), δ – до 5,6 % (на 12,0 %), а при $\rho = 2658 \text{ кг/м}^3$ σ_b повысилось до 275 МПа (на 17,0 %), а δ – до 8,2 % (на 64,0 %) [15; 16].

При литье деталей из сплавов с широким интервалом кристаллизации, к которым относятся сплавы системы Al-Mg (рис. 5) [13] в интервале содержания магния от 6,0 до 10,5 % (например, АЛ8, АМг10ч и др.), вследствие кристаллизации металла по так называемому «объемному» механизму отливки оказываются пораженными междендритной усадочной пористостью (рис. 6) [17], что снижает их прочностные показатели и герметичность. Этот дефект обычно возникает при медленной скорости кристаллизации сплава, например, при литье в песчано-

глинистые формы. При этом в усадочные пустоты выделяется и растворенный в расплаве водород.

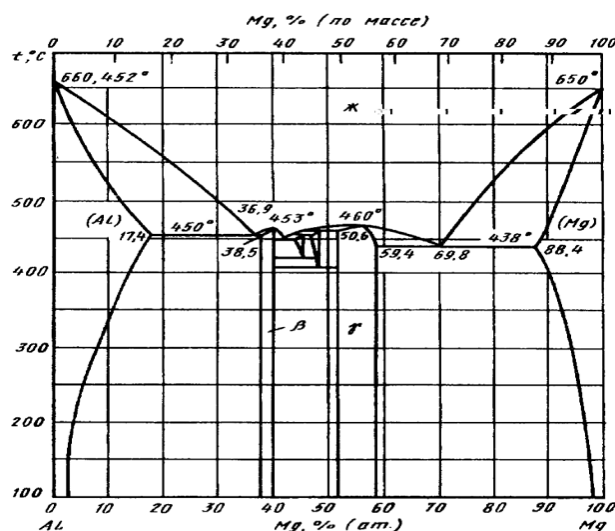
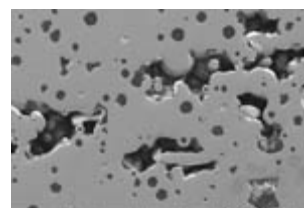


Рис. 5. Диаграмма состояний Al-Mg [13]

Рис. 6. Усадочная пористость (http://www.lityo.com.ua/li/s_41.html)

Известным металловедом академиком А. А. Бочваром на основании предложенной им теории кристаллизации сплавов под давлением совместно с профессором А. Г. Спасским, в период их работы в Московском институте цветных металлов и золота, была разработана и внедрена в производство технология автоклавного литья деталей авиационных двигателей из алюминиевых сплавов. При этом собранную форму устанавливают в металлическую емкость, в крышке которой находится отверстие, совпадающее с литниковой чашей в литейной форме. После заливки металла в форму быстро закрывают крышку в металлической емкости и подают в нее сжатый воздух под давлением 4...5 атм (1 атм = 0,10133 МПа = 1,0333 кгс/см²) [18].

Давление на жидкий металл в процессе кристаллизации усиливает питание расплавом затвердевающих междендритных пустот, в результате чего получают плотные отливки, механические свойства и герметичность которых удовлетворяют требованиям технической документации.

Существует технология повышения плотности уже отлитых деталей, что достигается пропиткой имеющихся в них усадочных пустот различными веществами с последующим их затвердеванием [19; 20]. В качестве пропитывающего вещества зачастую применяют бакелитовый лак. Пропитка выполняется в автоклаве под давлением с последующей промывкой пропитанных деталей этиловым спиртом и сушкой.

Библиографические ссылки

- ГОСТ 1583–93 Сплавы алюминиевые литейные. Минск, 1993.
- Захаров А. М. Промышленные сплавы цветных металлов. Фазовый состав и структурные составляющие. М. : Металлургия, 1980.
- Starke E. A. Jr., Staley J. T. Application of modern aluminium alloys to aircraft // *Progress in Aerospace Sciences*, 1996. Vol. 32. Issue 2–3. P. 131–172.
- Крушенко Г. Г., Кашубский А. Н. Применение рентгенографии для выявления и заварки дефектов в отливках ответственного назначения из алюминиево-кремниевых сплавов // *Ремонт, восстановление, модернизация*. 2010. № 8. С. 47–49.
- Корольков А. М. Литейные свойства металлов и сплавов. 2-е изд., доп. М. : Наука, 1967.
- Строганов Г. Б. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. М. : Металлургия, 1985.
- Технология производства жидкостных ракетных двигателей / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков и др. ; под ред. В. А. Моисеева, В. А. Тарасова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.
- Прочность и ресурс ЖРД / Н. А. Махутов, В. С. Рачук, М. М. Гаденин и др. ; под ред. Н. А. Махутова и В. С. Рачука. М. : Наука, 2011.
- Альтман М. Б., Стромская Н. П. Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов. М. : Металлургия, 1984.
- Чернега Д. Ф., Бялик О. М. Водород в литейных алюминиевых сплавах. Киев : Техніка, 1972.
- Постников Н. С., Мельников А. В., Лебедев В. М. Плавка алюминиевых сплавов. М. : Металлургия, 1971.
- Крушенко Г. Г. Автоматическое регулирование охлаждения литейной металлической формы // *Проблемы машиностроения и автоматизации*. 2008. № 4. С. 105–106.
- Вол А. Е. Строение и свойства двойных металлических систем. М. : Госиздат физико-математической литературы, 1959. 756 с.
- Porosity reduction and mechanical properties in die engine blocks / M. A. Irfan, D. Schwam, A. Karve, R. Ryder // *Materials science and engineering*. 15 February 2012. Vol. A 535. P. 108–114.
- Крушенко Г. Г., Василенко З. А. Плотность и механические свойства силуминов, термически обработанных в жидком состоянии // *Расплавы*. 1988. Т. 2. Вып. 6. С. 67–69.
- Влияние положения в форме литых испытательных образцов на механические свойства алюминиевых сплавов / З. А. Василенко, Г. Г. Крушенко, Б. А. Балашов, А. Н. Тимофеев // *Проблемы прочности*. 1992. № 1. С. 80–82.
- Gunasegaram D. R., Farnsworth D. J., Nguyen T. T. Identification of critical factors affecting shrinkage porosity in permanent mold casting using numerical simulations based on design experiments // *J. of Materials Processing Technology*. 2009. Vol. 209. P. 1209–1219.
- Спасский А. Г. Основы литейного производства. М. : Металлургиздат, 1950.
- Impregnation improves casting quality // *Vacuum*. 1953. Vol. 3. Issue 1. P. 94.
- Jolly M. Castings // *Comprehensive structural integrity*. 2003. Vol. 1. P. 377–466 (1.18.6.3. Polymer impregnation).

G. G. Krushenko

EXCLUSION OF FORMATION AND BLOCKAGE OF THE NEGATIVE EFFECT OF OPENNESS ON PROPERTIES OF ALUM ALLOYS CASTINGS

The author describes a mechanism of buildup of openness in alum alloys castings, measures for its exclusion and means of blockage of its negative effect on properties of castings.

Keywords: alum alloys, castings, openness.

© Крушенко Г. Г., 2012

УДК 621.926.4

В. А. Титов, Н. А. Колбасина, Ю. А. Пикалов, В. С. Секацкий, Б. С. Каменецкий

ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ СПОСОБ ЭКСТРУЗИОННОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ, НА ОСНОВЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ*

Описано состояние исследований по созданию измельчителей сырья и материалов, реализующих способ экструзионного измельчения, на основе специальных зубчатых передач. Дано сравнение и рекомендации по назначению измельчителей на основе торцевой оригинальной зубчатой передачи внутреннего зацепления.

Ключевые слова: торцевые зубчатые передачи, зубчатые передачи внутреннего зацепления, измельчители сырья и материалов.

Известно, что наиболее эффективным способом измельчения сырья (материалов) является измельчение в закрытом объеме путем совместного воздействия на сырье сжатия и сдвига – это так называемое «экструзионное измельчение» [1; 3]. Механизмами, реализующими этот способ, являются измельчители на основе торцевой зубчатой передачи [4–6 и др.].

При выполнении проекта Сибирского федерального университета «Создание универсальных дезинтеграторов на основе торцевой зубчатой передачи для измельчения широкого спектра материалов» в 2008 г. разработана техническая документация и в 2009–2010 гг. изготовлены и испытаны измельчители производительностью 250 и 500 кг/ч.

Конструкция измельчителя производительностью до 500 кг/ч приведена на рис. 1. Базовой деталью служит основание 1, в котором на подшипниках смонтирован ведущий вал 2 с консольно установленной на нем шестерней 3. К основанию присоединен корпус 4 помольной камеры, закрытый стаканом 5. В помольной камере расположена торцевая зубчатая передача, состоящая из шестерни 3 и колеса 6, установленного на подшипниках в стакане 5. Окно 7 для загрузки сырья выполнено сверху, а окно для отвода – снизу, и в нем установлена решетка 8. Для защиты подшипников от проникновения мелкодисперсных частиц измельченного сырья применена система лабиринтных уплотнений с отводящими каналами, соединенными с атмосферой.

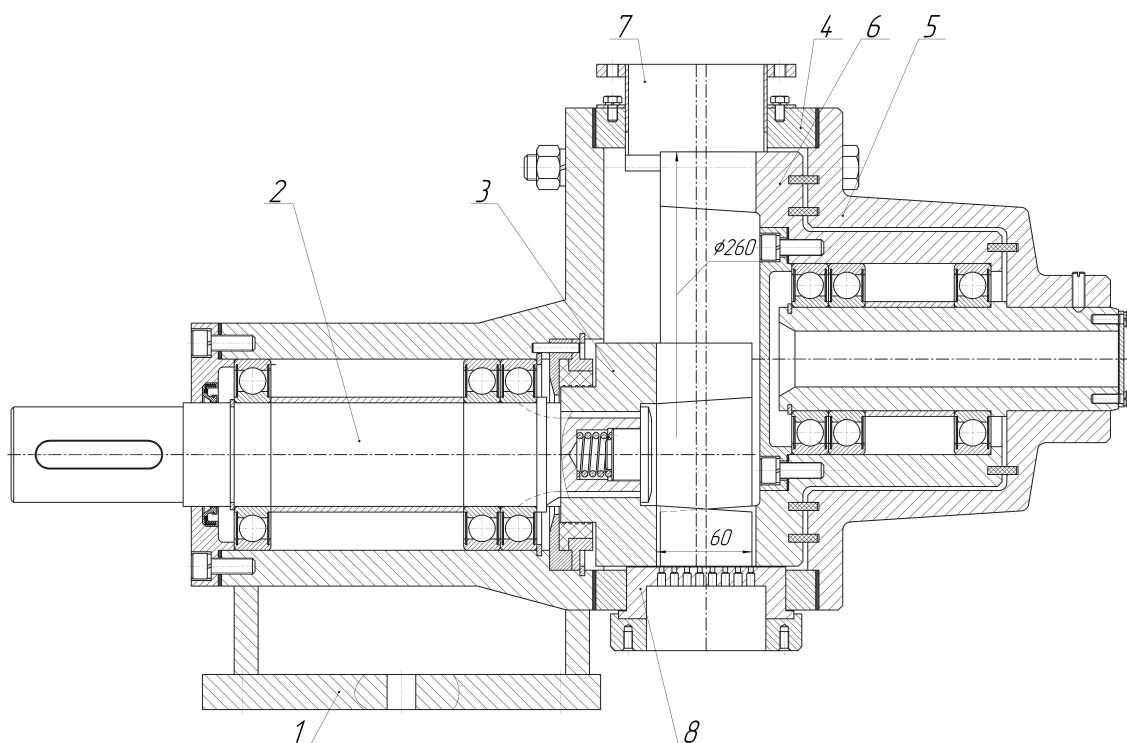


Рис. 1. Конструкция измельчителя на основе торцевой зубчатой передачи (обозначения см. в тексте)

*Работа выполнена в рамках проекта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., по лоту шифр 2011-1.2.2-220-010.

Проведенные исследования выявили, что измельчители перерабатывают широкий спектр материалов – от хрупких до упруго-пластичных и многокомпонентных [7; 8], но расчеты и практика конструирования показали, что создание измельчителей на основе торцевой зубчатой передачи производительностью более 500 кг/ч неадекватно из-за неудовлетворительных массо-габаритных характеристик. Другим существенным недостатком этих измельчителей является сложность защиты подшипниковых узлов.

Для устранения недостатков, присущих измельчителям на основе торцевой зубчатой передачи, предложена принципиально новая конструкция на основе оригинальной зубчатой передачи внутреннего зацепления, защищенная патентами [8; 9].

Актуальность новой конструкции подтверждена тем, что выигран конкурс и выполнен государственный контракт № 02.740.11.0044 от 15 июня 2009 г. на тему «Создание параметрического ряда универсальных измельчителей, реализующих способ экструзионного измельчения, для переработки сельскохозяйственного сырья».

Конструктивная схема измельчителя на основе оригинальной зубчатой передачи внутреннего зацепления приведена на рис. 2.

В расточках корпуса 1, закрытых крышками 2 и 3, на подшипниках качения смонтирована оригинальная зубчатая передача внутреннего зацепления, состоящая из вал-шестерни 4 с внешними зубьями и колеса 5. Зубья 6 колеса своими боковыми поверхностями образуют окна 7. Окно 8 для загрузки сырья расположено сверху, а окно 9 для отвода продукта – снизу, и в нем установлена решетка 10 с отверстиями.

Измельчитель работает следующим образом. Сырье загружается в окна 9 и попадает в промежутки (окна) между зубьями колеса 5. При вращении зубья вал-шестерни 4 «закрывают» эти окна. В результате этого под воздействием сжимающих и сдвигающих

усилий сырье измельчается и отводится через отверстия в решетке.

Одной из важнейших задач при создании измельчителей является проектирование геометрии исполнительного механизма – специальной зубчатой передачи – торцевой или цилиндрической. Для этого впервые разработан программно-математический комплекс для создания таких передач [10]. Выполнено полное математическое описание геометрии, дающее возможность варьировать параметры, синтезировать геометрию, совместимую с CALS-технологиями создания машин. Проектирование передач состоит из следующих этапов: выбор первоначальных параметров, определение геометрических характеристик профиля, определение геометрических параметров передачи, автоматизированного построения передачи с помощью API-функций SolidWorks, проверка качественных показателей на основе полученных 3D-моделей.

Разработана техническая документация на измельчители производительностью до 500, 1000 и 2000 кг/ч; изготовлены и прошли испытания опытные образцы первых двух измельчителей. Они предназначены для измельчения всех видов зерна с любой влажностью и являются альтернативой молотковым (роторным) дробилкам, распространенным в сельхозпредприятиях. Молотковые дробилки не измельчают зерно с влажностью более 16 % (требуется сушка), овес при измельчении забивает сита (деки), что резко снижает производительность.

Основными характеристиками измельчителей являются качество полученного продукта (фракционный состав) и производительность. Если качество определяется диаметром отверстий в решетке [11], то производительность – объемом камеры сжатия в фазе отвода перед отверстиями в решетке [3; 12]. Объем этой камеры зависит от модуля и длины зубьев передачи, которые, напрямую влияют на массо-габаритные характеристики.

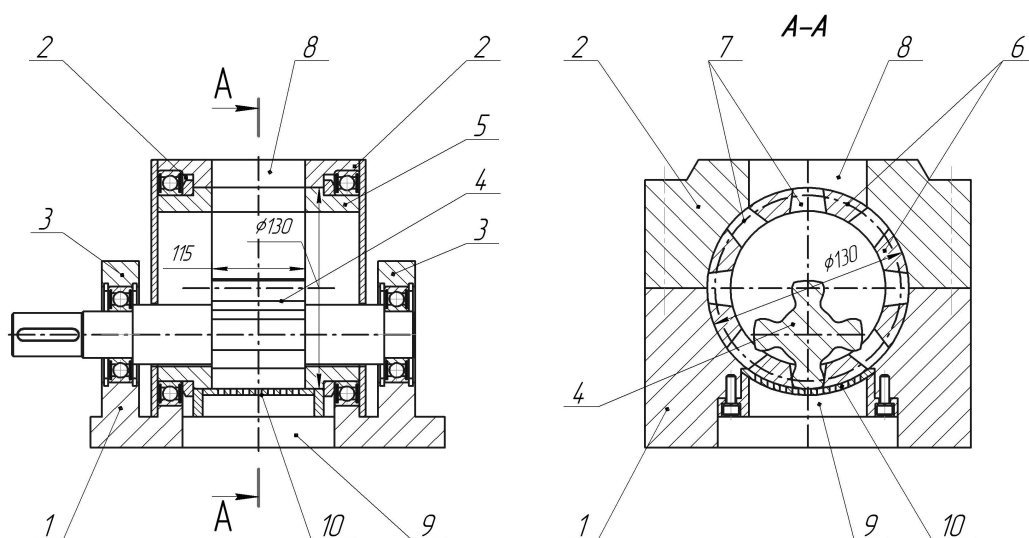


Рис. 2. Конструкция измельчителя на основе цилиндрической зубчатой передачи (обозначения см. в тексте)

Сравним по этим критериям измельчители на основе торцевой и оригинальной зубчатой передачи внутреннего зацепления:

– измельчитель на основе торцевой передачи: ввиду консольного расположения шестерни и колеса при увеличении длины зуба резко возрастает нагрузка на передний подшипник шестерни, поэтому отношение длины зуба к диаметру шестерни рекомендуется принимать от 0,4 до 0,5;

– измельчитель на основе оригинальной цилиндрической передачи внутреннего зацепления: длина зуба шестерни при расположении опор с двух концов вала ограничивается конструктивно-технологическими соображениями, поэтому рекомендуется отношение длины зуба шестерни к ее диаметру от 1,5 до 2,0;

– при одинаковой производительности измельчителей наружный диаметр колеса торцевой передачи должен быть в два раза большим, чем у измельчителя на основе специальной цилиндрической передачи внутреннего зацепления: например, при производительности 500 кг/ч у торцевой передачи диаметр колеса 260 мм, длина зуба 60 мм, а у цилиндрической передачи диаметр колеса 130 мм, длина зуба 115 мм.

Таким образом, у измельчителей на основе цилиндрической передачи массо-габаритные характеристики существенно лучше, но измельчители на основе торцевой передачи с призматической формой зубой могут перерабатывать куски сырья, даже большие по размеру, чем ширина впадин между зубьями, и, следовательно, обладают более широкими возможностями.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить следующее:

1) измельчители на основе специальных зубчатых передач являются альтернативой широко применяемым в сельхозпредприятиях молотковым (роторным) дробилкам, так как они измельчают зерно любой влажности и легко перерабатывают овес (молотковые дробилки предназначены для измельчения зерна с влажностью до 16 %, измельчение овса в них затруднительно);

2) измельчители на основе торцевой передачи рациональны при производительности 250 и 500 кг/ч, поэтому рекомендуются для личных подсобных и малых фермерских хозяйств;

3) измельчители на основе цилиндрической передачи внутреннего зацепления с производительностью

до 1, 2 и 5 т/ч предназначены для средних и крупных сельхозпредприятий и могут быть востребованы в других отраслях для переработки широкого спектра сырья – от хрупкого до упруго-пластичного.

Библиографические ссылки

1. Титов В. А., Василенко Н. В. Реализация способа экструзионного измельчения в дезинтеграторе на основе торцевой зубчатой передачи // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2007. № 1. С. 115–117.
2. Титов В. А., Василенко Н. В. Дезинтегратор для измельчения зерна и минерального сырья // Комбикорма. 2007. № 5. С. 40–41.
3. Использование возможностей торцевой зубчатой передачи для измельчения материалов / В. А. Титов, В. С. Секацкий, Н. А. Колбасина, Н. В. Мерзликина // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2009. № 4. С. 99–105.
4. Патент РФ № 2149057 / В. А. Титов. Оpubл. 02.02.1998.
5. Пат. РФ № 2365414 / В. А. Титов. Оpubл. 27.08.2009, Бюл. № 24.
6. Пат. РФ № 2366508 / В. А. Титов. Оpubл. 12.05.2008, Бюл. № 25.
7. Титов В. А., Остроглядова Е. В., Мерзликина Н. В. Исследование процессов измельчения материалов в дезинтеграторе // Вестник КрасГАУ. 2009. № 12. С. 161–164.
8. Пат. РФ № 2424057. Измельчитель-кормопроизводитель / В. А. Титов. Оpubл. 20.07.2011, Бюл. № 20.
9. Пат. РФ № 2412006. Измельчитель / В. А. Титов. Оpubл. 20.02.2011, Бюл. № 5.
10. Программно-математический комплекс для создания специальных зубчатых передач измельчителей / В. А. Титов, Н. А. Колбасина, Н. В. Мерзликина и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. № 6. С. 246–251.
11. Титов В. А., Мерзликина Н. В. Дезинтегратор для нужд сельского хозяйства. Исследование процессов измельчения // Вестник КрасГАУ. 2009. № 11. С. 166–170.
12. Колбасина Н. А., Морозов Д. И., Титов В. А. Оценка влияния изменения рабочего объема механизма измельчителя на производительность // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2010. № 4. С. 85–88.

V. A. Titov, N. A. Kolbasina, Yu. A. Pikalov, V. S. Sekatchiy, B. S. Kamenetskiy

GRINDERS OF RAW MATERIALS AND THE MATERIALS WHICH IMPLEMENT THE TECHNIC OF EXTRUSION CRUSHING BASED ON SPECIAL TOOTH GEAR DRIVES

The authors describe the present state of research into creation of grinders of raw materials and the materials which implement the technic of extrusion crushing based on special tooth gear drives. Comparison is made and recommendations for application of the grinders, based on a face original tooth gear drive of internal gearing, are given.

Keywords: face gearing set, internal gearing set, grinders of raw materials.

РАЗДЕЛ
4



ЭКОНОМИКА



УДК 338.3.01

А. В. Агалакова, Г. И. Храповицкий

РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Обоснована большая значимость инноваций и инновационных процессов в формировании стратегии предприятия. Рассмотрено как инновации способствуют долгосрочной конкурентоспособности предприятия, какие существуют трудности в их реализации и способы их преодоления и от чего зависит эффективность проведения инновационных разработок.

Ключевые слова: инновация, конкурентоспособность, эффективность, инновационный портфель, стратегия предприятия.

Сегодня, когда с российского рынка ушло подавляющее большинство зарубежных конкурентов, отечественные товаропроизводители вступили в борьбу за потребителя между собой. Опыт экономически развитых стран показывает, что победителем в этой борьбе оказывается тот, кто строит свою деятельность преимущественно на основе инновационного подхода и главной целью стратегического плана ставит разработку новых товаров и услуг.

С начала реформирования экономики России прошло почти двадцать лет. Наиболее предприимчивые производственные субъекты относительно быстро сориентировались в рыночных условиях. Практически на всех адаптировавшихся к рынку предприятиях созданы отделы коммерции и маркетинга, которые осуществляют связь с потребителями; введены новые системы управленческого учета, направленные на выявление реальной картины финансово-экономического состояния предприятия. Вместе с тем, как показывает практика, для создания долгосрочной конкурентоспособности этого оказывается недостаточно. Одним из основных условий формирования конкурентоспособной стратегической перспективы промышленного предприятия может стать его инновационная активность.

По созданию благоприятных условий для развития инновационной деятельности руководство страны предпринимает различные шаги. В их числе – реализация Межведомственной программы активизации инновационной деятельности в научно-технической сфере России на 1998–2000 гг., создание и начало работы в декабре 1999 г. Правительственной комиссии по научно-инновационной политике и др.

Производственные организации, в свою очередь, также пришли к пониманию необходимости осуществления инновационной деятельности. Внедрение инноваций все больше рассматривается ими как единственный способ повышения конкурентоспособности производимых товаров, поддержания высоких темпов развития и уровня доходности. Поэтому предприятия, преодолевая экономические трудности, начали своими силами вести разработки в области продуктовых и технологических инноваций.

Статистическое исследование инновационной деятельности в промышленности Нижегородской области, проведенное областным комитетом государствен-

ной статистики, показало, что в 1998 г. в целом по области из 675 обследованных предприятий всех форм собственности, за исключением субъектов малого предпринимательства, 146 осуществляли мероприятия по созданию и внедрению технологических новинок. Это составило 20,8 % от общего количества всех обследованных организаций. В основном это достаточно крупные промышленные предприятия: автомобильный гигант ОАО «ГАЗ», нефтяная компания ОАО «Норси», производитель готовых лекарственных средств ОАО «Нижфарм», ОАО «Заволжский моторный завод», ОАО «Арзамасский машиностроительный завод», ОАО «Выксунский металлургический завод» и др.

Однако достижение существенных результатов в развитии инновационной сферы среди более широкого круга предприятий в ближайшее время представляется проблематичным. Причиной тому служит, в первую очередь, отсутствие серьезного опыта ведения инновационной деятельности в рыночных условиях. Корни этой проблемы уходят в прошлое и связаны с ориентацией научно-исследовательских организаций на выполнение государственных, в основном военно-промышленных, заказов и отсутствием ранее возможностей для самостоятельного вывода новых изделий на рынок. Анализ проблем, связанных с ускорением интеграции науки и производства, внедрением инновационных процессов в промышленности, показывает также, что многие из них возникают из-за отсутствия хорошо сформированной инфраструктуры поддержки горизонтальных связей между промышленными предприятиями, научными и финансовыми организациями. Определенную роль, конечно, играют общие финансово-экономические трудности, так называемая «утечка мозгов» и старение научных кадров. Сказывается и новизна проблемы в условиях рынка.

Актуальность осуществления технологических разработок обусловлена двумя группами изменений в среде функционирования предприятия, имеющих отечественную и международную природу. Иными словами, на предприятия оказывает давление внешний и внутренний рынок. Это давление выражается в изменении поведения потребителей; развитии рынков товаров и услуг и, как следствие, усилении конкуренции; общемировом развитии новых разнохарактерных

технологий; глобализации спроса и предложения. Во всем мире инновации сегодня – это не прихоть, а необходимость выживания, сохранения конкурентоспособности и дальнейшего процветания. Ярким примером тому могут послужить события на рынке мотоциклов в начале 1980-х гг. [2], когда компания Yamaha предприняла попытку атаковать компанию Honda, а та в ответ вместо традиционного снижения цен выбрала инновационную стратегию и за восемнадцать месяцев выпустила на рынок 113 новых моделей мотоциклов, не оставив сопернику никаких шансов на успех.

Мировые тенденции в области развития технологий, на первый взгляд, кажутся далекими от российской действительности и не оказывающими существенного влияния на деятельность отечественных товаропроизводителей. Однако стремление России стать полноценным членом международной торговой системы вызывает необходимость приводить производимые товары и услуги в соответствие с мировыми требованиями. Так, введение в действие жестких экологических стандартов для производителей автомобилей в Европе, известные как «Евро-1, 2, 3», заставляет отечественных автомобилестроителей, хотя и с отставанием, учитывать эти требования при производстве своей продукции.

Растущее, усиливающее многообразие рынков товаров и услуг означает, что стратегия многих продуктово-рыночных комбинаций становится все более дифференцированной. Это сокращает жизненный цикл товара, заставляет производить товары небольшими партиями, увеличивая при этом производство дифференцированной продукции, разработанной и произведенной для особых групп потребителей. Все эти процессы в совокупности приводят к необходимости постоянного обновления или совершенствования имеющихся товаров и предопределяют разработку новых технических решений. При этом конкуренция с каждым днем становится динамичнее. Одним из показателей ее динамики может служить время, в течение которого соперники имитируют новый товар, выпущенный одним из участников рынка. Опыт успешно развивающихся компаний показывает, что сегодня выживает тот, кто умеет быстро реагировать на изменения и постоянно занимается инновациями.

Анализ промышленных предприятий, успешно ведущих инновационную деятельность, показывает, что основным побудительным мотивом для разработки инноваций является желание и стремление руководства вести стратегическую деятельность вообще и осуществлять инновационную в частности. Другими словами, на предприятии должен быть лидер-новатор, который готов выделить ресурсы на разработку новой продукции и постоянно заинтересовывать в инновациях весь персонал. Из мирового опыта нам известно, что стремление к инновациям таких известных менеджеров, как Билл Гейтс из компании Microsoft, Акио Морито из компании Sony, Джека Уэлча из компании General Electric, привело их предприятия к мировому лидерству [2].

Другим основным условием для внедрения инноваций является наличие эффективной системы маркетинга и сбыта, осуществляющей связь предприятия с конечными потребителями с целью постоянного выявления новых требований покупателей, предъявляемых к качеству производимых товаров и услуг. Это условие имеет важное значение, так как на практике инновации часто определяются как «создание и предоставление товаров или услуг, которые предлагают потребителям выгоды, воспринимаемые ими как новые или более совершенные» [1]. И большинство неудач с выведением инноваций на рынок специалисты объясняют тем, что они возникают на базе новых знаний, а не потребностей, в то время как покупателям нужен не новый товар, а новые выгоды. Обобщая эти и другие условия, отметим, что для осуществления инновационной деятельности необходимо наличие инновационного потенциала предприятия.

От состояния инновационного потенциала зависит выбор той или иной стратегии, который в данном случае можно определить, как «меру готовности» выполнить поставленные цели в области инновационного развития предприятия [3]. Практика показывает, что далеко не всем предприятиям необходимо осваивать новые технологии, несмотря на постоянное возрастание значения инноваций. Некоторые виды и формы хозяйственной деятельности, скажем малые фармацевтические предприятия, неспособны самостоятельно разрабатывать новые лекарственные препараты. А предприятиям, находящимся в полном упадке или на стадии банкротства, просто не имеет смысла модернизировать производство. Отсюда следует необходимость выделения условий, при которых предприятиям полезно разрабатывать новые товары. Такими критериями являются следующие: угроза устаревания существующих продуктов; возникновение новых потребностей у покупателей; смена вкусов и предпочтений потребителей; сокращение жизненного цикла товаров; ужесточение конкуренции. Среди внутренних факторов, при которых возрастает эффективность инноваций, можно назвать способность руководства и персонала выделять и оценивать экономические, социальные и технологические изменения во внешней среде; ориентация руководства на долгосрочную перспективу и наличие четких стратегических целей; развитая система сбыта и маркетинга, способная исследовать и оценивать рыночные тенденции; осуществление непрерывного поиска новых рыночных предложений; умение анализировать и реализовывать новые идеи.

Следующим шагом на пути к организации инновационной деятельности на предприятии должна стать выработка инновационных целей. Такими целями могут быть повышение конкурентоспособности и укрепление на новых рынках путем совершенствования имеющихся изделий или создания принципиально нового продукта; сокращение издержек производства путем экономии исходного сырья, энергии и т. п. на основе использования новых технологий.

Здесь предприятиям следует принять важное стратегическое решение: приобретать инновации на стороне или разрабатывать самостоятельно. В первом случае предприятие, как правило, устанавливает стратегическое партнерство со специализированной научно-исследовательской или конструкторской организацией. При этом следует иметь в виду, что одновременное приобретение технологии потребует аккумуляции значительных финансовых средств за достаточно короткий срок. Для наиболее эффективного использования финансовых вложений потребуется тщательное сканирование рынка новых технологий и детальный анализ базы данных организаций, специализирующихся на инновационных технологиях.

По своей научно-технической значимости и новизне выделяют базисные и улучшающие идеи, решения и проекты, а также псевдоинновации [4]. К *базисным* относят инновации, которые реализуют крупные научно-технические разработки и становятся основой формирования технологий нового поколения, не имеющих аналогов в отечественной и мировой практике. *Улучшающие* инновации реализуют мелкие и средние изобретения, усовершенствующие технологию изготовления и(или) технические характеристики уже известных товаров. *Псевдоинновации* направлены на частичные, чаще декоративного характера (форма, цвет), изменения устаревших поколений техники и технологии, которые по своей сути тормозят технический прогресс. За этим разделением стоят два типа инновационных процессов: пионерный и догоняющий [1].

Стратегия пионера, или первопроходца, означает, что компания предлагает на рынок принципиально новый товар или услугу, получая при этом преимущество «первого хода» в данном бизнесе или данном регионе. Новые рынки появляются в результате открытия новых технологий, появления новых знаний, возникновения новых запросов у покупателей, внедрения новой маркетинговой концепции, появления новых финансовых инструментов и т. п. Современный мировой опыт показывает, что стратегия пионера связана с высоким риском, так как инновационные технологии сопряжены с неопределенностью как самой разработки, так и реакции рынка на новое изобретение. В то же время данная стратегия может обеспечить устойчивое конкурентное преимущество благодаря монопольной позиции. Стратегия последователя менее опасна, но и доходы, соответственно, у таких компаний тоже ниже.

С точки зрения долгосрочной перспективы наиболее продуктивны инвестиции в сектор новых технологий. Объекты этих инвестиций дают самую большую «кумулятивную отдачу» [5]. Однако в связи с повышенным риском часто наиболее предпочтительными оказываются инвестиции в растущие и зрелые технологии. Наиболее эффективным и менее рискованным решением считается создание инновационного портфеля, состоящего из определенного набора продуктов-лидеров и продуктов-последователей. Результатом этого этапа должна стать выработка инновационных проектов по достижению отобранных инновационных решений.

В теории управления процесс формирования стратегии осуществляется, как правило, на основе портфельного анализа. С помощью этого инструмента оценивается вся хозяйственная деятельность предприятия с целью распределения инвестиционных ресурсов: вложение средств в наиболее прибыльные и перспективные направления развития и сокращение инвестиций в неэффективные проекты. В результате проведения портфельного анализа компания дает оценку конкурентоспособности основных продуктов, определяет размеры вложений капитала в каждое подразделение. Для каждого отдельного продукта разрабатывается отдельный инновационный проект.

Здесь может произойти противопоставление целей одних проектов общим целям развития компании, что, в свою очередь, приведет к несовпадению стратегии отдельных подразделений и общей корпоративной стратегии. Во избежание подобной ошибки к формированию инновационной политики в промышленной организации необходимо применять комплексный подход. Применение этого метода, во-первых, исходит из принципа, что к формированию инновационных проектов необходимо подходить, как к составной части общей стратегии развития промышленного предприятия. Во-вторых, применение комплексного подхода к разработке и реализации инновационных проектов предполагает взаимоувязанную и скоординированную работу всех подразделений. В-третьих, это несет в себе и так называемый синергетический эффект. Синергию как позитивный эффект комбинирования отдельных частей можно получить путем совместного использования зданий, земельных участков, организации общего процесса исследования, обмена опытом и пр.

Таким образом, выбор той или иной стратегии определяется внешними условиями, в то время как ее реализация зависит от внутренней организации и выполнения каждого вида деятельности. Новые задачи требуют установления новой системы связей как между уровнями управления, так и между подразделениями. Для эффективной реализации инновационных проектов необходимо создать специальную структуру, которая обеспечила бы устойчивость связей и надежное функционирование системы в целом. Для реализации поставленной задачи необходимо определить соответствие имеющейся организационной структуры принятым к реализации инновационным проектам, провести необходимые изменения в части распределения прав и ответственности и согласовать информационные и финансовые потоки.

Этап организационно-структурных изменений можно считать заключительным этапом на пути к формированию принципиально новой корпоративной стратегии предприятия. К стратегическому планированию следует подходить по принципу того, что назначение маркетинга состоит в удовлетворении текущих требований покупателей, а инновации – будущих. Поэтому разработка стратегического поведения должна включать анализ перспектив в области научно-технического и технологического прогресса, обзор

состояния отрасли в целом и перспективных планов предприятий-конкурентов в частности. Цель этой части формирования стратегического плана состоит в изучении внешних условий ведения бизнеса с тем, чтобы выявить угрозы и возможности, которые могут возникнуть во внешнем окружении по отношению к предприятию и определить направления дальнейшего развития. Далее следует оценить внутренний потенциал организации относительно своих конкурентов. Здесь выявляются сильные и слабые стороны предприятия с тем, чтобы использовать благоприятные преимущества и одновременно избежать предстоящих трудностей.

Наиболее существенным для стратегического развития и выживания предприятия является рыночный риск. Количество и содержание этапов стратегии выведения нового продукта на рынок могут существенно варьироваться и зависят от многих факторов, основными среди которых являются отраслевая принадлежность, позиция на рынке, поведение конкурентов, развитие технологии и многие другие. В то же время есть ряд основополагающих моментов, которые позволяют говорить о некоторых обобщающих принципах формирования и осуществления стратегии выведения новинки на рынок.

Таким образом, в условиях современной конкуренции, сокращения жизненного цикла товаров и услуг, развития новых разнохарактерных технологий одним из основных условий формирования конкурентной стратегической перспективы промышленного предприятия все больше становится его инновационная активность.

Предприятия, которые формируют стратегическое поведение на основе инновационного подхода, т. е. главной целью стратегического плана ставят освоение новых технологий, выпуск новых товаров и услуг, имеют возможность завоевать лидерские позиции на рынке, сохранить высокие темпы развития, сократить уровень издержек, добиться высоких показателей прибыли.

Эффективность проведения инновационных работ зависит от состояния инновационного потенциала предприятия, основу которого составляют ин-

теллектуальные, материальные, финансовые, кадровые, инфраструктурные и другие ресурсы. Для постоянного внедрения новых товаров или новых технологий предприятия могут создать собственное инновационное подразделение. Актуальность использования такого подхода обусловлена рядом причин, в том числе проблемами научно-технического комплекса, экономией ресурсов, повышением эффективности конечного результата.

При разработке и выведении инновации на рынок необходимо использовать научные методы и подходы: портфельный анализ, комплексный и параллельно-последовательный подходы и др. В противном случае они будут утверждаться к реализации, будучи недостаточно аргументированными.

Все ускоряющиеся темпы изменений внешней среды функционирования предприятий увеличивают риск предпринимательской деятельности вообще и инновационной в частности. С целью распределения риска необходимо формирование портфеля товаров и услуг. Для этого требуется создание инновационной программы предприятия и постоянное перераспределение средств из завершенных проектов в развивающиеся.

Библиографические ссылки

1. Дойль П. Менеджмент: стратегия и тактика. СПб. : Питер, 2004.
2. Менеджмент : пер. с англ. М. : Олимп-Бизнес, 2005. (Серия «Мастерство»).
3. Управление организацией / под ред. А. Г. Поршнева, З. П. Румянцевой, Н. А. Саломатина. М. : Инфра-М, 2001.
4. Инновационный менеджмент : справ. пособие / под ред. П. Н. Завлина, А. К. Казанцева, Л. Э. Миндели. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Центр исследований и статистики науки, 2004.
5. Морозов Ю. П. Методологические основы организации управления технологическими инновациями в условиях рыночных отношений : автореф. дис. ... д-ра эконом. наук. Н. Новгород, 1997.

A. V. Agalakova, G. I. Hrapovitskiy

THE ROLE OF INNOVATION IN THE PROCESS OF DEVELOPMENT OF BUSINESS STRATEGY

The article is devoted to argumentation of a great importance of innovations and innovative processes in development of business strategy. The authors dwell upon how innovations promote long-term competitiveness of any company, what difficulties may appear during realization period, ways to overcome them, and factors influencing effectiveness of innovative development.

Keywords: innovation, competitiveness, efficiency, innovative portfolio, business strategy.

© Агалакова А. В., Храповицкий Г. И., 2012

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Разработан алгоритм оптимизации социальной и транспортной инфраструктуры северных регионов, основанный на принципе их взаимозаменяемости и направленный на минимизацию расходов государственного бюджета при решении задачи социального обслуживания населения.

Ключевые слова: инфраструктура, социальное обслуживание, государственный бюджет.

Обеспечение равного доступа населения к минимальному набору социальных услуг и поэтапное повышение этого набора есть неотъемлемая составляющая государственной политики по выравниванию и общему повышению уровня жизни населения. Ее результатом, в частности, может являться установление и постепенное ужесточение определенных социальных норм и нормативов на различных уровнях государственного управления [1].

В свою очередь, для практического решения задачи равного минимального социального обеспечения населения имеются, как минимум, два альтернативных пути. С одной стороны, выстраивание в каждом населенном пункте полностью соответствующей нормативам социальной инфраструктуры, а с другой – концентрация большей части объектов социальной инфраструктуры в крупных городах при одновременном обеспечении приемлемого по уровню качества и пропускной способности транспортного сообщения с ними прочих населенных пунктов. Безусловно, в условиях современной России, характеризующихся, с одной стороны, большими расстояниями между населенными пунктами, особенно в азиатской части страны, а с другой стороны, малой численностью населения в них (численность населения более чем в 70 % городов и поселков городского типа не превышает 20 тыс. человек, а 27 % населения и вовсе проживают в сельской местности [2]), рациональное пространственное размещение объектов социальной инфраструктуры будет непосредственным образом влиять на эффективность бюджетной политики в социальной сфере.

Концентрация объектов социальной инфраструктуры, очевидно, будет способствовать появлению эффекта «экономии на масштабе» для государственного бюджета в части ее содержания, но неизбежно будет приводить к росту транспортных расходов населения, стоимости жизни в небольших населенных пунктах, а следовательно, и минимального размера оплаты труда. Нивелирование этого роста возможно лишь за счет адекватного повышения доходов населения. В противном случае, будет происходить либо снижение уровня жизни, либо невыполнение нормативов по социальному обеспечению отдельных групп населения (например, в 2010 г. доля расходов на транспорт у жителей северных районов Красноярского края оказалась в 3 раза выше, чем в среднем по стране, 9,3

и 3,3 %, соответственно [2]). Более того, необходимо учитывать, что в ряде случаев расходы, связанные с транспортировкой населения из мест проживания до объектов социальной инфраструктуры, относятся напрямую на государственный бюджет (в частности, выполнение санитарных рейсов, компенсация проезда к месту отпуска для жителей Крайнего Севера и т. п. [3]). Следовательно, от соотношения возникающих в результате локализации «экономии социальных расходов на масштабе» и дополнительных транспортных издержек населения и государственного бюджета будет зависеть ее эффективность в масштабах национальной экономики.

В этих условиях четкое очертание приобретает понятие транспортной доступности населенного пункта [4]. Зачастую, за этим словосочетанием подразумевают физическое наличие круглогодичных путей сообщения с административными центрами, не учитывая при этом стоимостные, количественные и качественные характеристики транспортного сообщения. Исходя из этого, к примеру, транспортная доступность может обеспечиваться одним лишь наличием круглогодично работающего аэропорта близ населенного пункта.

Представляется, что по отношению к населенным пунктам, социальная инфраструктура которых не в полной мере отвечает утвержденным нормативам, подобная трактовка транспортной доступности некорректна. Учитывая, что применительно к ним в задаче социального обеспечения населения должно входить и обеспечение междугородной транспортировки, транспортную доступность целесообразно определять как некоторое минимально допустимое значение транспортной подвижности населения (отношение годового пассажиропотока к численности населения), не учитывающее рабочие командировки и вахтовые перевозки и соответствующее нормативному спросу на социальные услуги.

В 2010 г. транспортная подвижность населения России на междугородном и международном сообщениях составляла 2,89, в отдаленных северных территориях она была несколько выше (например, в Эвенкии – 3,86) при том, что вся она приходилась на воздушный транспорт (в среднем по России – 0,4). В профессиональной среде сегодня все чаще делаются заключения о недостаточной транспортной подвижности населения страны в сравнении с мировыми

аналогами. Действительно, Россия по данному показателю (как в целом, так и в разрезе отдельных видов транспорта) отстает от развитых стран в несколько раз.

Между тем очевидно, что простое принятие в качестве целевого ориентира значений показателей зарубежных стран является некорректным. Транспортные потоки есть отражение текущей пространственной структуры национальной экономики при существующем уровне ценовой доступности транспортных услуг [5]. В этой связи, целевые показатели транспортной подвижности населения должны отражать реалии национальной экономики: низкая платежеспособность спроса в регионах, низкие миграционные потоки (в расчете на одного жителя в 4 раза ниже, чем в США [2; 6]) и т. п.

Среди прочего, транспортная подвижность должна учитывать уровень обеспеченности населенных пунктов объектами социальной инфраструктуры. Расчет минимально допустимого значения данного показателя для условного населенного пункта по отдельным социальным нормативам приведен в таблице [1]. Следует отметить, что на основании ряда существующих социальных нормативов (обеспеченность библиотеками, парками, спортивными сооружениями и др.) невозможно произвести расчет минимальной транспортной подвижности, так как они определяют удельное количество учреждений, а не удельную пропускную способность или количество посещений. При этом очевидно, что при невозможности его выполнения внутри населенного пункта минимально допустимая транспортная подвижность населения должна быть увеличена.

Алгоритм решения задачи оптимизации социальной и транспортной инфраструктуры, основанный на принципе их взаимозаменяемости, будет непосредственно зависеть от того, что принимать в качестве переменной. Кажущееся на первый взгляд наиболее очевидным, принятие в качестве переменной простран-

ственное размещение и характеристики объектов социальной инфраструктуры с дальнейшим выстраиванием социальных связей населенных пунктов и транспортных потоков существенно усложняет первоначальную задачу, так как требует решения дополнительной задачи по оптимальной загрузке мощностей социальной инфраструктуры.

В этой связи, предлагается принять в качестве переменной социальные взаимосвязи населенных пунктов.

Пусть рассматривается северный регион с $N1$ населенными пунктами, существуют $N2$ населенных пунктов, где могут быть оказаны социальные услуги, при наличии M видов социальных услуг, для каждого из которых требуется отдельная социальная инфраструктура. Тогда введем булеву переменную x_{ijk} , отражающую истинность предоставления населению i -го северного населенного пункта в j -м населенном пункте k -го вида социальной услуги (аналог приписывания населения района к конкретной поликлинике, школе и др.) при том, что верно:

$$\left\{ i \in N1, j \in N2, k \in M \mid x_{ijk} \in \{0,1\}, \sum_{j=1}^{N2} x_{ijk} = 1 \right\}. \quad (1)$$

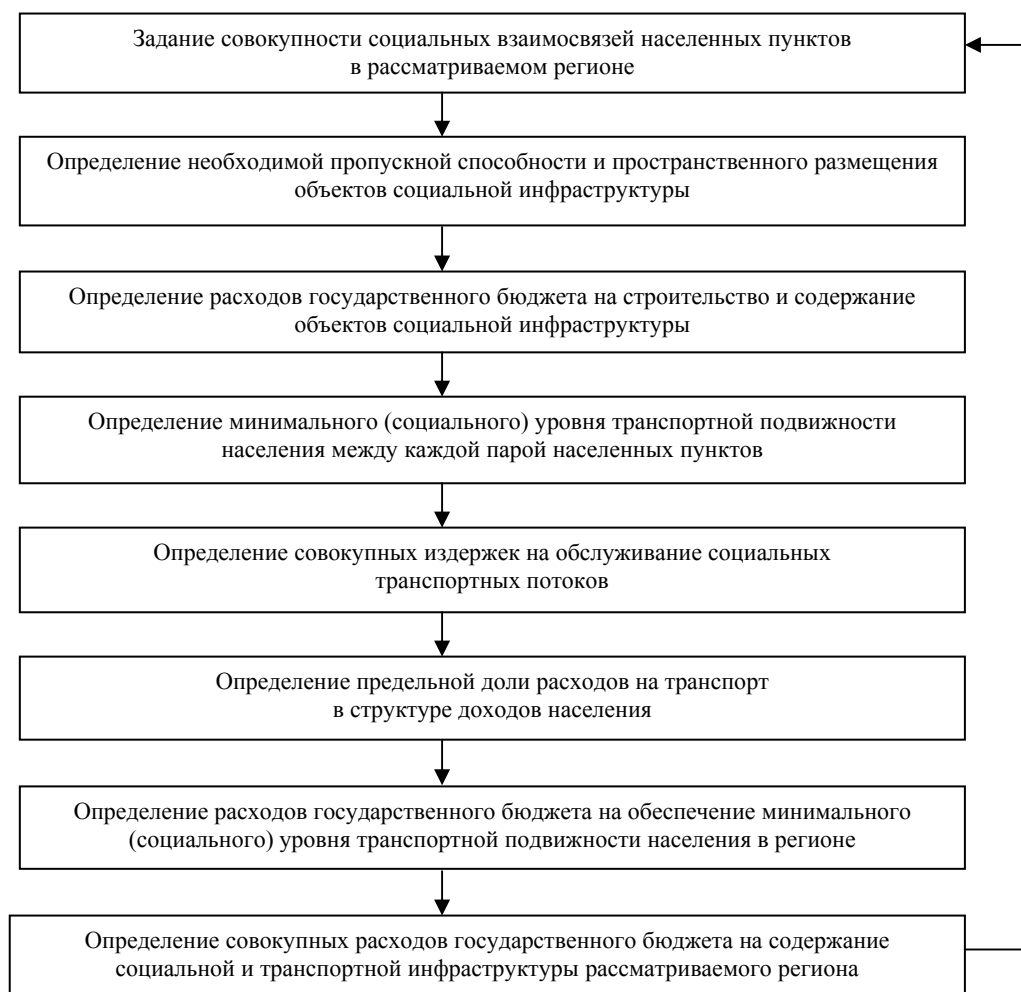
Другими словами, каждая конкретная социальная услуга для населения конкретного населенного пункта оказывается в одном конкретном населенном пункте.

В этом случае, алгоритм решения поставленной задачи будет выглядеть, как показано на рисунке. Предложенная схема решения представляет собой простой перебор вариантов совокупности социальных взаимосвязей рассматриваемого региона. При этом исключается необходимость решения дополнительной задачи по оптимизации загрузки мощностей объектов социальной инфраструктуры, так как последние определяются в соответствии с заданной схемой социального обслуживания населения.

Расчет минимального уровня транспортной подвижности населения на основе действующих социальных норм и нормативов

Норматив обеспеченности	Значение*	Минимальная годовая транспортная подвижность при отсутствии инфраструктуры в населенном пункте**
Больничными учреждениями	134,7 койки на 10 тыс. жителей	1,4***
Амбулаторно-поликлиническими учреждениями	181,5 посещений в смену на 10 тыс. жителей	13,2
Театрами юного зрителя	3 зрительских места на 1 тыс. детей	0,3****
Профессиональными театрами	4 зрительских места на 1 тыс. жителей	2,9
Концертными залами	200 зрительских мест на 200 тыс. жителей	0,7
Кинотеатрами	3 зрительских места на 1 тыс. жителей	2,2
Всего		20,8

Примечания: * из распоряжения Правительства РФ от 03.07.96 г. № 1063-р; ** из расчета парной поездки (туда-обратно); *** средний срок пребывания больного – 1 неделя; **** доля детей в возрасте до 15 лет в общей численности населения – 15 % [2].



Алгоритм решения задачи оптимизации размещения социальной и транспортной инфраструктуры

При некотором упрощении, решение задачи может выглядеть следующим образом. Допустим, a_i – численность населения i -го населенного пункта; b_k – норматив обеспечения населения k -м видом социальной услуги, посещений в год; $FC_{соц_{jk}}$ и $VC_{соц_{jk}}$ – постоянные и переменные расходы на содержание инфраструктуры по предоставлению k -го вида социальной услуги в j -м населенном пункте соответственно; $FC_{тр_{ij}}$ и $VC_{тр_{ij}}$ – постоянные и переменные расходы на содержание транспортной инфраструктуры на направлении из пункта i в пункт j . Тогда можно допустить, что объем предоставляемых социальных услуг k -го вида в j -м населенном пункте для населения i -го населенного пункта (V_{ijk}) равен:

$$V_{ijk} = x_{ijk} \cdot a_i \cdot b_k. \quad (2)$$

Он же будет являться и объемом социальных транспортных потоков между пунктами i и j , если $i \neq j$.

Соответственно, переменные издержки на предоставление социальных и транспортных услуг населению в рассматриваемом регионе (VC) составят:

$$VC = \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \sum_{k=1}^M V_{ijk} (VC_{соц_{jk}} + VC_{тр_{ij}}). \quad (3)$$

Постоянные издержки на содержание социальной инфраструктуры ($FC_{соц}$) будут выражаться формулой, где первый множитель является булевой переменной, отражающей фактическую необходимость размещения определенной социальной инфраструктуры в конкретном населенном пункте, исходя из заданной схемы социального обслуживания населения:

$$FC_{соц} = \sum_{j=1}^{N2} \sum_{k=1}^M \min \left(1; \sum_{i=1}^{N1} x_{ijk} \right) FC_{соц_{jk}}. \quad (4)$$

По аналогии, постоянные расходы на содержание транспортной инфраструктуры ($FC_{тр}$) будут составлять:

$$FC_{тр} = \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \min \left(1; \sum_{k=1}^M x_{ijk} \right) FC_{тр_{ij}}, \quad (5)$$

а совокупные расходы на обеспечение социального обслуживания северных территорий (TC) будут составлять:

$$TC = VC + FC_{соц} + FC_{тр}. \quad (6)$$

Обозначим p_i приемлемый для среднестатистического жителя i -го населенного пункта уровень расхо-

дов на транспорт в годовом исчислении. Очевидно, что данный показатель будет зависеть от его средне-годовых доходов и прожиточного минимума в регионе. Тогда за счет пассажирского тарифа (P) можно будет компенсировать следующий объем совокупных расходов:

$$P = \sum_{i=1}^{N1} p_i \cdot a_i, \quad (7)$$

а за счет государственного бюджета ($TC_{ГБ}$):

$$\begin{aligned} TC_{ГБ} = TC - P = & \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \sum_{k=1}^M x_{ijk} \cdot a_i \cdot b(VC_{соц_{jk}} + VC_{тр_{ij}}) + \\ & + \sum_{j=1}^{N2} \sum_{k=1}^M \min \left(1; \sum_{i=1}^{N1} x_{ijk} \right) FC_{соц_{jk}} + \\ & + \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \min \left(1; \sum_{k=1}^M x_{ijk} \right) FC_{тр_{ij}} - \sum_{i=1}^{N1} p_i \cdot a_i. \end{aligned} \quad (8)$$

Таким образом, предложенный алгоритм полностью учитывает описанный выше принцип взаимозаменяемости социальной и транспортной инфраструктуры. Это делает его действенным инструментом оптимизации расходов государственного бюджета на социальное обслуживание населения, особенно в районах с ярко выраженными административными и экономическими центрами и большим числом периферийных пунктов с низкой численностью населения, к числу которых, безусловно, относятся и северные регионы страны.

Библиографические ссылки

1. Российская Федерация. Распоряжение. О социальных нормативах и нормах : распоряжение Правительства Российской Федерации : [принято Правительством Российской Федерации 03 июля 1996 г.] [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc;base=LAW;n=92808>.
2. Росстат : офиц. сайт [Электронный ресурс]. Март, 2012. URL: <http://www.gks.ru>.
3. Российская Федерация. Законы. О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях : федер. закон : [принят Законодательным Собранием Российской Федерации 19 февраля 1993 г.] [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/online/base/?req=doc;base=LAW;n=89993>.
4. Акбулатов Т. Э. Принципы формирования стратегии развития сети региональных аэропортов Красноярского края // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : тез. Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов : в 2 т. Т. 2. Красноярск, 2008. С. 94–95.
5. Акбулатов Т. Э., Журавлев Ю. А. Разработка критериев оценки эффективности программ развития северных региональных аэропортов Красноярского края // Вестник СибГАУ : в 2 ч. Ч. 1. 2009. Вып. 1 (22). С. 135–140.
6. Bureau of census of USA : офиц. сайт [Электронный ресурс]. Март, 2012. URL: <http://www.census.gov>.

Т. Е. Акбулатов

ALGORITHM OF NORTH REGION SOCIAL AND TRANSPORT INFRASTRUCTURE OPTIMIZATION

The author develops an algorithm of north region social and transport infrastructure optimization, based on a principle of substitutability of these infrastructure modes, which allows to minimize social service expenses of state budget.

Keywords: infrastructure, social service, state budget.

© Акбулатов Т. Э., 2012

ИНСТРУМЕНТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ

Рассматриваются особенности продвижения продукции предприятий ракетно-космической промышленности России. Предлагается модель выбора выставочных мероприятий для целей продвижения продукции предприятия на международном рынке.

Ключевые слова: предприятия ракетно-космической промышленности (РКП), инструменты продвижения, модель выбора выставочных мероприятий.

Во времена плановой экономики у предприятий космической отрасли не возникало проблем с реализацией продукции. Но с переходом страны на путь рыночной экономики и открывшимися возможностями выхода на международные рынки оказалось, что продукция отечественных производителей космической техники, несмотря на все ее достоинства, не пользуется спросом у зарубежных заказчиков. Предприятия космической отрасли России столкнулись с проблемой продвижения своей продукции на международный рынок.

Выделяют четыре основных инструмента продвижения продукции: реклама, связи с общественностью, прямой маркетинг, личная продажа [1]. Однако продукция предприятий космической отрасли имеет ряд отличительных особенностей, которые связаны с определенными свойствами товаров производственно-технического назначения. Процесс закупки продукции в космической отрасли достаточно сложен, поскольку, как правило, связан с высокими расходами, а потому отличается повышенными рисками. Причем последние связаны не только со стоимостью капитала, но и с альтернативными возможностями его вложения. Длительность процесса принятия решения, соответственно, существенно возрастает, а решение принимается после тщательного анализа.

В связи с вышеперечисленным требуется адаптация существующих инструментов продвижения к специфике отрасли. Одной из важнейших задач при продвижении и реализации товаров в космической отрасли является именно снижение воспринимаемых рисков [2]. Их уменьшение имеет большое значение при любых закупках. Принимающим решение всегда хочется считать, что они приобретают товар или услугу известной, а потому относительно надежной марки.

Процесс продвижения продукции в космической отрасли можно условно разделить на два этапа: 1) разработка системы торговых марок с учетом всех возможных особенностей; 2) разработка системы мероприятий по продвижению и реализации продукции.

В зависимости от предмета позиционирования, в космической отрасли можно выделить корпоративные марки и марки товаров и услуг. При разработке взаимодействия корпоративной марки с марками товаров в большинстве случаев в космической отрасли используется стратегия Branded House. Компания своим

брендом как бы ручается за качество продукции, которую ей придется произвести. И в этом случае корпоративный бренд часто выступает в качестве поручителя (стратегия «марка–поручительство»), например – ОАО «ИСС».

В ряде случаев марка продукции становится столь известной и востребованной, что является лидером в тандеме «корпоративная марка – марка продукта». Примером тому служат ракеты-носители «Протон» и «Союз» [2].

Одним из главных способов привлечения внимания к продукции предприятия и получения заказов в космической отрасли является участие в тендерах. Основным инструментом продвижения продукции на рынке с целью заключения контрактов на поставку космической техники является участие в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях, которые являются важными событиями в отрасли и на которых клиенты объявляют о предстоящих тендерах, а также о своих требованиях.

В таблице представлены показатели и классификационные признаки международных выставочно-ярмарочных мероприятий [3], которые могут использоваться в качестве критериев при принятии решения об участии или неучастии в том или ином мероприятии. Каждому показателю присваивается ранг от 1 до 3, характеризующий степень зависимости эффективности участия в выставке от него. Ранг, равный 1, означает, что данный фактор оказывает прямое и непосредственное влияние на полезность участия в данном мероприятии, а ранг, равный 3, показывает, что данный показатель не оказывает существенного влияния на полезность мероприятия.

Рассмотрим подробнее каждый из критериев. Критерий «Статус мероприятия» напрямую влияет на полезность выставки. Чем выше статус проводимого мероприятия, тем больше на нем присутствует представителей различных государств и деловых кругов, тем выше шанс установить перспективные контакты.

Критерий «Тематика мероприятия» напрямую влияет на качественный состав участников выставки и степень их заинтересованности в продукции предприятия. Соответственно, наиболее эффективным будет участие в узкоспециализированных мероприятиях, где обычно присутствует большое количество представителей спутниковых операторов.

Критерии выбора международных выставочных мероприятий

Критерий	Ранг
Статус мероприятия (международное, с международным участием, национальное)	1
Степень специализации (универсальное, специализированное, узкоспециализированное)	1
Регион проведения	1
Количество профессиональных посетителей на прошлой выставке	1
Доля профессиональных посетителей на прошлой выставке	1
Затраты на участие в выставке	1
Количество представленных экспонентами стран	2
Общее количество посетителей	2
Выставочная площадь, м ²	3
Количество экспонентов	3

Значение критерия «Регион проведения» зависит от привлекательности того или иного региона для конкретного предприятия.

Критерии «Количество профессиональных посетителей на прошлой выставке» и «Доля профессиональных посетителей на прошлой выставке» определяют качественный состав посетителей мероприятия и напрямую влияют на количество и качество контактов на выставке.

Критерий «Затраты на участие в выставке» является одним из ключевых при оценке эффективности участия предприятия в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях. Однако его использование в процессе выбора выставок ограничено, так как его значение напрямую зависит от различных параметров как прямого влияния (площадь арендуемого стенда), так и косвенного влияния (в частности, тем выше доля профессиональных посетителей на выставке, тем выше стоимость участия в ней). Данный критерий необходимо использовать лишь в том случае, когда прочие критерии с рангом, равным 1, не позволяют отдать предпочтение тому или иному мероприятию.

Критерии «Количество представленных экспонентами стран» и «Общее количество посетителей» отражают количественные, а не качественные характеристики выставок, поэтому их следует использовать лишь тогда, когда применение прочих критериев либо невозможно, либо не дает желаемого результата.

Использование критериев «Общая выставочная площадь» и «Количество экспонентов» малоэффективно при выборе выставок.

Таким образом, на основе проведенного ранжирования можно сделать вывод, что наиболее эффективным для предприятий РКП является участие в узкоспециализированных выставках международного масштаба, имеющих статус международных или с международным участием. На мероприятии должно быть представлено большое число экспонентов и стран и большое количество профессиональных посетителей как в абсолютном, так и в относительном (доля от общего числа посетителей) выражении. Количество подобных мероприятий должно быть пропорционально количеству регионов интересов конкретного предприятия и объему рынков данных регионов.

Однако большинству предприятий реализовать данную программу невозможно ввиду особенности

выставочно-ярмарочных мероприятий в данной отрасли, большинство из которых представляет собой авиационно-космические салоны, с невысокими долями профессиональных посетителей. Более того, большинство из них ориентированы на рынок гражданского и военного самолетостроения, в то время как, например, сегмент коммерческого спутнико-строения на подобных мероприятиях зачастую бывает практически не представлен.

Поэтому была разработана модель выбора выставочных мероприятий, которая представляет собой последовательность действий при составлении программы участия в выставочно-ярмарочных мероприятиях, имеющей целью продвижение продукции предприятия на международном рынке.

На первоначальном этапе планирования выставочной деятельности проводится анализ информации о существующих выставочных мероприятиях. Производится их классификация по статусу и степени специализации. Далее рассматриваются только выставки, имеющие статус «международная» или «с международным участием».

Как уже отмечалось выше, приоритетом являются узкоспециализированные выставки. Данные мероприятия анализируются на предмет возможности охватить все регионы интересов предприятия.

В случае, если в каком-либо регионе в один год проходит больше, чем 1 выставка, необходимо сравнить их. Необходимо учесть индивидуальные предпочтения отдельных потенциальных клиентов. Далее следует произвести анализ состава участников выставки, экспонентов и посетителей, а также тематики мероприятия. Если мероприятия значительно отличаются друг от друга, то необходимо принять участие в обеих выставках. Если же их можно считать взаимозаменяемыми, то предпочтение следует отдать мероприятию, сопряженному с меньшим количеством затрат.

Если не во всех регионах интересов проводятся узкоспециализированные мероприятия, необходимо принимать участие в специализированных авиационно-космических салонах.

В случае, если в регионе проводится больше двух выставок, необходимо провести анализ состава участников и экспонентов, определить, насколько востребовано это мероприятие представителями отрасли. Для этого следует проанализировать состав экспонентов

за последние годы, количество профессиональных посетителей на прошедших выставках, и в итоге выбрать те мероприятия, которые наиболее соответствуют интересам компании.

В случае, если какой-то регион останется неохваченным (т. е. в нем не проводится в этом году никаких отраслевых выставочных мероприятий), то необходим поиск альтернативных способов контакта с потенциальными заказчиками.

Таким образом, данная модель позволит компаниям космической отрасли России самостоятельно разрабатывать программу участия в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях, которая будет максимально соответствовать критериям эффективно-

сти и позволит отечественным производителям заявить о себе на мировом рынке.

Библиографические ссылки

1. Белошедова Ю. Современные маркетинговые коммуникации // ЖУК. 2005. № 9(52). С. 22–25.
2. Шилина Ю. Стратегии ассортиментного планирования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dv-reclama.ru/>.
3. Гимранов А. Э. Особенности классификации выставок-ярмарок в инновационной деятельности // Актуальные вопросы правовой охраны и коммерциализации : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. Уфа : Баштехинформ, 2010. С. 124–129.

V. A. Bogomolov, Yu. V. Danilchenko

PROMOTION INSTRUMENTS OF RUSSIAN SPACE INDUSTRY COMPANIES PRODUCTION AT INTERNATIONAL MARKET

The article covers promotion instruments features of Russian space industry companies production. An model of exhibition arrangements selection, for the purposes of product promotion at international market, is suggested.

Keywords: space industry companies, promotion instruments, model of exhibition arrangements selection.

© Богомолов В. А., Данильченко Ю. В., 2012

УДК 338.2

А. А. Бойко, К. И. Бельюкова

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА

Рассматриваются теоретические основы разработки стратегии развития предприятий малого бизнеса, типы стратегий, основные составляющие стратегии, выделяются особенности их разработки.

Ключевые слова: малый бизнес, стратегия, разработка, особенности.

Перед тем как описать особенности разработки стратегии развития предприятий малого бизнеса, необходимо рассмотреть понятие стратегии и ее классификацию.

Стратегия – это долгосрочное качественно определенное направление развития организации, касающееся сферы, средств и формы ее деятельности, системы взаимоотношений внутри организации, а также позиции организации в окружающей среде, приводящее организацию к ее целям. М. Х. Мескон, М. Альберт и Ф. Хедоури представляют стратегию детальным всесторонним комплексным планом, предназначенным для того, чтобы обеспечить осуществление миссии организации и достижение ее целей [1].

Остановимся на данной формулировке: стратегия представляет собой совокупность действий, необходимых для достижения поставленных целей путем рационального использования ресурсов экономической системы. Цель стратегии – добиться долгосрочных конкурентных преимуществ, которые обеспечат

производственной системе высокую рентабельность и жизнеспособность [2].

Рассмотрим классификацию стратегий. Выделяются три уровня стратегии. Первый уровень «военная стратегия» – наиболее зримая, осязаемая, грубая стратегия. Второй уровень – уровень корпорации – это более тонкая стратегия. И третий уровень – уровень проектов – это еще более тонкая стратегия.

Современная теория менеджмента различает несколько типов стратегий (рис. 1) [3].

Базовая стратегия – это стратегия, которая описывает общее направление роста предприятия, развития его производственно-сбытовой деятельности. Она показывает, как управлять различными видами бизнеса, чтобы сбалансировать портфель товаров и услуг. Стратегические решения этого уровня наиболее сложны, так как касаются предприятия в целом. Именно на этом уровне определяется и согласовывается продуктовая стратегия предприятия (табл. 1).

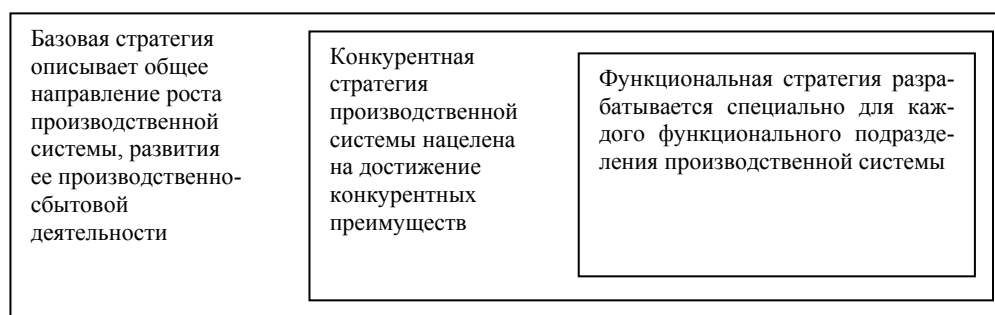


Рис. 1. Типы стратегий

Таблица 1

Базовая стратегия предприятия

Виды	Развитие		Выживание
	Революционное развитие	Эволюционное развитие	
Доминирующий признак	Внутренний рост – расширение ассортимента товаров, услуг; внешний рост – слияние компаний	Долгосрочное функционирование на рынке предприятий, прочно стоящих на ногах	Поддержание стабильного положения на рынке и адекватная реакция на изменения
Диверсификация продукта	Присутствует	Обязательна	Может быть
Диверсификация производства	Присутствует	Обязательна	Может быть, но чаще всего происходит обратный процесс – дедиверсификация
Изменение организационной структуры	Обязательно (в сторону увеличения подразделений)	Может быть	Обязательно (в сторону уменьшения подразделений)
Востребованность в инвестициях	Да	Может быть	Нет (нечем будет отдавать)

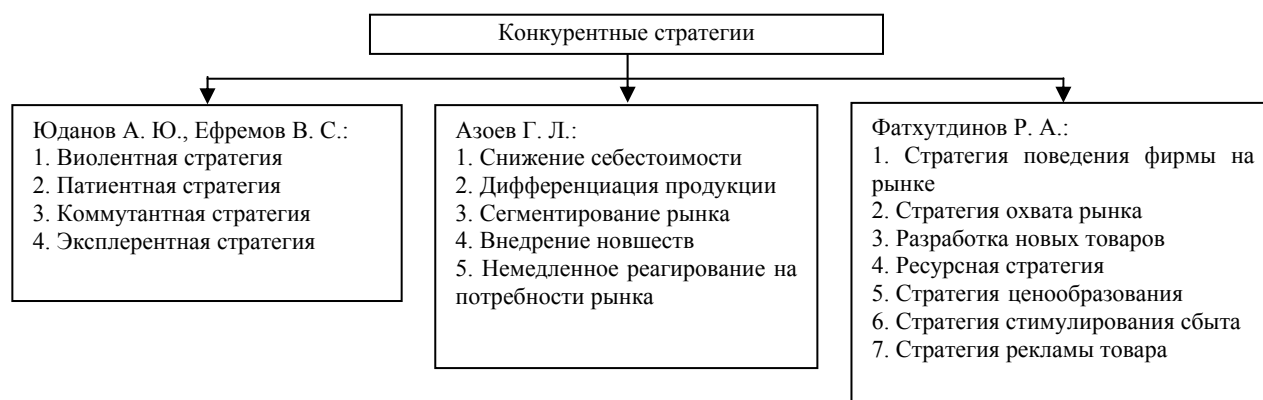


Рис. 2. Виды конкурентной стратегии

В дополнение к базовой стратегии, которая определяет комбинации различных стратегических областей деятельности организации, *конкурентные стратегии* определяют подходы, с помощью которых организация должна действовать в каждой такой области. В литературе конкурентную стратегию иногда называют бизнес-стратегией или деловой стратегией [1].

Деловая стратегия нацелена на достижение конкурентных преимуществ. Если фирма занята только одним видом бизнеса, деловая стратегия является ча-

стью общей стратегии фирмы. Если организация включает несколько деловых единиц, каждая из них разрабатывает собственную целевую стратегию (рис. 2).

Третьим типом стратегий являются *функциональные стратегии*, которые разрабатываются специально для каждого функционального пространства организации. Под функциональными стратегиями понимают стратегии, которые разрабатываются на основе корпоративной и деловой стратегии. Целью функциональной стратегии является распределение ресурсов

отдела (службы), поиск эффективного поведения функционального подразделения в рамках общей стратегии. К основным типам функциональных стратегий относятся следующие:

- стратегия НИОКР, обобщающая основные идеи о новом продукте – от его первоначальной разработки до внедрения на рынке, имеет две разновидности: инновационную стратегию и имитационную стратегию;
- производственная стратегия, сосредоточенная на решениях о необходимых мощностях, размещении промышленного оборудования, основных элементах производственного процесса, регулировании заказов;
- маркетинговая стратегия, которая заключается в определении подходящих продуктов, услуг и рынков, которым они могут быть предложены; определяет наиболее эффективный состав комплекса маркетинга (исследований рынка, товарной и ценовой политики, каналов распределения и стимулирования сбыта); эта стратегия особенно успешна в производстве, ориентированном на массового покупателя с падающими реальными доходами;
- финансовая стратегия ответственна за прогнозирование финансовых показателей стратегического плана, оценку инвестиционных проектов, планирование будущих продаж, распределение и контроль финансовых ресурсов.

Многие организации разрабатывают стратегию управления персоналом (человеческими ресурсами), с помощью, которой решаются проблемы повышения привлекательности труда, мотивации, аттестации персонала, поддержания такого количества занятых на предприятиях и типов рабочих мест, которые соответствуют эффективному ведению бизнеса.

Также можно выделить следующие виды стратегий:

- стратегии роста;
- диверсифицированные;
- моностратегии;
- мультиатрибутивные.

Исходя из этой классификации, стратегия, разрабатываемая предприятием, должна представлять собой совокупность нескольких стратегий. Эти стратегии должны быть согласованы и должны тесно взаимодействовать друг с другом. Стратегический выбор предприятия должен быть определенным и однозначным. Только в этом случае предприятие достигнет успеха.

Современные стратегии основываются на регулярном учете условий, в которых работает определенное предприятие, на осознании задач, стоящих перед ним, что способствует возникновению самых разнообразных проектов развития, которые, в свою очередь, обуславливают выбор такого варианта стратегии развития, который обеспечит стабильность предприятия и экономические результаты, удовлетворяющие требованиям.

Современные стратегии основываются на проникновении в суть условий, в рамках которых работает определенная сфера экономики или отрасль; осознании задач, стоящих перед предприятиями. Это спо-

собствует возникновению разнообразных проектов развития, позволяющих выбрать вариант, который обеспечит выживаемость компании и возможность ей выйти на хорошие экономические результаты. По результатам очного дистанционного обследования более 200 промышленных предприятий, расположенных в разных регионах России, проведенного ЦЭМИ РАН совместно с экономическим факультетом МГУ и Российским экономическим барометром, более 68 % предприятий имели определенный опыт разработки стратегических планов, причем у 2/3 он был положительным. При этом почти 60 % тех, кто считает, что без стратегического плана сейчас было бы очень трудно, оценивают свое финансовое положение как хорошее или нормальное, в то время как среди выбравших другие варианты ответа, эта доля в среднем вдвое меньше [4].

Выделим основные составляющие стратегии [2, с. 49]:

1. Анализ макро- и микросреды компании, конъюнктуры рынка.
2. Философия, миссия, цели и задачи.
3. Стратегия в области деятельности предприятия:
 - приоритетные виды деятельности;
 - сегменты рынка, на которых собирается действовать фирма;
 - доля компании в общероссийском объеме;
 - место компании в списке крупнейших в России.
4. Маркетинговая стратегия:
 - продукты, требующие разработки исходя из существующего спроса;
 - системы продажи продуктов;
 - доля различных форм распространения продуктов;
 - новые каналы и передовые технологии распространения продуктов;
 - ценовая политика;
 - система формирования спроса на услуги;
 - рекламная стратегия.
5. Инвестиционная политика:
 - анализ инвестиционной среды;
 - принципы инвестиционной политики;
 - приоритетные направления инвестиций;
 - прогноз уровня доходности по инвестиционным проектам.
6. Стратегия по работе с персоналом (кадровая стратегия):
 - система подбора и обучения персонала;
 - система стимулирования;
 - корпоративная культура и ценности;
 - система коммуникаций.
7. Региональная политика:
 - краткий анализ регионов России;
 - перечень вновь открываемых филиалов;
 - система взаимоотношений головной компании и филиалов.
8. Стратегия в области международной деятельности.

Что касается особенностей разработки стратегии развития предприятий малого бизнеса, то их можно разделить на кооперативные и отраслевые стратегии (табл. 2).

Таблица 2

Стратегии развития предприятий малого бизнеса

Стратегии
Кооперативные стратегии:
– совершенствование функций управления и организация деятельности;
– усиление микроэкономических взаимодействий внутри малого бизнеса;
– усиление горизонтальных взаимодействий малых предприятий
Отраслевые:
– минимизация издержек;
– дифференциация;
– диверсификация

Стратегия совершенствования функций управления и организации своей деятельности. Вместо «традиционных» проблем выживания на первое место при разработке стратегии выдвигаются вопросы эффективного производственного и финансового менеджмента, минимизации транзакционных издержек, рационального использования ресурсов, четкой координации партнерских отношений и деловых связей. Все это характеризует наступление нового этапа развития малого бизнеса, характеризующегося более высоким уровнем хозяйственной зрелости и способности к самоорганизации, созданию новых организационных структур малого бизнеса.

Стратегия усиления микроэкономических взаимодействий внутри малого бизнеса. Если ранее малые предприятия главным образом взаимодействовали с крупными производственными структурами (пользуясь их поддержкой и, в свою очередь, способствуя своей деятельностью более эффективному обороту их капитала), то в современных условиях кризисного положения большинства крупных фирм данная стратегия развития малого бизнеса натолкнулась, в ряде случаев, на естественные ограничения и оказалась неперспективной. С другой стороны, достигнутый уровень концентрации малых предприятий в отдельных сферах народного хозяйства (и в частности, в промышленности) на фоне неблагоприятной экономической среды и слабой государственной поддержки создал предпосылки для их активного взаимодействия.

Стратегия усиления горизонтальных взаимодействий малых предприятий. Если взаимодействие малого и крупного предприятий формировалось, главным образом, по линии вертикальной интеграции (малое предприятие «встраивалось» в технологическую цепочку крупного предприятия), то в последнее время наиболее характерным видом микроэкономических взаимодействий малых предприятий являются горизонтальные связи (взаимодействие экономических агентов с однотипным видом производства). Это является не случайным, поскольку усиление взаимодействия внутри сектора малого бизнеса реализуется, в основном, по горизонтали: малым предприятиям достаточно сложно самостоятельно выстроить всю

технологическую цепочку по производству сложной, многостадийной продукции (обычно образуются парные взаимосвязи, предполагающие взаимодействие двух малых производств). В то же время альянс группы малых предприятий, имеющих однотипное производство, организовать значительно проще. В основе такого альянса лежит общность экономических интересов, стремление малых предприятий минимизировать транзакционные издержки, реализовать достаточно сложные, капиталоемкие проекты, которые не под силу каждому из них, и т. д.

Новые кооперативные стратегии развития малых предприятий. Кооперативы получили широкое распространение на Западе, особенно в Европе.

Так же исходя из особенностей разработки стратегии развития предприятий малого бизнеса, отраслевые стратегии подразделяются (табл. 3) [5]:

- на строительство;
- транспорт;
- оптовую и розничную торговлю.

Выбранная стратегия оценивается в процессе анализа правильности и достаточности учета при выборе основных факторов, определяющих возможности осуществления стратегии. Вся процедура оценки, в конечном счете, подчинена одному: приведет ли выбранная стратегия к достижению предприятием своих целей. Это является основным критерием оценки. Если стратегия соответствует целям фирмы, то дальнейшая ее оценка проводится по следующим направлениям [6]:

- соответствие выбранной стратегии состоянию и требованиям окружения: проверяется, насколько стратегия увязана с требованиями основных субъектов окружения, в какой степени учтены факторы динамики рынка и динамики развития жизненного цикла продукта, приведет ли реализация стратегии к появлению новых конкурентных преимуществ и т. п.;
- соответствие выбранной стратегии потенциалу и возможностям фирмы: в данном случае оценивается, насколько выбранная стратегия увязана с другими стратегиями, соответствует ли стратегия возможностям персонала, позволяет ли существующая структура успешно реализовать стратегию, выверена ли программа реализации стратегии во времени и т. п.;
- приемлемость риска, заложенного в стратегии; оценка оправданности риска проводится по трем направлениям: реалистичность предпосылок, заложенных в основу выбора стратегии; к каким негативным последствиям для фирмы может привести провал стратегии; оправдывает ли возможный положительный результат риск потерь от провала в реализации стратегии.

В заключение необходимо отметить, что стратегия позволяет понять, каким способом, с помощью каких действий организация может достичь своих целей в условиях постоянно меняющегося окружения. Единой стратегии для всех организаций не существует. Каждая организация уникальна, поэтому и особенности разработки стратегии для каждой организации свои.

Особенности отраслевых стратегий

	Стратегии		
	Минимизация издержек	Дифференциация	Диверсификация
Строительство	Удешевление товара. Возможно за счет снижения цен на сырье, упрощения используемых конструкций (балконы, ограждения, фасады), уменьшения размеров продаваемого объекта. Самообеспечение наиболее востребованных конструкций и предоставление отсрочек платежа	Повышение качества обслуживания. Сбыт в комплексе с услугами (прежде всего инженерными, дизайнерскими, консультационными, например, при отделке помещений) имеет ограниченное использование из-за снижения покупательной способности клиентов	Расширение спектра услуг. Может быть реализована также за счет выхода в сегмент индивидуального строительства и ритейтерских услуг. Возможна интеграция с поставщиками строительных материалов
Транспорт	1. Экономия на масштабах. Возможна за счет экономии при закупках ГСМ и технологичности ремонта. 2. Ориентация на отечественные машины, более дешевые в обслуживании. Любой ремонт может быть оперативным, что сокращает время простоя транспорта. Также можно предложить аренду автотранспорта. 3. Оптимизация производства. Может выступать лишь как вспомогательная стратегия	1. Повышение качества товара. Весьма ограничено, так как сильное влияние на качество транспортной услуги (прежде всего, сроки и надежность доставки) будут оказывать внешние факторы. 2. Повышение качества обслуживания. Может использоваться как вспомогательная стратегия за счет предоставления экспедитора, выполнения погрузочно-разгрузочных работ. 3. Специализация будет иметь конечной целью экономию на масштабах	Является одной из наиболее доступных (прежде всего, за счет предоставления новых услуг населению). Может быть реализована за счет развития собственного розничного направления (как правило, услуги по ремонту и обслуживанию автомобилей, управление автопарком и т. д.)
Оптовая и розничная торговля	1. Экономия на масштабах не может широко использоваться. Доступна на тех рынках, где, в первую очередь, за счет демпинга можно убрать слабых конкурентов и сохранить объемы бизнеса. Требуется наличия финансовых ресурсов для проведения длительной демпинговой атаки. Необходим большой штат коммерческой службы. 2. Удешевление товара. Возможно за счет сокращения числа посредников и, соответственно, наценки на стоимость, установленную заводом, – в этом заинтересованы и производители продукции. Большим плюсом является наличие товарного кредита	1. Повышение качества товара. Маловероятно. Требуется тесной кооперации с поставщиком, например, в части предоставления дополнительных гарантий клиентам. 2. Повышение качества обслуживания. Предполагает, прежде всего, предложение клиентам логистических услуг, а именно, частичную или полную передачу клиентом на аутсорсинг функции поставок. Реализуемо в случае, если клиенты используют узкий спектр продукции, полностью обеспечиваемый поставщиком. 3. Специализация на канале сбыта, например торговле по каталогу, под заказ; не требует осуществления больших инвестиций и постоянных накладных расходов	Направление на расширение спектра продаваемых товаров и услуг и предоставление дополнительных опций к имеющимся услугам. В отдельных случаях расширение бизнеса может происходить за счет продуктов и услуг поставщиков или посредников. Вполне вероятно, что эта стратегия может реализоваться вынужденно, например, в результате получения контроля над производителем или розничной точкой

Это зависит от позиции организации на рынке, динамики ее развития, ее потенциала, поведения конкурентов, характеристик производимого ею товара или оказываемых услуг, состояния экономики и т. д.

Библиографические ссылки

1. Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента : пер. с англ. М. : Дело, 1997.
2. Новакова О. И., Мерзликина Г. С. Экономическое развитие предприятия. М. : Приор, 2003. С. 26.

3. Маркова В. Д., Кузнецова С. А. Стратегический менеджмент : курс лекций. М. : Инфра-М, 2001. С. 102–112.

4. Дебелак Д. Бизнес-модели. Принципы создания процветающей организации. М., 2009.

5. Стратегии развития малого бизнеса в кризисный период: экономический атлас / П. Ю. Быков [и др.]. М. : Куна, 2009.

6. Информационный портал малого и среднего бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mbrk.ru>.

A. A. Boiko, K. I. Belyukova

FEATURES OF ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY OF SMALL BUSINESS ENTERPRISES

The authors consider theoretical basis for incorporation of development strategy for small business enterprises, types of strategies, main components of the strategies, features of their incorporation.

Keywords: small business, strategy, development, features.

© Бойко А. А., Бельюкова К. И., 2012

РЕГИОН КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ В РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Рассматриваются проблемы субъектов Российской Федерации на современном этапе. Сформулированы основные цели регионального развития: сбалансированное пространственное развитие, сохранение коренного населения в регионах с низкой плотностью населения и необходимость определения места и роли регионов в глобальной экономике. Рассмотрены основные подходы к региону как объекту управления. На основе проведенного анализа существующих подходов предложен подход к парадигме региона как обособленного подразделения государства, имеющего цели и функции, неразрывно связанные с интересами страны в целом.

Ключевые слова: регион, объект управления, региональная экономика, пространственное развитие, стратегия.

Российская Федерация – самая большая по площади страна мира (17 075 400 км², или 11,46 % площади всей суши Земли, или 12,65 % заселенной человеком суши, что почти вдвое больше, чем у занимающей второе место Канады). Это демократическое федеративное государство с республиканской формой правления.

В соответствии со статьей 5 Конституции [1] РФ состоит из республик, краев, областей, городов федерального значения, автономной области, автономных округов – равноправных субъектов Российской Федерации.

Исторической особенностью страны является невозможность сопоставления регионов между собой, так как они возникали и формировались по различным причинам. Например, на Северном Кавказе основным принципом формирования субъектов Федерации является их национальный состав, а в Центральной части – исторические особенности, а в Сибири и на Дальнем Востоке – географическое расположение.

При этом население РФ на 2011 г. составляет 142 914 136 человек [2], в настоящее время страна занимает девятое место в мире по этому показателю, что при существующей территории является серьезной проблемой, особенно при наличии сухопутной границы с самым крупным по численности населения государством в мире – Китаем. Кроме того, необходимо отметить, что Россия граничит с 18 странами (самый большой показатель в мире), включая 2 частично признанных, из них по суше – со следующими государствами: Норвегия, Финляндия, Эстония, Латвия, Литва, Польша, Белоруссия, Украина, Абхазия, Грузия, Южная Осетия, Азербайджан, Казахстан, Китай, Монголия, Северная Корея; только по морю РФ граничит с Японией и США. После распада СССР в конце 1991 года Российская Федерация была признана международным сообществом как государство – правопреемница Союза Советских Социалистических Республик и заняла его место в Совете Безопасности ООН. Россия состоит в ряде международных организаций – ООН, СНГ, ЕврАзЭС, ЦАС, ОДКБ, ШОС, АТЭС и др.

Следовательно, российские регионы вынуждены взаимодействовать со странами, имеющими огромные

различия в демографическом, военно-политическом, экономическом, культурном, религиозном и других аспектах.

Политика федерального центра, проводимая с 1991 г., направленная на формирование рыночной экономики и отказ от государственного регулирования экономики, привела к утрате влияния региональных органов власти на их социально-экономическое развитие.

Ситуация еще больше осложнилась с возникновением крупных корпораций, осуществляющих деятельность на всей территории страны (ОАО «Российские железные дороги», ОАО «Газпром», Сбербанк России и др.), которые для повышения эффективности своей деятельности и роста рентабельности закрывают свои филиалы, сокращают сотрудников, переносят свою деятельность из одного региона в другой.

Все вышесказанное привело к необходимости провести научное исследование и выяснить, чем же является регион в начале XXI в. как объект управления органами региональной государственной власти.

Прежде всего, необходимо сформулировать основные цели регионального развития. В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р (в ред. от 08.08.2009 г.) [3], в перечне вызовов предстоящего долгосрочного периода указан высокий уровень социального неравенства и региональной дифференциации. Следовательно, *первой целью* регионального развития является сбалансированное пространственное развитие.

Для этого необходимо сформировать новые территориальные центры роста как в районах освоения новых сырьевых ресурсов, так и в традиционных регионах концентрации инновационного, промышленного и аграрного потенциала России, снизить масштабы регионального неравенства, что потребует создания разветвленной транспортной сети железнодорожных и автомобильных дорог, обеспечивающих высокий уровень межрегиональной интеграции и территориальной мобильности населения.

Достижение первой цели невозможно без проведения активной региональной социально-экономи-

ческой политики, направленной на сохранение численности населения на Дальнем Востоке и в Сибири, сокращающейся на протяжении последних двух десятилетий, начиная с развала Советского Союза.

Поэтому *вторую цель* можно сформулировать следующим образом: сохранение коренного населения в регионах с низкой плотностью населения.

Проблема миграции населения из Сибири и Дальнего Востока усугубляется общим сокращением численности населения страны. Так, в соответствии с прогнозом Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [4] (табл. 1), численность страны, скорее всего, сократится.

Данное сокращение коснется, в первую очередь, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 2) [4].

Как видно из данных табл. 2, при низком варианте прогноза потери данных регионов составят более 3 млн чел., или более 11,5 %, большая часть из которых составят экономически активное население, что повлечет за собой снижение валовых региональных продуктов, сокращение доходной части консолидированных бюджетов субъектов Федерации и, как следствие, ухудшение социального климата. Это приведет к дальнейшему оттоку населения из Сибири и Дальнего Востока, что ставит вопрос о сохранении данных территорий в составе Российской Федерации, так как для сохранения уровня добычи полезных ископаемых придется привлекать иностранную рабочую силу, и в первую очередь, представителей многочисленного Китая.

Таблица 1

Численность населения (тыс. чел.)

Годы	Численность населения на начало года по вариантам прогноза		
	По среднему	По высокому	По низкому
2011	141996,1	142121,5	141760,0
2012	142063,0	142407,2	141486,0
2013	142104,2	142730,8	141103,2
2014	142139,3	143089,0	140660,3
2015	142160,9	143462,4	140171,3
2016	142168,6	143848,9	139639,9
2017	142144,6	144228,5	139062,7
2018	142096,0	144608,3	138432,4
2019	142016,6	144975,4	137749,7
2020	141908,0	145307,1	137015,1
2021	141770,7	145623,2	136231,9
2022	141602,8	145911,4	135405,7
2023	141403,5	146176,0	134539,6
2024	141173,5	146422,6	133644,9
2025	140916,1	146654,3	132723,2
2026	140643,3	146862,0	131778,0
2027	140347,3	147053,3	130821,8
2028	140030,6	147234,4	129858,1
2029	139705,6	147411,2	128890,9
2030	139371,8	147589,9	127910,1
2031	139041,8	147772,3	126916,9

Таблица 2

Численность населения по регионам Российской Федерации (тыс. чел.)

Округ	Год									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2021	2026	2031
Средний вариант прогноза										
СФО	19587,8	19606,6	19617,8	19626,4	19632,1	19635,2	19633,6	19585,3	19442,9	19265,0
ДФО	6424,4	6407,3	6388,2	6368,6	6347,7	6325,8	6302,3	6196,9	6045,1	5892,6
Высокий вариант прогноза										
СФО	19608,0	19662,2	19719,0	19778,5	19838,8	19900,0	19959,3	20174,4	20378,3	20576,9
ДФО	6431,1	6423,5	6416,3	6409,6	6403,2	6396,2	6388,9	6351,4	6290,8	6242,8
Низкий вариант прогноза										
СФО	19547,1	19510,2	19455,0	19390,3	19318,5	19240,8	19156,7	18746,9	18116,7	17460,1
ДФО	6416,2	6386,7	6352,5	6315,5	6276,3	6235,0	6191,8	5997,9	5725,9	5455,8

Третьей целью является определение места и роли регионов в глобальной мировой экономике, где сформировались центры развития – Соединенные Штаты Америки, Европейский союз и Китайская народная республика, которые оказывают концентрированное влияние на ряд российских регионов. Например, Китай наибольшее влияние оказывает на Сибирь и Дальний Восток, Евросоюз – на европейские регионы РФ, а США на южные регионы путем усиления своего влияния в мусульманских странах, которые, в свою очередь, пытаются отстаивать политические и экономические интересы североамериканских корпораций в нашей стране.

Для достижения трех вышеперечисленных целей региональной политики необходимо выработать новые подходы к управлению субъектами Российской Федерации.

Существовавшая ранее модель управления в СССР в течение XX в. опиралась на следующие составляющие:

1) идеологическая составляющая – органы партийного управления Коммунистической партии Советского Союза (КПСС), имевшие собственные периодические печатные издания, телевидение и радио для доведения до населения их точки зрения на происходящие процессы в стране и за рубежом;

2) хозяйственная составляющая – мощная система министерств и ведомств, проводящих единую социально-экономическую политику, которая утверждалась на очередных съездах КПСС, а также фактически 100%-ая государственная собственность на средства производства во всех отраслях народного хозяйства;

3) профсоюзные организации, призванные обеспечивать социальные стандарты жизни для работающего населения и их детей, при этом в собственности профсоюзов находилась разветвленная сеть детских, лечебных и оздоровительных учреждений;

4) единая инвестиционная политика, для осуществления которой были задействованы ресурсы банковской системы, средства населения (облигации и займы), а также внешние займы.

В советской системе управления регион как объект управления представлял собой звено государственного управления всеми сторонами жизни общества и мог рассчитывать на поддержку федерального центра при недостатке собственных ресурсов.

Например, для строительства Байкало-Амурской магистрали, ее объявили комсомольской стройкой, провели всесоюзный комсомольский набор молодежи, создали на местах необходимую инфраструктуру, обеспечили занятость, создали социальную инфраструктуру и т. д. Подобная схема применялась при создании алюминиевых гигантов в городах Сибири – Красноярске, Шелехове, Братске.

Это позволяло осуществлять региональное развитие.

Все вышеперечисленные составляющие были упразднены в результате реформ 90-х гг. XX в.:

1) идеологическая составляющая – идеи социализма и коммунизма были отвергнуты, а новую идеологию создать не удалось (попытки насаждения в обществе православной культуры и создание «партий

власти» ввиду их незначительного охвата населения в расчет можно не принимать);

2) хозяйственная составляющая – в результате приватизации государство утратило контроль над экономикой предприятий всех отраслей, а современные министерства и ведомства играют только разрешительную и контрольную роли, зачастую находясь под влиянием крупных корпораций (например, Министерство транспорта и ОАО «Российские железные дороги», Министерство природных ресурсов и ОАО «Газпром»);

3) профсоюзные организации – в связи с массовыми увольнениями начала 90-х гг. XX в. и безработицей не могут выступать проводниками социальной политики, что привело к утрате доверия к ним со стороны трудовых коллективов;

4) инвестиционная политика – передана на усмотрение крупных национальных корпораций и коммерческих банков, которые нацелены на краткосрочные вложения с минимальными рисками, а также не готовы нести социальную нагрузку, неизбежную при реализации крупных инвестиционных проектов, связанных с созданием высококвалифицированных рабочих мест. Дополнительным негативным фактором явилось открытие международного рынка и рост заинтересованности инвестиций в страны с более благоприятным налоговым и предпринимательским климатами (табл. 3).

Как видно из данных табл. 3, инвестиции без государственной политики по их упорядочиванию идут в наиболее развитые регионы, которые сконцентрированы в европейской части России.

Ведущие российские ученые предпринимают попытки определить регионы как объекты управления в современных условиях. Так, академик Российской академии наук, доктор экономических наук, профессор Александр Григорьевич Гранберг в своей книге «Основы региональной экономики» [6] пишет о наибольшем распространении четырех парадигм регионов:

- 1) регион-квазигосударство;
- 2) регион-квазикорпорация;
- 3) регион-рынок;
- 4) регион-социум.

Каждая из этих парадигм важна и заслуживает отдельного рассмотрения.

Изучение регионов как *квазигосударств* в условиях укрупнения регионов (Красноярского края, Иркутской области, Забайкальского края и т. д.) и формирования федеральных округов (причем, данный процесс незакончен, о чем свидетельствует создание Северо-Кавказского федерального округа) очень важно, но вместе с тем таит в себе опасность дальнейшего развала российского государства.

Подход к регионам как *квазикорпорациям* исходит из обладания ими ресурсным (природным, производственным, финансовым, инфраструктурным и т. д.) потенциалом, достаточным для саморазвития. Однако в современных экономических условиях у субъектов России возможность использовать этот потенциал отсутствует, так как подавляющая часть имущественного комплекса передана в частные руки.

Инвестиции в основной капитал по субъектам Российской Федерации в I полугодии 2011 г. [5]

Субъект РФ	Инвестиции в основной капитал	
	млн руб.	в % к итогу
Российская Федерация*	3598000,0	100,0
Центральный федеральный округ	723061,0	20,1
Северо-Западный федеральный округ	403061,0	11,2
Южный федеральный округ	357369,5	9,9
Северо-Кавказский федеральный округ	83798,9	2,3
Приволжский федеральный округ	528295,7	14,7
Уральский федеральный округ	655203,0	18,2
Сибирский федеральный округ	415850,6	11,6
Дальневосточный федеральный округ	417349,2	11,6

Примечание. *Включая затраты на централизованное приобретение машин, оборудования, транспортных средств, не включенных в сметы строек, а также уточнение на федеральном уровне объема инвестиций, не наблюдаемых прямыми статистическими методами, без распределения по субъектам Российской Федерации.

Регионы располагают имущественным комплексом социальной и жилищно-коммунальной инфраструктур, которые рентабельными назвать сложно.

Рассмотрение региона как *рынка* представляет несомненный интерес, однако близость некоторых регионов к быстроразвивающемуся и амбициозному Китаю ставит их в положение, несопоставимое с центральными регионами страны.

Подход к региону как *социуму* (общности людей, живущих на определенной территории) при наличии мононациональных регионов и регионов совместного проживания не позволяет выработать общие принципы управления исходя из данного подхода.

С нашей точки зрения регион надо рассматривать как обособленное подразделение государства, как часть единого целого, для которой сформулирована роль и определено место в едином механизме.

В противном случае осуществление единой региональной политики в условиях сложного российского «организма» невозможно.

Подход к региону как обособленному подразделению государства способствует научно-практическому формулированию принципов управления им как объектом в условиях глобальной экономики.

Библиографические ссылки

1. Конституция Российской Федерации : [принята всенародным голосованием 12.12.1993 г.] (с учетом

поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 г. № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 г. № 7-ФКЗ) [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

2. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/demo11.htm.

3. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года : распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р : ред. от 08.08.2009 г. // Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

4. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 г. : стат. бюл. [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. М., 2010. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticJournals/doc_1140095525812.

5. Инвестиции в основной капитал по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/investment/nonfinancial/index.html>.

6. Гранберг А. Г. Основы региональной экономики. 3-е изд. М. : ГУ ВШЭ, 2003.

V. A. Bubnov

REGION AS AN OBJECT OF MANAGEMENT IN MARKET ECONOMY

The author considers problems of subjects of the Russian Federation at the present stage. The basic purposes of regional development, such as balanced spatial development, preservation of indigenous population in regions with low population density and necessity of definition of a place and a role of regions for global economy, are stated. The basic approaches to a region, as to an object of management, are considered. On the basis of the analysis of existing approaches, the author offers his own approach to a paradigm of a region, as isolated division of the state, having purposes and functions, indissolubly connected with interests of the whole state.

Keywords: region, object of management, regional economy, spatial development, strategy.

© Бубнов В. А., 2012

ИНСТРУМЕНТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ: США И ЕС

Рассматриваются особенности государственного стимулирования инновационной деятельности в инновационном секторе экономики развитых стран. Представлена классификация инструментов государственного регулирования инновационной деятельности в областях разработки законодательной базы и государственных программ, финансовой поддержки, предоставления льготных условий и прочей поддержки инновационных организаций.

Ключевые слова: инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности, инновационная деятельность, законодательная база, государственные программы, финансовая поддержка, льготные условия.

Важнейшим условием научно-технического развития любого государства является государственное стимулирование рынка инноваций. Механизм регулирования научно-технической и инновационной политики в странах мирового сообщества различен, поскольку в разных странах неодинаково соотношение функций государства и рынка, различны организационные структуры управления наукой. Однако в развитых странах сходны закономерности развития производства и одинаковы подходы к инновационной деятельности.

Воздействие государства может как расширить возможности реализации, скоординировать инновационную деятельность, так и, наоборот, затруднять достижение поставленных целей. Орган государственного управления выбирает определенные меры воздействия, позволяющие изменить экономическое поведение инновационных организаций в процессе создания инновационного продукта.

Целью инновационной политики государства является создание и потребление инноваций, удовлетворяющих личные и общественные потребности. В частности, это повышение технологического уровня производства и конкурентоспособности продукции и услуг, обеспечение выхода инновационной продукции на внутренний и внешний рынки сбыта, создание экономических, правовых и организационных условий для формирования инновационной среды, привлечение инвестиционных ресурсов из различных источников, включая иностранные инвестиции, поддержка малого и среднего предпринимательства. Необходимость долгосрочного прогнозирования результатов научно-технической и инновационной деятельности является одной из причин активного участия государства в инновационной деятельности.

В разных странах существуют различные доли расходов на исследования и разработки в валовом национальном продукте. Лидером здесь является Швейцария, затем идут Германия, Япония, Швеция, Южная Корея и США. Ко второй группе высокотехнологичных стран относятся Великобритания, Франция, Нидерланды, Италия и ряд других европейских стран [1].

Методы воздействия государства в области инновационной деятельности можно подразделить на административные и экономические. Административные методы осуществления инновационной политики базируются на законодательной основе. Административное вмешательство государства в инновационную деятельность обусловлено необходимостью обеспечения инновационного пути развития экономики и позволяет хозяйствующим субъектам сохранять монополию на новизну. Однако наиболее действенными методами государственного стимулирования являются экономические, основанные на учете мотивационных факторов товарного производства и отличающиеся от административных использованием экономических рычагов и регуляторов.

К основным функциям государственных органов в инновационной сфере относится координация инновационной деятельности, аккумуляция средств на инновации, стимулирование инноваций, конкуренции, страхование инновационных рисков, создание правовой базы инновационных процессов (в том числе системы защиты авторских прав инноваторов и охраны интеллектуальной собственности), кадровое обеспечение инновационной деятельности, формирование инновационной инфраструктуры, региональное регулирование инновационных процессов, регулирование международных аспектов инновационных процессов.

Предлагается рассмотреть осуществляемые мероприятия государственной инновационной политики по следующим направлениям: разработка законодательной базы и государственных программ, финансовая поддержка, предоставление льготных условий и прочие виды поддержки инновационных организаций [2–5].

Проведение комплекса мер по организационно-нормативной и государственной финансово-ресурсной поддержке инновационной активности предприятий является одной из основных задач государственного регулирования. Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности в области организационно-нормативной поддержки инновационных предприятий в США и странах ЕС представлены в табл. 1.

**Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности
в области разработки законодательной базы и государственных программ**

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности	Страны
Разработка программ и законов о содействии в создании и развитии технологических парков, промышленных и инновационных кластеров, содействие в развитии инновационных стратегий, включая поддержку инновационных кластеров, научных и исследовательских парков	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Литовская Республика, Нидерланды, Норвегия, Польша, Республика Сербия, Словацкая Республика, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Разработка программ по поддержке развития научных исследований и их коммерциализации посредством создания и частичного финансирования ряда инновационных центров	
Организация единой системы управления, позволяющей создавать институциональные структуры кластера, объединяющие проекты из разных отраслей	
Выработка единого антимонопольного законодательства	
Совершенствование инновационной системы и нормативно-правовой базы, стимулирование развития малого и среднего предпринимательства	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция
Разработка программ и законов по содействию создания бизнес-инкубаторов, предпринимательских зон, университетских городков, технополисов, агрополисов, международных кластеров	
Формирование государственной управленческой структуры в области инноваций, включающей финансовые институты, академические и частные научные учреждения, крупные транснациональные корпорации, промышленные парки, предпринимательские зоны и кластеры, которые руководствуются в своей деятельности требованиями законодательной базы, направленной на поощрение и развитие инноваций	
Создание сети центров распространения нововведений и консультационных центров, оказывающих деловые услуги инноваторам	
Осуществление государственными органами мониторинга и прогнозирования инновационных процессов в стране и за рубежом, поиск наиболее эффективных передовых технологий для широкого внедрения, экспертиза инновационных проектов	

В развитых странах значительное внимание уделяется стимулированию развития инновационной инфраструктуры. Особенно широко используются такие элементы инфраструктуры, как технополисы, технопарки, инновационные центры, инкубаторы инновационного бизнеса, основную часть финансирования которых осуществляет государство.

Увеличение объема ресурсов, вовлекаемых в инновационный процесс, и развитие инновационной деятельности определяют необходимость сотрудничества как частных, так и государственных субъектов (университетов, государственных лабораторий, организаций и др.).

Государство, в дополнение к рыночному регулированию, инициирует конкурентную борьбу между товаропроизводителями. Рыночное саморегулирование неспособно обеспечить выполнение перспективных исследований и разработок, связанных с высокой степенью риска и большими издержками. В связи с этим задачей государства становится формирование системы поддержки малого инновационного бизнеса, включающей в себя информационное обеспечение, подготовку кадров, проведение маркетинговых разработок.

Не менее важной составляющей системы государственной поддержки инновационной деятельности является *финансирование*. Можно выделить следующие основные источники финансирования инновационной сферы: государственные (бюджетные) ассигнования, средства внебюджетных фондов, собственные

средства предприятий и организаций, кредитные ресурсы, средства высших учебных заведений, средства некоммерческих организаций, иностранный капитал, частные сбережения населения. Одним из новых направлений финансирования науки является грантовое финансирование.

Средства могут быть предоставлены предприятиям на разных этапах инновационной деятельности, особенно на первых этапах по причине высокой неопределенности ее результатов и сложности оценки отдачи вложения в них. Инвестирование может быть представлено в виде финансирования, кредитования, лизинга, фондовых операций, планирования и программирования, а также государственного предпринимательства и государственных заказов.

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности в области финансовой поддержки инновационных организаций в США и странах ЕС отражены в табл. 2.

Среди косвенных экономических методов традиционно используются кредитная и налоговая политика, налоговое и амортизационное регулирование, защита прав на интеллектуальную собственность, ценовое регулирование, политика протекционизма, стимулирование развития малого инновационного предпринимательства, стимулирование развития инновационной инфраструктуры, регулирование международного технологического обмена (режима экспортного и импортного контроля за передачей технологий).

**Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности
в области финансовой поддержки инновационных организаций**

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности	Страны
Выделение из государственного бюджета средств на создание современных промышленных зон, устройство и расширение технологических промышленных парков	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Литовская Республика, Нидерланды, Норвегия, Польша, Республика Сербия, Словацкая Республика, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Финансовая поддержка создания в рамках кластеров научно-исследовательских подразделений	
Государственная финансовая поддержка центров, предназначенных для коммерциализации отдельных проектов и разработок, имеющих важное экономическое значение	
Создание условий для образования групп независимых и частных организаций, фондов, принимающих непосредственное участие в финансировании научно-исследовательской деятельности	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Нидерланды, Норвегия, Республика Сербия, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Создание эффективной системы распределения финансирования исследований	
Государственное финансирование инноваций не только в области техники и технологий, но и в сфере услуг и коммерческой деятельности компаний	США, Австрия, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Нидерланды, Норвегия, Польша, Финляндия, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Эффективное использование бюджетных средств при осуществлении исследований в области высоких технологий и расширение инновационной деятельности	
Поддержка на начальном этапе бизнес-инкубаторов, технопарков, новых фирм, учредителями которых выступают предприятия, исследовательские институты или университеты, которые создаются с финансовым участием местных властей	
Предоставление грантов на конкурсной основе, финансирование по которым направлено на улучшение инновационной инфраструктуры регионов, включая механизмы доведения информации о сути разработок до сведения потенциальных потребителей инноваций	США, Федеративная Республика Германия, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Создание системы венчурного финансирования НИОКР и исследовательских центров мелких и средних инновационных предприятий	
Передача значительной части государственного финансирования в распоряжение технопарков в виде займов и акционерного капитала для последующего инвестирования в инновационные компании	США, Федеративная Республика Германия, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Швейцария, Швеция
Создание системы льготного кредитования мелких фирм	

Кредитная и налоговая политика являются наиболее значительными косвенными методами. *Кредитная политика* регулирует объем финансовых ресурсов, доступных для финансирования нововведений, а также осуществляет управление уровнем ссудного процента [2].

Не менее важную роль в инновационной политике играют *налоговые льготы*, большая часть которых ориентирована на содействие реализации достижений научно-технического прогресса. В мировой практике используются следующие виды налоговых льгот, стимулирующих инновационную деятельность:

- снижение ставок налога на прибыль, направленную на НИОКР, льготное налогообложение прибыли, полученной в результате использования патентов, ноу-хау и других объектов интеллектуальной собственности;
- отнесение к текущим затратам расходов на отдельные виды оборудования, используемого в научных исследованиях;
- создание за счет прибыли инновационных фондов специального назначения, не облагаемых налогом;
- обложение прибыли инновационно активных малых предприятий и организаций по пониженным ставкам;

- «налоговые каникулы» в течение нескольких лет на прибыль от реализации инновационных проектов;
- предоставление исследовательского и инвестиционного налогового кредита;
- льготное налогообложение дивидендов юридических и физических лиц, полученных по акциям инновационных организаций;
- зачисление части прибыли на специальные счета с последующим льготным налогообложением в случае ее использования на инновационные цели;
- уменьшение налогооблагаемой прибыли на сумму стоимости приборов и оборудования, передаваемых вузам, НИИ и другим инновационным организациям и др.

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности в области предоставления льготных условий инновационным организациям в США и странах ЕС показаны в табл. 3.

Помимо рассмотренных выше направлений стимулирования научно-технической и инновационной политики в развитых странах существуют и другие инструменты государственного стимулирования инновационных организаций. Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности в области прочей поддержки инновационных организаций в США и странах ЕС отражены в табл. 4.

Таблица 3

**Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности
в области предоставления льготных условий инновационным организациям**

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности	Страны
Создание системы льготного налогообложения НИОКР	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Литовская Республика, Нидерланды, Норвегия, Польша, Республика Сербия, Словацкая Республика, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Предоставление инвесторам налоговых льгот в виде пониженных налоговых ставок, освобождения от налогов на определенный период или полное освобождение от некоторых видов налогов	
Использование системы ускоренной амортизации оборудования	
Предоставление пакета льготных услуг вновь создаваемым инновационным компаниям	
Предоставление инвестиционных и региональных налоговых льгот от органов местного самоуправления, освобождение от местных налогов на определенные сроки	
Предоставление субъектам инновационной деятельности льгот по оплате государственных услуг (связи, тепла, электроэнергии) в виде сокращения платы за коммунальные услуги или предоставления по ним рассрочки	
Предоставление налоговых льгот для малого, среднего и крупного бизнеса путем предъявления к вычету для целей налога на доходы корпораций до 50 % расходов на исследования и разработки, а также возможность при получении организацией убытков предъявить соответствующие суммы к возмещению из бюджета на расчетный счет	
Создание в особых экономических зонах следующих особенностей: отсутствие импортных и экспортных пошлин, низкая ставка налога на прибыль от экспортных операций, отсутствие налога с продаж, отсутствие налогов на недвижимость и собственность, упрощение административных процедур	
Предоставление системы льгот в отношении заработной платы работников, занятых НИОКР, применение которой уменьшает размер не традиционного налога на прибыль предприятий, а размер налогов на фонд оплаты труда и национальных страховых взносов	
Предоставление льгот инвесторам, научно-исследовательским и опытно-конструкторским организациям, инновационным предприятиям в форме значительно меньших, по сравнению с рыночными, ставок аренды офисных и производственных помещений, а также в форме оказания бизнес-услуг по относительно низкой цене	

Таблица 4

**Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности
в области прочей поддержки инновационных организаций**

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности	Страны
Осуществление морального поощрения выдающихся ученых и инноваторов (вручение государственных наград, присвоение почетных званий)	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Литовская Республика, Нидерланды, Норвегия, Польша, Республика Сербия, Словацкая Республика, Финляндия, Франция, Чешская Республика, Швейцария, Швеция
Создание эффективной системы защиты прав на интеллектуальную собственность, основанной на действенных в законодательстве, судебной системе и надзорных механизмах, обеспечивающих защиту прав обладателей интеллектуальной собственности	
Создание условий для преодоления информационных барьеров между отдельными инновационными кластерами на региональном и федеральном уровне, маркетинг инноваций	
Создание необходимых условий для координации деятельности ученых и научных работников, осуществляемой в рамках научных обществ	
Создание условий для формирования кластеров в сегментах промышленности, основанных на внедренных научных достижениях и имеющих высокий потенциал роста	
Содействие в предоставлении услуг, связанных с лицензированием и обменом патентной информацией	
Объединение компаний в крупные отраслевые союзы – ассоциации, представляющие в стране интересы своих членских компаний и осуществляющие деятельность по созданию для них комфортной бизнес-среды	
Отведение существенной роли в развитии инновационных технологий по производству высокотехнологичных продуктов академическим университетам	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция
Создание центров, осуществляющих поддержку при начальном развитии бизнеса, включая консультации с опытными бизнесменами, участие в семинарах, предоставляя возможность использования информационных сетей и возможность поделиться опытом с другими небольшими компаниями, занимающимися технологическими разработками	
Создание инфраструктуры промышленных парков, обеспечивающих необходимые услуги руководству фирм, находящихся на их территории: информационно-консультационные, юридические, финансовые, а также налоговое, транспортное и таможенное обслуживание, дотационное консультирование, практическое применение нанотехнологий в различных сферах деятельности	

Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности	Страны
Создание институтов, стимулирующих, разрабатывающих и поддерживающих все аспекты науки, занимающихся нанотехнологиями, которые имеют потенциал в оказании пользы обществу, организующих международные научные конференции и образовательные курсы, изучающих вклад нанотехнологий в промышленность, общество, здравоохранение, энергетику и окружающую среду	США, Австрия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Федеративная Республика Германия, Дания, Испания, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция
Создание условий для тесного сотрудничества институтов нанотехнологий и технологических предприятий с правительствами, университетами, исследователями, общественностью, частными лицами, малыми средними предприятиями, региональными агентствами развития, местной администрацией, исследовательскими институтами, поставщиками технологий и инноваций	
Создание технологических предприятий, оказывающих помощь частным предпринимателям и компаниям консультациями и поддержкой по широкому спектру проблем, начиная от начального этапа организации бизнеса, до передачи технологии и процесса эксплуатации	
Привлечение в экономику страны крупных иностранных инвесторов, обеспечивающих трансфер передовых технологий и инноваций, а также создание новых эффективных рабочих мест	
Содействие в образовании большей части технопарков на базе существующих институтов, университетов и бизнес-школ, которые питают их инновационными идеями	
Содействие в образовании частных финансовых институтов, осуществляющих инвестиции в новые исследования, разработки и внедрение новых проектов, работающих на коммерческой основе	
Создание системы технологических сервисных институтов, занимающихся консультационной и исследовательско-внедренческой деятельностью, в том числе и на международном уровне	
Создание государственных организаций, непосредственно занятых в области инноваций	
Организация тесного взаимодействия между национальными и международными инвестиционными компаниями, частными фирмами и общественно-государственными организациями	
Проведение мероприятий по повышению престижа науки и образования, созданию современной исследовательской базы в университетах и обеспечение высокого уровня оплаты труда научных сотрудников, позволяющие государству развивать рынок высококвалифицированной рабочей силы и повышать коммерческую направленность исследований в университетах	
Пошаговая поддержка фирм на всех этапах развития их инновационного бизнеса: разработка технологических стратегий и программ, привлечение экспертов, обучение специалистов, информационная и правовая помощь в области патентования по международным нормам и стандартам, поиск бизнес-партнеров, поддержка и широкий спектр услуг компаниям, выходящим с инновацией на внешний рынок	
Бесплатная выдача лицензий на коммерческое использование изобретений, запатентованных в ходе бюджетных исследований и являющихся собственностью федерального правительства	США

Специфической формой воздействия государства на инновационную деятельность является также сбор и обработка данных, необходимых для долгосрочного прогнозирования и планирования технологического развития. В мире осуществляется переход к долгосрочному стратегическому планированию, во многих странах разрабатываются планы научно-технического развития как минимум на 15 лет [2].

Государственное регулирование и стимулирование научно-технического прогресса осуществлялось и осуществляется в настоящее время во всех странах мира, в том числе и в развитых странах. Для успешного научно-технического развития любого государства должна быть широко развита система инструментов государственного стимулирования научно-технической и инвестиционной деятельности, включающая административные и косвенные методы осуществления инновационной политики. Эффективная научно-

техническая база не может быть создана без активной регулирующей роли государства.

Анализ и оценка мер государственной поддержки в развитых странах позволяют сделать вывод о том, что для достижения поставленных целей развития инновационной деятельности в России необходима реализация следующих программ:

- разработка программ и законов о содействии в создании и развитии технологических парков, промышленных и инновационных кластеров, содействие в развитии инновационных стратегий, включая поддержку инновационных кластеров, научных и исследовательских парков;
- организация единой системы управления, позволяющей создавать институциональные структуры кластера, объединяющие проекты из разных отраслей;
- оказание финансовой поддержки инновационных организаций;

- создание системы льготного налогообложения НИОКР;
- поэтапная поддержка инновационных организаций на всех этапах развития их инновационного бизнеса;
- создание эффективной системы защиты прав на интеллектуальную собственность и др.

Библиографические ссылки

1. Государственное регулирование инновационной деятельности : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: http://know.su/link_3568_1.html.
2. Роль государства в стимулировании рынка инноваций : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: http://otherreferats.allbest.ru/economy/00087590_0.html.
3. Зарубежный опыт государственного регулирования инновационной деятельности : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-college.ru/xbooks/xbook166/book/index>.
4. Обзор инновационных кластеров в иностранных государствах : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.subcontract.ru/Docum/>.
5. Обзор международного опыта инновационного развития : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanotechnology.ru/node/12>.

К. М. Burykh

TOOLS OF THE STATE STIMULATION OF INNOVATIVE ACTIVITY IN THE DEVELOPED COUNTRIES: THE USA AND EU

Features of the state stimulation of innovative activity in innovative sector of economy in the developed countries are considered. Classification of tools of state regulation of innovative activity in field of working out of legislative base and government programs, financial support, granting of concessionary terms and other support of the innovative organizations, is presented.

Keywords: tools of the state stimulation of innovative activity, innovative activity, legislative base, government programs, financial support, concessionary terms.

© Бурых К. М., 2012

УДК 330:322.132

В. С. Васильцов, А. П. Масловский

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Анализируется экономическое и ресурсное обеспечение роста эффективности инвестиций в нефтегазовые предприятия Красноярского края; объем добычи и прогнозных ресурсов нефти, природного газа и конденсата; возможность привлечения иностранных инвестиций; состояние инвестиционного климата; возможности импорта продукции нефтегазопереработки с учетом влияния глобализации.

Ключевые слова: инвестиционный потенциал; инновационность промышленных предприятий; инвестиционный климат; институциональные методы стимулирования.

Основой обеспечения динамики социально-экономического развития страны является инвестиционный потенциал, количественные и качественные характеристики которого отражают упорядоченную совокупность инвестиционных ресурсов, включающих материально-технические, финансовые и нематериальные активы – обладание правами собственности на объекты промышленности, добыча полезных ископаемых, аккумулирование информации в сфере социально-экономических, рыночных отношений, накопленный опыт и прочие инвестиционные составляющие. Результатом использования инвестиционного потенциала является создание новых и модернизация действующих предприятий. Сегодня вложение в про-

изводство должно основываться на внедрении перспективных инновационно-технологических систем, дающих высокую отдачу, в том числе социальную, чтобы они становились органической частью интенсификации воспроизводственного процесса. Реализация инвестиционного потенциала осуществляется не только в процессе развития основного капитала предприятий, но и при образовании и совершенствовании специфических ресурсов, например, «человеческого капитала», информатизации. При этом меняется и социально-экономический базис производства, и экономические интересы его участников. В условиях эффективного рынка происходит качественная трансформация и самого воспроизводственного процесса:

классическая схема воспроизводства дополняется еще одной фазой – научно-технической подготовкой производства [1].

Инвестиции играют важнейшую роль в поддержании и наращивании экономического потенциала страны. Следует отметить, что современная российская деловая среда не в полной мере отвечает мировым стандартам благоприятного инвестиционного климата: иностранные инвесторы неохотно вкладывают свои средства в реальную экономику. С геоэкономической точки зрения инвестиционные ресурсы распределяются между регионами страны крайне неравномерно, в основном концентрируясь в крупных мегаполисах и богатых природными ресурсами регионах. Остальные регионы, где находится большая часть перерабатывающих отраслей России, не имеют возможности активно использовать зарубежный и отечественный инвестиционный потенциал. В современных условиях развития экономики, для решения задач подъема региональной экономики на долгосрочную перспективу и обеспечения экономического роста необходим комплексный подход к проблеме привлечения инвестиционных ресурсов и активизации инвестиционной деятельности хозяйствующих субъектов.

Национальная экономика любой страны для осуществления воспроизводственного процесса требует определенного объема инвестиционных ресурсов. Разработка инвестиционной политики во многом предопределяется макроэкономическим состоянием национальной экономики и, конечно, размерами инвестиционных ресурсов, т. е. инвестиционным потенциалом. Под инвестициями понимают денежные средства, целевые банковские вклады, акции и другие ценные бумаги, технологии, машины, оборудование, лицензии, в том числе товарные знаки, кредиты, любое другое имущество или имущественные права, интеллектуальные ценности, вкладываемые в объекты предпринимательской деятельности в целях получения доходов (прибыли) и достижения положительного социального эффекта. Инвестиционная деятельность представляет собой вложение финансовых средств и совокупность практических действий по их реализации. Инвестиции определяются как процесс, в ходе которого ресурсы преобразуются в затраты в соответствии с целевыми установками инвесторов, т. е. получением эффекта.

Если задать вопрос, в чем состоят особенности Красноярского края, то самый емкий и точный ответ будет таким: Красноярский край – опора России. Это правильно не только с географической точки зрения – центр России расположен именно в пределах Красноярского края, вблизи красивого эвенкийского озера Виви. Это верно и с точки зрения развития промышленного и инвестиционного потенциала нашей страны. Основой экономического развития края ныне являются крупные инвестиционные проекты по добыче и промышленной переработке природных ресурсов, развитию традиционных и созданию новых высокотехнологичных производств.

В 60-е гг. прошлого века Красноярский край был грандиозной строительной площадкой – девять крае-

выхстроек были объявлены Всесоюзными ударными комсомольскими. За последние десятилетия экономический потенциал края вырос более чем в два раза. Особенностью промышленного развития края в эти годы стало формирование и развитие промышленных узлов и крупных территориально-производственных комплексов, которые сегодня перерастают в инновационные кластеры.

Сегодня среди 83 субъектов Российской Федерации край занимает 7-е место по объему валового регионального продукта и входит в десятку регионов, формирующих более 50 % валового внутреннего продукта страны [2].

По величине прогнозных ресурсов нефти, природного газа и конденсата Красноярский край занимает второе место в России после Тюменской области. Они составляют: по нефти – 8,2 млрд т, свободному газу – 23,6 трлн м³, растворенному в нефти газу – 638 млрд м³. Это половина углеводородных ресурсов восточных районов России. Несмотря на крайне низкую геологическую изученность территории края (плотность глубокого бурения – 1,14 м/км² при плотности бурения в Западной Сибири 30 м/км²), здесь подготовлены значительные запасы (по категориям C1 + C2) нефти и конденсата (919,8 млн т) и свободного газа (1,2 трлн м³), что является надежной основой для формирования нефтегазодобывающего комплекса. Наиболее перспективны в этом отношении Ванкорский, Большехетский, Юрубчено-Тохомский нефтегазоносные районы [3]. Ванкорское нефтегазовое месторождение – крупнейшее из месторождений, открытых и введенных в эксплуатацию в России за последние двадцать пять лет. Данное месторождение расположено на севере Восточной Сибири в Туруханском районе Красноярского края в 142 км от Игарки. Его площадь составляет 447 км².

Промышленная добыча на Ванкорском месторождении началась в июле 2009 г. Официальная церемония ввода месторождения в эксплуатацию состоялась 21 августа 2009 г. Таким образом, 2010 г. стал первым полным календарным годом эксплуатации месторождения. За этот год на месторождении было добыто 92,9 млн бар. (нефти 12,7 млн т), что в 3,5 раза выше уровня 2009 г. В 2010 г. началось активное разбуривание и обустройство месторождения. Проходка в эксплуатационном бурении составила 301 тыс. м. В добычу из эксплуатационного бурения была введена 71 нефтяная скважина. По состоянию на конец 2010 г. фонд действующих добывающих нефтяных скважин насчитывал 124 скважины, было обустроено 19 кустовых площадок. Средний дебит скважин составил 2 606 млн бар. (356 т/сут) нефти. При этом дебит искусственно ограничивался в связи с ограниченной мощностью действующих установок подготовки нефти. До настоящего времени продолжается строительство основных объектов разработки месторождения, ключевым из которых является центральный пункт сбора нефти, запуск которого позволит месторождению выйти на проектную мощность. Нефть с Ванкорского месторождения поставля-

ется на экспорт. В западном направлении было поставлено 39,3 млн бар. (5,4 млн т), через ВСТО – 50,2 млн бар. (6,9 млн т) [4].

В пределах Большехетского района подготовлено 116,5 млн т запасов нефти категории С1 и 247,7 млн т категории С2. Добыча нефти может достигать 17–18 млн т в год. Около 60 % запасов сосредоточено в отложениях Яковлевской свиты, нефти которой содержат до 40 % масляных фракций, что делает их уникальным сырьем для получения моторных масел. Стоимость такой нефти на международном рынке на 30–40 % выше, чем «уральской смеси» – усредненной нефти, поступающей из трубопроводов ОАО «Транс-нефть». Наиболее рентабельный способ реализации нефти Большехетской группы с учетом отсутствия в России достаточной мощности нефтеперерабатывающих заводов, работающих по масляной схеме, и загруженности экспортных терминалов – транспортировка Северным морским путем. В случае реализации такого проекта Красноярский край и Россия в целом получают новый путь для экспорта нефти в Западную Европу, не зависящий от транспорта нефти через третьи страны. Реализация проекта позволит также ускорить вовлечение в разработку месторождений восточной части Ямало-Ненецкого автономного округа [5].

В пределах Юрубчено-Тохомского района подготовлены запасы нефти категорий С1 (60 млн т) и С2 (377,5 млн т). Общая оценка суммы запасов и ресурсов категорий С1 + С2 + С колеблется в интервале 0,8–1,2 млрд т. Добыча нефти в этом районе может достигать 55–60 млн т в год.

Организация добычи позволит полностью удовлетворить потребность Ачинского НПЗ (проектная мощность 12 млн т в год) и в значительной мере – потребности Ангарского НХК. Кроме того, в перспективе, при условии создания крупного центра нефтедобычи на юге Сибирской платформы, включающего месторождения Красноярского края, Иркутской области и Республики Саха (Якутия), возможна поставка нефти на экспорт в Китай, Японию, Республику Корея, другие страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР).

Создание центров по добыче газа возможно на территории Катангского и Ангарского районов. В пределах Катангского нефтегазоносного района пока подготовлены сравнительно небольшие запасы газа: по категории С1 – 147,4 млрд м³, по категории С2 – 19,7 млрд м³. В пределах Ангарского газоносного района подготовлено всего 0,6 млрд м³ запасов газа категории С1 и 29,9 млрд м³ категории С2, однако в целом по району запасы и ресурсы газа категорий С1 + С2 + С3 достигают 1 трлн м³. Разработка газовых месторождений Красноярского края становится особенно актуальной в связи с растущим интересом Китая и других стран АТР к импорту энергоносителей, и в первую очередь, природного газа. Потребности только Китая в газе составляют на ближайшую перспективу около 30 млрд м³ газа в год [6]. Характерной особенностью природного газа Восточной Сибири являются низкая сернистость и высокое содержание

гелия (в 3–10 раз выше промышленного). При крупномасштабной добыче газа Восточная Сибирь (Красноярский край в том числе) может стать крупнейшим экспортером на рынке АТР не только природного газа, но и гелия – важного сырья для ряда современных производств [7].

Возможность привлечения иностранных инвестиций во многом зависит от состояния инвестиционного климата. Инвестиционный климат – это обобщающая характеристика комплекса социальных, экономических, организационных, правовых, политических и иных условий, определяющих привлекательность и целесообразность инвестирования в экономику страны. Методики оценки инвестиционного климата разнообразны: описательные характеристики, расчеты экономических показателей, комплексные рейтинги инвестиционной привлекательности. Иностранный капитал может привести в Россию достижения научно-технического прогресса и передовой управленческий опыт. Поэтому включение России в мировое хозяйство и привлечение иностранного капитала – это необходимое условие построения в стране современного гражданского общества. Привлечение иностранного капитала в материальное производство гораздо выгоднее, чем получение кредитов для покупки необходимых товаров, которые по-прежнему растрачиваются бессистемно и только умножают государственные долги. Приток инвестиций, как иностранных, так и национальных, жизненно важен и для достижения среднесрочных целей – выхода из современного общественно-экономического кризиса, преодоления спада производства и ухудшения качества жизни россиян. При этом необходимо иметь в виду, что интересы российского общества, с одной стороны, и иностранных инвесторов – с другой, непосредственно не совпадают.

Россия заинтересована в восстановлении, обновлении своего производственного потенциала, насыщении потребительского рынка высококачественными и недорогими товарами, в развитии и структурной перестройке своего экспортного потенциала, проведении антиимпортной политики, в привнесении в наше общество западной управленческой культуры. Иностранные инвесторы заинтересованы в новом плацдарме для получения прибыли за счет обширного внутреннего рынка России, ее природных богатств, квалифицированной и дешевой рабочей силы, достижений отечественной науки и техники и даже ее экологической беспечности. Поэтому перед нашим государством стоит сложная и достаточно деликатная задача: привлечь в страну иностранный капитал и, не лишая его собственных стимулов, направлять его мерами экономического регулирования на достижение общественных целей [8].

Библиографические ссылки

1. Инновационный менеджмент: основы теории и практики : учеб. пособие / П. Н. Завлина, А. Е. Казанцева, Л. Э. Миднели. М. : Экономика, 2007.

2. Кузнецов Л. В. Основные направления социально-экономического развития Красноярского края на 2011 год и ближайшую перспективу : доклад [Электронный ресурс] // Красноярский край : офиц. сайт. URL: http://www.krskstate.ru/press/pressinter/0/doklad_id/114.

3. Минерально-сырьевые ресурсы Красноярского края [Электронный ресурс] // ProTown.ru : сайт. URL: <http://www.protown.ru/russia/obl/articles/3381.html>.

4. Роснефть : сайт [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosneft.ru/Upstream/ProductionAndDevelopment/eastern_siberia/vankorneft.

5. Сенаторский клуб : сайт [Электронный ресурс]. URL: http://www.smsr-senclub.ru/region/index.php?ELEMENT_ID=2076.

6. Стройка.ru : сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroyka.ru/Materials/35/83606/investicionnyj-potencial-krasnoyarskogo-kraja/>.

7. Пантелеев В. Откуда идет Ванкор [Электронный ресурс] // Красноярский рабочий : электрон. версия газ. 25.08.2009. URL: http://www.krasrab.com/archive/2009/08/25/02/view_article.

8. Розанова Ю. М. Формирование инвестиционного климата в экономике России // Экономика. 2007. № 4. С. 30.

V. S. Vasiltssov, A. P. Maslovskiy

INVESTMENT POTENTIAL OIL AND GAS COMPANIES OF KRASNOYARSK REGION

This paper analyzes the economic growth and resource efficiency of investments in oil and gas companies of Krasnoyarsk region, production volume and forecast resources of oil, natural gas and condensate, ability to attract foreign investment, state investment climate, ability to import refined products, taking into account the impact of globalization.

Keywords: investment potential, innovativeness of industrial enterprises, investment climate, institutional incentives.

© Васильцов В. С., Масловский А. П., 2012

УДК 338.24

Б. П. Воловиков

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ*

Предлагается новый подход к выбору стратегий развития предприятия, основанный на использовании нейронных сетей. Разработанный гибридный алгоритм был апробирован при разработке стратегического плана развития промышленного предприятия, проведена оценка адекватности. Отмечены преимущества метода и его характерные особенности.

Ключевые слова: стратегии предприятия, нейронные сети, метод дерева решений, ситуационный анализ.

Стратегический менеджмент как научное направление постоянно развивается, совершенствуясь в расширении методологической базы. Вектор эволюционного развития методов управления стратегическим развитием предприятия направлен в сторону более полного использования информационных потоков и обоснованности подхода к принятию управленческих решений [1]. Особенности современной методологии стратегического управления предприятием, с одной стороны, является наличие фактора неопределенности, вызванного стохастичностью процессов, происходящих во внешней среде, с другой – необходимость принятия конкретных управленческих решений. Явно выраженное противоречие между наличием условий неопределенности во внешней среде и необходимостью принимать вполне определенное управленческое решение, требующее количественной оцен-

ки, создает предпосылки для создания нового подхода к формированию стратегии предприятия. Требуется подход, позволяющий объединить методы изучения внешней среды в условиях неопределенности и методы стратегического планирования.

В настоящее время в экономике и социологии успешно развиваются направления, связанные с применением систем искусственного интеллекта. Системы искусственного интеллекта позволяют на базе накопленной информации и опыта экспертов обеспечить поддержку принятия управленческих решений на основе количественной оценки состояния внешней среды. Известные методы матричного анализа не позволяют учесть закономерности внешних и внутренних процессов, а также всю совокупность факторов, позволяющих комплексно и глубоко проанализировать сложившуюся на рынке и внутри предприятия ситуацию.

*Исследования проводились в рамках гранта программы Erasmus Mundus «Windows», Удинский университет (Италия), кафедра «Менеджмент и маркетинг».

Обладая жесткостью логики принятия решений, эти методы не позволяют прогнозировать в динамике изменения стратегического курса развития предприятия. С присущей им простотой и наглядностью они упрощают реальную картину событий, предлагая часто банальные решения, заранее известные руководителю [2; 3]. Сложной задачей для матричного анализа является и учет значимости всех частных критериев, определяющих основные показатели. Метод экспертных оценок, предлагаемый для определения весовых коэффициентов, еще больше затрудняет использование этих методов как с точки зрения организации этого процесса, так и достоверности результатов. Также двумерное графическое представление результатов матричного анализа, например, при проведении портфельного анализа, сильно искажает картину стратегического позиционирования единиц бизнеса.

В статье предложен новый подход к разработке стратегии развития предприятия, основанный на применении метода нейронных сетей. Целью исследований является создание новой методологии формирования пакета альтернативных стратегий промышленного предприятия. Под новой методологией понимается создание гибридного алгоритма, включающего последовательность применения двух методик, одна из которых предназначена для формирования портфеля наиболее эффективных стратегий на основе метода нейронных сетей, вторая – на основе метода дерева решений служит для оценки значимости каждого фактора при формировании ситуационной стратегии. В работе используется понятие ситуационной стратегии, формирование которой происходит на основании анализа сложившейся ситуации во внешней среде и состояния предприятия. В отличие от известного метода SWOT-анализа на выходе ожидается получить не рекомендацию к рациональному выбору комбинаций возможностей, угроз, сильных и слабых сторон предприятия, а конкретный набор бизнес-стратегий. Оценка адекватности предлагаемого гибридного алгоритма проводилась на примере разработки стратегического плана развития конкретного промышленного предприятия.

Для реализации намеченной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработка методики формирования альтернативных ситуационных стратегий предприятия, наиболее соответствующих условиям стохастичности внешней среды и состоянию ресурсного потенциала предприятия.
2. Проверка логики алгоритма выбора стратегий с применением метода дерева решений и оценка значимости каждого фактора, влияющего на выбор стратегии.
3. Выбор на практическом примере стратегических приоритетов развития промышленного предприятия с применением вышеперечисленных методов.

В качестве предмета исследований была выбрана деятельность промышленного предприятия по страте-

гическому планированию и управлению ресурсами предприятия.

Новизной исследований является учет значимости тех факторов и закономерностей внешней среды, которые невозможно одновременно учесть известными методами анализа внешней среды, а также возможность управления логикой процесса стратегического выбора не за счет субъективной оценки разработчика стратегии, а путем мониторинга реальной ситуации.

В целом, предлагаемая методология позволяет формализовать процедуру выбора стратегических альтернатив и разработать программный продукт, позволяющий автоматизировать процесс стратегического планирования.

Методика проведения исследования содержит определенную последовательность этапов, на первом из которых были сформирован массив показателей, определяющих условия выбора стратегии, а также границы их изменения. В качестве примера в табл. 1 приведены названия показателей, их определение и границы варьирования балльных значений.

Выбор значений показателей можно проводить методом экспертных оценок, хотя предпочтительнее воспользоваться результатами маркетинговых исследований внешней среды и бизнес-диагностики состояния предприятия. Рекомендуется не только для каждого конкретного случая выбирать параметры входа, наиболее важные с точки зрения исследователя, но и определять диапазон изменения их значений. В частности, для приведенного далее примера в качестве показателя «рынок» использовался прогнозируемый объем продаж и рыночный тренд, «конкурентоспособность продукта» определялась путем расчета значений комплексного показателя конкурентоспособности изделий всех участников рынка. Охарактеризовать показатели «поставщики» и «сбыт» можно, соответственно, путем анализа графика поставок комплектующих и данных о продажах за предшествующие периоды. Степень конкурентной напряженности можно измерить либо индексом Хиршмана, либо путем анализа трендов продаж конкурентов (последнее более предпочтительно). Спорным является вопрос об определении значений ресурсоемкости. При выборе стратегии для каждого предприятия следует разработать систему оценки степени готовности ресурсов к реализации стратегии.

Для финансовой сферы приоритетным вопросом является наличие достаточного объема инвестиций, для производственной – величина производственных мощностей, для инновационной – наличие новаций, позволяющих поддержать конкурентоспособность продукта и укреплять конкурентные позиции предприятия.

Любой комбинации значений вышеперечисленных входных параметров соответствует несколько альтернативных вариантов стратегий. Отдельные примеры выбора бизнес-стратегий предприятия по значениям входных параметров внешней среды приведены в табл. 2.

Таблица 1

Значения показателей выбора стратегии*

Название показателя	Определение	Диапазон изменения показателя**		
		1 – наихудшее значение	2 – среднее значение	3 – благоприятное значение
Рынок	Характеризует состояние рынка в целом	Сокращение рынка	Неизменяемое состояние	Рост рынка
Продукт	Характеризуется показателем конкурентоспособности продукта	Низкая конкурентоспособность	Средняя конкурентоспособность	Высокая конкурентоспособность
Поставщики	Характеризует степень эффективности системы поставок	Неудовлетворительное	Удовлетворительное	Хорошее
Конкуренты	Степень угрозы, исходящей от конкурентов	0 – отсутствие угрозы; 1 – высокая степень активности конкурентов		
Сбыт	Организация сбыта	Неудовлетворительная	Удовлетворительная	Хорошо отлаженная система сбыта
Финансовые ресурсы	Состояние ресурса	Отсутствие финансовых ресурсов для реализации стратегии	Достаточность финансовых ресурсов для реализации одного проекта	Достаточность ресурсов для реализации нескольких проектов
Производственные ресурсы		Нехватка производственных мощностей для реализации стратегии	Среднее состояние производственной базы	Достаточность производственных мощностей для реализации всего портфеля
Инновационные ресурсы		Отсутствие инноваций	Наличие новаций для реализации стратегии	Наличие сбалансированного инновационного портфеля

Примечание. *В зависимости от постановки задачи возможно изменение структуры показателей. **Возможно и нулевое значение показателя, которое означает отсутствие влияния фактора на ситуацию.

Таблица 2

Оценка показателей бизнес-стратегий

Название бизнес-стратегии	Значения показателей, определяющих выбор стратегии							
	Рынок	Продукт	Поставщики	Конкуренты	Сбыт	Ресурсы		
						Финансовые	Производственные	Инновационные
Прямая интеграция	2	3	3	1	1	3	0	0
Обратная интеграция	2	3	1	1	3	3	0	0
Горизонтальная интеграция	2	3	1	1	3	3	0	0
Захват рынка	3	3	2	0	3	3	0	0
Развитие рынка	3	3	2	0	3	3	3	0
Развитие продукта	2	1	2	0	3	3	3	3
Концентрическая диверсификация	3	3	2	0	2	3	3	3
Конгломеративная диверсификация	1	3	2	0	2	3	3	3
Горизонтальная диверсификация	2	1	2	0	2	3	3	3
Стратегический альянс	3	3	1	0	2	1	1	3
Сокращение	1	1	1	1	1	1	1	1
Реструктуризация	0	0	1	1	0	1	0	0
Ликвидация предприятия	1	1	1	0	1	1	1	1

Представленные в табл. 2 примеры взяты из конкретных ситуаций истории развития промышленного предприятия. В условиях неопределенности трудно найти идеальную ситуацию для выбора стратегии. Для конкретной ситуации, как правило, подходят несколько альтернативных стратегий. Кроме того, возможен разброс значений в оценке любого из входных параметров из-за субъективности экспертов. Незначительные из-за стохастичности и случайности процес-

сов во внешней среде отклонения могут изменить значения оценок входных параметров, т. е. создаются условия для выбора одной и той же стратегии при различных значениях параметров входа. Совокупность внешних и внутренних факторов создают слабо структурированную среду, моделирование которой требует применения особых методов исследований.

Проблему влияния стохастичности и случайности процессов, а также субъективности экспертных

оценок позволяют решить методы нейронных сетей и метод дерева решений. О достоинствах и недостатках этих методов в научной литературе сказано много [4–5], мы остановимся конкретно на результатах, которые удалось получить при моделировании процесса выбора стратегии с применением этих методов. Именно в условиях стохастичности и случайности процессов, происходящих во внешней среде, нейронным сетям удастся выявить те закономерности, которые не удастся определить другими методами. В данной ситуации никакой матричный метод не позволит учесть такое количество факторов, которые позволили бы «вручную» выбрать набор стратегий. С увеличением числа входных параметров и диапазона оценок применение матричных методов делает невозможным решение данной задачи.

Важным моментом для нейронных сетей является создание обучающей выборки и выбор параметров настройки. Обучающая выборка передает нейронной сети информацию об изучаемом объекте, «обучая» ее всем правилам и законам поведения, которые присущи изучаемому объекту. Чем больше информации содержит обучающая выборка, тем достовернее будут результаты работы нейронной сети. В рассматриваемой задаче стратегического планирования для нейронной сети входами являются показатели внешней и внутренней среды, а выходом – набор рекомендуемых для этой конкретной ситуации стратегий. Обучающая выборка должна содержать все комплекты ситуаций и стратегические решения. В табл. 2 показана часть обучающей выборки, для конкретной задачи выбора стратегий объем информационного массива с описанием ситуации и стратегий значительно больше.

Для исследований была выбран распространенный вариант нейронной сети – многослойный персептрон (9 входов, 3 слоя, 12 выходов). Оценка адекватности модели проводилась путем сравнения рекомендуемых нейронной сетью стратегий с действительными значениями, взятыми из практики. В качестве практического примера был рассмотрен выбор стратегии развития предприятия – производителя систем радиосвязи, основные виды деятельности которого – радиорелейные системы радиосвязи, мобильные комплексы связи и непрофильное направление – счетчики газа. Перед предприятием стоит задача определения стратегического вектора развития для каждого направления.

Первоначальная цель – сформировать портфель альтернативных стратегий для дальнейшего сосредоточения усилий на наиболее привлекательном проекте. В табл. 3 по каждому направлению приведены си-

туации и даны соответствующие им оценки. Нейронные сети для каждой ситуации позволяют найти ситуационные стратегии, наиболее приемлимые для сложившейся ситуации.

Сравнение результатов моделирования с апробированными на практике стратегиями позволило сделать вывод о степени достоверности модели (табл. 4). Курсивом выделены те стратегии, которые не совпали с действительными значениями. В некоторых случаях отличие не носит принципиального характера, например, стратегии диверсификации, рекомендуемые в случае стагнации рынка традиционного продукта, близки между собой по своему содержанию, так как отражают общее направление – разнообразие номенклатуры выпускаемой продукции. Не стоит делать вывод о большом расхождении между результатами исследований и реальными значениями. Нейронная сеть рекомендует в качестве альтернативных для двух ситуаций стратегии сокращения (сокращение и отторжение). Это свидетельствует о том, что нейронная сеть, возможно, детально оценив ситуацию, дает более сдержанную оценку, рекомендуя подумать о сокращении производства или реструктуризации. В этом случае нейронная сеть возможно «обнаружила» не выявленные службой маркетинга предприятия угрозы в сложившейся ситуации. Безусловным преимуществом нейронных сетей также является автоматизация всего процесса моделирования, предполагающая возможность расширения количества входных и выходных переменных. При использовании в качестве выходных параметров не 12 видов стратегий, а, например, 34 стратегемы, выбор альтернативных стратегий только при помощи одной интуиции невозможен.

Остановимся на практическом применении полученных результатов. Каждая из предложенных стратегий может существовать, если есть возможность ее конкретной реализации. По каждому направлению деятельности был проведен мониторинг проектов в соответствии с выбранными стратегиями. Например, для счетчиков газа наступило затоваривание продукции, и требуются срочные меры по снижению стоимости изделия для стимулирования объема продаж. Для реализации этой стратегии как одной из рекомендуемых была разработана программа модернизации счетчика, предусматривающая поэтапное снижение стоимости изделия и, соответственно, цены продаж. Для направлений мобильных комплексов связи и радиорелейных станций рассматривается вариант стратегии горизонтальной диверсификации, т. е. разработки и продвижения на рынок новых изделий.

Таблица 3

Исходные данные для выбора стратегий

№ ситуации	Рынок	Новый рынок	КСП Прод.	Поставщики	Конкуренция	Продажи	Ресурсы		
							Финансовые	Производственные	Инновационные
1	1	2	2	2	1	2	0	1	1
2	1	1	2	2	1	3	1	2	1
3	1	1	0	1	1	2	0	1	0

Сравнение результатов моделирования с действительными значениями

Номер ситуации	Направление деятельности	Действительные стратегии	Расчетные стратегии	Наиболее значимые факторы, выявленные в процессе моделирования
1	Мобильные комплексы связи	Концентрическая и горизонтальная диверсификация, <i>стратегический альянс</i>	<i>Отторжение</i> , концентрическая и горизонтальная диверсификация	Производственные ресурсы
2	Счетчики газа	Конгломеративная диверсификация, горизонтальная диверсификация	Конгломеративная диверсификация, горизонтальная диверсификация, <i>сокращение</i>	Поставщики
3	Радиорелейные станции	Горизонтальная диверсификация, сокращение	Сокращение, горизонтальная диверсификация, <i>концентрическая диверсификация</i>	Продажи

После оценки адекватности модели проводились исследования по оценке значимости входных факторов в процессе моделирования. Метод дерева решений позволяет классифицировать все входные показатели по числу правильно классифицированных в каждом узле нейронной сети признаков и проследить за логикой выбора стратегий. В табл. 4 приведены в порядке значимости факторы, которые оказали наибольшее влияние на выбор стратегии. Среди наиболее значимых оказались: состояние производственных ресурсов (общее количество примеров, классифицированных данным узлом дерева, равно 106), затем поставщики (этот показатель равен 77) и организация сбыта (соответственно, 74). Этот факт указывает на то, что при выборе стратегии наибольшее влияние оказывают производственные ресурсы и организация логистических процессов. Изменения рыночных факторов в том масштабе, который отражен в обучающей выборке, играют менее значительную роль.

В заключение отметим наиболее важные моменты проведенных исследований и сформулируем основные выводы:

1. Формирование портфеля ситуационных стратегий на базе нейронных сетей позволяет определить вектор стратегического развития промышленного предприятия в условиях стохастичности и случайности процессов, характеризующих внешнюю среду, и анализа внутреннего состояния организации.

2. Процедура моделирования стратегического планирования с применением метода дерева решений включает возможность количественной оценки значимости каждого входного параметра и позволяет сконцентрировать усилия на наиболее важных с точки зрения реализации стратегии бизнес-процессов предприятия.

3. Гибкость метода нейронных сетей позволяет менять постановку задачи и учитывать различные группы факторов, влияющих на стратегический выбор: социально-экономические, политические, экологические, правовые и т. д. Результат исследований зависит от степени информированности исследователя и значимости вышеуказанных параметров для бизнеса предприятия.

4. Методология нейронных сетей облегчает процедуру поиска наиболее правильного решения путем автоматического выбора аппроксимирующих функций в каждом узле нейронной сети и обеспечивает минимальную ошибку расчетов, следовательно, и достоверность результатов исследований.

Библиографические ссылки

1. Ламбен Ж.-Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок : пер. с англ / под ред. В. Б. Колчанова. СПб. : Питер, 2006. (Серия «Классика MBA»).
2. Воловиков Б. П. Применение комплексного подхода к формированию корпоративной стратегии // Практический маркетинг. 2010. № 9 (163). С. 32–36.
3. Воловиков Б. П. Разработка оптимального бизнес-портфеля промышленного предприятия // Вестник ОмГУ. Сер. «Экономика». 2010. № 1. С. 162–170.
4. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт : пер. с англ. М. : Альпина, 2001. С. 19.
5. Левитин А. В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ : пер. с англ. М. : Вильямс, 2006.
6. Калан Р. Основные концепции нейронных сетей. The Essence of Neural Networks First Edition. М. : Вильямс, 2001. С. 288.

B. P. Volovikov

MODELING OF SITUATIONAL STRATEGIES WITH THE USE OF NEURAL NETWORKS ON THE EXAMPLE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

In the article a new approach to the choice of strategy of the enterprise development, based on the use of neural networks, is offered. The elaborated hybrid algorithm has been evaluated in the process of working out a strategic plan of an industrial enterprise development, with estimation of adequacy. The advantages of the method and its characteristic features are revealed.

Keywords: strategies of an enterprise, neural networks, method of decision tree, situational analysis.

© Воловиков Б. П., 2012

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Приведены результаты глубинного исследования категорий «интеграция» и «эффективность». Проанализированы методы оценки эффективности деятельности организации, а также подходы к оценке эффективности экономической интеграции организаций. Аргументирована необходимость разработки новых методов оценки эффективности интеграции разных типов организаций с учетом инновационной особенности.

Ключевые слова: инновации, интеграция, оценка эффективности.

Активное формирование межорганизационных взаимосвязей порождает необходимость межгосударственного регулирования, направленного на обеспечение свободного перемещения товаров, услуг, денежных средств и рабочей силы между странами в рамках одного региона, на взаимодействие и проведение общей финансовой, валютно-денежной, научно-технической, общественной и военной политики. Согласно работе С. Н. Ивашковского [1] экономическая интеграция – это процесс соединения компонентов экономики разных государств в виде обширного межгосударственного союза, функционирующего в соответствии с особыми договорами и собственным организационным строением, представленным руководящими и иными органами. Энциклопедический словарь экономики и права истолковывает понятие «экономическая интеграция» как организацию (при энергичном участии государств) стабильных всесторонних отношений между национальными хозяйствами двух или большего числа государств, в процессе которой осуществляется слияние процессов воспроизводства, научная совместная работа, создание плотных хозяйственных, научно-производственных и торговых отношений [2]. По данным Большой советской энциклопедии экономическая интеграция представляет собой самую новую форму интернационализации хозяйственной жизни, выражаемую в обстановке капитализма в виде базисного соединения двух обстоятельств – двустороннего переплетения собственных монополий различных государств и выполнения слаженной государственно-монополистической политики в обоюдных народнохозяйственных связях и в отношениях с другими государствами [3]. Согласно работе Б. А. Райзберга [4] экономическая интеграция является союзом экономических субъектов, усилением их взаимодействия, формированием взаимосвязей между ними. Экономическая интеграция имеет место как на уровне государственных хозяйств целых государств, так и между предприятиями, фирмами, компаниями, корпорациями. Экономическая интеграция присутствует как в расширении и углублении производственных научно-технических взаимосвязей, общем потреблении ресурсов, объединении капиталов, так и в создании друг другу подходящих условий воплощения экономической деятельности, снятии двусторонних барьеров. Таким образом, экономическая интеграция может происходить не только на уровне мак-

роэкономики, но и на микроэкономическом уровне. Безусловно, высшей целью и достижением научно-производственной интеграции является повышение глобальной конкурентоспособности государства в экономической, научной, промышленной и других сферах деятельности. Однако для достижения этой цели необходимо обеспечить выполнение подцелей научно-производственной интеграции. Среди них Ю. А. Егорова выделяет следующие цели научно-образовательной интеграции как аспекта научно-производственной интеграции [5]:

- подъем эффективности научно-исследовательской деятельности;
- улучшение качества подготовки специалистов;
- повышение бюджетной эффективности;
- стимуляция процессов коммерциализации инноваций;
- привлечение молодых ученых в научную сферу.

А. Н. Авдулов в своей работе [6] обозначил цели региональной научно-производственной интеграции:

- раскрытие потенциала региональной высшей школы через установление связей с организациями, которые принадлежат различным экономическим отраслям;
- содействие развитию регионального наукоемкого производства, малого инновационного предпринимательства в регионе, а также привлечению зарубежных партнеров;
- формирование современной инфраструктуры, обеспечивающей комфортные условия жизни.

В публикации Ю. В. Тягуновой и К. Н. Крикунова [7] определяются общие и частные цели научно-производственной интеграции. Так, общими целями участников интеграции являются: 1) создание нового поколения профессионалов; 2) модификация университетов в лидирующие научно-технические центры; 3) «интернационализация образовательно-научного процесса» [8]. Частные же цели научно-производственной интеграции зависят от субъекта интеграции:

- целью вуза является формирование интеллектуального капитала;
- целью НИИ – развитие научного потенциала;
- малые и крупные предприятия видят в интеграции прибыльное вложение средств и улучшение своего положения на рынке;
- государство ставит для себя целью интеграции формирование конкурентных преимуществ экономики за счет развития инновационных технологий.

В исследовании Е. В. Смышляева [9] целеполагание строится на основе принадлежности целей к той или иной сфере. Всего он выделяет четыре направления целей интеграции: экономическое, научно-техническое, производственное и социальное.

Одним из наиболее актуальных вопросов теории инновационного менеджмента является оценка эффективности интеграции организаций, осуществляющих инновационную деятельность. Реализация национальной стратегии, направленной на интеграцию и развитие сотрудничества между научно-исследовательскими и промышленными предприятиями, активно поощряется правительством как средство усиления конкурентоспособности на глобальном рынке. Оценка экономической эффективности интеграции разных типов организаций – многосторонняя проблема.

Рассмотрим основные имеющиеся в научной литературе подходы к определению категории «эффективность». Современный экономический словарь объясняет понятие эффективности как «результативность экономической деятельности, экономических программ и мероприятий, характеризуемая отношением полученного экономического эффекта, результата к затратам факторов, ресурсов, обусловившим получение этого результата; достижение наибольшего объема производства с применением ресурсов определенной стоимости» [4]. Применительно к инвестиционной деятельности В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров определяют эффективность как категорию, отображающую соответствие проекта, для которого требуется инвестиционный проект, целям и интересам его участников [10]. В производственной сфере Т. А. Фролова раскрывает термин «эффективность» как общий результат применения всех ресурсов производства за обусловленный период [11]. Зачастую понятие «эффективность» отождествляется с результативностью, что неверно, поскольку когда мы говорим об эффективности какой-либо деятельности, важен не только полученный результат, но и количество ресурсов, затраченное на его получение. В своей работе «О развитии российской системы корпоративного управления предприятием» А. Б. Карасев обозначает несколько смыслов понятия «эффективность» [12]: достижение обозначенных целей в намеченные сроки, цена ресурсов, расходуемых на достижение цели, степень удовлетворения интересов различных личностей или организаций. Нередко в определениях эффективности принимается во внимание только один из ее аспектов, например, экономический. В действительности, термин «эффективность» по природе своей является более сложным и многогранным. Так, А. В. Калина отмечает такие виды эффективности, как техническая, экономическая и социально-экономическая [13]. В свою очередь, Л. Б. Таренко выделяет следующие виды эффективности [14]:

- производственно-экономическая;
- социально-экономическая;
- экономическая;
- социальная;
- народнохозяйственная;

- хозрасчетная;
- обобщающая;
- локальная;
- частная;
- отдельных фаз воспроизводства.

При слиянии организаций происходит слияние этих видов эффективностей внутри организационной структуры. Возможно, в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта происходит возрастание эффективности деятельности [4]. Таким образом, именно через интеграцию организаций эффективность проявляет синергетический эффект, позволяющий интегрированной структуре получить преимущество в различных сферах хозяйственной деятельности. Согласно исследованию С. М. Ищенко [15] эффект от интеграции организаций может проявляться в виде:

- операционной экономии;
- эффекта агломерации;
- расширения номенклатуры выпускаемой продукции;
- повышения эффективности работы с поставщиками;
- функциональной синергии и взаимодополняемости в области НИОКР;
- централизации маркетинга;
- разницы в рыночной цене компании и стоимости ее замещения;
- возросшей рыночной мощи;
- ускорения движения компании по стратегической траектории;
- увеличения политического влияния компании;
- смягчения влияния факторов делового риска;
- финансовой экономии;
- финансовой синергии;
- дифференцированной эффективности;
- совершенствования корпоративной стратегии и культуры;
- эффекта от переноса компетенции;
- ликвидации дублирующих функций.

При исследовании проблем эффективности интеграции организаций необходимо учитывать значительное количество факторов различной природы, которые оказывают на нее серьезное влияние. Относительно вопроса, какие именно факторы оказывают наиболее сильное влияние, мнения экспертов расходятся. Так, А. Н. Зарипов подразделяет эти факторы на внутренние и внешние [16]:

- 1) внешние:
 - уровень конкуренции на существующем и целевом рынках;
 - риск инвестиций в новые продукты, услуги и рынки в случае самостоятельного роста;
 - законодательная база и ее изменения;
- 2) внутренние:
 - достаточность ресурсов организации для самостоятельного роста и проникновения на новые рынки;
 - наличие потенциала для создания «дополнительной стоимости»;

- преимущества скорости вхождения на рынок;
- амбиции менеджеров компании;
- склонность к риску собственников компании.

Вице-президент компании «РБС-ФИНАНС» С. В. Гвардин выделяет следующие факторы, влияющие на эффективность интеграции [17]:

- направление стратегии компании;
- эффективность ведения бизнеса;
- защищенность бизнеса на национальном уровне (экономическая и политическая);
- готовность организации к продаже непрофильных активов;
- степень национализации бизнеса;
- сложившиеся закономерности рынка;
- потенциал к увеличению доли рынка;
- степень диверсификации деятельности организации;
- имидж организации;
- уровень спекулятивности рынка;
- уровень конкуренции на целевом рынке.

М. И. Кныш, В. В. Пучков, Ю. П. Тютиков разделяют эти факторы на три группы [18]:

- 1) состояние внешней окружающей среды;
- 2) уровень организации и управления;
- 3) финансовое состояние.

В группу «Состояние внешней окружающей среды» вошли такие факторы, как законодательство, налогообложение до и после интеграции, политическое положение, уровень конкуренции и антимонопольное законодательство. Группа факторов «Уровень организации и управления» включает в себя такие факторы, как качество и динамичность системы управления, рыночная позиция организаций, осуществляющих интеграцию, состояние ресурсов производства. Группа факторов «Финансовое состояние интегрируемых организаций» содержит в себе такие факторы, как уровень рентабельности продаж и капитала, финансовое положение, страховые гарантии на активы организаций.

Оценка эффективности деятельности организации производится на различных этапах ее существования. Чаще всего оценка эффективности применяется к таким категориям, как управление, внедрение, обучение, реклама, интеграция, лизинг, производственная деятельность предприятия, инвестиционно-инновационное проектирование. Общая экономическая оценка эффективности работы организации зачастую сводится к анализу показателей рентабельности ее деятельности. В научной литературе классификация показателей рентабельности различается в зависимости от взглядов автора. Так А. Д. Шерemet разделяет показатели рентабельности на три группы [19]:

- 1) показатели рентабельности активов;
- 2) показатели рентабельности продаж продукции;
- 3) показатели, рассчитанные на основе потоков наличных денежных средств.

По мнению Г. В. Савицкой [20] показатели рентабельности следует классифицировать следующим образом:

- 1) показатели рентабельности продукции и доходность инвестиционных проектов;

- 2) показатели рентабельности продаж;
- 3) показатели рентабельности совокупного капитала и операционного капитала.

В. В. Бондаренко, Е. А. Мизиковский различают две группы показателей рентабельности [21]:

- 1) рентабельности продукции;
- 2) рентабельности капитала.

К рентабельности продукции относятся:

- рентабельность отдельных видов продукции;
- рентабельность продукции;
- предельная рентабельность.

К показателям рентабельности капитала относятся:

- рентабельность активов (имущества);
- рентабельность внеоборотных активов, основных средств;

- рентабельность текущих активов;
- рентабельность производственных фондов;
- рентабельность собственного капитала;
- рентабельность финансовых вложений.

У некоторых авторов отсутствует группировка показателей рентабельности. Так, например, Б. Т. Кузнецов выделяет следующие показатели рентабельности [22]:

- коэффициент рентабельности активов;
- коэффициент рентабельности оборотных активов;
- коэффициент рентабельности внеоборотных активов;
- коэффициент рентабельности валовой прибыли;
- коэффициент рентабельности чистой прибыли;
- коэффициент рентабельности собственного капитала.

Оценка эффективности деятельности организации на основе анализа показателей рентабельности не лишена недостатков. При работе с некоторыми показателями приходится применять большое количество допущений. По другим показателям сложно сопоставлять эффективность работы различных организаций между собой. Также для организации на этапе ее становления или при реинжиниринге ее бизнес-процессов потребуются значительные инвестиции, таким образом, значение показателей рентабельности станет низким, однако это не означает, что эффективность деятельности организации невысокая.

Согласно целям и задачам исследования наиболее приоритетным в изучении для нас является интеграционный аспект деятельности организации. Рассмотрим подробнее методы оценки интеграционной деятельности организаций. Методы оценки эффективности экономической интеграции организаций подразделяются в отечественной и зарубежной литературе, главным образом, на два типа: перспективный и ретроспективный [23].

Суть *перспективных методов* оценки эффективности интеграции содержится в сравнении сумм расходов на интеграцию с оценкой, содержащей в себе приведенную сумму ожидаемого дохода, который можно будет получить от интегрируемой организации, включаемой организации. Среди перспективных методов оценки эффективности экономической интеграции выделяют доходный, сравнительный и затратный подходы [24].

Затратный подход предназначен для нахождения стоимости компаний, действующих на протяжении многих лет [24]. Этот подход к оценке эффективности интеграции опирается на имеющиеся у организации активы, понижая, таким образом, фактор неопределенности оценки. Однако при этом он имеет некоторые недостатки. При его применении не учитывается вероятность изменения рыночной ситуации и, соответственно, уровень прибыли и рентабельности организации в будущем, а баланс предприятия не может отобразить всей значимости организации. Помимо этого, существуют также трудности с нахождением обоснованного потока наличных денег и умеренной ставки дисконтирования.

Сравнительный подход состоит в оценке эффективности деятельности организации при сравнении с аналогичными организациями [24]. Суть метода заключается в нахождении наиболее важных критериев организации и определении похожих по характеристикам организаций-аналогов. Недостатком этого подхода является то, что практически невозможно найти абсолютно одинаковые организации, а также не прогнозируется развитие организации.

Основой *доходного подхода* является нахождение двух коэффициентов: стоимости будущего потока наличных денег и ставки дисконтирования [24]. Сложность оценки эффективности интеграции по данному методу состоит в точности предсказания будущей стоимости денежных потоков интегрируемой организации. При этом особенно важным параметром является временной период, который берется для прогнозирования эффективности интеграции. Наилучшим временным периодом будет такой интервал, в течение которого затраты на экономическую интеграцию организаций будут меньше, чем прогнозируемая ставка доходности. Основными трудностями при применении этого подхода будут являться такие моменты, как неопределенный характер оценки, невозможность применения этого метода к организациям, которые долгое время не получали доходов, а также субъективность прогнозирования и определения основных коэффициентов.

Перспективные методы оценки эффективности экономической интеграции часто применяются при принятии решений о проведении интеграции организаций, но заключают в себе вероятностный характер будущих результатов, что приводит к отсутствию объективной оценки эффективности экономической интеграции организаций.

Второй тип методов оценки эффективности – *ретроспективный анализ* – помогает оценить эффективность интеграции на основе анализа изменения тех или иных параметров деятельности организации за установленный интервал спустя некоторое время после интеграции. Ретроспективные подходы оценивают, прежде всего, результат интеграции. Среди ретроспективных методов оценки эффективности интеграции организаций выделяют бухгалтерский, рыночный и комбинированный подходы [25].

Бухгалтерский подход базируется на сравнении результатов деятельности организации до и после

проведения интеграции, на основании данных бухгалтерской отчетности [25]. Несмотря на простоту использования этого метода, он имеет несколько недостатков:

- 1) при оценке не учитываются показатели текущего периода;
- 2) игнорируется воздействие на изменения причин, не связанных с интеграцией;
- 3) отсутствует единый критерий, который объективно отображает эффективность интеграции организаций.

Рыночный подход к оценке эффективности экономической интеграции является анализом отклика рынка акций на интеграцию организаций [25]. С помощью данного метода анализируется изменение доходности после интеграции организаций в сравнении со средней доходностью акций как интегрируемой организации, так и интегрированной структуры. Тем не менее, в России применение рыночного подхода, в виду отсталости фондового рынка ценных бумаг, зачастую бывает затруднено и не используется повсеместно аналитиками.

Комбинированный подход совмещает в себе два предшествующих метода – анализ бухгалтерской отчетности и изучение реакции фондового рынка акций на интеграцию организаций [25]. Все же, сочетая в себе достоинства обоих подходов, он вобрал в себя и их недостатки, добавив к этому сложность проведения оценки эффективности экономической интеграции организаций данным методом.

Ретроспективные методы оценки эффективности экономической интеграции организаций хотя и базируются на действительных данных, однако при этом не учитывают разницу между инвестициями в интеграцию и ее результатами.

Результаты анализа финансовых подходов к оценке эффективности интеграции организаций представлены в таблице.

Помимо финансовых методов существуют и другие подходы к оценке эффективности экономической интеграции организаций. Среди них выделяют case studies, опросы менеджеров [26] и так называемые качественные методы оценки эффективности интеграции [27; 28], которые включают в себя такие виды оценки, как PEST-анализ, SNW-анализ, SWOT-анализ, анализ пяти сил Портера, матрица БКГ и модель «Дженерал Электрик – МакКинзи».

В настоящее время существует проблема подбора организаций для формирования результативной многоотраслевой инновационной интегрированной структуры, а также последующего развития интегрированной структуры путем включения в нее новых организаций, так как не все организации приемлемы и эффективны для включения в многоотраслевую интегрированную структуру (как для самой организации, так и для интегрированной структуры), поскольку процесс интеграции симметричен. Недостаточная разработанность этой проблемы в трудах отечественных и зарубежных авторов относительно оценки эффективности интеграции различных типов организаций с учетом инновационной специфики определили актуальность темы нашего исследования.

Финансовые методы оценки эффективности экономической интеграции организаций

Метод оценки эффективности	Недостатки применения
Доходный	Неопределенный характер прогнозирования Субъективность оценки
Сравнительный	Сложность применения на практике Отсутствие учета развития организации
Затратный	Возникают сложности с нахождением денежного потока и ставки дисконтирования Не принимается во внимание изменение рыночной ситуации
Бухгалтерский	Игнорируются показатели текущего периода Не учитывается влияние причин, не связанных с интеграцией Отсутствует единый критерий, объективно отображающий эффективность интеграции
Рыночный	Сложность использования в реалиях российского фондового рынка
Комбинированный	Недостатки бухгалтерского и рыночного подходов Сложность проведения оценки

В результате исследования будет получен алгоритм оценки эффективности интеграции организации и многоотраслевой структуры на базе развития инноваций, что позволит осуществлять подбор организации для включения в многоотраслевые интегрированные инновационные структуры, формирование которых столь необходимо для страны в целом. Теоретическая и практическая значимость исследования будет состоять в разработке предложений и рекомендаций по оценке эффективности и обоснованию целесообразности выбора организаций для формирования многоотраслевой структуры на базе развития инноваций, а затем и включения новых организаций в эту структуру. Предложенные рекомендации в дальнейшем могут быть использованы при решении проблем, связанных с обеспечением эффективного управления организацией.

Библиографические ссылки

- Ивашковский С. Н. Микроэкономика : учеб. М. : Дело, 2002.
- Энциклопедический словарь экономики и права [Электронный ресурс]. URL: http://dic.academic.ru/contents.nsf/dic_economic_law/ (дата обращения: 21.06.2011).
- Большая советская энциклопедия : в 30 т. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1969–1978.
- Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. М. : Инфра-М, 1999.
- Егорова Ю. А. Проблема интеграции науки и образования // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 1. С. 74.
- Авдулов А. Н. Современный этап интеграции науки и производства // Социологические исследования. 1995. № 7.
- Тягунова Ю. В., Крикунов К. Н. Субъекты и цели интеграции науки и образования в высшей школе // Высшее образование сегодня. 2010. № 5. С. 21–26.
- Шадрин А. И. Научно-образовательный комплекс региона: пути становления и развития. Красноярск : Изд-во КГУ, 2003.
- Смышляев Е. В. Научно-производственная интеграция как фактор инновационного развития экономики : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. М., 2008.
- 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.
- Фролова Т. А. Экономика предприятия : консп. лекций. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005.
- Карасев А. Б. О развитии российской системы корпоративного управления предприятием (на примере промышленного производства) // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 5. С. 3–15.
- Калина А. В. Организация и оплата труда в условиях рынка (аспект эффективности) : учеб. пособие. 4-е изд., стереотип. К. : МАУП, 2003.
- Таренко Л. Б. Понятие эффективности производства [Электронный ресурс] // ТИСБИ : офиц. сайт Академии управления. Казань, 2011. URL: <http://www.tisbi.org/science/vestnik/2000/issue4/7.html> (дата обращения: 27.04.2011).
- Ищенко С. М. Формы проявления эффекта синергии от слияния и поглощения компаний [Электронный ресурс] // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера : Вестник Науч.-исслед. центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывк. гос. ун-та : электрон. науч. изд-е / Сыктывк. гос. ун-т. 2008. № 3. С. 81–90. URL: <http://koet.syktu.ru/vestnik/2008/2008-3/6/6.htm> (дата обращения: 05.06.2011).
- Зарипов А. Н. Мотивы слияний и поглощений. [Электронный ресурс] // Whales Group. URL: <http://www.whales.ru/publishing/zaripov1.htm> (дата обращения: 10.05.11).
- Гвардин С. В., Чекун И. Н. Слияния и поглощения: эффективная стратегия для России. СПб. : Питер, 2007.
- Кныш М. И., Пучков В. В., Тютиков Ю. П. Стратегическое управление корпорациями. СПб. : КультИнформПресс, 2002. С. 30, 41.
- Шеремет А. Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности. М. : Инфра-М, 2006.
- Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Инфра-М, 2006.
- Бондаренко В. В., Мизиковский Е. А. Экономический анализ: Краткий курс лекций. Тесты. Практические занятия. Н. Новгород : ННГУ, 2004.

22. Кузнецов Б. Т. Финансовый менеджмент : учеб. пособие для студентов. М. : Юнити-Дана, 2005.
23. Пирогов А. Н. Оценка слияний и поглощений российских компаний [Электронный ресурс]. URL: http://www.vedi.ru/o_cr/cr0043.htm (дата обращения: 10.06.2011).
24. Лысенко Д. В. Анализ эффективности слияний и поглощений // Аудит и финансовый анализ. 2008. № 4–5.
25. Дегтярева И. В., Латыпова С. И. Оценка эффективности сделок по слияниям и поглощениям [Электронный ресурс] // Информационно-аналитическая группа «M&A online». 2011. URL: <http://www.maonline.ru/15970-ocenka-yeffektivnosti-sliyanij-i-pogloshhenij-kompanij.html> (дата обращения: 15.06.11).
26. Хусаинов З. И. Оценка эффективности сделок слияний и поглощений: интегрированная методика // Корпоративные финансы. 2008. № 5. С. 12–32.
27. Токарев В. Применение SWOT-анализа при разработке стратегии фирмы // Управление компанией. 2002. № 10 (17). С. 56–59.
28. Матвеева Ю. В. Формы стимулирования производственных инноваций и качественные методы оценки эффективности инноваций // Проблемы экономики современных промышленных комплексов : сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. / под. ред. А. Г. Зибарева. Самара : СГАУ, 2006. Вып. 2. С. 41–46.

Е. Е. Dosuzheva, O. L. Lyamzin

MODERN METHODS OF ORGANIZATIONS ECONOMIC INTEGRATION EFFICIENCY EVALUATION

The article deals with results of deep research of categories of «efficiency». The authors consider the principal problems of their practical application and gives reasons for the necessity to work out the new methods for efficiency estimation of organizations integration.

Keywords: innovations, integration, efficiency estimation.

© Досуужева Е. Е., Лямзин О. Л., 2012

УДК 338.245.001.76

Ю. В. Ерыгин, А. М. Саакян

ФОРМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Обоснована необходимость государственного стимулирования инновационной деятельности предприятий ракетно-космической промышленности (РКП). Предложены инструменты выбора форм государственного стимулирования инновационной деятельности предприятий отрасли.

Ключевые слова: стимулирование инновационной деятельности, предприятия ракетно-космической промышленности.

Вопросы состояния оборонно-промышленного комплекса, его возможности осуществления инновационной деятельности занимают ведущее место при рассмотрении путей дальнейшего развития российской экономики. В настоящее время роль и значение оборонно-промышленного комплекса формируются не только его основными функциями (создание вооружения и военной техники для обеспечения безопасности страны). Оборонно-промышленный комплекс играет важную роль в развитии ряда отраслей, оказывает существенное воздействие на уровень социально-экономического развития регионов и страны в целом. Именно оборонно-промышленный комплекс во многом определяет общий промышленно-технологический уровень России и ее статус среди промышленно развитых стран мира.

В составе оборонно-промышленного комплекса сконцентрирована значительная часть базовых высо-

котехнологических и наукоемких отраслей промышленности, составляющих основу научного, производственного, инновационного потенциала страны и определяющих основные направления стратегического инновационного развития России. По официальным данным в настоящее время (приказ Минпромторга России от 31.03.2011 № 420 «Об утверждении перечня организаций, включенных в сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса») в сводный реестр организаций ОПК включено 1378 предприятий и организаций, в том числе 175 предприятий ракетно-космической промышленности [1].

Современное состояние и специфика предприятий РКП делают невозможным участие этой отрасли в инновационном развитии России без государственной поддержки. При соответствующей государственной поддержке РКП может способствовать развитию инновационной экономики. В настоящее время данная

отрасль в силу ряда причин не в полной мере выполняет функции составной части экономики, наукоемкой высокотехнологичной промышленности, направленной как на военного, так и на гражданского потребителя [2; 3].

Программы государственной поддержки, реализуемые в настоящее время, содержат значительное количество форм и способов стимулирования инновационной деятельности. При этом на практике в полной мере не нашли своего отражения вопросы разработки инструментов выбора форм стимулирования. Важность решения сформулированной проблемы, недостаточное ее исследование определили необходимость разработки методики выбора форм стимулирования, способствующих повышению эффективной реализации инновационных проектов.

Выбор форм стимулирования инновационной деятельности предприятий РКП осуществляется на основе решения следующих задач в заданной последовательности:

- 1) определение класса форм стимулирования;
- 2) распределение объемов стимулирования по уровням бюджета;
- 3) определение оптимального соотношения объемов стимулирования инновационной деятельности, предоставляемых на возвратной и безвозвратной основе на различных стадиях инновационного процесса;
- 4) выбор форм стимулирования инновационной деятельности.

Изменение условий и целей развития предприятий РКП, возникших в результате перехода к рыночным отношениям, обуславливают необходимость не только повышения роли государственного стимулирования инновационной деятельности (ИД), но и изменения

принципов стимулирования, отвечающих задачам коммерциализации инновационного потенциала предприятий в условиях рыночной экономики.

Особенности предприятий РКП, требования к стимулированию инновационной деятельности и соответствующие им принципы представлены в табл. 1.

Реализация сформулированных принципов, учитывающих условия, особенности и задачи инновационного развития РКП, требует декомпозиции имеющихся форм стимулирования (экономических, финансовых, налоговых), позволяющей выделить однородные классы с точки зрения поставленных задач [4; 5].

В связи с этим предлагаются следующие классификационные признаки: состав стадий инновационного процесса; субъект стимулирования инновационной деятельности; способ стимулирования (на возвратной и безвозвратной основе); форма получения доходов различными уровнями бюджета, осуществляющими стимулирование инновационной деятельности.

Группировка существующих форм по предложенным признакам позволяет декомпонировать их на классы, отличающиеся целями, условиями и способом стимулирования, что обуславливает необходимость учета указанных различий при решении задачи их выбора.

Для решения задачи распределения объемов стимулирования по уровням бюджета возникла необходимость разработки инструментов распределения объемов стимулирования между уровнями бюджета [6].

Задача распределения решается на основе двух принципов: распределение согласно принципу равной эффективности; распределение согласно принципу инициативности.

Таблица 1

Особенности предприятий РКП, требования к стимулированию инновационной деятельности, принципы стимулирования

Особенности предприятий РКП	Требования к стимулированию ИД	Принципы стимулирования
Наличие военного и конверсионного производств, производство продукции двойного назначения	Интеграция предприятий РКП в рыночную экономику. Повышение инвестиционной привлекательности инновационных проектов. Повышение эффективности инвестируемых в ИД средств	Повышение инвестиционной привлекательности инновационных проектов на основе использования инструментов государственного стимулирования
Стимулирование ИД на предприятиях РКП преимущественно за счет средств федерального бюджета	Вовлечение инновационного потенциала РКП в кооперационные связи. Повышение инвестиционной привлекательности проектов для региональных и местных уровней бюджета	Вовлечение различных уровней бюджета в процесс стимулирования инновационной деятельности на предприятиях РКП
Осуществление полного цикла инновационного процесса	Снижение затрат на НИОКР, повышение конкурентоспособности разработок, снижение коммерческих рисков, связанных с их реализацией. Повышение инвестиционной привлекательности проектов на стадиях коммерциализации с целью привлечения частного капитала для их инвестирования	Зависимость форм стимулирования от стадии инновационного процесса
Высокая доля собственного капитала в общей структуре капитала предприятия	Повышение бюджетной эффективности и рентабельности собственного капитала предприятия. Использование бюджетных средств, посредством стимулирования, предоставляемого на возвратной основе. Снижение нагрузки на бюджет	Оптимальность соотношения объемов стимулирования инновационной деятельности, предоставляемых на возвратной и безвозвратной основе

Принцип равной эффективности. Оценка бюджетной эффективности инновационных проектов занимает ведущее место в процессе обоснования и выбора потенциальных вариантов инвестиционных вложений в реализацию проекта. В значительной степени оценка основывается на анализе, целью которого является определение результата, ценности проекта. Определение эффективности решает ряд задач. На наш взгляд, наиболее значительные из них:

1) анализ возможной целесообразности осуществления проекта – проверяются условия, в соответствии с которыми совокупные результаты превышают сумму всех затрат инвестора;

2) ранжирование проектов – оценка преимуществ рассматриваемого проекта в сравнении с альтернативными проектами.

Бюджетная эффективность в первую очередь оценивается по проектам, заявленным на различные формы государственной поддержки, представляемые в федеральные или региональные органы государственного управления.

Для определения эффективности вложения средств в реализацию инновационного проекта для каждого из бюджетов федерального и регионального уровней государственного управления предлагается использовать сопоставление результата (Д) и вложенных инвестиций в инновационный проект (И). Иными словами, бюджетная эффективность определяется как эффективность участия государства в проекте с точки зрения расходов и доходов бюджетов всех уровней:

$$\Theta = \frac{Д}{И}. \quad (1)$$

Общая сумма инвестиционных вложений (И), необходимая для покрытия потребностей и эффективной реализации инновационного проекта, должна быть обеспечена объемами стимулирования, предоставляемыми бюджетами федерального и регионального уровней государственного управления:

$$И = И_{\text{р}} + И_{\text{ф}}, \quad (2)$$

где $И_{\text{ф}}$ – объемы стимулирования, предоставляемые федеральным уровнем государственного управления; $И_{\text{р}}$ – объемы стимулирования, предоставляемые региональным уровнем государственного управления.

Данное выражение позволяет определить объемы стимулирования, предоставляемые бюджетами федерального и регионального уровней государственного управления, исходя из следующих зависимостей:

- для федерального уровня $И_{\text{ф}} = И - И_{\text{р}}$;
- для регионального уровня $И_{\text{р}} = И - И_{\text{ф}}$.

Согласно предлагаемому принципу, эффективность использования денежных средств различных уровней бюджета для целей стимулирования инновационной деятельности должна быть равна.

Формально данный принцип может быть представлен следующим соотношением:

$$\frac{Д_{\text{р}}}{И_{\text{р}}} = \frac{Д_{\text{ф}}}{И_{\text{ф}}},$$

где $Д_{\text{ф}}$ – доходы, поступающие в федеральный бюджет; $Д_{\text{р}}$ – доходы, поступающие в региональный бюджет.

Следующий принцип – *принцип инициативности*. При реализации инновационных проектов не все регионы способны самостоятельно покрыть инвестиционные расходы, связанные с их осуществлением. Появляется потребность в привлечении средств со стороны федерального бюджета. В связи с этим между региональными проектами возникает конкуренция за инвестиционные ресурсы федерального бюджета. Конкурируя с проектами других регионов, регион-инициатор берет на себя также и большую степень риска вложений, тем самым повышая эффективность средств федерального уровня бюджета, становясь для него инвестиционно привлекательным.

Последовательность реализации метода определения объемов стимулирования инновационных проектов федеральным и региональным уровнями бюджета на основе предложенного принципа представлена следующими этапами:

- определение привлекательного уровня эффективности инновационного проекта для федерального бюджета;
- определение объема стимулирования, предоставляемого федеральным бюджетом;
- определение объема стимулирования со стороны регионального бюджета;
- оценка бюджетной эффективности для регионального уровня;
- сравнение расчетной эффективности с альтернативной и принятие решения о реализации проекта.

На первом этапе определяется привлекательный уровень эффективности для федерального бюджета. При заданных уровне эффективности инвестиционных ресурсов федерального бюджета и величине потенциальных доходов, получаемых в результате стимулирования, определяется объем стимулирования, предоставляемый для реализации инновационного проекта федеральным уровнем региону.

На следующем этапе определяется объем стимулирования, который может предоставить региональный уровень бюджета предприятиям, реализующим инновационные проекты.

Затем для регионального уровня проводится оценка бюджетной эффективности выделяемых объемов стимулирования, которая на следующем этапе сравнивается с альтернативной эффективностью. При этом величина альтернативной эффективности определяется исходя из бюджетной эффективности реализации альтернативных инновационных проектов. В том случае, если расчетная бюджетная эффективность выше существующих альтернативных вариантов, принимается решение о реализации инновационного проекта и выделении объемов стимулирования.

После распределения предоставляемых объемов стимулирования между уровнями бюджета определяется соотношение предоставляемых объемов на возвратной и безвозвратной основах на разных стадиях инновационного процесса.

Определение соотношения собственных и заемных источников позволяет при планируемых величинах привлечения собственного капитала (СК) и заемного капитала (ЗК) выявить объемы стимулирования, предоставляемые за счет бюджетных средств на безвозвратной и возвратной основе.

Задача определения соотношения объемов стимулирования должна решаться для каждой стадии инновационного процесса (ИП).

На первом этапе определяется оптимальный объем собственного капитала ($СК_{\text{опт}}$), который необходим для реализации проекта. Затем определяется дефицит или избыток собственных средств ($\Delta СК$) как разница между фактическим объемом собственных средств ($СК_{\text{факт}}$) и оптимальным объемом ($СК_{\text{опт}}$). Если средств достаточно для реализации проекта, то предприятие не нуждается в наращивании собственного капитала.

В случае выявления дефицита на следующем этапе определяется возможность его покрытия посредством объемов стимулирования, предоставляемых государством ($V_{\text{стим.БО}}$) на безвозвратной основе. Если инвестиционных ресурсов, предоставленных посредством таких форм стимулирования не достаточно, то у предприятия возникает необходимость наращивания СК за счет привлеченных источников.

Далее определяется объем оптимального заемного капитала ($ЗК_{\text{опт}}$). В первую очередь рассматриваются формы государственного стимулирования, предоставляемые на возвратной основе ($V_{\text{стим.ВО}}$), которыми можно обеспечить недостающие средства. Если объемов инвестирования, предоставляемых посредством таких форм, достаточно, то стимулирование осуществляется посредством их использования. В противном случае предприятие сталкивается с задачей поиска дополнительных заемных источников иными способами.

Определение оптимального соотношения объемов стимулирования инновационной деятельности предприятий РКП, предоставляемых на возвратной и безвозвратной основах на каждой стадии инновационного процесса, позволяет учитывать специфику инновационной деятельности, достичь максимальной эффективности реализации инновационных проектов и использования бюджетных средств.

При выборе форм стимулирования инновационной деятельности возникает необходимость в разработке системы критериев, определении их состава и последовательности использования.

Для решения указанной задачи предложена методика, основанная на разработанной системе критериев, состав и последовательность использования которых определяются классом форм стимулирования. Последовательность использования критериев указана в табл. 2.

Наиболее значимым критерием, применяемым для всех форм стимулирования, являются условия отбора проектов для участия в конкурсе на получение форм стимулирования. Состав таких условий не зависит от класса форм стимулирования. Условия определяются различными программами и концепциями, направленными на стимулирование инновационной деятельности, и зависят от вида конкретных форм.

В случае отсутствия ограничений по условиям отбора инновационных проектов для участия в конкурсе, у предприятия появляется возможность участия, а при положительных результатах рассмотрения – использования тех или иных форм.

В таком случае форма стимулирования рассматривается на соответствие следующего критерия – срок получения объемов стимулирования (от момента принятия решения о подаче заявления предприятием до предоставления инвестиционных ресурсов). Указанный критерий используется для сопоставления срока получения формы стимулирования и срока от момента принятия решения о подаче заявления до начала реализации проекта. Иными словами, должно быть фактическое опережение срока от момента подачи заявки до начала реализации проекта ($C_{\text{ф.о}}$) над сроком получения той или иной формы стимулирования ($C_{\text{п}}$). Если $C_{\text{ф.о}} > C_{\text{п}}$, то данная форма не рассматривается при реализации инновационного проекта. В этом случае возникает вероятность неполучения в определенное время денежных средств и, как следствие, деятельность по реализации инновационного проекта может быть приостановлена.

Если установленное ограничение по срокам выполняется, то для класса форм стимулирования, предоставляемых на безвозвратной основе, принимается решение о реализации инновационного проекта посредством рассматриваемой формы стимулирования. Для класса форм, предоставляемых на возвратной основе, форма рассматривается на соответствие следующих критериев: период, на который предоставляется форма стимулирования, и стоимость предоставляемых форм стимулирования.

Таблица 2

Критерии выбора форм стимулирования инновационной деятельности предприятий РКП

Критерии	Классы форм	
	На безвозвратной основе	На возвратной основе
Условия отбора проектов	Устанавливаются в зависимости от вида формы стимулирования и независимо от класса форм	
Срок получения объемов стимулирования	$C_{\text{ф.о}} < C_{\text{п}}$	
Период, на который предоставляется форма стимулирования	Не используются	$T_{\text{п.и.р}} \leq T_{\text{п.ф}} + T_{\text{к}}$
Стоимость предоставляемых форм стимулирования	Не используются	$P_{\text{ф}} < \text{МЕС}$

Период, на который предоставляется форма стимулирования ($T_{п.ф}$), рекомендуется сравнивать с периодом, в течение которого обеспечивается покрытие инвестиционных ресурсов, предоставленных на возвратной основе ($T_{п.и.р}$). При планировании денежного потока рассматриваются источники поступления средств для покрытия предоставленных инвестиционных ресурсов. В случае недостаточности средств в целях сохранения финансовой устойчивости предприятия может быть применен вариант компенсации одной формы стимулирования инновационной деятельности другой, или компенсации иными источниками финансовых ресурсов, привлеченных предприятием собственными силами. С учетом вышеизложенного, период, на который предоставляется форма стимулирования, должен включать в себя и период компенсации (T_k). Срок покрытия инвестиционных ресурсов должен быть короче либо равен периоду пользования предоставляемых объемов стимулирования с учетом периода возможной компенсации формы: $T_{п.и.р} \leq T_{п.ф} + T_k$. В случае невыполнения неравенства рассматриваемая форма стимулирования не принимается для реализации инновационного проекта.

Окончательное решение при выборе форм стимулирования, предоставляемых на возвратной основе, при удовлетворении вышеперечисленных критериев принимается на основе критерия стоимости форм стимулирования. Для класса форм, предоставляемых на безвозвратной основе, стоимость ресурсов отсутствует. При рассмотрении стоимости форм стимулирования (P_{ϕ}), предоставляемых на возвратной основе, в случае альтернативных вариантов выбирается минимальная стоимость предоставляемых форм стимулирования. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что обязательным условием предоставления некоторых форм является требование обеспечения под привлекаемые ресурсы (например, такие формы как бюджетный кредит, отсрочка и рассрочка уплаты налога).

Предпочтение отдается форме стимулирования с более выгодными условиями для предприятия и минимальной стоимостью. При этом стоимость должна быть ниже предельной эффективности инвестиций (МЕС).

Таким образом, применение разработанных критериев выбора форм стимулирования инновационной деятельности предприятий ракетно-космической промышленности позволяет выбрать конкретные формы из каждого класса, обеспечивающие эффективную реализацию инновационных проектов, устойчивое инновационное развитие предприятий и их конкурентоспособность.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://fcpr.vpk.ru>.
2. Официальный сайт Министерства финансов РФ [Электронный ресурс]. URL: www.minfin.ru.
3. Телеинформационная сеть ВПК. Информационное агентство [Электронный ресурс]. URL: www.vpk.ru.
4. Саакян А. М. Классификация форм стимулирования инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Наука в современном мире : сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. конф. Таганрог, 2012.
5. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sci-innov.ru>.
6. Саакян А. М., Ерыгин Ю. В. Стимулирование инновационной деятельности предприятий ОПК: принципы распределения объемов инвестирования по уровням бюджета // Проблемы современной экономики : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. С. С. Чернова. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011.

Yu. V. Erygin, A. M. Saakyan

STIMULATION FORMS OF INNOVATIVE ACTIVITY OF SPACE-ROCKET INDUSTRY ENTERPRISES

The authors substantiate the liability of state stimulation of innovative activity of space-rocket industry enterprises, and offer the implements for the choice of forms of state stimulation of innovative activity of the enterprises of this branch.

Keywords: stimulation of innovative activity, enterprises of the space-rocket industry.

© Ерыгин Ю. В., Саакян А. М., 2012

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены математические методы оценки предпринимательского риска, а также предложен альтернативный подход, основанный на наступлении одного из различных сочетаний рисков событий.

Ключевые слова: риск, рисковое событие, вероятность, метод Монте Карло.

Когда речь заходит о предпринимательских (и не только) рисках, первое слово, с которым возникает ассоциация, это «неопределенность». Действительно, риск любой деятельности (предпринимательской, финансовой и прочей) состоит в том, что мы не можем со стопроцентной вероятностью предсказать результаты нашей деятельности. Предприниматель, производящий качественную продукцию на дорогостоящем оборудовании, может не получить желаемую прибыль из-за падения доходов населения, которое было вызвано непредсказуемыми политическими факторами. Инвестиционный фонд может уйти в глубокий минус из-за снижения курса всего портфеля еще вчера надежных акций. Наконец, убытки можно понести от пожара, засухи, наводнения, которые мы так же не в силах предсказать. Таким образом, предпринимательский риск можно определить как неопределенность будущих результатов предпринимательской деятельности.

Классификация рисков посвящено немало учебно-методических материалов и научных статей. Предпринимательские риски подразделяют на внешние и внутренние, финансовые и производственные. Представляет интерес разделение рисков на чистые и спекулятивные (динамические). Чистые риски предполагают получение либо положительных, либо нулевых результатов, а динамические допускают отрицательный результат. Мы будем рассматривать динамические риски.

Наиболее распространенная классификация была принята в западной науке и нашла отражение в базе вопросов соискателям квалификационного аттестата специалиста финансового рынка. В зависимости от источника возникновения, риск можно разделить на кредитный риск, рыночный риск, операционный риск и риск потери ликвидности. Кредитный риск – это отказ контрагентов исполнять свои обязательства. Риск потери ликвидности – это, наоборот, невозможность фирмы рассчитаться по своим обязательствам. Рыночный риск связан с внешними факторами – изменение конъюнктуры рынка сбыта, курса валют, процентных ставок и др. Операционный риск в первую очередь обусловлен человеческим фактором – простои в производстве, внутреннее мошенничество. Стихийные бедствия и другие чрезвычайные ситуации также относятся к операционному риску.

С нашей точки зрения, при осуществлении предпринимательской деятельности наименее контролируемые и, соответственно, требующими особо пристального внимания являются рыночные и опера-

ционные риски. Именно их виды мы выберем для нашей модели.

Существует немало подходов к оценке предпринимательских рисков. В зависимости от того, являются риски дискретными или непрерывными, при оценке рисков используют метод дерева решений, метод Монте Карло, метод реальных опционов [1]. К дискретным рискам традиционно относят риски, связанные со стратегическими решениями, а непрерывной считается рыночная неопределенность.

Метод дерева решений используется при высокой дискретной неопределенности. Смысл данного метода состоит в том, что анализируемый показатель в зависимости от стратегии лица, принимающего решения, принимает определенные значения с определенной вероятностью. Приблизительно такая же суть у методов оценки рисков с помощью аппарата игр с природой. С нашей точки зрения, наиболее существенным недостатком данного метода является невозможность точно оценить вероятность принятия показателем того или иного значения. Аналитики обычно полагаются на мнение экспертов, никак математически не подтвержденное.

Метод Монте Карло используется при наличии непрерывной неопределенности. Факторы, оказывающие влияние на результирующий показатель, моделируются как случайные величины с заданными характеристиками (например, для нормального распределения это математическое ожидание и стандартное отклонение). Из распределения факторов получают распределение результирующего показателя, его ожидаемое значение и другие числовые характеристики случайной величины. Очевидно, что данный метод основан на теории вероятностей и рассматривает все анализируемые показатели как случайные величины.

Оценка инвестиционных проектов методом реальных опционов основана на предположении, что любая инвестиционная возможность для компании может быть рассмотрена как финансовый опцион, как право создать или приобрести активы в течение некоторого времени. Данный метод применяется при высокой степени, дискретной и непрерывной неопределенности.

Помимо перечисленных подходов нельзя не сказать о группе методов прогнозирования биржевых котировок, объединенных под именем «технический анализ». Основной постулат технического анализа – это то, что вся информация о рынке содержится в значениях котировок и что прошлые котировки

определяют будущие. Но при предпринимательской деятельности имеет место фактор развития, который не столь значим на биржевом рынке, поэтому прогнозирование прибыли или чистой приведенной стоимости, исходя из их прошлых значений, вряд ли приведет к полезным результатам.

В предлагаемой математической модели оценки предпринимательских рисков мы воспользуемся вероятностным подходом. Задача ставится стандартная: определить, насколько может измениться под влиянием различных рисков прогнозный, рассчитанный с помощью бизнес-плана показатель эффективности предпринимательской деятельности фирмы. В качестве анализируемого показателя возьмем NPV.

Условный бизнес-проект выглядит следующим образом. Планируется производство и оптовая реализация продукции технического назначения. Рынок такой продукции высококонкурентен. Жизненный цикл проекта примем за три года. Выпуск и реализация продукции с каждым годом возрастают. Все переменные расходы возрастают пропорционально выпуску продукции. Начальная инвестиция предназначена для покупки необходимого для производства

оборудования. Амортизация начисляется линейным способом при сроке эксплуатации оборудования в течение пяти лет. Затем оборудование реализуется по остаточной стоимости.

Потребность в оборотных средствах рассчитывается как сумма средней за десять дней себестоимости, среднемесячной выручки и среднемесячных материальных затрат. Начальная инвестиция в оборотные средства соответствует потребности, затем средства инвестируются в разницу между текущей и прошлогодней потребностью в оборотных средствах. Инвестиции в оборудование и оборотные средства осуществляются фирмой за счет собственных средств. В состав материальных затрат входят затраты на материалы, транспорт (15 % от затрат на материалы), электроэнергию (10 % от затрат на материалы) и прочие (5 % от затрат на материалы). Цена единицы продукции рассчитывается как себестоимость, умноженная на рыночный коэффициент и эластичность спроса по цене. Маркетинговые расходы составляют 25 % от цены продукции. Расчет доходов и расходов по проекту, а также показателей эффективности проекта с учетом всех допущений представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расчет NPV бизнес-проекта

Показатель	0 год	1 год	2 год	3 год
Выпуск продукции		1 000	1 200	1 400
Прирост выпуска продукции			1,20	1,17
Цена единицы продукции		4 517,28	4 517,28	4 517,28
Переменные расходы, всего		3 764 400	4 517 280	52 70160
Зарплата		960 000	1 152 000	1 344 000
Отчисления		254 400	305 280	356 160
Материальные затраты, всего		1 250 000	1 500 000	1 750 000
Материалы		1 000 000	1 200 000	1 400 000
Электроэнергия		100 000	120 000	140 000
Транспорт		150 000	180 000	210 000
Прочие переменные расходы		50 000	60 000	70 000
Постоянные расходы, всего		313 932,00	336 518,40	359 104,80
Амортизация		200 000	200 000	200 000
Маркетинговые расходы		112 932	135 518,40	158 104,80
Прочие постоянные расходы		1 000	1 000	1 000
Всего расходы		4 078 332	4 853 798	562 9264,8
Себестоимость единицы продукции		4 078,33	4 044,83	4 020,90
Доходы от реализации		4 517 280	5 420 736	6 324 192
Чистая прибыль		351 158,40	453 550,08	555 941,76
Поток от операционной деятельности		551 158,40	653 550,08	755 941,76
Инвестиции в основные средства	1 000 000			
Потребность в оборотных средствах		592 341,79	709 708,78	827 075,77
Инвестиции на пополнение оборотных средств		592 341,79	117 366,99	117 366,99
Ликвидация оборудования				400 000,00
Поток от инвестиционной деятельности	-1 000 000	-592 341,79	-117 366,99	282 633,01
Вложения собственных средств	1 000 000			
Поток от финансовой деятельности	1 000 000			
Чистый поток	0	-41 183,39	536 183,09	1 038 574,77
Ставка дисконтирования	0,1			
Дисконтированный денежный поток		-37 439,45	487 439,17	944 158,88
Накопленный дисконтированный поток		-37 439,45	449 999,73	1 394 158,61
NPV	394 158,61			
Эластичность спроса по цене	1,5			
Рыночный коэффициент	2			

Без учета рисков показатель чистой приведенной стоимости достаточно высок, и проект несомненно следует принять. Рассмотрим, на какие показатели могут повлиять предпринимательские риски. Рыночный риск инфляции повлияет на себестоимость продукции, в частности, на материальные затраты. Поскольку расходы на электроэнергию, транспорт и прочие выражены в процентах от затрат на материалы, нам достаточно изменить только расходы на материалы, чтобы изменились все материальные затраты.

Рыночный риск недостаточного спроса на продукцию выражается в изменении эластичности спроса по цене. Если коэффициент эластичности падает, фирма вынуждена снижать цену на продукцию.

Последний риск, который мы включим в нашу модель, является операционным. Это риск возникновения чрезвычайных обстоятельств. Наиболее ощутимо чрезвычайные обстоятельства выражаются в выходе из строя оборудования и утере продукции на реализацию. Вероятность наступления рискованного события при этом мала. Следовательно, при моделировании данного вида риска метод Монте Карло не подходит.

В итоге получилось три вида риска:

- инфляционный риск;
- риск падения спроса на продукцию;
- чрезвычайный риск.

Предположим, что рискованные события могут произойти в каждый год эксплуатации проекта. Очевидно, что может наступить либо только одно рискованное событие, либо два, либо все три, либо ни одного. Обозначим x_1 – изменение расходов на материалы, x_2 – изменение эластичности спроса по цене, x_3 – возникновение чрезвычайных обстоятельств. Вместе эти три события составляют множество X . Множество всех возможных сочетаний событий есть 2^X . Эти сочетания событий выглядят следующим образом:

$$\{\emptyset\}; \{x_1 \cap \overline{x_2} \cap \overline{x_3}\}; \{x_1 \cap x_2 \cap \overline{x_3}\}; \{x_1 \cap \overline{x_2} \cap x_3\}; \\ \{x_1 \cap x_2 \cap x_3\}; \{\overline{x_1} \cap \overline{x_2} \cap \overline{x_3}\}; \{\overline{x_1} \cap x_2 \cap \overline{x_3}\}; \\ \{\overline{x_1} \cap \overline{x_2} \cap x_3\}; \{\overline{x_1} \cap x_2 \cap x_3\}.$$

Очевидно, что при наступлении пустого множества NPV не имеет вероятностного распределения и остается на прогнозируемом уровне. Для того чтобы смоделировать распределение NPV при наступлении рискованных событий (изменение себестоимости и изменение эластичности), воспользуемся надстройкой «Моделирование Монте Карло» в Excel (см.: веб-сайт hcx1.ru).

Смоделируем изменение эластичности спроса по цене и материальных затрат по нормальному закону. Математическое ожидание будет задано в табл. 1: 1 000 000 – по материальным затратам и 1,5 – по эластичности, а стандартное отклонение 25 % от среднего – по материальным затратам и 10 % – по эластичности. Теперь с помощью надстройки мы можем смоделировать три распределения NPV: при изменении

материальных затрат, изменении эластичности и изменении и материальных затрат и эластичности. Программа производит 10 000 итераций. Гистограммы соответствующих распределений NPV представлены на рисунке.

Таким образом, мы получаем значения математического ожидания и стандартного отклонения NPV при наступлении четырех из восьми возможных сочетаний событий. Последнее событие (наступление чрезвычайных обстоятельств) мы не моделируем методом Монте Карло, а задаем величину чрезвычайных расходов и вероятность их наступления. В будущих исследованиях представляется возможным из статистических данных по исследуемой отрасли определить размер ущерба и вероятность наступления чрезвычайного события. Пока возьмем размер ущерба как среднее между 50 % стоимости оборудования и 50 % рыночной стоимости готовой продукции. Вероятность наступления рискованного события возьмем 5 %. Влияние чрезвычайных расходов на NPV определим по формулам:

$$E(NPV_{x_3x_i}) = E(NPV_{x_i})(1 - P(x_3)) + E(NPV_{x_3})P(x_3); \\ \sigma^2(NPV_{x_3x_i}) = (E(NPV_{x_i}) - E(NPV_{x_3x_i}))^2 \cdot (1 - P(x_3)) + \\ + (E(NPV_{x_3}) - E(NPV_{x_3x_i}))^2 \cdot P(x_3),$$

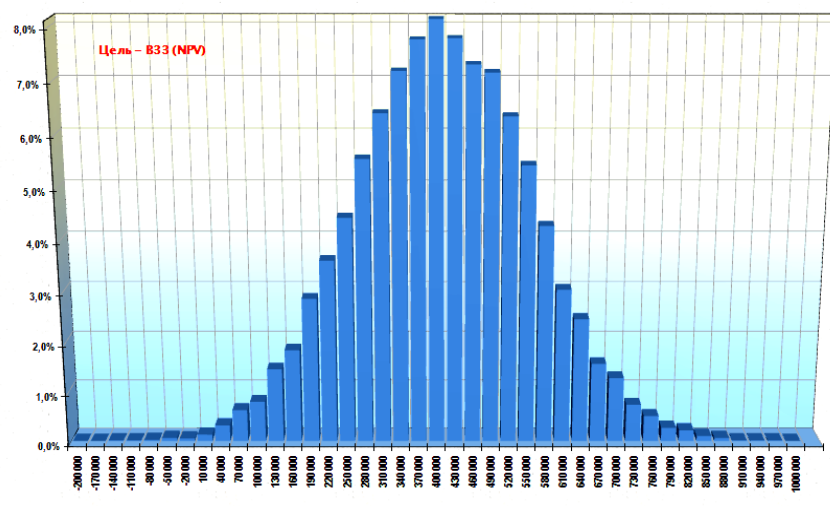
где $E(NPV_{x_3x_i})$ – математическое ожидание NPV при наступлении события x_3 (появления чрезвычайных расходов) в сочетании с каким-либо другим рискованным событием либо пустым множеством; $\sigma(NPV_{x_3x_i})$ – стандартное отклонение NPV при наступлении события x_3 (появления чрезвычайных расходов) в сочетании с каким-либо другим рискованным событием либо пустым множеством; $E(NPV_{x_i})$ – математическое ожидание i -го события; $P(x_3)$ – вероятность наступления события x_3 .

Таким образом, для каждого из всех возможных сочетаний событий мы получаем математическое ожидание и дисперсию NPV. Полученные значения представлены в табл. 2.

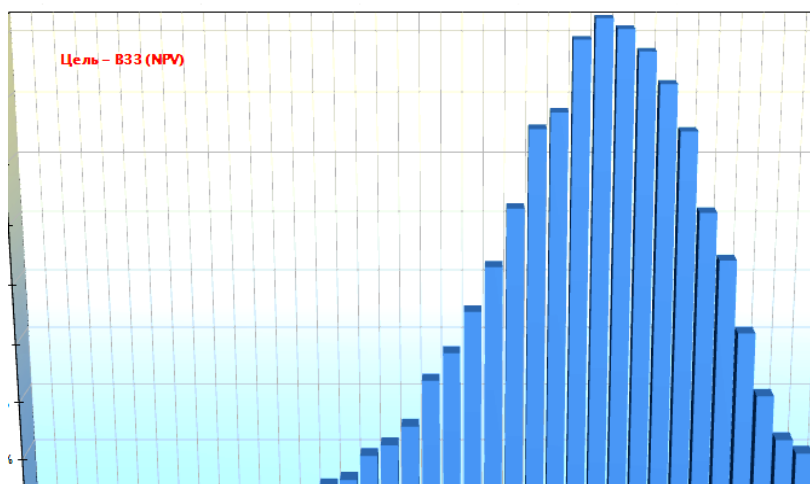
Все сделанное можно повторить для второго и третьего года эксплуатации проекта. Тогда получится 22 варианта ожидаемого NPV. Обработку и анализ полученных данных можно осуществлять различными способами, которые мы будем рассматривать в дальнейших работах. Применение полученной модели на практике может показать, что описанный подход определяет более точную оценку риска, чем обычное моделирование методом Монте Карло.

Библиографическая ссылка

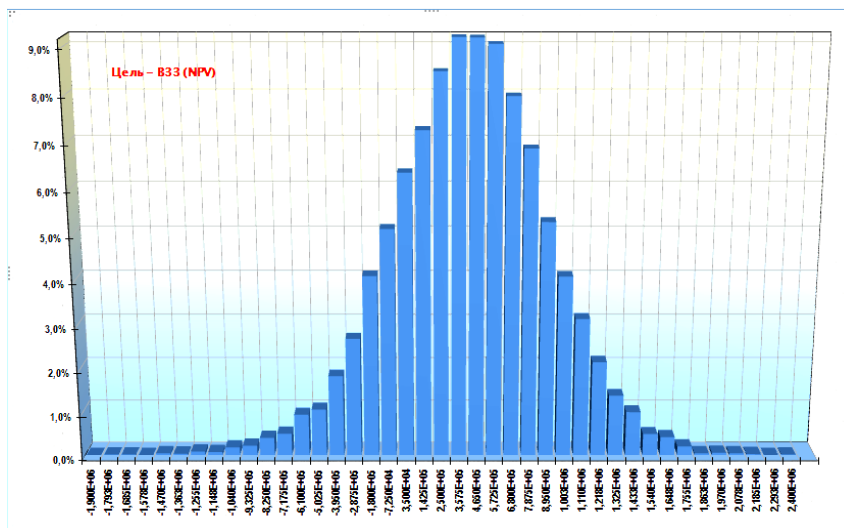
1. Лукашов А. А. Метод Монте Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель // Управление корпоративными финансами». 2007. № 1. С. 215–224.



а



б



в

Рис. 1. Гистограмма распределения NPV при изменении:
а – только материальных затрат; б – только коэффициента эластичности;
в – материальных затрат и коэффициента эластичности

**Определение математического ожидания и стандартного отклонения NPV
при наступлении каждого из возможных сочетаний событий**

Сочетание событий	$E(NPV_{x_3x_1})$	$\sigma (NPV_{x_3x_1})$
$\{\emptyset\}$	394 158,6	0
$\{x_1 \cap \bar{x}_2 \cap \bar{x}_3\}$	395 776	146 788
$\{\bar{x}_1 \cap x_2 \cap \bar{x}_3\}$	374 396	445 335
$\{x_1 \cap \bar{x}_2 \cap x_3\}$	369 133,6	109 081,4
$\{x_1 \cap x_2 \cap \bar{x}_3\}$	367 994	478 711
$\{x_1 \cap \bar{x}_2 \cap x_3\}$	369 215	108 729
$\{\bar{x}_1 \cap x_2 \cap x_3\}$	368 145,5	113 388,6
$\{x_1 \cap x_2 \cap x_3\}$	367 825,4	114 784

A. V. Zinenko

BUSINESS ACTIVITY RISKS ASSESSMENT MODEL

The work describes mathematical methods of assessment of business activity risks and suggests an alternative approach, based on the occurrence of one event with combination of different risks.

Keywords: risk, risk event, probability, Monte Carlo methods.

© Зиненко А. В., 2012

УДК 338.24

Г. И. Латышенко

**ПРЕДПОСЫЛКИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
НА НАУКОЕМКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Рассмотрены основные причины возрастания значения и предпосылки развития стратегического управления предприятиями наукоемких высокотехнологичных отраслей отечественной промышленности. Перечислены конкретные формы систем управления, позволяющие обеспечить эффективную работу предприятия в условиях неопределенности. Описаны основные особенности процесса стратегического управления в наукоемких отраслях.

Ключевые слова: стратегическое управление, наукоемкие предприятия, наукоемкие отрасли.

Предполагаемые прогнозы, тенденции и направления развития инновационной стратегии России все более подтверждают актуальность развития российских наукоемких предприятий в настоящее время. Поддержка инновационного развития основана на технологическом планировании перспективных направлений развития технологий, разработки общих программ исследований, распространения технологий и распределения рисков.

Развитие наукоемких отраслей в 2007–2020 гг. в соответствии с государственной программой будет тесно связано с национальными приоритетами в развитии страны, приоритетами развития науки и техники, продолжением процессов структурной перестройки оборонной промышленности и конъюнктурой мирового рынка.

Тенденции настоящего времени, характерные и для долгосрочного развития наукоемких предпри-

ятий, как в мире так и в России, связаны в первую очередь с существенными структурными перестройками, глобализацией мирового рынка, повышением роли инновационных знаний и управленческих умений.

Это вызвано рядом причин:

- разнообразием и усложнением внешней среды;
- ростом сложности и капиталоемкости технологического оснащения;
- резким ростом конкуренции в наукоемких отраслях мирового рынка;
- разрывом в навыках и ресурсах отдельных предприятий;
- финансовыми трудностями;
- поиском путей вхождения на рынки;
- развитием информационных технологий и др. [1].

Рынки и компании становятся все более и более глобальными по своей природе. В результате – значи-

тельное усиление конкуренции по всему миру, причем конца этой тенденции в обозримом будущем не видно. Поэтому возрастает значение стратегического управления предприятиями наукоемких высокотехнологических отраслей отечественной промышленности.

Все это поставило наукоемкие предприятия перед стратегическими проблемами резкой переориентации деятельности в областях, где еще недавно они получали высокие прибыли. Появилась острая необходимость принимать оперативные решения, исходя не только из возможных ближайших последствий, но и с учетом будущих изменений.

Например, наши отечественные предприятия ОПК, лишившиеся государственных заказов на вооружение и не имеющие возможности самостоятельно реализовывать свою профильную продукцию на внешних рынках, вынуждены были заниматься конверсией.

В условиях нестабильного окружения эффективность предприятия оценивается как его способность к саморегулированию и самоорганизации, а также к достижению целей при изменении внешних условий и факторов. Эффективность предприятия и его стратегия в значительной степени будут определяться его адаптивными возможностями.

В настоящее время системы управления на наукоемких предприятиях, как правило, не справляются с неожиданными, внеплановыми событиями, которые появляются в результате политических, социальных, экономических изменений, а также технического прогресса, действий отечественных и международных конкурентов, трансформации хозяйственных связей и т. д. Такие быстроменяющиеся задачи внешней и внутренней среды и определяют требования к системам управления предприятием как способность адекватно реагировать на потребности рынка в условиях быстрых изменений бизнес-среды.

Внешняя среда стала более сложной, изменения в ней происходят значительно чаще, быстро происходит смена технологий и насыщение спроса.

Актуальность сохранения и перспективного развития наукоемких производств России, а также предпосылки осуществления стратегического управления на наукоемких предприятиях показали ряд значимых воздействий внешней и внутренней среды.

К основным направлениям воздействий внешней среды, подтверждающим необходимость разработки и реализации стратегического управления наукоемкого предприятия, можно отнести:

- ускорение научно-технического прогресса;
- развитие принципиально новых видов техники и технологии;
- изменение в жизненном цикле продуктов/услуг;
- создание новых материалов, особенно в наукоемких отраслях, определяющих современный этап научно-технического развития;
- обострение проблемы конкурентоспособности и технологического соперничества промышленных предприятий;
- повышение доли услуг во всех видах деятельности;

– усиление внимания к долгосрочному прогнозированию тенденций развития отдельных отраслей;

– повышение значения доступа к информационным ресурсам.

К конкретным формам систем управления, позволяющим обеспечить эффективную работу предприятия в условиях неопределенности, относятся самоорганизация, адаптация, гибкость и инновации [2].

Самоорганизация – процесс, в ходе которого создается, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы управления. Эти процессы, протекающие при взаимодействии системы управления с окружающей средой, в той или иной мере автономны, относительно независимы от среды. Процессы самоорганизации основаны на самообразовании (самообучении) и подразумевают получение сотрудниками знаний, умений и навыков, необходимых для принятия решений в производственно-хозяйственной деятельности. Адаптация здесь выступает как приспособление обучающихся руководителей и сотрудников к новым условиям управления, новым целям, задачам, функциям, новой технике и технологиям, а также усвоению новых приемов формирования и принятия решений.

Основой самоорганизации являются гибкость, адаптивность и инновационность.

Гибкость систем управления – это способность реагировать на внешние воздействия без структурных изменений. Например, переориентация производственных возможностей предприятия без коренного изменения материально-технической базы, переход из одного действующего состояния в другое с минимальными потерями и затратами при выполнении производственной продукции/услуги.

Чтобы справиться с быстроменяющимися задачами, предприятия стали использовать принцип своевременных решений или так называемое адаптивное управление.

Адаптивность системы управления – это свойство, отражающее ее способность быстро и гибко реагировать на любые изменения и вырабатывать адекватные управленческие воздействия, позволяющие минимизировать действие возмущающих систему факторов. Это одно из основных свойств системы управления, обеспечивающее устойчивость ее деятельности. Адаптивность характеризует реакцию субъекта управления на изменения бизнес-среды.

Развитие объекта управления в современных наукоемких предприятиях подразумевает, что изменяются масштаб и структура производства, технологии и производственные мощности, ассортимент, качество продукции/услуг, требования к квалификации персонала. Это, в свою очередь, требует адекватного изменения субъекта управления. Меняются структуры, системы управления, информационные технологии и техническая вооруженность управленческого труда, меняется профессиональный уровень менеджеров, повышаются требования к управлению предприятием [1].

При этом необходимо четко понимать, что именно следует изменить в системе управления наукоемким

предприятием для достижения его устойчивости, как перестроить существующую систему управления, чтобы она соответствовала изменившимся требованиям внешней и внутренней среды.

Адаптивность также зависит от того, насколько точно оцениваются возможности системы управления предприятия и насколько адекватными в каждый момент времени будут принимаемые решения, опирающиеся на использование этих возможностей для проведения необходимых преобразований системы управления. Адаптивность зависит и от способностей каждого менеджера мыслить самостоятельно, творчески, без стереотипов, принимать оптимальные решения в нестандартных ситуациях.

Примерами применения эффективных стратегий, основанных на быстрой реакции на технические и технологические изменения, могут служить такие международные высокотехнологичные компании, как Apple, Microsoft, IBM, General Motors, Toyota Motor Corp, Nissan, Bayer и др. Грамотное стратегическое управление позволило этим компаниям стать международными корпорациями, объединяющими национальные компании ряда государств на производственной и научно-технической основе.

Инновационность является основой реакции адаптации, т. е. направленным изменением управленческой и производственно-хозяйственной деятельности предприятия вследствие освоения новых знаний, технологий, продуктов.

Высокий уровень инновационности субъекта управления характеризуется организацией системы поиска новшеств как в бизнес-среде, так и внутри предприятия, включающей оценку их освоения, эффективный мотивационный механизм изменения поведения сотрудников, способность менеджеров добиваться запланированного результата, внутрифирменный трансферт знаний, накопление интеллектуального потенциала.

Инновации – это стратегия, которая позволяет компаниям не только получить определенный доход и сохранять приоритетные позиции на рынке, но и в условиях конкурентной среды находить определенные способы выживания.

Результатом деятельности наукоемкой производственной системы является преимущественно наукоемкая продукция или услуга, созданная в результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и изготовленная (оказанная) на современном оборудовании по новым наукоемким технологиям с применением труда высококвалифицированного персонала.

Поэтому особую роль в структуре производственной системы наукоемких предприятий играют такие ресурсы, как нематериальные активы в форме научных и опытно-конструкторских разработок инновационных продуктов (услуг), высокоинтеллектуальные ресурсы сотрудников и их творческий потенциал.

Сильное научно-исследовательское подразделение в компании способно обеспечить опережающее превращение результатов научных исследований или

изобретений в инновации и таким образом создать основы долгосрочной конкурентоспособности.

В отечественных наукоемких высокотехнологичных отраслях, благодаря произошедшим за последние годы изменениям, сложилась благоприятная ситуация, которая способствует внедрению стратегического управления.

К основным предпосылкам использования стратегического менеджмента наукоемкими российскими промышленными предприятиями можно отнести следующие:

- в настоящее время появился новый организационный аспект на предприятиях России – возвращение к власти на предприятиях менеджеров, прошедших школу частного бизнеса. Новая команда приносит с собой опыт рыночного менеджмента, свои капиталы, накопленные в частном бизнесе, а также наработанные связи, контакты с банками. Возрастной состав команд (30–40 лет) позволяет говорить о постепенном приходе другой генерации менеджеров, не имевших опыта руководства предприятиями в экономике советского типа. Новые молодые управленческие кадры связывают с руководимыми ими предприятиями свои долгосрочные интересы. Они принимают управление предприятиями как ориентацию на достижение финансовых результатов, и именно такие предприятия составляют костяк группы фирм, применяющих сегодня стратегию активного выживания в авиационной и радиоэлектронной промышленности;

- вхождение промышленных предприятий в вертикальные структуры (корпоративные группы), преобразованные из отраслевых структур управления или создаваемые заново. Они обычно помогают в снабжении и сбыте, установлении хозяйственных связей. Такие объединения создают собственные финансовые институты, инновационные подразделения, оказывающие лоббистское давление;

- создание горизонтальных объединений предприятий – акционерных обществ, товариществ под совместные инвестиционные и производственные проекты. Встречаются и объединения типа картелей – соглашения между предприятиями об условиях производственно-хозяйственной деятельности;

- внедрение методов управления разработкой и производством новых продуктов путем использования временных венчурных групп, внутрифирменного кредитования, способных дать значительный эффект в ближайшей перспективе [1].

Разработка основных целей и стратегий наукоемкого предприятия тесно связана с общегосударственной программой развития наукоемких отраслей, предусматривающей приоритетные направления и их поддержку на государственном уровне.

Реализация стратегических программ (проектов) национальной значимости, совершенствование системы государственных научных центров, направленное на повышение эффективности и конкурентоспособности российских разработок, включая поддержку обновления материальной базы опытных и исследовательских работ, поддержка на государственном уровне

не инновационного бизнеса и расширение спроса на инновации в экономике призваны стимулировать развитие наукоемких отраслей.

Процесс стратегического управления в наукоемких отраслях укрупненно можно представить в виде схемы, представленной на рисунке.

Основы *государственной программы развития наукоемких отраслей* были заложены в Концепции социально-экономического развития РФ до 2020 г. (далее – Концепция). В ней, в частности, отмечено, что в настоящее время сформировались высокотехнологичные сектора экономики (авиационная и ракетно-космическая промышленность, судостроение, радио-электронная промышленность, атомный энергопромышленный комплекс, энергетическое машиностроение, информационно-коммуникационные технологии), в которых Россия обладает серьезными конкурентными преимуществами или претендует на их создание в среднесрочной перспективе. На развитие этих секторов направлен ряд стратегий, долгосрочных федеральных государственных программ и комплексных мер, подкрепленных необходимыми финансовыми и организационными ресурсами [3].

Как констатируется в Концепции, «новая технологическая волна, на основе нано- и биотехнологий, и динамичный рост мирового рынка высокотехнологичных товаров и услуг открывают перед Россией и новые возможности для технологического прорыва, и создают новые вызовы... Российский экспорт этой продукции должен расти на 15–20 % в год и выйти на рубеже 2020 г. на уровень не ниже 80–100 млрд долл. США (около 1 % мирового рынка по сравнению с 0,2 % в настоящее время)» [3].

Наибольшими потенциальными конкурентными преимуществами в высоко- и среднетехнологичных секторах Россия обладает в сфере оборонного производства (авиационной, судостроительной, ракетно-космической промышленности и т. д.). Однако отставание гражданских высоко- и среднетехнологичных отраслей (электроники, гражданского авиастроения, автомобилестроения и др.) не только лишает россий-

скую промышленность перспективы прорыва на мировых рынках и эффективного импортозамещения, но и создает в долгосрочной перспективе угрозу утраты имеющихся заделов в оборонном производстве.

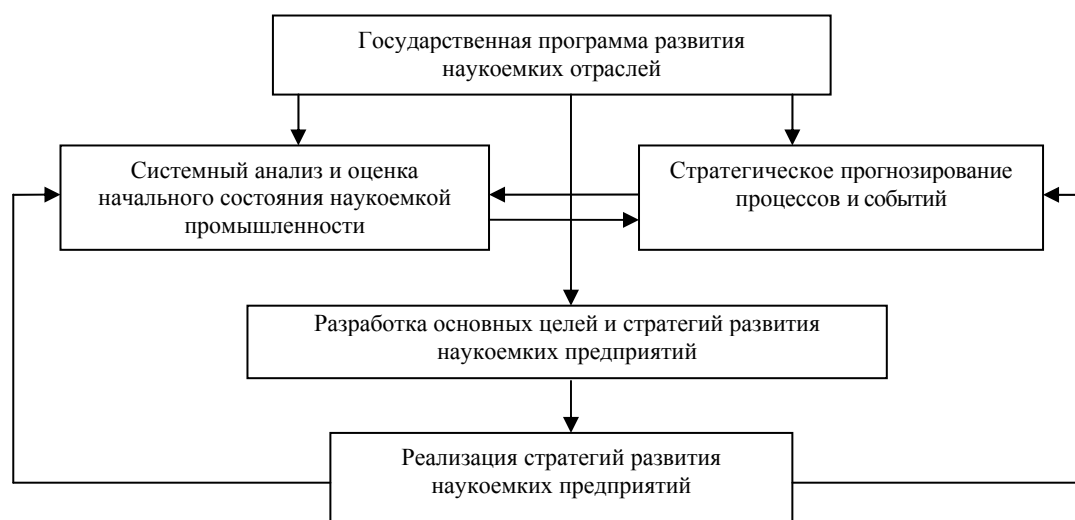
Особенность сложившейся ситуации в наукоемких предприятиях России настоящего времени состоит в том, что при наличии в стране значительных фундаментальных и технологических заделов, высококвалифицированных кадров, уникальной научно-производственной базы промышленных предприятий существует очень низкая ориентация на реализацию научных достижений и потенциала внутри страны и за рубежом.

Причины такого положения заключаются в следующем:

- нехватка собственных средств у предприятий;
- ограниченность в бюджетных источниках финансирования и заемных средств;
- однако главной причиной является спад инновационной активности.

Для создания эффективной национальной инновационной системы необходимо:

- повысить спрос на инновации со стороны большей части отраслей экономики, поскольку в настоящее время инновационная активность сконцентрирована в узком числе секторов, а технологическое обновление производства опирается преимущественно на импорт технологий, а не на российские разработки;
- повысить эффективность сектора генерации знаний (фундаментальной и прикладной науки), так как происходит постепенная утрата созданных в предыдущие годы заделов, старение кадров, имеет место снижение уровня исследований, слабая интеграция в мировую науку и мировой рынок инноваций и отсутствует ориентация на потребности экономики;
- преодолеть фрагментарность созданной инновационной инфраструктуры, поскольку многие ее элементы созданы, но не поддерживают инновационный процесс на протяжении всего процесса генерации, коммерциализации и внедрения инноваций [3].



Укрупненный процесс стратегического управления в наукоемких отраслях

Следующим этапом процесса стратегического управления в наукоемких отраслях является *системный анализ и оценка начального состояния наукоемкой промышленности*, которые позволяют определить величину разрыва между конечным (желаемым) и начальным состоянием. Результаты анализа формируют также переход к возможным вариантам конечного состояния и выбору из них наиболее эффективных.

Затем осуществляется *стратегическое прогнозирование*, которое основывается на моделировании вероятного или желаемого будущего отрасли и отдельных предприятий, а также обобщенного сценария развития и желаемых будущих состояний корпоративных отраслевых структур.

Оценка будущего состояния и реализация этого состояния в стратегических планах наукоемкого предприятия проводится с учетом того, как лучше использовать ресурсы, потенциал, информацию, возможности, чтобы оптимизировать перспективу развития. Долгосрочная ориентация стратегических проблем означает, что должно рассматриваться большое количество факторов, включая большую степень неопределенности и риска. Кроме того, они требуют оценки ситуаций, с которыми предприятие не сталкивалось прежде и которые требуют творческого размышления и новых действий. Высокие требования предъявляются также к информационному обеспечению лиц, принимающих решения. Должны быть известны не только имеющиеся альтернативы, но и последствия с учетом прогнозируемых изменений во внешней среде.

Последовательный повтор этих действий, т. е. переход от долгосрочных к среднесрочным и краткосрочным стратегиям развития, снижает предпринимательский риск и усиливает достижимость поставленных целей.

Разработка целей и стратегий развития наукоемких предприятий является заключительным этапом стратегического планирования. Разработанная стратегия развития (долгосрочная, среднесрочная) изучается и используется подразделениями наукоемкого предприятия как база (основа) для формирования тактических и оперативных планов развития конкретного подразделения.

Далее следует этап *реализации стратегии предприятия*, который корректируется по мере того, как изменяются экономико-технологические условия внешней и внутренней среды.

Обратная связь в процессе стратегического управления стимулирует поиск новых возможностей развития на следующем этапе. Выявление новых благоприятных возможностей и угроз позволяют в итоге выбрать эффективные направления, способствующие достижению поставленных целей.

Итак, итеративный процесс стратегического управления на предприятиях наукоемких отраслей максимально сближает вероятностный итог деятельности, основанной на избранных текущих действиях, стратегиях, взаимосвязях с внешней средой, и жела-

тельную перспективу развития. Определение перспективы развития предприятий, в свою очередь, сопровождается поиском новых действий и политик промышленных предприятий наукоемких отраслей. При этом определяющими в системном управлении и планировании является взаимодействие с непрерывно изменяющейся внешней средой [1].

Классический (общепринятый) подход к стратегическому управлению, который является основой практически всех концепций консалтинговых (консультационных) фирм по вопросам стратегии, включает следующие шаги.

1. Определение образа предприятия в будущем (vision) и формирование его главной цели, определяемой назначением деятельности предприятия (mission). Миссия в планировании – основная общая цель или задача организации, где выражена причина ее существования. Выработанные цели являются критериями для последующего процесса принятия решений и представляют собой результат позиционирования предприятия (корпорации) среди других участников рынка. При формулировании миссии основываются на трех принципах: стратегическая направленность, философия корпорации; ключевая (уникальная) компетенция предприятия и ее реализация на рынке; потребности рынка.

2. С учетом целей предприятия формирование стратегической проблемы и потребности в стратегических действиях на основе стратегического анализа окружающей среды, а также оценки средств и компетенцией предприятия.

3. Для решения стратегической проблемы исследование и анализ реальности выполнения системы стратегических альтернатив. Стратегическая проблема – это условие или давление на деятельность предприятия, вызываемые внутренними или внешними событиями и имеющие стратегические последствия.

4. Проведение выбора стратегии, в наибольшей степени отвечающей целевым критериям оценки.

5. Формирование стратегического плана, включающего разработку стратегических программ, краткосрочных планов, бюджетов и контрольных мероприятий.

6. Разработка организационных мероприятий по реализации стратегий (по принципу «стратегия – структура»). Проведение стратегических изменений (реструктуризации) на предприятии и организация контроля выполнения. Реструктуризация (реформирование) – совокупность мероприятий по комплексному изменению методов функционирования предприятия в соответствии с изменяющимися условиями рынка и выработанной стратегией развития. Способ, которым выполняется стратегия, должен соответствовать положению организации, учитывать сущность стратегии и количество изменений, затронутых стратегией.

7. Стратегический мониторинг и контроль, которые направлены на выяснение того, в какой мере реализация стратегий приводит к достижению стратегических целей организации. Это принципиально отличает стратегический контроль от оперативного

контроля, так как в функции последнего не входит контроль выполнения стратегического плана, осуществления стратегии. Стратегический контроль сфокусирован на том, возможно ли в дальнейшем реализовывать принятые стратегии, и приведет ли их реализация к достижению поставленных целей. Корректировка по результатам стратегического контроля может касаться как стратегий, так и целей организации.

Уровень реализации стратегии и контроль над ней в большой степени зависят от используемых в управленческой культуре предприятия этических норм, ценностей, согласованности и др.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение стратегического менеджмента в систему управления наукоемких предприятий связано, в первую очередь, с ускорением изменений во внешней среде, появлением новых запросов потребителей, возрастанием конкурентной борьбы за ресурсы, интернационализацией бизнеса, вторжением новых конкурентов в сложившиеся международные рынки, крупнейшими технологическими прорывами. Все это поставило наукоемкие предприятия перед стратегическими проблемами, которые невозможно решать без применения инструментов, процедур и методов стратегического управления.

Динамичность изменений внешней среды является основой менеджмента в области системы стратегического управления. В стратегическом управлении в этих условиях упор делается на гибкость, искусство импровизации, умение быстро реагировать на новую ситуацию и находить нетрадиционные решения на действия конкурентов.

Управление наукоемкими производственными системами (предприятиями) может только в том случае отвечать современным требованиям, если в системе управления заложены механизмы готовности к изменениям и будущему развитию. Эти механизмы могут проявляться в различных свойствах

менеджмента: его принципах, методах, моделях, методологии и т. д.

Готовность к будущему проявляется, в первую очередь, в понимании топ-менеджерами и персоналом управления тех тенденций, которые определяются объективными факторами развития наукоемких предприятий и отражают закономерные тенденции развития, вызванные состоянием и перспективным развитием отрасли, экономической политикой государства, социальными изменениями, научно-техническим прогрессом.

В настоящее время для будущего российских наукоемких промышленных предприятий исключительно важной проблемой является разработка концептуального подхода к системе стратегического управления в условиях адаптации к динамичным изменениям внешней среды, которая позволит обеспечить последовательное устойчивое развитие предприятий и их выживание. С высокими технологиями связано не только и не столько лидерство, сколько принципиально полноценное, независимое существование страны уже в ближайшем будущем. Россия может быть высокотехнологичной либо не быть вовсе. И главное сейчас не лишиться возможности достижения лидерства в высоких технологиях.

Библиографические ссылки

1. Агеева Н. Г. Стратегическое управление наукоемким предприятием (Адаптация к динамичным изменениям внешней среды). М. : Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.
2. Сенге П. М. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации. М. : Олимп-Бизнес, 1999.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года : [утв. расп. Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р].

G. I. Latyshenko

PREREQUISITS FOR REALIZATION AND DEVELOPMENT OF STRATEGIC MANAGEMENT AT HIGH TECHNOLOGY ENTERPRISES

The author considers the main causes of increase of significance and preconditions of development of strategic management at the enterprises of hi-tech branches of the native industry, specifies the forms of business management systems, which provide for effective operation of a business in conditions of uncertainty. The basic features of process of strategic management in the high technology branches are described as well.

Keywords: strategic management, high technology enterprises, high technology branches.

© Латышенко Г. И., 2012

ИНВЕСТИЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ РЕГИОНА

Повышение обоснованности и результативности территориальной политики требует оценки различий условий инновационной деятельности для разработки дифференцированных мер поддержки применительно к различным типам. Инновационный потенциал региона должен определяться не особенностями социально-экономических условий, а сложившейся структурой территориального хозяйственного комплекса, которая может быть объективно обусловлена и наиболее эффективна для данного региона.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие территорий, региональная политика.

Необходимость выработки новых подходов к инвестиционной деятельности при управлении территориями вызвана особенностью становления экономики страны с момента перестройки. В условиях более чем 50%-го падения объемов производства на протяжении 1990-х годов основной задачей исполнительной власти субъектов Федерации было обеспечение загрузки имеющихся производственных мощностей, восстановление ряда остановившихся производств, воссоздание рабочих мест и ликвидация высокой безработицы.

Различие условий экономического развития и жизнедеятельности в регионах является одной из важнейших характеристик российской экономики, что способствует поиску общих тенденций развития территорий и индивидуальных вариантов сценарных прогнозов выхода из кризиса и дальнейшего роста. Особенности природно-ресурсного потенциала, геополитического положения, структуры хозяйственных комплексов различных видов деятельности предопределили многократный разрыв уровней по важнейшим показателям социально-экономического развития субъектов, глубину кризисных явлений, различную реакцию на экономические трансформации и темпы выхода на экономический рост.

Объем инвестиций в основной капитал в условиях рыночной экономики обусловлен соотношением спроса и предложения, которое зависит от наличия финансовых ресурсов и альтернативных возможностей их использования. В свою очередь, спрос связан с потребностью в обновлении основных фондов, зависящей не только от их физического и морального износа, но и от уровня конкурентности и степени монополизации рынка товаров и услуг. На региональном уровне спрос и предложение инвестиций в основной капитал, определяющих региональный инвестиционный климат, формируются под воздействием пяти групп факторов:

- геополитического положения, климатических условий и природно-ресурсного потенциала территории;
- производственного потенциала региона и его отраслевой структуры;
- уровня развития экономической инфраструктуры региона;
- особенностей режима инвестирования, установленного органами власти субъектов Российской Федерации;

– внеэкономических факторов (неурегулированность межнациональных, федеративных отношений, неблагоприятная экологическая ситуация и пр.).

Первые три группы факторов характеризуют инвестиционный потенциал региона, а четвертая и пятая – только условия деятельности инвестора, т. е. степень инвестиционного риска, что подвержено значительным изменениям, особенно в условиях реформирования экономической и политической системы. В связи с этим, при классификации регионов по условиям инвестирования, для оценки перспективы инвестиционной деятельности следует анализировать факторы, определяющие инвестиционный потенциал [1].

В пользу такого подхода свидетельствует и зарубежный опыт, показывающий, что такие экономические условия, как наличие транспортной сети, близость расположения к поставщикам и рынкам, стоимость рабочей силы, строительно-монтажных работ и др., играют значительно более важную роль в привлечении инвестиций, чем собственно косвенные стимулы (налоговые льготы и т. п.). Однако объективные причины – суровый климат, истощенность месторождений, низкая биопродуктивность почв, высокое транспортное плечо и т. п. – не позволяют многим регионам рассчитывать на приток инвестиций, поэтому возникает проблема компенсации «отрицательной климатической ренты», которая должна решаться на федеральном уровне, исходя из принятой стратегии развития и размещения производительных сил [2].

Инвестиционная привлекательность Красноярского края определяется целым комплексом составляющих, которые формируются под воздействием позитивных и негативных факторов социально-экономического развития: степени устойчивости и финансовой независимости, уровня жизни населения и уровня деловой активности. Красноярский край является крупнейшей ресурсно-сырьевой базой России, в первую очередь, минерально-сырьевой, представленной запасами и прогнозными ресурсами основных видов полезных ископаемых.

Процессы в инвестиционной сфере определяются общей экономической ситуацией, прежде всего, динамикой производства и инфляции, состоянием финансово-кредитной системы и уровнем платежеспособного спроса. Так, 2008 г. характеризовался возросшей инвестиционной активностью на территории края. Общий объем привлеченных инвестиций в эко-

номику Красноярского края за этот период составил 184,6 млрд руб., что на 27,9 % в сопоставимых ценах больше уровня 2007 г. На душу населения объем инвестиций в основной капитал составил 63,9 тыс. руб. По объему инвестиций в основной капитал Красноярский край занял 1 место в Сибирском федеральном округе. Среди регионов России край вошел в первую десятку регионов, заняв 10-е место по объему инвестиций и 9-е – по темпам роста [3].

Наибольшая доля инвестиций в основной капитал в 2008 г. направлялась в обрабатывающие производства, добычу полезных ископаемых, производство и распределение электроэнергии, газа и воды (табл. 1). В структуре инвестиций в основной капитал в разрезе источников финансирования в 2008 г. сохранилась тенденция снижения темпов роста собственных средств организаций, используемых на инвестиционные цели. Их доля в общем объеме инвестиций в основной капитал по крупным и средним организациям составила 32,4 % (в 2007 г. – 42,5 %). Иностранных инвестиций в 2008 г. поступило на сумму 3,7 млрд долл., что представлено в табл. 2.

Анализ структуры поступлений инвестиций по видам экономической деятельности показал, что 94,84 % иностранных инвестиций было направлено в обрабатывающие производства, 3,44 % – на добычу полезных ископаемых, 1,02 % – на строительство, 0,45 % – в сельское хозяйство, охоту и лесное хозяйство, 0,18 % – в прочие виды экономической деятельности. Распределение иностранных инвестиций в 2008 г. по странам-инвесторам в экономику Красноярского края представлено на рис. 1.

Основным показателем – индикатором уровня производства в динамике является индекс промышленного производства. В период с ноября 2008 г. по август 2009 г. значения индекса промышленного производства менее 100 % свидетельствовали о наличии кризисных явлений в экономике Красноярского края. В целом, по итогам 2009 г., спад объемов промышленного производства составил 5,5 % по сравнению с 2008 г., при этом по итогам I полугодия 2009 г. по отношению к аналогичному периоду 2008 г. величина снижения индекса промышленного производства достигала 10,9 % (рис. 2). К концу 2009 г. отмечается некоторое улучшение ситуации [4].

Необходимо отметить, что ситуация по укрупненным видам промышленных производств развивалась неравнозначно. Так, сокращение объемов производства в целом наблюдалось по всем видам экономической деятельности в I половине 2009 г. Улучшение ситуации в добывающих производствах наблюдалось, начиная с августа 2009 г., в то время как в обрабатывающих производствах и в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды позитивным можно назвать последний квартал 2009 г. (рис. 3).

Как следствие, по итогам 2009 г. наблюдается увеличение объема производства по сравнению с 2008 г. по добывающим производствам на 5,4 %, по обрабатывающим производствам – снижение на 7,4 %, по производству и распределению электроэнергии, газа и воды – на 8,4 %. Ключевую роль в сфере производства края по-прежнему играют обрабатывающие производства: в 2009 г. удельный вес обрабатывающих производств в индексе промышленного производства составил 66,9 %.

Таблица 1

Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности по Красноярскому краю

Показатели	Годы			
	2005	2006	2007	2008
Инвестиции в основной капитал, всего (млн руб.), в том числе по видам экономической деятельности (в % к итогу)	58 014,8	77 587,7	98 817,3	154 109,9
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2,9	2,52	2,17	1,73
Рыболовство, рыбоводство	0	0	0	0
Добыча полезных ископаемых	8,5	9,52	8,45	9,89
Обрабатывающие производства	36	26,86	25,22	22,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	5,3	10,14	6,53	11,53
Строительство	7,51	4,033	9,18	5,44
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	2,03	1,76	0,73	0,15
Гостиницы и рестораны	0,02	0,01	0,004	0,003
Транспорт и связь	23,46	23,08	7,76	9,32
Прочие виды экономической деятельности	14,39	22,06	39,96	39,74

Таблица 2

Динамика иностранных инвестиций в 2000–2008 гг. по Красноярскому краю

Показатели	Годы								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Объем иностранных инвестиций, млн долл.	64,3	30,1	364,1	208,9	1621,6	660,7	146,2	12343,3	3707,4
В том числе объем прямых инвестиций, млн долл.	14,6	0,8	1,9	1,5	25,7	4,1	2,3	237,4	108,3

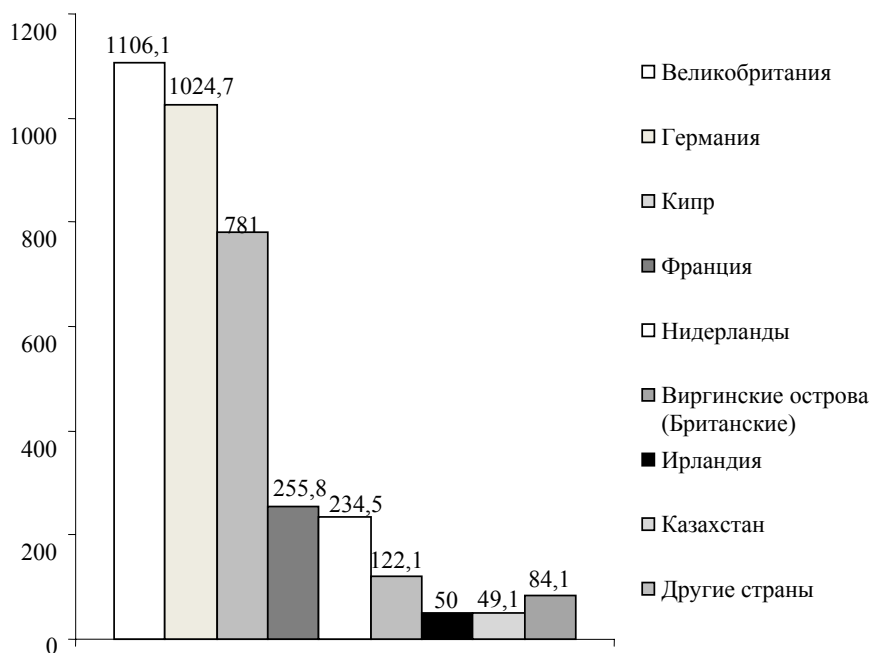


Рис. 1. Распределение иностранных инвестиций по странам-инвесторам в экономике Красноярского края (млн долл.)

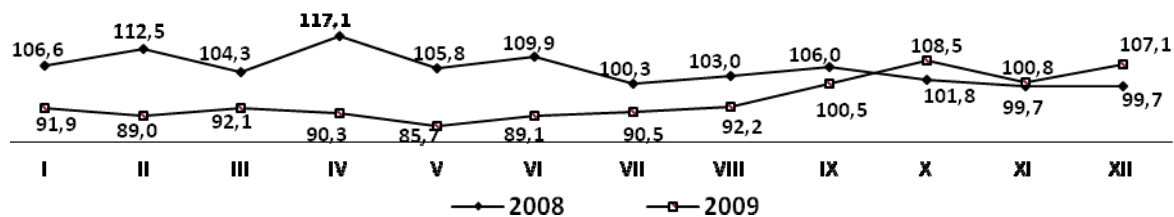


Рис. 2. Индекс промышленного производства Красноярского края (в % к соответствующему периоду предыдущего года)

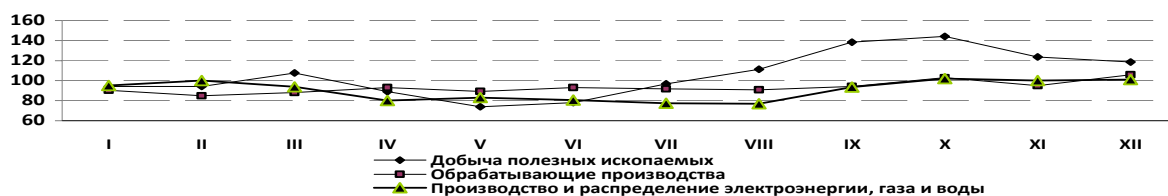


Рис. 3. Индекс промышленного производства по укрупненным видам производств в 2009 г. в Красноярском крае (в % к соответствующему периоду предыдущего года)

Снижение объемов по итогам 2009 г. в сравнении с 2008 г. наблюдается в металлургическом производстве и производстве готовых металлических изделий – на 2,0 % (в структуре обрабатывающих производств края в 2009 г. – 60,5 %), производстве машин и оборудования – на 21,2 % (12,8 %) и производстве пище-

вых продуктов, включая напитки, и табака – на 10,3 % (6,2 %) [5].

Удельный вес в ВРП добычи полезных ископаемых и обрабатывающих производств по оценке 2010 г. составил 49,5 % или по видам деятельности, соответственно, 20 и 29,5 %. Ориентация на добывающие

отрасли ставит краевую экономику в зависимость от нестабильности цен на рынках сырья. Например, увеличение добычи нефти в регионе, совпавшее с ростом мировых цен на нефть, способствовало повышению доли добывающих производств в ВРП региона с 3,68 % в 2006 г. до 20 % в 2010 г.

В 2010 г. индекс роста ВРП края составил 105,1 % к 2009 г., благодаря высоким темпам развития нефтедобывающей отрасли. В 2010 г. продолжилась тенденция восстановления экономики региона, наметившаяся в конце 2009 г. Важную роль в ликвидации последствий кризиса сыграли крупные инвестиционные проекты. Они давно стали частью стратегии развития края, во многом за счет сохранения опережающего темпа роста в добыче полезных ископаемых (2008 г. – 108,9 %, 2009 г. – 113,7 %, 2010 г. – 147,7 %).

С учетом развития нефтедобывающей отрасли, стабильной ситуации обрабатывающих производств (2008 г. – 102,9 %, 2009 г. – 96,3 %, 2010 г. – 100,1 %) и положительной динамики в энергетике (2008 г. – 104,6 %, 2009 г. – 100,4 %, 2010 г. – 102,4 %) рост промышленного производства в 2010 г. составил 105,1 % к предыдущему году (2008 г. – 103,5 %, 2009 г. – 98,2 %). Однако темп развития производства в крае в 2010 г. остался несколько ниже среднероссийского (Россия – 108,2 %). Это обусловлено спадом в металлургическом производстве (96,6 %), сложившимся по причине снижения производства меди в ОАО «ЗФ ГМК «Норильский никель» в связи с добычей вкрапленных руд с более низким содержанием металлов. Без учета металлургии рост промышленного производства в крае в 2010 г. составил 111,1 %, что несколько выше среднего показателя по России.

Конечно, одним из основных факторов роста промышленного производства в 2010 г. является рост добычи полезных ископаемых, обусловленный развитием нефтедобычи на Ванкорском месторождении. В 2010 г. добыто 12,7 млн т нефти, что в 3,4 раза больше, чем годом ранее. Удельный вес добычи полезных ископаемых в промышленном производстве края возрос с 8,2 % в 2008 г. и 14,8 % в 2009 г. до 31,3 % в 2010 г. В крае также реализуется ряд проектов в области энергетики, добычи полезных ископаемых, металлургии, лесного комплекса, которые сейчас позволяют сохранять высокий уровень инвестиций в крае, а в последующие годы будут являться базой для развития производства. Это, прежде всего, проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья»; проекты по развитию золотодобычи; проекты лесного комплекса (Енисейский фанерный комбинат, ООО «Мекран») [6].

Инвестиционная активность в крае связана, в первую очередь, с реализацией крупных проектов, а также с вложениями в их инфраструктурное обеспечение. Крупнейшим является инвестиционный проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». Он реализуется в рамках государственно-частного партнерства и включает в себя несколько составляющих:

- реконструкцию и строительство участков автодороги Канск–Абан–Богучаны–Кодинск, строительство мостового перехода через р. Ангара на автомобильной дороге Богучаны–Юрубчен–Байкит;

- строительство железнодорожной линии Карабула–Ярки в Богучанском районе;

- строительство схемы выдачи мощности Богучанской ГЭС;

- строительство алюминиевого завода (ввод первой очереди завода планируется в 2012 г.);

- строительство лесопромышленного комплекса (срок реализации проекта 2007–2013 гг.);

- достройка Богучанской ГЭС (выход станции на полную мощность планируется в 2012 г.);

- подготовка водохранилища Богучанской ГЭС (срок реализации проекта 2006–2012 гг.).

Другим примером государственно-частного партнерства является реализация инвестиционного проекта «Освоение Ванкорского нефтегазового месторождения» (срок реализации проекта 2003–2012 гг.).

С 2004 г. для поддержки инвестиционной деятельности в крае формируется бюджет развития. Государственная поддержка из средств бюджета развития осуществляется в форме субсидирования части процентных ставок по инвестиционным кредитам и субсидирования части затрат по уплате лизинговых платежей, а также в форме бюджетных инвестиций в проекты, имеющие особо важное значение для экономики края. В период с 2004 по 2008 гг. государственная поддержка в форме субсидирования части процентной ставки по кредитам или договорам лизинга была предоставлена 20 крупным инвестиционным проектам предприятий Красноярского края, а также 77 организациям – субъектам малого бизнеса. Общий объем инвестиций по поддержанным проектам составляет 5 566 млн руб., из краевого бюджета выделено 154,7 млн руб.

Благодаря реализации крупных проектов, в 2010 г. в крае сохранилась положительная динамика объема инвестиций (102 %, т. е. освоено 245,6 млрд руб.; соответственно, в 2009 г. – 118,5 %, т. е. 247,8 млрд руб.; 2008 г. – 141,4 %, т. е. 204,2 млрд руб.), что явилось одним из факторов поддержания спроса на продукцию, услуги в производственной сфере. К сожалению, резко сократилась по сравнению с 2008 г. доля иностранных инвестиций в объеме освоенных капитальных вложений. Работы по привлечению иностранных инвестиций в экономику региона активизировались.

Несмотря на кризисную ситуацию в экономике, за последние два года инвестиции в крае значительно увеличились (120,9 %), в то время как в целом по России они не достигли уровня 2008 г. (89,4 %). По объему инвестиций на душу населения край существенно опережает среднероссийский показатель и находится на 10 месте среди регионов России и на 1 месте в СФО. В расчете на 1 жителя края объем инвестиций в основной капитал (за исключением бюджетных средств) в 2010 г. возрос на 2 % и составил 38,6 тыс. руб. (2009 г. – 37,8 тыс. руб.). Реализация крупных проектов дала толчок развитию инвестиций в добывающие отрасли, где сосредоточено 34 % инвестиций по краю, по 21 и 17 %, соответственно, в энергетике и обрабатывающих производствах (из них 8 % – металлургия),

в транспорте и связи 8 % и в геологоразведке около 10 %. На другие отрасли приходится 10 % объема инвестиций. Иностранные инвестиции направлены в основном в обрабатывающие производства.

Немаловажную роль в стабилизации экономической ситуации в крае сыграли антикризисные меры, которые реализовывались на протяжении двух лет. В 2009–2010 гг. предоставлялись целевые субсидии предприятиям машиностроения, агропромышленного комплекса, лесной отрасли. Для поддержки строительной отрасли был сохранен госзаказ на жилье и строительство. Реализовывался ряд мер по стабилизации ситуации на рынке труда. Все это, безусловно, оказало положительное влияние на экономику края в этот сложный период, наряду с реализацией крупных инвестиционных проектов.

В 2010 г. зарегистрирован рост в большинстве видов обрабатывающих производств, значимых для экономики края. В то же время, по большинству из них объемы производства еще не достигли уровня докризисного 2008 г. В целом, доля обрабатывающих производств в структуре промышленного производства региона сократилась даже по сравнению с 2009 г. и составила 59 %, но при этом доля производств по добыче полезных ископаемых выросла более чем в 2 раза. Всего за счет краевых и федеральных средств на поддержку экономики края в 2009–2010 гг. направлено около 15 млрд руб. Кроме того, в рамках государственной гарантийной поддержки организациям были предоставлены гарантии края в сумме 4,4 млрд руб. (в 2009 г. – 2,5 млрд руб., в 2010 г. – 1,9 млрд руб.).

Положительные результаты деятельности в машиностроении достигнуты благодаря реализации регионального закона «О государственной поддержке организаций машиностроительного комплекса края». В 2010 г. отмечен значительный рост объемов производства машин и оборудования (117,2 %), производства электрооборудования (112,1 %). На ведущих предприятиях машиностроения в 2010 г. отмечался рост производства после значительного спада в 2009 г.

Таким образом, рост инновационной активности, создание благоприятных условий для динамичного развития региона, модернизация и диверсификация экономики, повышение конкурентоспособности производства являются одними из основных стратегических целей края [7]. В связи с проведенным анализом и выявленными проблемами необходимо решение следующих задач:

- обеспечение поступательного социально-экономического развития региона на основе экономического роста;
- повышение эффективности использования всех элементов государственного регулирования и воздействия на процесс развития экономики и социальной сферы края;
- активизация инвестиционной и инновационной деятельности и содействие обновлению производственного капитала;

– создание благоприятных условий для развития экономики, в том числе промышленных видов деятельности, малого предпринимательства, агропромышленного комплекса, так как существует большая зависимость от ориентации на добывающие отрасли, что в перспективе нецелесообразно из-за их быстрого истощения.

Поэтому важнейшими целями инвестиционной деятельности Красноярского края, да и любого региона, должно быть повышение инвестиционного потенциала за счет роста инновационной его составляющей и модернизация экономики за счет внедрения инновационных технологий. При этом к первоочередным задачам инновационной деятельности можно отнести:

- стимулирование инноваций и инновационных технологий в производстве;
- создание эффективной инновационной инфраструктуры, обеспечивающей трансфер результатов сектора исследований и разработок в экономику;
- создание нормативно-правовой базы по поддержке инновационной деятельности.

В соответствии с поставленными целями и задачами можно выделить меры инновационной деятельности, повышающие активность государственного и частного секторов экономики:

- создание в регионе законодательной и нормативно-правовой базы, способствующей активизации инновационных процессов;
- образование финансовых институтов (инвестиционного и венчурного фондов), обеспечивающих непрерывность финансирования бизнес-проектов на всех стадиях инновационного цикла;
- развитие производственно-технологической инфраструктуры инновационной деятельности (особые экономические зоны технико-внедренческого типа, технопарк, инновационно-технологический центр, бизнес-инкубатор, центр трансфера технологий);
- развитие информационной, экспертно-консалтинговой и образовательной инфраструктуры инновационной деятельности, а также формирование системы распространения лучшей практики предоставления эффективной консультационной и аналитической поддержки муниципальных образований в области инновационной деятельности;
- обеспечение на законодательном уровне направленности инвестиций на инновации, концентрации значительной части государственных, частных и иностранных инвестиций на реализацию приоритетных инновационно-технологических программ;
- создание стартовых условий для малого инновационного бизнеса и облегчение доступа к кредитным ресурсам малых предприятий при недостаточной залоговой базе.

Таким образом, в настоящее время российская экономика находится на этапе разработки и реализации стратегии инновационного развития, который характеризуется способностью обеспечения будущего страны и постепенным отказом от политики «крупных форм» и масштабных решений. В связи с этим, необходима интеграция мер общегосударственного

плана (реорганизация и дополнительная поддержка отечественной науки, налоговые льготы субъектам инновационной деятельности и инвесторам и пр.) с последовательным формированием отдельных «точек» инновационного развития и обновления экономики регионов. Благоприятный инвестиционный климат приведет к ускорению темпов экономического роста, способствуя увеличению инвестиций и повышению производительности.

Библиографические ссылки

1. Движение регионов России к инновационной экономике / под ред. А. Г. Гранберга, С. Д. Валентя ; Ин-т экономики РАН. М. : Наука, 2006.
2. Дойхен Д. Ю. Научные подходы к формированию региональных стратегий инновационного разви-

тия // Федеративные отношения и региональная социально-экономическая политика. 2004. № 5.

3. Инвестиционный климат Красноярского края / Красноярскстат. Красноярск, 2010.

4. Социально-экономический мониторинг положения Красноярского края среди субъектов РФ Сибирского федерального округа / Красноярскстат. Красноярск, 2010.

5. Об изменении социально-экономической ситуации в Красноярском крае в период реализации мер по обеспечению устойчивого социально-экономического развития / Красноярскстат. Красноярск, 2010.

6. Цыкалов А. Г. Социально-экономическое развитие Красноярского края: посткризисные тренды // Регион: Экономика и социология. 2011. № 3.

7. Комплексное оценивание и планирование развития региона / А. Б. Левинталь [и др.]. М. : Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2006.

O. V. Patsuk

INVESTMENT ACTIVITY OF A REGION

Increase of validity and productivity of territorial policy demands estimation of distinctions of conditions of innovative activity for development of differentiate measures of support with respect to various types. The innovative potential of region should be defined not with features of social and economic conditions, but with the developed structure of territorial economic complex which can be objectively caused and is the most effective for the a given region.

Keywords: social and economic development of territories, regional policy.

© Пацук О. В., 2012

УДК 336.64

В. В. Прохоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ВЫБОРА ФОРМ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрены проблемы связанные с выбором форм инвестирования в инновационную деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса. Предложен методический инструментарий выбора формы инвестирования в инновационную деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса. Рассмотрено применение матриц стратегического анализа.

Ключевые слова: формы финансирования, матрицы стратегического анализа.

Согласно принятой Правительством РФ Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. предполагается формирование широкого слоя инновационноактивных предприятий. К 2020 г. их доля в общем количестве предприятий должна вырасти с 13 % (2007 г.) до 40–50 %. При этом предприятиям оборонно-промышленного комплекса (ОПК) отводится ведущая роль в инновационном развитии Российской

Федерации. В настоящий момент именно в ОПК сосредоточено большинство базовых высокотехнологичных и наукоемких отраслей отечественной промышленности. Они составляют основу научно-технического потенциала страны и в целом определяют ее инновационное развитие [1].

Вместе с тем ситуация, связанная с инновационной деятельностью в ОПК, продолжает ухудшаться. Снижаются перспективные технические и технологи-

ческие инновационные заделы по новым видам продукции, которые были созданы еще в советский период времени. Российская ракетно-космическая промышленность теряет свои когда-то крепкие позиции на мировом рынке. Одной из причин наметившихся негативных тенденций являются недостаточные объемы инвестирования в инновационную деятельность предприятий ОПК. Специфика ракетно-космической промышленности, связанная с безопасностью страны, обуславливает то, что главным инвестором ОПК является государство. Именно оно определяет уровень инновационного развития данных предприятий. Но в настоящее время государство не может обеспечить в полном объеме инвестирование в инновационную деятельность предприятий ракетно-космической промышленности (см.: <http://www.cbonds.info/ru/rus/>).

Комплексно решить данную проблему позволяют проходящие процессы акционирования предприятий ОПК и связанные с ними возможности использования новых форм инвестирования. С их помощью появляется реальная возможность привлечь значительные объемы не только частных, но и иностранных инвестиций. В свою очередь, применение государством новых форм инвестирования позволяет повысить бюджетную эффективность средств, выделяемых на развитие ОПК. Но выбор форм инвестирования как для предприятия, так и для государства должен быть экономически обоснованным с учетом специфики ОПК страны (см.: <http://www.ra-national.ru/>).

Практика показала, что выбор форм инвестирования в инновационную деятельность предприятий ОПК требует применения дополнительных критериев, которые учитывают интересы как государства, так и собственников предприятия ОПК. Нами были выделены три матрицы критериев по выбору формы инвестирования, которые основаны на использовании матрицы стратегического анализа.

Первая матрица учитывает наиболее значимые для государства интересы. В ней рассматривается критерий бюджетной эффективности и критерий, показывающий возможность привлечения частного, в том числе и иностранного, капитала для осуществления на предприятиях ОПК совместных инвестиций

(табл. 1). При этом под бюджетной эффективностью понимается наиболее лучшее использование государственных средств при инвестировании в инновационную деятельность предприятий ОПК на основе платности, срочности и возвратности, что позволяет многократно использовать одни и те же инвестиционные ресурсы с возможностью получения по ним дохода.

Возможность привлечения частного, в том числе и иностранного, капитала для осуществления совместных инвестиций в инновационные программы и проекты на предприятиях ОПК дает государству возможность экономить средства бюджета, выделяемые на оборонно-промышленный комплекс. Данная матрица показывает, что наиболее привлекательной формой инвестирования среди существующих форм непрямого инвестирования является вложение государственных инвестиционных ресурсов в облигации предприятий ОПК для последующего их инвестирования в инновационную деятельность, т. е. облигационная форма.

Вторая матрица учитывает значимые интересы собственников предприятия. Она рассматривает критерии, оценивающие стоимость формы инвестирования в инновационную деятельность и рентабельность собственного капитала предприятия ОПК (табл. 2).

Для предприятия, чем ниже стоимость формы инвестирования при прочих равных условиях, тем выше отдача от инновационной деятельности. Уровень рентабельности собственного капитала предприятия является тем критерием, который позволяет судить не только об эффективности использования собственного капитала предприятия, но и об эффекте финансового левериджа. Данная матрица показывает, что наиболее привлекательной формой инвестирования среди существующих форм непрямого инвестирования с точки зрения собственников предприятия является облигационная форма.

Третья матрица учитывает значимые интересы собственников предприятия. Она состоит из критерия предельного объема формы инвестирования и критерия возможности потери собственниками контроля над предприятием при использовании различных форм инвестирования (табл. 3).

Таблица 1

Матрица выбора формы инвестирования, учитывающая бюджетную эффективность государства и возможность привлечения частного, в том числе и иностранного, капитала

Бюджетная эффективность государства	Высокая			Облигационная форма
	Средняя			
	Низкая	Акционерная (паевая) форма		
		Низкая	Средняя	Высокая
Возможность привлечения частного, в том числе и иностранного, капитала				

Таблица 2

**Матрица выбора формы инвестирования, учитывающая стоимость формы инвестирования
и уровень рентабельности собственного капитала предприятия**

Стоимость формы инвестирования	Низкая			Облигационная форма
	Средняя			
	Высокая	Акционерная (паевая) форма		
		Низкая	Средняя	Высокая
		Рентабельность собственного капитала предприятия		

Таблица 3

**Матрица выбора формы инвестирования, учитывающая объем инвестирования
и возможность потери контроля над предприятием**

Объем формы инвестирования	Высокая			Облигационная форма
	Средняя	Акционерная (паевая) форма		
	Низкая			
		Высокая	Средняя	Низкая
		Возможность потери контроля над предприятием		

Объем формы инвестирования зависит от ряда условий, связанных, в первую очередь, с субъектом инвестирования, в том числе с наличием у него инвестиционных ресурсов, уровнями рисков и ликвидности, связанных с инвестированием, максимальным периодом инвестирования. Возможность потери собственниками контроля над предприятием касается в основном вложений денежных средств в акционерный и паевой капитал предприятий, когда имеется опасность размытия уставного капитала предприятия и, соответственно, потери контроля над ним. Матрица показывает, что наиболее привлекательной формой инвестирования среди существующих форм непрямого инвестирования с точки зрения собственников предприятия является облигационная форма.

Применение матрицы выбора формы инвестирования в инновационную деятельность на предприятиях ОПК происходит по определенной логической схеме (см. рисунок).

На первом этапе государство выбирает форму финансирования, на следующем этапе – форму инвестирования.

На последующих этапах со стороны предприятия и государства разрабатываются параметры матриц вы-

бора формы инвестирования. Затем рассматривается соответствие выбранных форм инвестирования параметрам матриц.

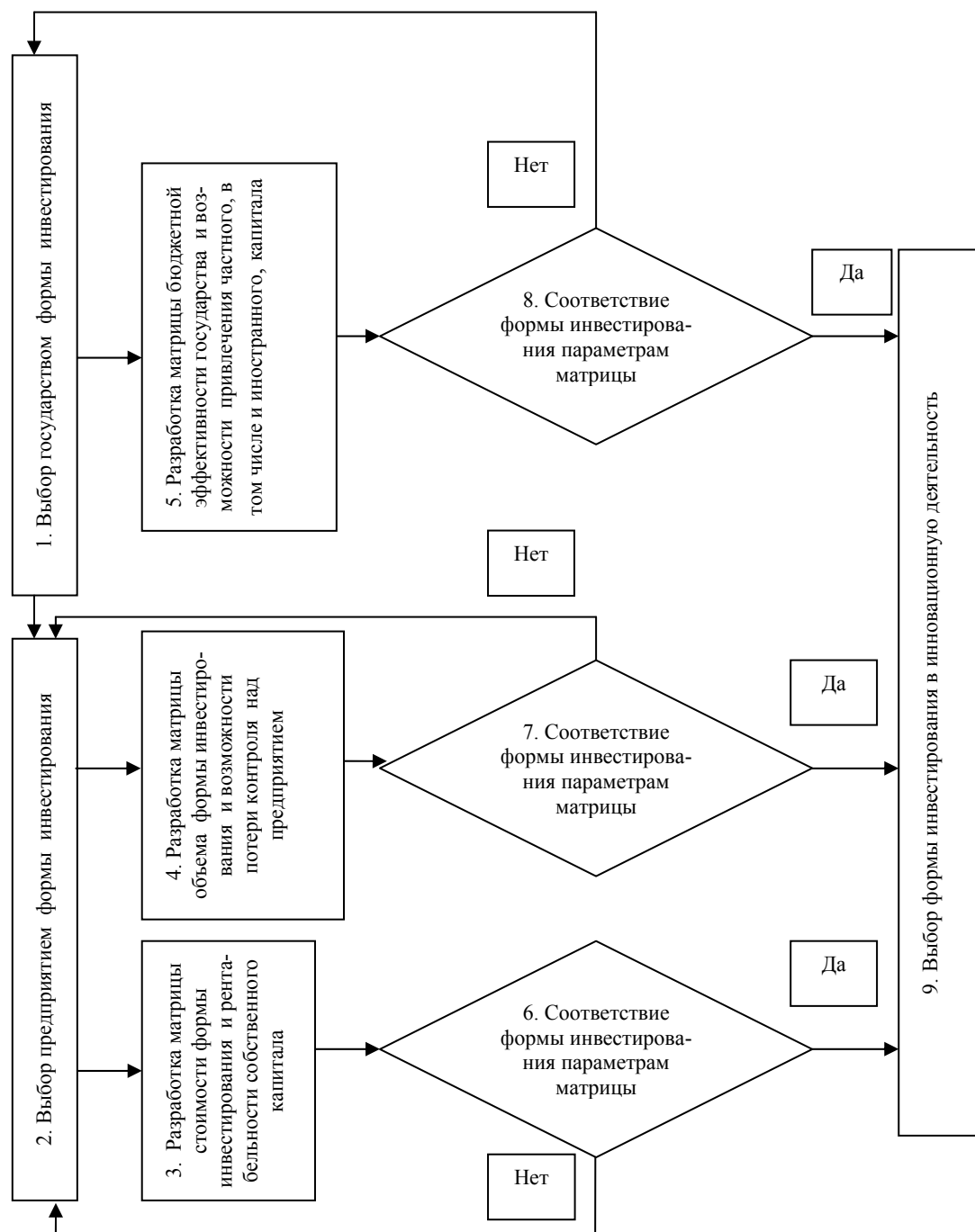
В заключение принимается решение со стороны предприятия и государства о выборе формы инвестирования.

Приведенные матрицы выбора формы инвестирования в инновационную деятельность на предприятиях ОПК показывают, что наиболее привлекательной формой инвестирования является облигационная форма.

Предложенная на основе матриц методика выбора формы инвестирования в инновационную деятельность позволяет предприятию ОПК совместно с государством поэтапно с использованием установленных процедур принять обоснованное управленческое решение о выборе формы инвестирования в инновационную деятельность предприятия.

Библиографическая ссылка

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. : [утв. расп. Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р].



Этапы методики выбора формы инвестирования в инновационную деятельность предприятий ОПК

V. V. Prokhorov

METHODIC INSTRUMENTS OF CHOOSING INVESTMENT SCHEMES FOR INNOVATION ACTIVITY OF DEFENSE INDUSTRY COMPLEX ENTERPRISES

The author considers problems connected with the choice of investment schemes for innovation activity of defense industry complex enterprises, offers methodical toolkit for choice of schemes of investments into innovation activity of defense industry complex enterprises and considers application of strategic analysis matrices.

Keywords: forms of financing, matrices of strategic analysis.

© Прохоров В. В., 2012

СТРАТИФИКАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР И СТРУКТУРНЫХ ПРОТИВОРЕЧИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрена структурная организация ракетно-космической промышленности, дано стратифицированное описание созданных интегрированных структур. Представлена обобщенная структурная схема корпораций отрасли и модель стратификации структур корпораций РКП с выделением контуров их взаимозависимости. Сформировано дерево структурных противоречий. Предложена модель механизма реализации Стратегии развития ракетно-космической промышленности.

Ключевые слова: ракетно-космическая промышленность, интегрированные структуры, стратифицированное описание, структурные противоречия.

Функционирование ракетно-космической промышленности (РКП) осуществляется последние два десятилетия на фоне глубоких диспропорций в экономической, социальной, инновационной, инвестиционной и других сферах общества. Это приводит к нарушению пропорций в структурной организации самой отрасли, ставя под угрозу решение задач, сформированных в Стратегии развития РКП на период до 2015 г., разработанной ФГУП ЦНИИмаш и принятой Роскосмосом в 2007 г. (далее – Стратегия развития РКП). Диспропорции структурной организации представляют собой структурные противоречия между элементами внутри уровней (страт), между уровнями, между действующей структурой и внешней средой.

Нарастающее усиление диспропорциональности в структурной организации РКП нарушает механизм возникновения и разрешения структурных противоречий, который в действительности проявляется в следующем [1]:

- снижение научно-технических, технологических и производственных возможностей для создания ракетно-космической техники (РКТ);
- исчерпание научно-технического и производственно-технологического заделов;
- острая кадровая проблема;
- трудности вывода РКТ на международный космический рынок.

Перечисленные проблемы приводят к существенному снижению качества и конкурентоспособности отечественной РКТ, о чем свидетельствует статистика неудовлетворительных запусков космических аппаратов в конце 2010 г., 2011 г. и начале 2012 г. Это обуславливает необходимость пересмотра с последующим изменением существующего механизма реализации Стратегии развития РКП в соответствии с требованиями, которые предъявляются к РКТ оборонного и гражданского назначения общественными потребностями и современным уровнем технического развития.

Основу существующего механизма реализации Стратегии развития РКП составляет формирование интегрированных структур – корпораций, в которые объединены предприятия, связанные единой направленностью деятельности и отношениями собственности. Созданные интегрированные структуры подразделяются на два основных типа. Первый тип включа-

ет вертикальные интегрированные структуры, возглавляемые головными предприятиями – разработчиками и производителями РКТ. Эти объединения составляют основную часть собственной кооперации, необходимой для обеспечения замкнутого технологического цикла разработки, производства, эксплуатации и утилизации РКТ. Второй тип интеграции включает горизонтальные интегрированные структуры, в которых объединение предприятий осуществлено по технологическому признаку однородности производимых систем и агрегатов РКТ (двигатели, системы управления, наземного оборудования и др.). Данные корпорации являются поставщиками для вертикальных интегрированных структур, выпускающих финальную продукцию [2].

На начало 2012 г. сформировано 11 интегрированных структур, в состав которых вошли 65 предприятий, на стадии формирования находятся три интегрированные структуры (см. таблицу). Проведенные структурно-организационные преобразования не привели к решению стоящих перед отраслью проблем, так как реформа затронула только организационно-хозяйственную структуру отрасли в целом и созданных объединений.

Созданные интегрированные структуры являются двухуровневыми организационными системами, структурная схема которых представлена на рис. 1. Двухуровневые организационные системы состоят из управляющего элемента (головного предприятия) верхнего уровня, нескольких подчиненных элементов (предприятий) нижнего уровня и внешней среды. Примерами двухуровневых организационных систем в РКП являются: отрасль – интегрированные структуры; интегрированная структура – предприятия; предприятия – цеха и т. д.

Организационная система корпораций РКП имеет иерархическую структуру и относится к классу больших систем. Особенности взаимодействия предприятий, составляющих корпорации РКП, характеризуют их как сложные динамические системы, обладающие диалектическим единством различных структур и процессов – научных, технических, технологических, производственных, организационных, экономических, социальных, институциональных, исследование функционирования которых требует системного подхода [3].

Интегрированные структуры РКП (<http://www.vpk.ru>)

№ п/п	Наименование интегрированной структуры – головное предприятие корпорации	Состав интегрированной структуры
Сформированные интегрированные структуры		
1	ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева»	10 предприятий
2	ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнева»	9 предприятий
3	ОАО «Корпорация „Московский институт теплотехники“»	9 предприятий
4	ОАО «Ракетные космические системы»	8 предприятий
5	ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»	8 предприятий
6	ОАО «Военно-промышленная корпорация „Научно-производственное объединение машиностроения“»	5 предприятий
7	ОАО «Ракетно-космическая корпорация „Энергия“»	4 предприятия
8	ОАО «Государственный ракетный центр имени академика В. П. Макеева»	4 предприятия (входит ОАО «Красмаш»)
9	ФГУП «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина»	3 предприятия
10	ФГУП «Государственный научно-производственный ракетно-космический центр „Центральное специализированное конструкторское бюро – Прогресс“»	3 предприятия
11	ОАО «Научно-производственная корпорация „Системы прецизионного приборостроения“»	2 предприятия
Формирующиеся интегрированные структуры		
1	ФГУП «Ордена Трудового Красного Знамени Центральный научно-исследовательский институт „Комета“»	–
2	ОАО «Научно-производственная корпорация „Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы имени А. Г. Иосифьяна“»	–
3	ФГУП «Центральное конструкторское бюро тяжелого машиностроения»	–

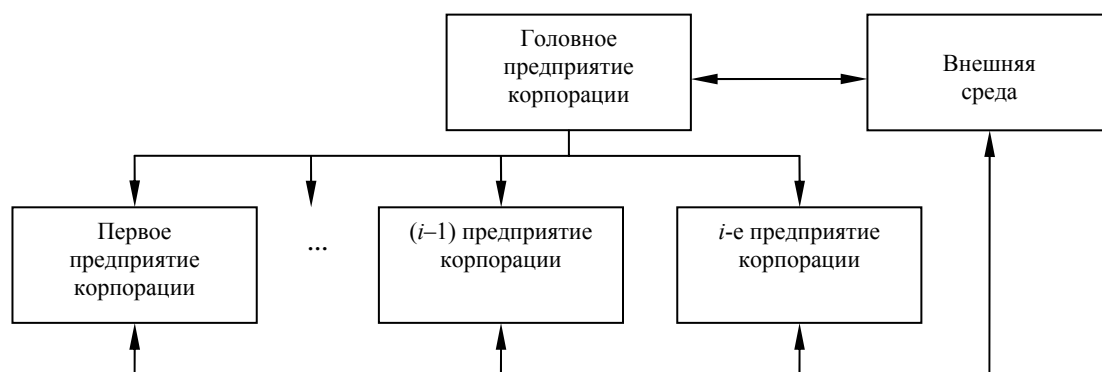


Рис. 1. Структурная схема интегрированной структуры РКП

При этом системный подход в оценке состояния и возможности реформирования интегрированных структур и космического машиностроения в целом позволит избежать ошибок фрагментарного исследования отдельных структур и процессов вне связи с другими. Комплексный характер функционирования РКП требует соблюдения пропорций развития интегрированных структур. Минимизация отклонений от общесистемных пропорций должна стать критерием формирования долгосрочной программы развития отрасли (Стратегии развития РКП), а одним из критериев оценки эффективности развития отраслевой системы будет оптимальное пропорциональное развитие входящих в нее интегрированных структур [4].

Сложность, динамичность и иерархическое строение организационной системы корпораций РКП не дают возможности ее полного и детального описания. Отсутствие полной информации приводит к трудностям в организации и управлении изучаемым объектом, в частности, при построении долгосрочной программы развития отрасли и разработке механизма ее реализации. Наряду с использованием метода описания иерархической структуры организационной системы (организационная иерархия), предлагается метод стратифицированного описания сложных систем [5]. Данная концепция предназначена для описания и моделирования иерархических систем, которые задаются набором моделей и описывают поведение

системы с различных уровней абстрагирования (страт).

Формализацию стратифицированного описания системы S [5; 6] на определенном уровне проведем при помощи следующего выражения:

$$S = (\Sigma, V, \sigma, K, X, Y, W),$$

где Σ – множество элементов; V – множество связей; σ – структура; K – композиция; X и Y – входные и выходные параметры уровней соответственно; W – связи между различными уровнями.

Каждая страта имеет ряд характерных только для нее переменных, законов и принципов, при помощи которых описывается поведение системы. Такое иерархическое описание (системный анализ) предполагает независимость моделей, описывающих различные уровни системы, представляя иерархическую упорядоченность структур. Синтез системы покажет, что все выделенные страты находятся в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности и позволит получить наиболее полное описание поведения всей системы в целом.

Стратифицированное описание интегрированных структур РКП проведем на пяти уровнях, которые представлены следующими структурами (рис. 2):

- производственно-технологической;
- социально-экономической;
- организационно-хозяйственной;
- институциональной;
- социально-экологической.

Производственно-технологическая структура корпораций РКП – это совокупность технологических процессов с материально-вещественными и производственно-техническими связями между ними. Она представляет состав и распределение производительных сил космического машиностроения. Производ-

ственно-технологическая структура рассматривается в двух аспектах: вертикальном (отраслевом) и горизонтальном (региональном).

Социально-экономическая структура корпораций РКП – это агенты собственности, находящиеся в пределах производственно-технологической структуры, и отношения между ними. Она характеризует отношение агентов собственности к средствам производства, определяя степень их участия в производстве и присвоении потребительских благ.

Организационно-хозяйственная структура корпораций РКП представляет собой систему управления, предназначенную для достижения цели развития интегрированных структур, которая определена в процессе стратегического планирования. Организационно-хозяйственная структура обеспечивает сохранение в процессе развития созданных в отрасли объединений, изменяющихся в динамике параметров на оптимальном уровне, несмотря на изменения внутренней и внешней среды.

Институциональная структура корпораций РКП – это состав, расположение и взаимосвязи созданных и функционирующих в отрасли институтов: субъектов экономической деятельности, отношений между субъектами экономической деятельности, правила и нормы.

Социально-экологическая структура корпораций РКП – это количество потребляемых природных ресурсов и отходов. Социально-экологическая структура накладывает ограничения на возможные варианты изменения производственно-технологической структуры корпораций в процессе развития космического машиностроения. С одной стороны, это условие рационального потребления природных ресурсов отрасли, с другой – условие совершенствования технологии производства РКТ.



Рис. 2. Стратифицированное представление интегрированной структуры РКП

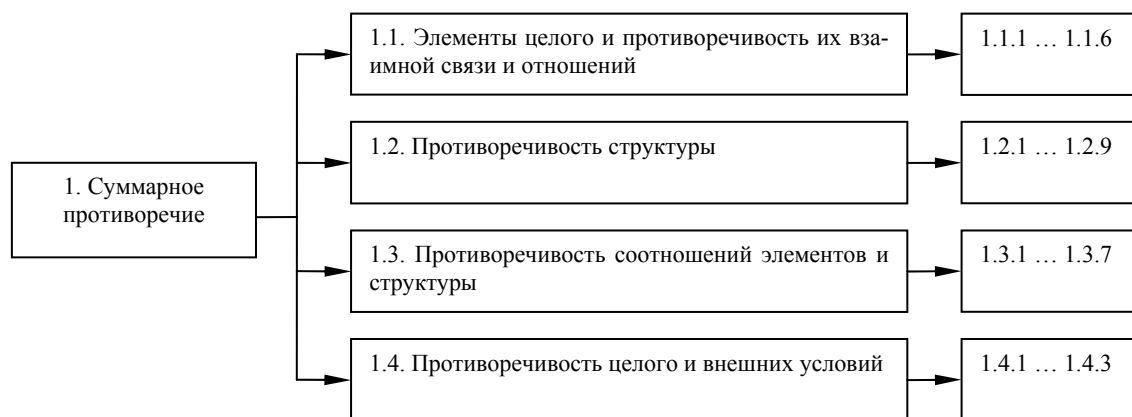


Рис. 3. Дерево структурных противоречий

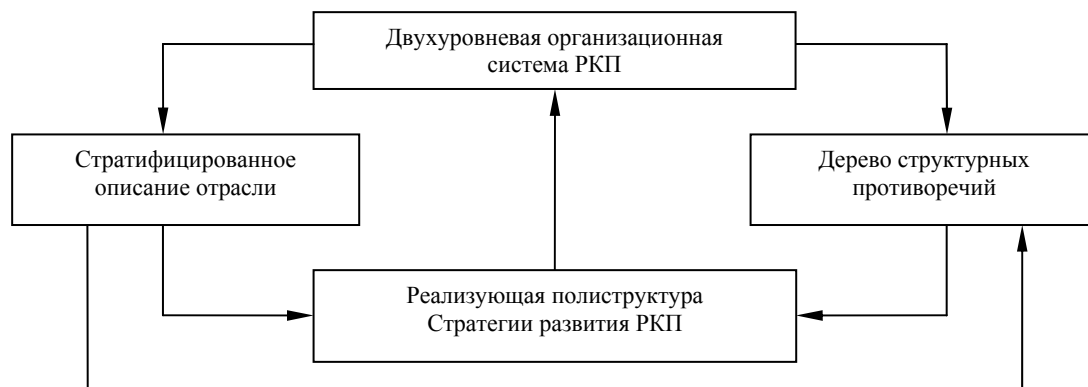


Рис. 4. Структура реализации Стратегии развития РКП

Представленные структуры имеют иерархическое строение и сами находятся в иерархическом соотношении с большим числом прямых и обратных связей (см. рис. 2). Разноаспектность в стратифицированном описании корпораций РКП характеризует их организацию как полиструктурную. Существующее элементное наполнение перечисленных пяти уровней, взаимосвязи между элементами внутри уровней, взаимосвязи между уровнями, взаимосвязи между корпорациями и внешней средой представляют действующую полиструктуру функционирования РКП с существующими нарушениями пропорций в ее строении.

В [7] достаточно полно и всесторонне рассмотрены возможные и реальные противоречивые соотношения в сфере самих элементов, самой структуры, а также в области соотношений элементов и структуры между собой. Данные противоречия можно представить в виде дерева противоречий (рис. 3).

Выделенные виды противоречий между элементами, элементами и структурой, целым и внешними условиями многообразны, находятся в тесном взаимодействии друг с другом. Переплетение противоречивых отношений приводит к некоторому их суммарному выражению и к суммарной форме их разрешения.

Структурные противоречия разрешаются в процессе развития космического машиностроения в целом, корпораций и составляющих их предприятий. Изменение структур формирует механизм их функционирования и взаимодействия, который будет выступать побудительной силой, способствующей дальнейшему прогрессу при сохранении определяющих, базовых характеристик отрасли. Отсутствие механизма разрешения структурных противоречий приводит к регрессу целого и его элементов.

Преобразование механизма реализации Стратегии развития РКП предлагается проводить на основе результатов анализа полиструктурной организации созданных объединений в отрасли, которые будут представлены в моделях уровней. Каждая модель имеет собственный набор показателей в зависимости от рассматриваемого уровня. Синтез всех моделей уровней позволит учесть свойства каждого уровня в отдельности и во взаимодействии между собой и внешней средой. Последующий переход к двухуровневой организационной системе РКП объединит стратифицированные описания всех интегрированных структур отрасли. Знание особенностей полиструктурной органи-

зации отрасли позволит определить структурные противоречия, обусловленные сложностью организационного строения, без разрешения (снятия) которых будет исключено развитие отрасли. Разрешение структурных противоречий при реформировании РКП станет источником ее внутреннего преобразования и поступательного развития. Это позволит перейти от действующей диспропорциональной полиструктуры функционирования РКП к реализующей полиструктуре Стратегии развития РКП (рис. 4).

Реализующая полиструктура Стратегии развития РКП решит стоящие перед отраслью задачи, так как наряду с разрешением структурных противоречий в процессе реализации будет учтена система взаимозависимостей, в которых находятся структуры, а именно (рис. 2):

- реформирование производственно-технологической структуры с учетом требований социально-экологической структуры (контур I);

- преобразованию организационно-хозяйственной структуры будет предшествовать проведение реформ в производственно-технологической структуре (контур II);

- возможность преобразования производственно-технологической структуры будет ограничена реально происходящими изменениями в социально-экономической и институциональной структурах (контур III);

- изменения институциональной структуры регламентируются организационно-хозяйственной структурой (контур IV).

В результате перехода к реализующей полиструктуре Стратегии развития РКП будет обеспечено комплексное развитие отрасли, которое позволит повысить качество РКТ оборонного и гражданского назначения, сохранить конкурентоспособность отече-

ственной РКТ на мировом космическом рынке, расширить спектр оказываемых услуг на внутреннем рынке, восстановить научный, технологический, производственный, кадровый потенциалы.

Развитие РКП будет стимулировать развитие смежных отраслей промышленности (приборостроение, электроника и др.), а также развитие различных направлений социально-экономической сферы (медицины, образования, энергетики и др.).

Библиографические ссылки

1. Соколов А. В. Сравнительная оценка финансово-экономического состояния предприятий оборонной промышленности РФ : монография. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2010.
2. Авдонин Б. Н., Хрусталева Е. Ю. Методология организационно-экономического развития наукоемких производств. М. : Наука, 2010.
3. Пайсон Д. Б. Космическая деятельность: эволюция, организация, институты. М. : Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2010.
4. Бендинов М. А. Стратегическое планирование развития наукоемких технологий и производств (на примере космического машиностроения) : монография. М. : Academia, 2000. С. 65.
5. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М. : Мир, 1973.
6. Дружинин В. В., Конторов, Д. С. Проблемы системологии (проблемы теории сложных систем). М. : Сов. радио, 1976.
7. Свидерский В. И. О некоторых формах противоречивости в объективном мире : монография. Л. : ЛГУ, 1968.

A. V. Ryabchenko, Yu. V. Danilchenko

STRATIFICATION OF INTEGRATED STRUCTURES AND STRUCTURAL CONTRADICTIONS OF THE SPACE-ROCKET INDUSTRY

The authors consider structural organization of the space-rocket industry and give stratified description of the created integrated structures is given. The generalized block diagram of corporations of branch and model of stratification of structures of RKP corporations, with separation of contours of their interdependence, is presented. A tree of structural contradictions is created. The model of the mechanism of realization of Strategy of development of the space-rocket industry is offered.

Keywords: the space-rocket industry, integrated structures, stratified description, structural contradictions.

© Рябченко А. В., Данильченко Ю. В., 2012

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА АВИАЦИОННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Приведен анализ существующих подходов к оптимизации деятельности предприятий авиационно-промышленного комплекса, оценка современных методов процессного управления. В качестве основного метода предложен реинжиниринг бизнес-процессов. Разработан поэтапный план реализации реинжиниринга на авиационном предприятии.

Ключевые слова: реинжиниринг, процессный подход, бизнес-процесс, авиационное предприятие.

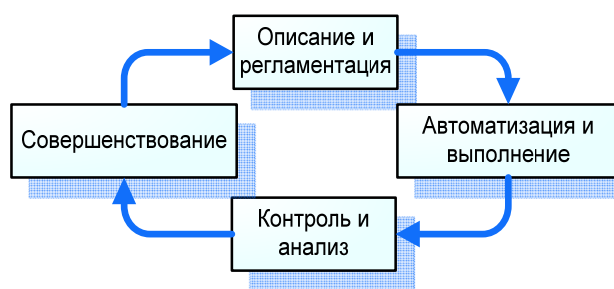
Ориентация компаний на эффективное выполнение отдельных функций привела за прошедшие десятилетия к локальной оптимизации и усовершенствованию функциональных областей. Благодаря применению новых информационных и коммуникационных технологий в таких областях, как, например, бухгалтерский учет, производство или логистика, а также реализации новых организационных концепций, например, вывод за рамки компании ее отдельных вспомогательных функций (аутсорсинг), значительно повысились производительность труда и качество конечной продукции и услуг. Однако вследствие локальной оптимизации функциональных областей отошел на задний план общий контекст производственных функций. Чем автономнее становятся функциональные области, тем выше расходы на согласование и координацию между ними.

Использование современных информационных технологий само по себе не решает эти структурные проблемы, а только сглаживает их симптомы, т. е. продолжительность процессов согласования, например, за счет автоматизации внутренней коммуникации предприятия. Чтобы обеспечить целостность предприятия, уменьшить число внутренних организационных интерфейсов, необходимо сосредоточиться на бизнес-процессах данной компании.

Теория управления бизнес-процессами уже давно используется в российской практике, на многих примерах доказала свою эффективность, и год от года число компаний, которые строят у себя систему процессного управления, увеличивается. Многие компании четко осознали необходимость управления бизнес-процессами и не только описывают их, но и начинают совершенствование и автоматизацию бизнес-процессов. По результатам опроса клиентов компании IDS Scheer [1], 55 % из них в настоящее время активно ведут работы по совершенствованию бизнес-процессов. Можно говорить о «второй волне» интереса к бизнес-процессам, и при этом уровень знаний руководителей в области управления бизнес-процессами стал намного выше, чем несколько лет назад. Это связано в том числе с выходом огромного количества научных публикаций и книг по управлению бизнес-процессами, с появлением программ обучения процессному подходу в консалтинговых компаниях и высших учебных заведениях.

Практика внедрения процессного подхода показывает, что большинство компаний, начавших внедрение процессного управления, останавливаются на

стадиях описания и автоматизации бизнес-процессов. Но для полноценного внедрения процессного подхода требуется организовать цикл управления бизнес-процессами (см. рисунок).



Цикл управления бизнес-процессами
предприятия

В этом цикле:

- процессы должны быть структурированы, описаны и регламентированы;
- процессы необходимо реализовать в информационных системах;
- необходим контроль и анализ процессов: нужно контролировать точность их выполнения, рассчитывать значения показателей эффективности и соотносить их с плановыми значениями;
- процессы требуют регулярного совершенствования.

Следует отметить, что существуют два основных понимания процессного подхода в управлении организацией (табл. 1).

Применение различных методов процессного подхода обуславливают различия в характере производимых затрат и глубине структурных преобразований. В связи с этим целесообразно провести анализ различных методов процессного управления под углом зрения выбора наиболее эффективных методов с позиции достижения целей реструктуризации, экономии используемых ресурсов на стадии разработки проекта и его эксплуатации, адаптивности к изменениям потребностей клиентов и поведения конкурентной среды. В качестве основных методов процессного управления, определяющих характер реструктуризации предприятий, рассмотрим MRP (Manufacturing Resource Planning) – планирование ресурсов производства; TQM (Total Quality Management) – всеобщее управление качеством; BPR (Business Process Reengineering) – реинжиниринг бизнес-процессов; KM (Knowledge Management) – управление знаниями (табл. 2).

Таблица 1

Сравнительный анализ двух подходов к процессному управлению

Предмет сравнения	Первое понимание процессного подхода	Второе понимание процессного подхода
Определение процесса	Процесс – устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя	Процесс – целенаправленная последовательность операции (работ, процедур), приводящая к заданному конечному результату – выходу процесса [1]
Определение деятельности предприятия	Вся деятельность рассматривается как сеть процессов. Системный подход. Привязка к реальной организационной структуре предприятия	Частичное рассмотрение деятельности в виде цепочек последовательно выполняемых операций. Отсутствие какой-либо системы. Субъективность
Наличие методики управления процессом	Есть. Соответствует требованиям ISO 9001:2000	Нет. Существуют различные субъективные трактовки
Владелец процесса	Есть. Обладает всеми ресурсами, необходимыми для обеспечения результативности и эффективности процесса, занимает четкое положение в организационной структуре	Есть. Не обладает ресурсами, не занимает определенного положения в организационной структуре, но имеет обязанности
Взаимодействие между структурными подразделениями	На 100 % определено и регламентировано в рамках сети процессов	Частичное описание в рамках «сквозных» процессов
Система управления предприятием	Изменяется. Строится на основе методик управления процессами в рамках сети процессов предприятия. Руководители подразделений становятся владельцами процессов	Фактически не изменяется. Деятельность линейных руководителей обременяется обязанностью рассмотрения требований владельцев процессов
Документация системы управления	Полное документирование деятельности. Документация на 90–100 % соответствует реальной деятельности и практически используется	Создание дополнительной документации с низкой степенью практического использования
Необходимость изменения организационной структуры при комплексном внедрении	Отсутствует. Организационная структура в целом сохраняется до появления объективных данных, необходимых для обоснования изменений	Должна быть полностью изменена для достижения реального результата (переход на матричную или проектную структуру)
Менеджмент качества процессов	Обеспечивается. Возможна сертификация по ISO 9001:2000	Не обеспечивается. Сертификация по ISO 9001:2000 невозможна

Таблица 2

Сравнение методов процессного управления

Предмет сравнения	MRP – планирование ресурсов производства	TQM – всеобщее управление качеством	BPR – реинжиниринг бизнес-процессов	КМ – управление знаниями
Цели	Синхронизация процессов на основе сквозных планов	Синхронизация процессов на основе внедрения стандартов	Оптимизация процессов на основе организационных изменений	Адаптация процессов на основе формирования релевантного знания
Характер процессов	Основные операционные процессы	Основные и вспомогательные операционные процессы	Основные и вспомогательные операционные процессы	Инновационные процессы
Достоинства	Прогнозирование развития видов деятельности и обоснование ресурсов на длительную перспективу	Ориентация на реализацию требований клиентов	Ориентация на системные изменения	Ускорение поиска решений по организационным изменениям и инновациям
Недостатки	Резервирование ресурсов на случай отклонений в выполнении плана	Улучшение деятельности по процессам без системной увязки	Большие затраты на разработку и внедрение проекта	Большие затраты на поддержание источников знаний

Анализ рассмотренных подходов к реструктуризации предприятий и внедрению корпоративной информационной системы интегрированной структуры на основе концепции процессного управления показывает наибольшую перспективность реинжиниринга бизнес-процессов, который, с одной стороны, реализует все основные достоинства остальных рассмотренных подходов, а с другой стороны, обеспечивает кардинальное повышение эффективности деятельности предприятия за счет пересмотра характера взаи-

модействия подразделений в рамках управляемых бизнес-процессов применительно к специфике авиационного предприятия.

Реинжиниринг бизнес-процессов представляет собой проектную деятельность, направленную на реструктуризацию организационно-экономической системы и корпоративной информационной системы интегрированной структуры, на которую распространяются все требования по выполнению и документированию этапов жизненного цикла проекта любых систем.

В частности, процесс перепроектирования бизнес-процессов включает стадии системного анализа и системного синтеза. В ходе системного анализа на основе исследования недостатков существующей системы формулируются потребности в новой организации бизнес-процессов, выбирается направление и определяется экономическая целесообразность перепроектирования бизнес-процессов.

На стадии системного синтеза решаются проектные задачи определения конфигурации бизнес-процессов и архитектуры, поддерживающей организационной структуры и корпоративной информационной системы предприятия.

Сложность реинжиниринга бизнес-процессов обусловлена необходимостью оптимального распределения ресурсов для множества взаимосвязанных бизнес-процессов, а также системностью задач перепроекти-

рования организационно-экономической и информационной систем. Реинжиниринг бизнес-процессов предполагает, что реструктуризация организационно-экономической системы не может быть успешно проведена без создания адекватной корпоративной информационной системы. Поэтому корпоративная информационная система не просто автоматизирует существующие бизнес-процессы по принципу «как есть», а обеспечивает поддержку изменений организационно-экономической системы на принципах «как должно быть». Вследствие этого реорганизация организационно-экономической системы и проектирование корпоративной информационной системы идут практически одновременно, параллельно.

Наиболее важные мероприятия, которые следует осуществлять на каждом этапе проекта реинжиниринга бизнес-процессов, представлены в табл. 3.

Таблица 3

План мероприятий по реинжинирингу бизнес-процессов на авиационном предприятии

Мероприятия	Ответственный
Этап 1. Планирование и начало работ	
Выявление главных причин проведения реформы в компании и оценка последствий отказа от такой реформы	Руководство предприятия, отдел развития производственных систем
Выявление важнейших процессов, требующих реинжиниринга	
Выявление единомышленников среди высшего руководства и создание рабочей группы из их представителей	
Обеспечение поддержки проекта руководителем предприятия	Отдел развития производственных систем
Подготовка плана проекта: определение объема, обозначение измеримых целей, выбор методологии, составление подробного графика	
Согласование целей и объемов проекта с высшим руководством	
Подбор группы реинжиниринга	
Выбор консультантов или внешних экспертов	
Проведение вводного совещания	Руководство структурных подразделений, отдел развития производственных систем
Доведение целей проекта до руководителей низшего звена; начальное информирование всей организации	
Обучение группы реинжиниринга	Отдел развития производственных систем
Начало реформ и подготовка плана информирования	
Этап 2. Исследования	
Аналитическое исследование опыта компаний с подобными процессами	Рабочая группа проекта, отдел развития производственных систем, заинтересованные структурные подразделения
Опрос клиентов и контрольных групп для выявления существующих и будущих требований	
Опрос служащих и руководителей для выявления вопросов; «мозговой штурм»	
Поиск в литературе и прессе данных о тенденциях в отрасли и о чужом опыте	
Оформление подробных документов на исходные процессы и сбор рабочих данных; выявление недоработок	
Обзор изменений и вариантов технологий	
Опрос владельцев и представителей руководства	
Посещение кружков и семинаров	
Сбор данных от внешних экспертов и консультантов	
Этап 3. Проектирование	
«Мозговой штурм» и выработка новаторских идей; упражнения по творческому мышлению, чтобы «снять шоры»	Рабочая группа проекта, внешние консультанты, привлеченные специалисты из заинтересованных структурных подразделений
Создание при помощи специалистов 3–5 моделей; разработка комплексных моделей, в которых собрано лучшее от каждой из предыдущих	
Создание картины идеального процесса	
Определение моделей нового процесса и их графическое представление	
Разработка организационной модели в сочетании с новым процессом	Рабочая группа проекта, внешние консультанты, ИТ-служба, экономическая служба
Определение технологических требований; выбор платформы для новых процессов	
Выделение краткосрочных и долгосрочных мер	
Оценка влияния на клиентов и служащих; оценка влияния на конкурентоспособность	Отдел развития производственных систем
Подготовка официального документа для высшего руководства	
Проведение обзорных совещаний для ознакомления и утверждения деталей проекта оргкомитетом и высшим руководством	Руководство предприятия

Мероприятия	Ответственный
<i>Этап 4. Внедрение</i>	
Завершение подробной разработки процессов и организационных моделей; определение новых рабочих обязанностей	Рабочая группа проекта, внешние консультанты, ИТ-служба, заинтересованные структурные подразделения
Разработка систем поддержки	
Реализация предварительных вариантов и первичные испытания	
Ознакомление работников с новым вариантом; разработка и осуществление плана реформы	
Разработка поэтапного плана; внедрение как таковое	
Разработка плана обучения; обучение работников новым процессам и системам	Отдел развития производственных систем
<i>Этап 5. Последующие мероприятия</i>	
Разработка мероприятий по периодической оценке; определение итогов нового процесса; внедрение программы непрерывного совершенствования нового процесса	Отдел развития производственных систем
Предоставление окончательного отчета оргкомитету и администрации	Высшее руководство, отдел развития производственных систем

Внедрение проекта, как правило, осуществляется поэтапно в соответствии с приоритетами, установленными на этапе идентификации бизнес-процессов. Большое значение на этапе внедрения отводится комплексному тестированию компонентов проекта, для чего используются специальные программные средства. На этом этапе собираются замечания по возникающим проблемам от клиентов, инвесторов, владельцев и исполнителей бизнес-процессов.

Внедрение проекта реинжиниринга предполагает его сдачу приемной комиссии, в которую входят представители лиц, принимающих решения, и будущие менеджеры процессов. Перед отчетом команды реинжиниринга на комиссии возможна организация независимой экспертизы проекта со стороны специально подобранной инспекционной группы [2–5].

После внедрения спроектированных бизнес-процессов в реальную практику очень важно организовать анализ достижения заданных в начале реинжиниринга критериев эффективности функционирования предприятия, на основе которых можно своевременно принимать решения о необходимости адаптации бизнес-процессов к изменяющейся внешней среде. В частности, предполагается проведение следующих работ:

- измерение показателей экономической эффективности новой организации бизнес-процессов;
- определение степени достижимости ожидаемых результатов от внедрения проекта;

– проведение измерения эффективности бизнес-процессов в дальнейшем для последующего их непрерывного улучшения.

В то же время построение системы управления процессами не может быть эффективным без связи со стратегическим уровнем управления. С четко сформулированными стратегическими целями, установленными приоритетами и ключевыми показателями результативности реструктуризированные посредством реинжиниринга бизнес-процессы становятся основой для достижения.

Библиографические ссылки

1. Менеджмент процессов : пер. с нем. / под ред. Й. Беккера [и др.]. М. : Эксмо, 2008.
2. Ойхман Е. Г., Попов Э. В. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии. М. : Финансы и статистика, 1997.
3. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / пер. с англ. Ю. Е. Корнилович. 2-е изд. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2007.
4. Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов. М. : Аудит, Юнити, 2002.
5. Реинжиниринг бизнес-процессов : учебник / Н. М. Абдикеев [и др.]. 2-е изд., испр. М. : Эксмо, 2007.

Z. G. Sangadiev, Ch. Z. Sangadiev

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR BUSINESS PROCESSES OPTIMIZATION AT AN AIR TRANSPORT ENTERPRISE

The paper presents analysis of existing approaches to the optimization of business in aviation industrial complex, along with estimation of modern methods of process management. Reengineering of business processes proposed, as the basic method. A phased implementation plan of re-engineering in the aviation business is developed and presented in the paper.

Keywords: re-engineering, process approach, business process, air transport enterprise.

© Сангадиев З. Г., Сангадиев Ч. З., 2012

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЕФОРМ В КНР

Рассмотрен весь длительный период реформ экономической системы Китайской Народной Республики (КНР). Сделана попытка проанализировать большие периоды реформ и определенные этапы данных периодов. Дана краткая характеристика основных наиболее значимых событий как в политическом, так и в экономическом аспекте.

Ключевые слова: реформы в КНР, экономика КНР, социалистическая рыночная система экономики, государственная политика КНР.

После образования КНР в стране было проведено несколько экономических реформ. Анализ показывает, что выделение конкретных этапов развития народного хозяйства КНР представляется достаточно трудным и в различных исследованиях мнения часто расходятся, так как сложно утвердить один общий стандарт для определения периодов. В основном применяется подход, когда выделение исторических периодов экономики целого общества базируется на изменении способа производства, а решающим моментом в выделении определенного этапа чаще всего является трансформация народного хозяйства. Кроме того, политическое событие и особенное «движение» тоже часто являются поворотной точкой в процессе развития экономики [1], например, культурная революция в Китае.

В целом, весь процесс реформ в КНР, исходя из реформы экономической системы, изменений экономического роста и ряда исторических событий, можно разделить на два больших периода времени: с 1949 по 1978 гг. и с 1978 г. по настоящее время. Рубежный 1978 г. был годом проведения третьего пленума ЦК КПК 11-го созыва, где зародилась идея реформы экономической системы КНР и концепции «открытости внешнему миру».

Период с 1949 по 1978 гг. в исследованиях обычно называется периодом плановой экономики. Этот достаточно большой период времени в развитии страны можно разделить на следующие этапы:

Первый этап – этап восстановления и развития (1949–1952 гг.) характеризуется тем, что после образования КНР создавалась новая экономическая система, которая под идеей социализма национализировала частную собственность. За три года правительство Китая восстановило народное хозяйство и перешло к массовому экономическому строительству.

Второй этап – этап первого пятилетнего плана (1952–1957 гг.). При помощи Советского Союза было заложено строительство 156 объектов, в том числе 106-ти гражданских, расположенных в северо-восточной и центральной частях Китая, и 50-ти военных, расположенных в центральной и западной частях страны [2].

На основе опыта СССР также была выстроена централизованная система экономики. Но подведение

итогов первого пятилетнего плана уже тогда вскрыло много проблем экономического развития. Главная проблема централизованной экономики заключалась в межрегиональном неравенстве развития. Рост промышленности в 1954 и 1955 гг. во внутреннем регионе составлял 22,4 и 32,3 %, а в приморском регионе – всего 13,7 и 17,3 % соответственно [3]. Несмотря на то, что первый пятилетний план был выполнен с перевыполнением и ВВП Китая в 1957 г. достиг 106,8 млрд юаней, по этому вопросу в 1958 г. правительство приняло новую реформу о равном и стабильном развитии народного хозяйства. На 8-м съезде представителей КПК был утвержден второй пятилетний план, в котором было указано, что необходимо увеличить масштаб строительства экономики на предыдущей основе и особенное внимание уделить активному промышленному освоению приморского региона страны [4].

Третий этап (1958–1966 гг.) в литературе часто называется «периодом большого экономического строительства», «периодом большого скачка». В этот период шел активный поиск пути социалистического экономического строительства, и этим можно объяснить те трагические моменты, которые случились в этот период. В первые годы этого этапа реформ абсолютный приоритет развития промышленности приводит к разрушению сельского хозяйства и в итоге к массовому голоду в провинциях Китая. По официальной статистике в эти годы умерло от голода более 30 млн людей. Правительство сделало все возможное, чтобы как можно скорее изменить ситуацию, и последние годы этого периода характеризуются изменением приоритетов развития. Таким образом, хотя предложенный «большой скачок» в промышленном производстве позволил сделать сдвиг в промышленности, но при наличии сложных противоречий в целом ВВП за этот период резко снизился.

Четвертый этап (1966–1976 гг.) – культурная революция. Культурная революция как политическое движение оказало большое влияние на развитие страны. Но с точки зрения экономики в научной литературе встречаются различные мнения о том, насколько хорошо или плохо повлияла культурная революция на экономические показатели по сравнению с другими этапами.

По данным государственного бюро статистики КНР в период культурной революции в 1976 г. рост промышленности составил 79 %, сельского хозяйства 53 %, национальный доход вырос на 77,4 % по сравнению с 1966 г. [5]. На основании этих данных можно сделать вывод, что несмотря на то, что в этот период политическое движение достаточно сильно мешало развитию экономики, народное хозяйство все же развивалось по нарастающей, что дало возможность подойти к следующему значительному этапу и новому периоду реформы.

Анализируя двадцатилетний период 1958–1978 гг., поражаешься огромной работе, проведенной Китайской Народной Республикой за такой короткий срок. Работе, заключающейся в анализе побед и поражений, принятии ошибок, исправлении и стремлении на основе анализа всего этого опыта за такой короткий срок изменить ситуацию. В результате ухудшения отношений с Советским Союзом, сложных внутренних ситуаций, таких как движение «народного коммунизма», «культурной революции», а также других экономических и политических факторов, Китай закрылся от мировой экономики, что незамедлительно отразилось на резком снижении развития экономики страны.

Таким образом, попытаемся выделить основные проблемы периода плановой экономики (1949–1978 гг.):

1. Государственная политика. Взяв курс на внедрение плановой экономики, при этом проводится уравнительное распределение ресурсов. Государственная политика, ориентированная на модель развития Советского Союза, отдает приоритет развитию тяжелой промышленности. Создаются крупные государственные и центральные предприятия при помощи Советского Союза, но абсолютный приоритет развития тяжелой и военной промышленности тормозит и отрицательно влияет на развитие других отраслей, в частности, легкой промышленности.

2. Внутренняя среда. После образования КНР политическая власть в стране была нестабильна, полное освобождение произошло только в 1951 г. В таком нестабильном политическом положении было достаточно сложно осуществлять реформу по экономическому развитию страны. Необходимо отметить, что учитывая эти проблемы, правительством страны за этот период времени была осуществлена реформа по разделению земли в частную собственность для народа, после которой главной задачей экономического развития должно было стать восстановление и развитие сельского хозяйства как основы восстановления всех остальных отраслей. Но первоначальные планы изменила принятая политика «большого скачка» и приоритетное развитие тяжелой промышленности, что в результате привело к недопустимому снижению уровня жизни населения.

3. Государственные предприятия. Государственное владение и управление предприятиями даже в приоритетной отрасли – тяжелой промышленности, а

также плановое производство и распределение, отсутствие элементов рыночной экономики привело к низкому технологическому и управленческому уровню производства.

Таким образом, после введения коллективной собственности и плановой экономики, выдержав множество неудач, пройдя трудности и даже трагедии, Китай начал новый поиск пути развития экономики. Третьего декабря 1978 г. на съезде ЦК КПК в своем выступлении Дэн Сяопин предложил схему государственной поддержки, которая была направлена, во первых, на развитие определенных регионов, во-вторых, на развитие определенных предприятий и, в третьих, на развитие частных предпринимателей; каждый из этих элементов должен развиваться и стать в итоге локомотивом каждый в своей области. В дальнейшем, по предложению Дэн Сяопина на основе обобщения опыта равномерного развития регионов правительство уточнило стратегию развития региональной экономики, в которой приоритет развитию был отдан приморским провинциям [6].

Период с 1978 г. по настоящее время в литературе обычно называется периодом рыночной экономики. Рассмотрим основные этапы, которые можно выделить, на наш взгляд, в этом периоде.

Пятый этап наиболее известен как начальный период в переходе экономической системы КНР к рыночной экономике (1979–1991 гг.).

Благодаря введению реформы утверждения частной собственности в деревнях и первоочередной политике государства «накормить народ», сельские предприятия приобрели статус приоритетных предприятий народного хозяйства.

В 1984 г. реформа затронула государственные предприятия, она заключалась в основном в увеличении налогов и изменении приоритетного положения государственных предприятий.

Наиболее важным моментом этого этапа следует отметить отказ правительства КНР от государственной монополии на внешнюю торговлю и отказ от политики «закрытости» страны. В результате чего в приморских районах создались специальные экономические зоны и открытые города.

В 1984 г. государственный шестой пятилетний план был выполнен раньше на один год и стал наилучшим эффективным пятилетним планом после образования Китая.

Несмотря на то, что после этого (1986–1987 гг.) наблюдалось замедление роста экономики, правительство КНР следовало намеченной политике. В 1988 г. были сформированы цены на товары, а период 1989–1991 гг. связан с «очисткой от незаконной торговой деятельности». Правительство страны стремилось восстановить имидж страны, который к тому времени сформировался как «страна контрафактной продукции», возник в результате массовой незаконной деятельности и заполонил мир контрафактной продукцией. Народное хозяйство Китая только начало развиваться и набирать стабильный и быстрый темп.

Шестой этап – период создания рыночной экономической системы (1992–2002 гг.). После модернизации и создания социалистической рыночной экономической системы, на смену стратегии приоритетов в развитии экономики пришла стратегия равномерного развития, основной задачей которой было сократить межрегиональное различие, и это стало началом движения равного развития регионов.

В 1992 г. результаты экономического развития, переход к реформе и «открытости миру» были одобрены на 14-м съезде представителей КПК, также была сформулирована цель реформы – «создать социалистическую рыночную экономическую систему». Основными задачами реформы ставилось регулирование активности населения, реформа системы ценообразования, системы товарного обращения, финансовой системы, а также реформа государственных предприятий и т. д. Благодаря ряду таких реформ постепенно, «по кирпичику», разбиралась плановая экономическая система.

В 2002 г. в Китае уже был создан фундамент социалистической рыночной экономической системы: уровень вмешательства государства в деятельность предприятий и частного предпринимательства резко снизился, рынок стал основным способом распределения ресурсов.

Седьмой этап – период совершенствования рыночной экономической системы (2002 г. – настоящее время). В настоящий период времени Китай уделяет внимание стратегии развития страны и идет по пути совершенствования социалистической рыночной экономической системы. В этот период (с 2002 г.) была проведена реформа в административно-управленческой системе страны, были отменены сельскохозяйственные и скотоводческие налоги, налоги на специ-

альные сельскохозяйственные продукты и т. п. Были приняты законы, направленные на защиту частной собственности, создание условий для честной конкуренции, осуществления валютных операций с целью постепенного увеличения инвестиционной активности предприятий.

В 2008 г. Китай вышел на третье место в мире по размеру ВВП, который составил 4 300 млрд долл.

В данной статье мы попытались ретроспективно рассмотреть и проанализировать весь длительный процесс реформ в Китайской Народной Республике. Новый период времени ставит новые задачи, и в настоящий момент правительство КНР осознает, что модернизация страны приводит к все большему загрязнению окружающей среды, и этой проблеме уделяется первостепенное значение. «Экологическая модель», «циркулирующая модель» и «укрепление сотрудничества между регионами» – вот основные задачи, которые ставятся перед экономикой Китая.

Библиографические ссылки

1. Хуан Чжилян. Особенности модели развития экономики Китая // Исследование экономики. 2005. № 6.
2. О первом пятилетнем плане в развитии народного хозяйства : доклад правительства КНР. 1952.
3. Ли Фучунь. Избранные труды. Пекин : Народное издательство, 1992. Ст. 167.
4. Мао Цзедун. Анализ о десяти отношениях : доклад. 1956.
5. Годовая статистическая отчетность КНР : Пекин : Изд-во «Статистика Китая», 1977. Ст. 57, 50, 364.
6. Дэн Сяопин. Избранные труды. Т. 2. Пекин : Народное издательство, 1994. Ст. 152.

O. P. Sanzhina, Wen Yuzhu

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF REFORMS IN PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

The article deals with the whole long period of economic restructuring of PRC. This article is an attempt to analyze the long periods of reforms and certain stages of this periods. A brief description of the basic and most important events in political and in economic terms is given in the article as well.

Keywords: reforms in PRC, economy of PRC, socialist market economic system, state policy of PRC.

© Санжина О. П., Юйчжу Вэнь, 2012

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАПИТАЛОМ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ

Вопрос максимизации доходности инвестора с учетом рисков является ключевым моментом инвестирования на фондовом рынке. Чтобы оптимизировать соотношение доходности и риска инвестиций в ценные бумаги, необходимо помимо подхода к принятию решений применять управление капиталом. Рассматриваются различные способы контроля финансового результата и определения размера позиции на фондовом рынке, с учетом недостатков и преимуществ которых формируется методика управления капиталом для инвестиционных стратегий на российском рынке ценных бумаг.

Ключевые слова: инвестиционная стратегия, стоп-лосс, тэйк-профит, размер позиции, маржинальное кредитование, оптимальное f.

Большинство профессиональных инвесторов при принятии решений применяют инвестиционную стратегию. Под инвестиционной стратегией понимается комбинация аналитических приемов и методов, образующих единый алгоритм выработки инвестиционных решений, целью которого является формирование четких рекомендаций на покупку или продажу акций. Таким образом, инвестиционная стратегия предполагает наличие подхода к принятию решений. В случае, если подход к принятию решений на исторических данных и при совершении сделок в режиме реального времени показывает предпочтительное для инвестора соотношение риска и доходности, то при отсутствии контроля финансового результата сделки или выборе неправильного размера капитала для открытия позиции соотношение риска и доходности может измениться в худшую сторону. Таким образом, для исключения возможных негативных последствий целесообразно в инвестиционную стратегию включать управление капиталом.

Некоторые элементы управления капиталом описываются в российском законодательстве, что свидетельствует о выявленном влиянии управления капиталом на результаты инвестирования на фондовом рынке.

На сегодняшний день в законодательных актах, описывающих порядок инвестирования денежных средств инвестиционных фондов, пенсионных резервов, устанавливаются доли инвестирования в ценные бумаги одного эмитента, максимальный объем вложений в один вид ценных бумаг, например, акции, облигации, паи, а также предусмотрены действия управляющих в случае отрицательного изменения стоимости портфеля. Это свидетельствует о том, что элементы управления капиталом являются неотъемлемой частью инвестирования на фондовом рынке.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что существует проблема управления капиталом, решение которой необходимо для оптимизации показателей риска и доходности инвестиционной стратегии на фондовом рынке. Таким образом, объектом исследования в рамках данной статьи будут являться эле-

менты управления капиталом, а также их влияние на результаты работы инвестиционной стратегии.

Прежде чем приступить к решению вопроса управления капиталом, рассмотрим основные элементы управления капиталом на фондовом рынке (рис. 1).

Управление капиталом на фондовом рынке – это совокупность способов и правил определения размера позиции и контроля финансового результата сделки.

Основная цель исследования теорий управления капиталом на фондовом рынке – это увеличение доходности прибыльных сделок и уменьшение убытка в убыточных сделках за счет выбора оптимальных параметров размера позиции и контроля финансового результата в сделке. Таким образом, исследуя возможные значения вышеуказанных параметров, инвестор получает возможность увеличить доходность или сократить риски инвестиций в ценные бумаги.

Предположим, что некоторая инвестиционная стратегия предполагает наличие только прибыльных сделок; таким образом, ответ на вопрос о доле капитала для открытия позиций очевиден: необходимо использовать весь имеющийся капитал, а если существует возможность, то и маржинальное кредитование. Но, как правило, принятие решений в рамках инвестиционной стратегии характеризуется определенным количеством прибыльных и убыточных сделок. Поэтому в целях ограничения риска необходимы контроль финансового результата и оптимизация размера капитала, которым открывается и поддерживается позиция.

Контроль финансового результата также ведется по двум направлениям: фиксация убытка или прибыли в сделках. Стоп-лосс – ограничение убытка на заранее определенном ценовом уровне. Самыми распространенными вариантами фиксации убытков являются фиксированный стоп-лосс, который рассчитывается как заранее определенный процент (или сумма) от капитала или от цены открытия позиции, и скользящий стоп-лосс, который рассчитывается как определенный процент от каждого нового экстремума цены или цены закрытия свечи заданного интервала (при движении цены в сторону открытой позиции).

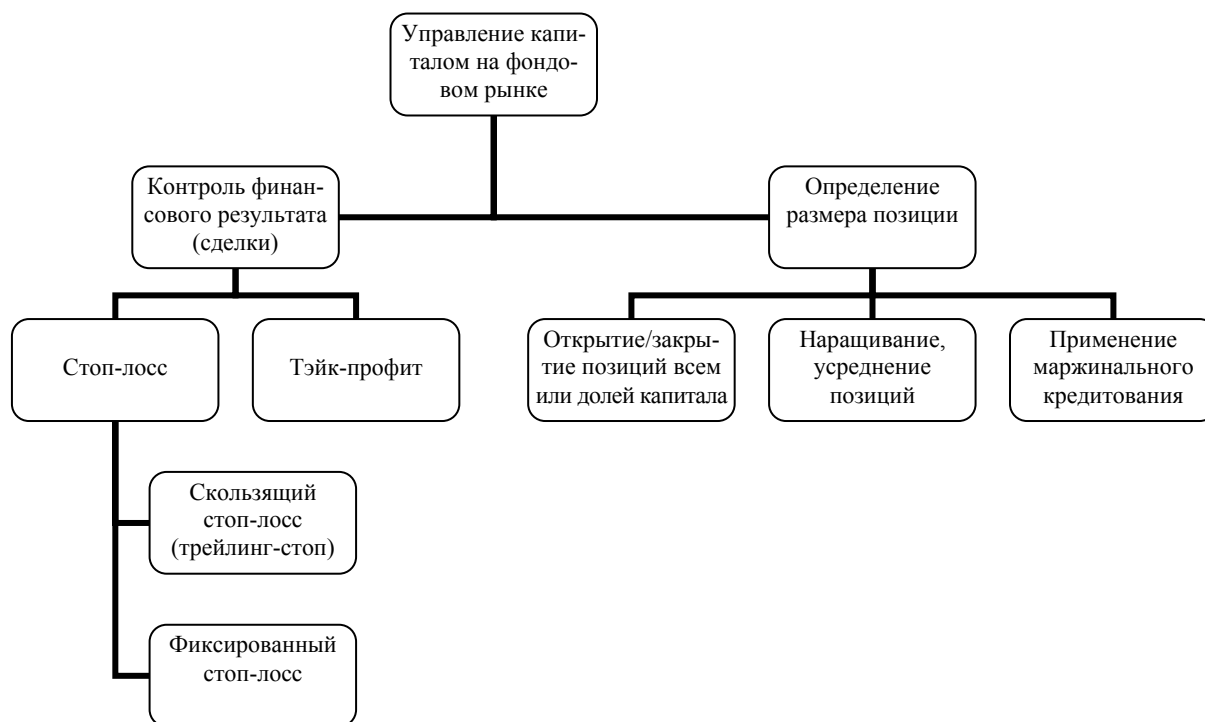


Рис. 1. Структура управления капиталом на фондовом рынке

При контроле за финансовым результатом сделки необходимо найти баланс между минимальной величиной стоп-лосса, которая может привести к преждевременному закрытию потенциально прибыльных сделок, обусловленных подходом к принятию решений, и максимальной величиной, которая при нескольких убытках подряд приведет к невозможности снижения капитала. В данном случае инвестор, принимая во внимание особенности подхода по принятию решений, определяет значение стоп-лосса, соответствующее его отношению к риску. Учитывая вышеизложенные принципы ограничения убытков, целесообразнее применять комбинацию фиксированного и скользящего стоп-лосса (при движении цены в сторону открытой позиции). В целом, при выборе числового значения стоп-лосса можно руководствоваться классическими правилами управления капиталом из зарубежной литературы и взять за основу стоп-лосс, не превышающий 2–3 % от капитала в одной сделке. Также следует отметить, что при торговле по пяти- и одноминутным графикам использование такого стоп-лосса может отрицательно сказаться на результатах, поэтому при внутридневной торговле необходимо применять меньший стоп-лосс.

Ограничение прибыли на определенном уровне – тэйк-профит – применяется в случае, если используется подход к принятию решений на основе «пробоя» линий поддержки и сопротивления. Для инвестиционных стратегий, в которых используется подход к принятию решений на основе математических индикаторов, применение тэйк-профита является дополнительным, а не основным условием закрытия позиции, поскольку индикаторы, как правило, указывают не

только точки открытия позиций, но и точки закрытия позиций.

Таким образом, основными аспектами контроля финансового результата сделки являются:

- формирование стоп-лоссов – важного элемента управления капиталом и неотъемлемой части инвестиционной стратегии, поскольку ни одна из других составляющих инвестиционной стратегии не ограничивает риски;

- стоп-лосс позволяет ограничить процентную долю капитала, теряемую в убыточных сделках, тем самым позволяя сохранить капитал для совершения дальнейших сделок;

- уровень стоп-лосса определяется, во-первых, подходом к принятию решений (фундаментальный анализ, анализ на основе трендовых индикаторов или осцилляторов, графический анализ), во-вторых, интервалом ценового графика (недельный, дневной, часовой, пятиминутный), в-третьих, волатильностью инструмента;

- по нашему мнению, целесообразно применять симбиоз скользящего и фиксированного стоп-лосса с числовыми значениями 2–3 % для дневных графиков и 0,5 % – для внутридневной торговли;

- применение тэйк-профита не всегда является оправданным, поскольку многие применяемые подходы к принятию решений уже определяют точки закрытия позиции.

Рассмотрим второй не менее важный элемент управления капиталом – определение размера позиции или доли капитала для открытия и удержания позиции.

Подход к принятию решений оказывает значительное влияние на прибыльность инвестиций, но

эффективный способ определения размера позиции и контроля финансового результата может значительно изменить соотношение риск/доходность инвестиционной стратегии.

Решение относительно доли капитала, подвергаемого риску в каждой отдельной сделке, является не менее важным, чем решение о покупке или продаже. Более того, несмотря на уверенность большинства инвесторов, определение направления открытия позиции никак не влияет на правильность определения размера открываемой позиции. Это два самостоятельных, независимых друг от друга решения.

Одним из возможных решений вопроса определения оптимального размера позиции является теория Ральфа Винса.

Решение относительно размера позиции всегда является функцией от капитала, но также зависит и от некоторых других параметров, например, от ожидания величины максимального убытка при каждой следующей сделке [1].

Данная теория основана на гипотезе о нелинейном соотношении размера открываемой позиции и финансового результата инвестиций. На основании предложенной гипотезы, Ральфом Винсом введено понятие оптимального f , которому соответствует некоторый оптимальный размер открытой позиции.

Зависимость первоначального капитала, максимального убытка, размера позиции и оптимального f выглядит следующим образом:

$$R = \frac{FK \cdot f}{ML},$$

где FK – первоначальный капитал; f – оптимальная фиксированная доля капитала в сделке; ML – максимальный убыток.

Взаимоотношение между потенциальной прибылью и размером открытой позиции является нелинейным и описывается кривой, вершина которой соответствует максимальному значению прибыли инвестиций и определенному размеру позиции (рис. 2).

Отклонение от пика оптимального f на рис. 2 вправо приводит сначала к уменьшению размера прибыли, а потом и к убыткам в результате слишком высокого соотношения риск/выигрыш; отклонение от пика влево приводит к уменьшению размера прибыли из-за слишком низкого соотношения риск/прибыль, иначе говоря, в этом случае потенциал капитала используется не полностью.

Преимуществом теории на основе оптимального f является то, что инвестор решает проблему выбора объема денежных средств для открытия позиции, используя соотношение риска и доходности. Иногда оптимальное f предполагает использование маржинального кредитования, но не каждый инвестор готов увеличивать свой риск, используя его. В связи с этим инвесторы ограничивают прибыль, чтобы использование маржинального кредитования приняло более разумное значение. Также следствием применения гипотезы на основе оптимального f является то, что она позволяет инвесторам увеличить или уменьшить риск по мере роста или сокращения счета и принять решение о том, какой процентной долей капитала целесообразно рисковать в каждой сделке.

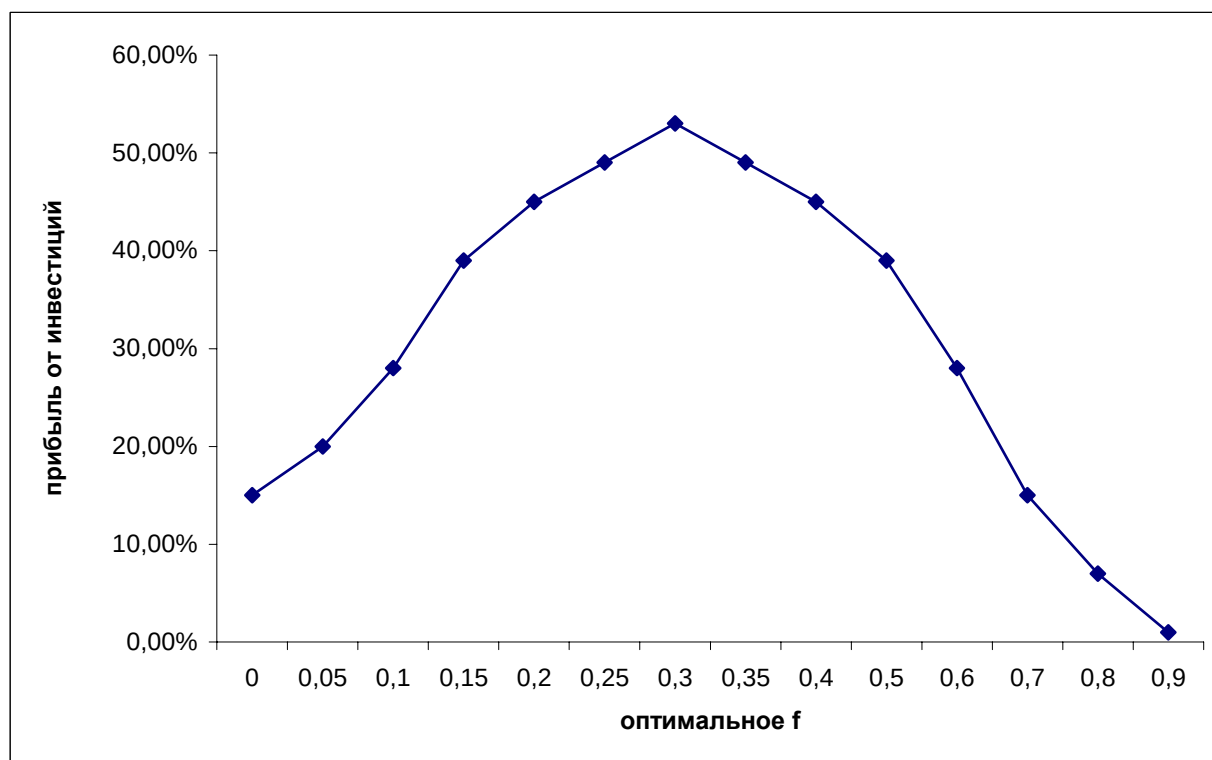


Рис. 2. Зависимость прибыльности от оптимального f

Недостаток теории состоит в сложностях расчета результатов последней сделки, скорректированной величины счета и корректной суммы риска для следующей сделки. Данный недостаток теории оптимального f исключается автоматизацией процесса торговли, когда данные сохраняются в электронной таблице, чтобы быстро и легко выполнить расчеты. Еще один недостаток применения теории управления капиталом Ральфа Винса заключается в том, что результат инвестирования будет не всегда расти линейно относительно подвергаемой риску процентной доли капитала. Данный способ определения размера позиции приводит к тому, что будет нарушаться правило отношения суммы выигрышей и суммы проигрышей [2], т. е. при риске с определенной долей капитала можно заключить сделку, в которой потенциальный убыток больше потенциальной прибыли. Тем не менее, определение размера позиции на основе оптимального f дает ответ на вопрос о доле капитала, которым открывается позиция, и может успешно применяться инвесторами с четкими правилами контроля финансового результата.

Следует отметить, что различные инвестиционные стратегии по-разному реагируют на определение размера позиции на основе оптимального f . Следовательно, для оценки воздействия на результаты инвестирования необходимо осуществить тестирование инвестиционной стратегии, прежде чем применять данный способ определения размера позиции, который потенциально содержит возможность увеличения доходности инвестиций. В случае отрицательных результатов тестирования инвестиционной стратегии, применение данного способа определения размера позиции может оказаться хуже отсутствия управления капиталом.

Альтернативные теории определения размера позиции на основе последовательного увеличения или варьирования доли инвестированного капитала в зависимости от результатов предыдущей сделки приведены в книге «Внутридневной трейдинг. Секреты мастерства» Вана Тарпа и Брайана Джуна.

Такие принципы определения размера позиции известны под разными названиями: построение пирамиды (вверх и вниз) и martingale (обычный и обратный), наращивание позиции. Данная теория определения размера позиции предполагает варьирование количества заключенных контрактов, основанного на результатах последней сделки [3]. Например, инвесторы принимают решение вдвое увеличить позицию после проигрышной сделки в целях компенсации убытков или, наоборот, увеличивают позицию после выигрышной сделки, чтобы максимизировать прибыль в следующей сделке. При применении martingale размер позиции в следующей сделке увеличивают после проигрышной сделки или при уменьшении капитала. Как следствие, риск растет в период убыточных сделок, что может привести к невосполнимому снижению капитала.

Напротив, при применении antimartingale размер позиции в следующей сделке увеличивают тогда, ко-

гда капитал растет, или после выигрышной сделки, таким образом, риск увеличивается в период выигрышей.

Применение antimartingale может быть очень эффективным, но лишь к части инвестиционных стратегий. Данный способ позволяет инвесторам максимизировать прибыль в ситуациях с высокой вероятностью получения прибыли и в то же время уменьшить риск в ситуациях с низкой вероятностью получения прибыли. Это может привести к тому, что капитал будет расти существенно быстрее при незначительном уровне риска [4; 5].

Эффективность применения наращивания или усреднения позиций зависит от последовательности прибыльных и убыточных сделок инвестиционной стратегии.

1. В некоторых инвестиционных стратегиях результаты сделок имеют тенденцию к тому, что прибыли или убытки следуют подряд друг за другом (серии убыточных сделок и серии прибыльных сделок). При таких условиях инвесторы могли бы применять способы определения размера позиции, по которым после прибыльной сделки объем следующей сделки увеличивается и уменьшается – после убыточной, используя antimartingale.

2. С другой стороны, существуют инвестиционные стратегии, в которых подходом к принятию решений обусловлено чередование прибыльных и убыточных сделок. При таких обстоятельствах инвесторам выгодно после убыточных сделок увеличивать объем торговли и уменьшать его после выигрышей, используя martingale.

Преимуществом такого способа определения позиции является легкость применения, а недостатком – широкая вариативность результатов, что приводит к увеличению чувствительности размера позиции к оптимизации. Инвесторы в процессе оптимизации могут подобрать значения параметров, которые максимизируют прибыль, но при совершении сделок возникает отрицательный результат инвестирования. Причина часто заключается в том, что убыточные и прибыльные сделки идут в другом порядке, чем в тестировании.

Возможным вариантом определения размера позиции также является торговля равными суммами. Недостатком такого способа является то, что при росте капитала размер открытой позиции в процентном отношении к капиталу будет уменьшаться и приносить меньше прибыли, а преимуществом – легкость расчета и применения.

Также возможно применение фиксированной процентной доли от капитала. Данный способ определения размера позиции прост в применении и предполагает сокращение риска при снижении капитала и увеличение потенциальной прибыли при росте капитала.

Таким образом, основными аспектами при выборе размера позиции являются:

– подход к принятию решений (фундаментальный анализ, трендовые индикаторы или осцилляторы);

- наличие контроля финансового результата;
- оптимальным способом определения размера позиции, по нашему мнению, является фиксированная процентная доля от капитала.

Важным элементом управления размером позиции является применение маржинального кредитования. Но большинство способов определения размера позиции, описанных выше, уже включают возможность использования маржинального кредитования, поэтому рассмотрение данного элемента отдельно от определения размера позиции нецелесообразно.

На текущий момент в России научные исследования по проблемам управления капиталом находятся в начальной стадии, а зарубежные исследования опубликованы в основном в научно-популярной литературе.

Новизна работы заключается в том, что исследование теорий управления капиталом проводилось во взаимосвязи всех элементов: как в направлении контроля финансовых результатов, так и в направлении определения размера позиции.

В результате были проанализированы основные принципы контроля финансового результата и определения размера позиции и сделаны следующие выводы:

1) стоп-лосс – неотъемлемая часть инвестиционной стратегии, поскольку ни одна из других составляющих инвестиционной стратегии не ограничивает риски. При определении стоп-лосса целесообразнее применять комбинацию фиксированного и скользящего стоп-лосса (при движении цены в сторону открытой позиции) и принимать во внимание временной интервал ценового графика;

2) наиболее эффективным способом определения размера позиции является применение фиксированной процентной доли от капитала, поскольку размер позиции увеличивается в серии прибыльных сделок и уменьшается в серии убыточных сделок. Таким образом, выполняется главная цель управления размером позиции – сокращение риска при высокой вероятности убытков и увеличение потенциальной доходности при высокой вероятности получения прибыли;

3) инвестиционная стратегия помимо подхода к принятию решений также должна включать элементы управления капиталом, которые, в свою очередь, являются совокупностью способов определения размера позиции и контроля финансового результата.

Библиографические ссылки

1. Винс Р. Новый подход к управлению капиталом. М. : ЕВРО, 2003.
2. Лебо Ч., Лукас Д. В. Компьютерный анализ фьючерсных рынков : пер. с англ. М. : Изд. дом «АЛЬПИНА», 1998.
3. Ван Тарп, Брайан Джун. Внутрдневной трейдинг. Секреты мастерства : пер. с англ. М. : Изд. дом «АЛЬПИНА», 2003.
4. Кропачев С. В, Руссков В. Г., Скворцова Т. С. Диверсификация рисков и увеличение доходности торговой системы на фондовом рынке с применением наращивания позиции // Экономические проблемы и решения : науч. журн. Красноярск : КрасГУ, 2006. № 5. С. 110–116.
5. Найман Э. Л. Малая энциклопедия трейдера : пер. с англ. М. : Изд. дом «АЛЬПИНА», 2005.

T. S. Skvortsova

THE IMPACT OF MONEY MANAGEMENT ON THE RESULTS OF INVESTMENTS ON THE STOCK MARKET

Maximizing of investor earning power, considering risks, is a key investment point at the capital market. In order to improve portfolio investment earning power and risk balance, decision-making strategy shall be implemented together with capital management. The article examines different methods of financial result control and determination of the extent of items at the capital market, their insufficiencies and privileges, which is taken into account, when the capital management methods in investment strategies at Russian capital market are developed.

Keywords: investment strategy, stop-loss, take-profit, order volume, marginal financing, appropriate financing.

© Скворцова Т. С., 2012

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Рассмотрены основные механизмы научно-технологического развития регионов и их ключевая роль в переходе российской экономики на инновационный путь развития. Определены задачи и функции построения региональной инновационной модели, а также основные составляющие и особенности инновационного потенциала региона. В этом ключе рассмотрены место и роль научно-технологического развития Красноярского края в реализации стратегии экономического развития Сибири и долгосрочной модели развития российской экономики.

Ключевые слова: развитие территорий, инновационная модель региона, инновационный потенциал, инновационная деятельность, научно-технологическое развитие.

Экономическое развитие современной России по-прежнему определяется наличием богатых природных ресурсов. Известно четыре основных фактора экономического роста; учет «долговременности» каждого из них является первостепенным вопросом в разработке стратегии экономического развития страны. Из основных составляющих экономического роста – труда, капитала, природных ресурсов и научно-технического уровня – последний компонент признается в долгосрочном плане решающим.

Инновационное развитие общества и экономики предполагает преобразование всех сфер экономики и социальной системы на основе научно-технических достижений, реализацию крупных национальных, региональных, отраслевых и корпоративных инновационных программ и проектов, рост инновационного потенциала и инновационной культуры.

Научно-технологическое развитие является одной из важнейших составляющих инновационного развития общества. Оно направлено на совершенствование производительных сил и сопровождается реализацией в материальном производстве и других сферах жизнедеятельности человека научно-технических достижений (продуктовых и технологических инноваций), предполагает сокращение продолжительности производственного цикла, качественное изменение ресурсной базы производства и способов осуществления производственных процессов (технологий), а также изменение содержания труда и повышение уровня квалификации работников.

Основным фактором, обуславливающим научно-технологическое развитие, являются все возрастающие потребности общества в сокращении затрат живого и овеществленного труда при производстве благ и услуг. Именно в силу этого становится необходимым обеспечить кардинальное совершенствование материально-технической базы производства и его организации [1].

Инновационная деятельность, как и любая хозяйственная деятельность, имеет национальный, отраслевой и региональный аспекты, в силу того, что инновации реализуются предприятиями, имеющими определенную специализацию и расположенными на конкретных территориях.

При этом могут возникать дополнительные эффекты, обусловленные возможностями рационализации как технологических взаимосвязей между взаимодействующими предприятиями разных отраслей, так и связей, обусловленных территориальной близостью предприятий, не обязательно связанных технологически.

Межотраслевые эффекты в основном проявляются в более гибком учете потребностей партнеров по кооперации, настройке деятельности предприятия на удовлетворение их требований к составу модификаций (конфигураций) и качеству поставляемых материалов, полупродуктов, деталей и узлов, комплектующих изделий, к срокам и формам их поставки, а также к характеристикам предоставляемых услуг.

В рамках определенной территории (региона) дополнительные эффекты обуславливаются возможностями совместного использования имеющихся на ней объектов инфраструктуры; создания временных коллективов для выполнения отдельных работ; обмена квалифицированными кадрами, в том числе инновационными менеджерами; установления неформальных связей между менеджерами с целью передачи производственного и управленческого опыта и т. п.; развития локальных кооперационных связей, повышающих надежность взаимодействий.

Однако реальное использование данных эффектов зависит от координации инновационной деятельности различных типов осуществляющих ее субъектов.

Дело в том, что инновационная деятельность в регионе инициируется субъектами, относящимися к трем разным группам:

- 1) внешние (национальные – федеральные – органы управления, транснациональные корпорации и крупные национальные корпоративные структуры, а также другие субъекты, действующие на территории всей страны или нескольких регионов);
- 2) администрации регионов (федеральных округов, субъектов Федерации), органы местного самоуправления;
- 3) предприятия и организации частного и общественного сектора, включая отдельных инновационных предпринимателей, расположенных на данной территории.

Методы выбора приоритетов региональной инновационной модели развития могут быть сведены к следующей процедуре [2]:

1. Установление целей социально-экономического развития территории. Социальные цели – повышение качества жизни населения, развитие региональной инфраструктуры (коммунальное хозяйство, транспортные сети, энергетический блок). Экономические цели в условиях перехода к рыночным регуляторам – реструктуризация производств в соответствии с внутренним и внешним рыночным спросом; рациональное использование территориальных ресурсов (в том числе научно-инновационного и производственного потенциала); увеличение занятости населения; повышение конкурентоспособности продукции; правильный учет местных особенностей.

2. Выявление основных направлений развития территории. К ним может относиться:

- активизация инновационной деятельности;
- формирование и реализация регионального технологического заказа.

В свою очередь, активизация инновационной деятельности должна включать следующие направления:

- создание условий для развития малого предпринимательства в инновационной сфере (льготное кредитование и налогообложение, создание институциональных форм развития инноваций, формирование инновационных фондов поддержки);
- стимулирование создания венчурных фирм и малых инновационных предприятий;
- инициирование восприимчивости средних и крупных предприятий к внедрению инноваций за счет целевых налоговых и других льгот.

3. Проведение оценки конкурирующих направлений инновационной деятельности, по результатам которой может быть выполнен выбор приоритетных направлений. В качестве оценочных признаков могут быть применимы следующие показатели:

- временной фактор достижения конечных целей инновационной деятельности в регионе;
- необходимый размер ресурсов;
- ожидаемые конечные результаты от реализации того или иного инновационного направления.

Направления, которые обеспечивают наибольшую эффективность в достижении инновационных целей в регионе, становятся приоритетными в получении ресурсов и различных льгот. Таким образом, инновационная модель регионального развития подразумевает направления приоритетных работ по качественному преобразованию составляющих производительных сил с переструктурированием выпуска продукции, предприятий, сфер деятельности.

Реализация национальных проектов (программ) в регионе оказывает как непосредственное влияние на его экономику и социальную сферу – в хозяйственный оборот вовлекаются природные ресурсы, увеличивается занятость и повышаются доходы населения, так и косвенное – создаются объекты инфраструктуры (в том числе инновационной), которые в дальнейшем

могут использоваться для расширения инновационной деятельности в регионе.

В свою очередь, региональные администрации разных уровней реализуют на своей территории спектр направлений инновационных преобразований, целями которых могут быть:

- повышение конкурентоспособности региональных производителей продукции и услуг (переход к использованию технологий, производству продукции и оказанию услуг мирового уровня);
- превращение региона (субъекта Федерации, города) в инновационный центр национального уровня;
- повышение эффективности взаимодействия участников инновационного процесса в рамках региональной инновационной системы.

Так, для Красноярского края первая из целей конкретизируется следующим образом: перейти к использованию технологий, производству продукции и оказанию услуг мирового уровня в образовании, добыче и переработке угля, нефти и цветных металлов, цветной металлургии, финансах и банковском деле, в торговле и логистике, машиностроении и металлообработке, АПК, строительстве, приборостроении, энергетике и транспорте. А в качестве второй цели ставится превращение Красноярского края в инновационный центр российского уровня.

Эти общие цели детализируются в конкретные задачи, которые ставят перед собой администрации регионов. В частности, для повышения спроса на инновации в регионе необходимо обеспечить:

- усиление взаимодействия бизнеса в регионе с исследовательскими организациями;
- рост наукоемкости продукции предприятий традиционных отраслей (увеличение отношения затрат на инновации к объему продаж);
- развитие малого инновационного бизнеса;
- создание/реанимацию наукоемких производств;
- увеличение объемов услуг наукоемкого сервиса;
- развитие международного научно-технического сотрудничества;
- привлечение крупных российских компаний к инновационной деятельности в регионе.

Увеличение предложения инноваций в регионе связывают с интегрированием деятельности участников инновационных процессов; развитием устойчивых кооперационных сетей и формированием каналов обратной связи с потребителями; выделением региональных приоритетов и стимулированием инновационного развития в их рамках, повышением уровня готовности разработок к коммерциализации; расширением доступа участников инновационных процессов к информационным, финансовым и материальным ресурсам.

Сдвиг в сторону инновационного развития экономики России наметился, и первоочередная задача состоит в том, чтобы активизировать факторы долгосрочного экономического роста. Научно-технологическое развитие промышленности сопряжено в современных условиях с сектором воспроизводства зна-

ний и его влиянием на экономическую сферу общества. Интеллектуальные ресурсы, нематериальные активы организаций, лежащие в основе инновационного развития, требуют на сегодняшний день новых управленческих подходов, в том числе и в рамках регионального управления. Современные концепции управления должны иметь направленность на долгосрочную рыночную позицию в условиях сложной конкурентной среды за счет гибкого управления стратегией и системного управления «организационными знаниями». Данные концепции позволяют сформировать эффективную инфраструктуру реализации инновационных процессов, ориентироваться на более высокий уровень технологичности и наукоемкости производства, развитие технологического инновационного бизнеса в регионе.

Таким образом, первоисточником инновационного развития России является научно-технический потенциал территорий. Главная задача в этой связи состоит в том, чтобы придать инвестициям инновационный характер. Только так можно обеспечить финансовую базу для инновационного развития территорий, в том числе в рамках муниципальных образований Красноярского края, конкурентоспособность производимых в них товаров и услуг.

Инновационный потенциал региона представляет собой сложную многоуровневую характеристику, включающую набор целого ряда различных условий, возможностей и способностей экономической системы для осуществления инновационной деятельности. Поэтому предлагается определять инновационный потенциал региона состоянием ряда частных потенциалов: научного, интеллектуально-кадрового, производственного и маркетингового (рис. 1).

Научный потенциал региона служит отправной точкой в осуществлении начальных стадий инновационного процесса, являясь одной из наиболее важных составляющих инновационного потенциала. В целом, научный потенциал региона характеризует наличие и

сбалансированность ресурсов для научной деятельности, их уровень развития и достаточность для осуществления эффективной научной деятельности. Он может определяться такими структурными компонентами оценки состояния научной сферы региона, в которых отражены организационная структура научного потенциала, его материально-техническая база, финансовое и информационное обеспечение, научно-технические результаты и кадровый состав.

Характерно, что результаты экономико-математического анализа для ряда регионов России показали низкую роль собственных средств научных организаций и средств предпринимательского сектора в объемах выполненных НИР, а также в финансировании фундаментальных и прикладных исследований (рис. 2). В то же время доминирующее положение в финансировании разработок получили бюджетное финансирование, средства внебюджетных фондов и государственных организаций. Подобное положение дел несколько противоречит принципам оказания финансовой поддержки со стороны государства различным стадиям научных исследований, которая наиболее отчетливо должна проявляться на ранних стадиях НИОКР.

Сложившаяся ситуация во многом характерна для России в целом, что может быть объяснено, в частности, переходным характером развития экономики и, соответственно, инновационной деятельности, когда на первый план выходит решение проблем краткосрочного (текущего) характера и получения быстрой отдачи от сделанных вложений.

Интеллектуально-кадровый потенциал региона рассматривается, с одной стороны, в контексте обеспечения научно-технической деятельности (наличия и уровня подготовки научно-исследовательских кадров), а с другой – с позиций обеспечения основы для использования и распространения нововведений (например, наличия инновационных менеджеров, технических специалистов и др.).

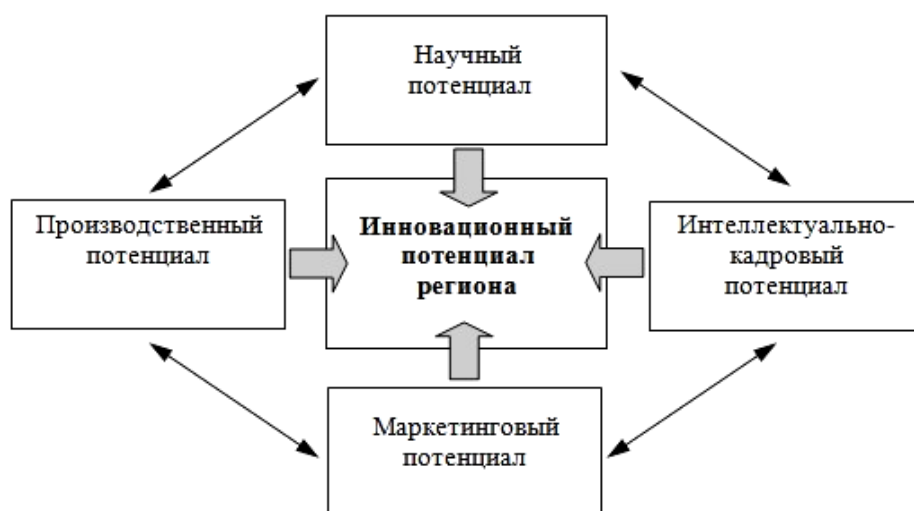


Рис. 1. Инновационный потенциал региона

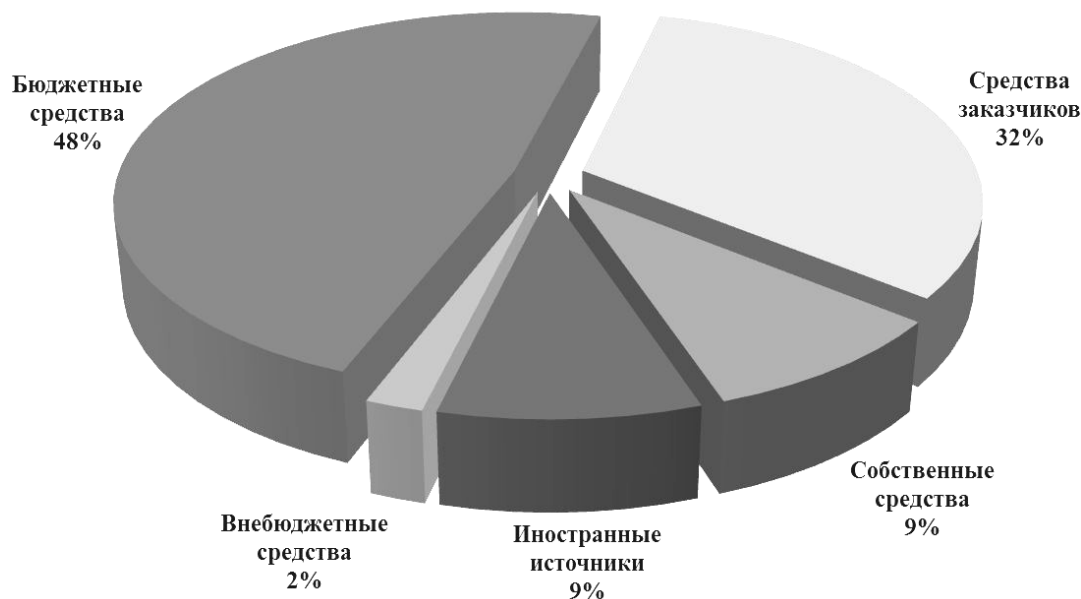


Рис. 2. Распределение объемов НИОКР по источникам финансирования в Красноярском крае в 2006 г.

Интеллектуально-кадровый потенциал региона призван показать образовательный уровень населения в целом и по отдельным его группам; наличие, состав и специализацию профессиональных групп работников; уровень оплаты труда работников различных категорий и специальностей; характер и эффективность использования высокопрофессиональных групп работников; отраслевые особенности занятости населения; потребности региона в высококвалифицированных кадрах; тенденции развития системы образования, спроса на специалистов различного уровня и профиля и их распределения по отраслям экономики.

Возможности региона усваивать инновации различного характера, прежде всего, отражены в его *производственном потенциале*, традиционно рассматриваемом в сфере материального производства. В рамках выявления производственного потенциала определяется технологический уровень развития региона, а именно: количество и уровень применяемых производственных и информационных технологий на предприятиях региона, перспективность их развития, темпы их внедрения, обновления и замены.

Маркетинговая составляющая является неотъемлемой частью инновационных процессов, поскольку напрямую связана с процессами коммерциализации нововведений, т. е. вывода последних на рынок с целью получения прибыли. Процесс коммерциализации имманентен инновации, исходя из определения данного понятия. Для того чтобы данный процесс имел место, необходимо знать рыночные потребности и возможности региональной экономики. Маркетинговый потенциал предполагает присутствие развитых элементов и процессов рыночно-маркетинговой среды в регионе, т. е. отражает уровень развитости рынков и рыночной инфраструктуры в исследуемом регионе,

количество, состав и качество предоставляемых товаров и услуг (в том числе консалтинга), развитость системы рыночных коммуникаций и т. д. В частности, предлагается рассматривать маркетинговую инфраструктуру через ряд показателей других видов инфраструктуры:

- 1) производственную, определяющую эффективность организации производства в регионе;
- 2) финансовую, отражающую инвестиционную привлекательность региона, доступность финансовых источников, развитость банковского сектора, систем платежей и расчетов, кредитных схем;
- 3) демографическо-трудовую, характеризующую состав, уровень квалификации и образования населения, а также его территориальную сосредоточенность;
- 4) условно-маркетинговую, характеризующую развитость рыночной деятельности и взаимоотношений в регионе;
- 5) информационную, определяющую возможности рекламной поддержки и возможные каналы ее распространения.

Развитие территорий Красноярского края в рамках приоритетных долгосрочных задач развития регионов Сибири предполагает взаимодействие региональных органов государственной власти, местного самоуправления и бизнеса в решении приоритетных долгосрочных задач, сформулированных в стратегии экономического развития Сибири в рамках реализации следующих процессов [3]:

- обеспечение масштабного технологического перевооружения;
- коренная модернизация сферы профессионального образования с учетом требований инновационного развития современного общества;

- обеспечение упреждающего развития транспортной, энергетической, строительной и социальной инфраструктуры;
- реализация крупных инвестиционных проектов по добыче и первичной переработке природных ресурсов, используя инструменты государственно-частного партнерства;
- развитие сектора глубокой переработки природного сырья;
- формирование единой системы отраслевых, вузовских и академических научных центров Сибири в целях создания инфраструктуры научно-технологических центров;
- технологическое развитие территорий с учетом приоритета экологически чистых производственных технологий;
- формирование действенных механизмов продвижения инновационных технологий во все отрасли экономики.

Решение перечисленных выше задач позволит сформировать условия для повышения привлекательности регионов Сибири по ведению бизнеса; создания новых и модернизации действующих производств, в том числе высокотехнологичных и наукоемких; модернизации социальной инфраструктуры, включая образование, здравоохранение, социальную защиту, культуру, физическую культуру и спорт, жилищный сектор; повышения привлекательности регионов Сибири для постоянного проживания.

Сложность в реализации задач, поставленных в стратегии развития регионов Сибири, создает сложившаяся ситуация, связанная с невосприимчивостью российской экономики к нововведениям в процессе реализации инновационных процессов.

Доля России в общемировом объеме производства инновационной продукции находится на уровне 0,3–0,4 %. При этом доля в экспорте инновационной

продукции на 1,2 % выше, чем доля потребления инновационной продукции на внутреннем рынке. Также это подтверждается динамикой этого показателя и в сравнении с другими странами [4].

Рассматривая представленные показатели и аналитические материалы, посвященные данной тематике, можно выделить следующие причины такой ситуации: низкий уровень мотивации, дефицит подготовки квалифицированных кадров по инженерным специальностям, несоответствие научно-исследовательской материальной базы уровню стоящих перед современной наукой задач, неразвитость инфраструктуры трансферта технологий, отсутствие традиций и практики коммерциализации идей. Следует учесть, что перечисленные проблемы усиливаются сложностью процесса коммерциализации нововведений, что можно увидеть на примере существующей международной практики отбора научно-технических проектов частными инвесторами – из 30 000 бизнес-проектов до стадии инвестиций в производство продукции доходят лишь 12–24 проекта.

Библиографические ссылки

1. Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки / О. Е. Алаев [и др.] ; отв. ред. В. И. Суслов ; науч. ред. Н. А. Кравченко, Г. А. Унтура ; Ин-т экономики и орг. пром. пр-ва СО РАН. Новосибирск, 2007.
2. Егорова М. В. Механизмы формирования и функционирования региональной инновационной системы / Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2009.
3. Стратегия экономического развития Сибири : [утв. распор. Правительства Российской Федерации от 7 июня 2002 г. № 765-р].
4. Индикаторы инновационной деятельности: 2009 : стат. сб. М. : ГУ-ВШЭ, 2009.

E. V. Sumina, T. A. Chalkin

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF TERRITORIES AS THE BASE OF INNOVATIVE STRATEGY OF RUSSIAN ECONOMY

In this paper the basic mechanisms of scientific and technological development of territories are considered, and their key role in transition of Russian economy to the innovative development way is shown. The common tasks and functions of the regional innovative model construction are identified and the main elements and features of innovative potential of regions are described. In this way, the place and role of scientific and technological development of Krasnoyarsk region, in realization of strategy of economic development of Siberian regions, are considered, with a glance to the long-term model of development of Russian economy.

Keywords: *development of regions, regional innovative model, innovative potential, innovative activities, scientific and technological development.*

© Сумина Е. В., Чалкин Т. А., 2012

В. Г. Тарасов

ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ АВТОМАТИКИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИМЕРЕ НОРИЛЬСКОЙ ТЭЦ

С целью оптимизации процесса сопровождения оборудования на энергетических предприятиях исследуется внедрение автоматизированной системы с элементами экспертной системы. По результатам выполненного моделирования бизнес-процессов можно увидеть и оценить результаты оптимизации.

Ключевые слова: техническое обслуживание, ремонт оборудования, экспертная система.

В настоящее время, в процессе сервисного обслуживания оборудования автоматики и средств измерений на электростанциях, отсутствует накопление статистической информации о проведенных аварийных работах, отказах оборудования, дефектах и инцидентах.

Оперативная информация, возникающая в процессе эксплуатации оборудования, фиксируется в оперативных журналах и журналах дефектов, журналах технических и административных распоряжений и т. д., но анализ возникновения неисправностей, качества выполнения ремонтов проводится бессистемно. А ведь на основании этих данных можно анализировать ошибки на разных стадиях управления, применение различных типов оборудования, оптимизировать материальные затраты и пр. Не хватает оперативности информирования персонала при изменениях рабочих параметров, изменениях эксплуатационных схем, произведенных работ на объектах электростанции.

Хронология выполнения работ слабо реализована в настоящий момент. Например, отслеживание видов работ, которые проводились с прибором, датчиком или регулятором, сейчас требует значительных затрат времени, поскольку при этом необходимо обращение к бумажному архиву. А ведь такая статистика полезна для метрологов и экономистов, персонала, обслуживающего данное оборудование, производственно-технического отдела предприятий. При проведении модернизации производства эта информация может помочь при принятии решения о приобретении оборудования определенного типа. Появляется возможность сравнения материальных и трудовых затрат на определенный тип оборудования (затрат на приобретение, монтаж, эксплуатацию).

Накопление истории работы с оборудованием и оперативное обеспечение информацией о методике правильного выполнения работ полезны при принятии решения по организации проведения работ. Это может быть методика завода-изготовителя или профессиональный опыт эксперта. Выдача рекомендаций для принятия решения на основании анализа выполненных работ в данный момент вообще не реализована.

Для решения перечисленных проблем предлагается разработать и внедрить автоматизированную информационную систему (АИС), выполняющую авто-

матизацию процессов управления технического обслуживания.

Система должна обеспечивать:

- 1) накопление информационной базы о состоянии оборудования и его истории с целью оптимального выбора состава работ;
- 2) регистрацию отказов (дефектов, инцидентов);
- 3) учет всех проведенных работ;
- 4) формирование стратегических планов использования и графиков ремонта оборудования;
- 5) автоматизацию планирования ресурсов (трудовых и материально-технических) на сопровождение оборудования;
- 6) отражение оперативной информации, необходимой для принятия решений при проведении работ при ремонте ТО и для прогноза технического состояния оборудования;
- 7) отражение результатов фактического выполнения ремонтов и ТО;
- 8) анализ обеспеченности процесса сопровождения оборудования необходимыми ресурсами;
- 9) анализ отклонений в сроках и объемах выполнения ремонтов;
- 10) автоматизацию процессов паспортизации и аттестации оборудования.

Модель процесса «Как есть» (As-Is). Задача анализа процессов сопровождения оборудования тепловой автоматики, цеха тепловой автоматики и измерений (ЦТАИ), норильской ТЭЦ-2 потребовала построения формальной модели деятельности. Модель выполнена в нотации IDEF0 [1]. Декомпозиция процессов в модели выполнена по циклу управления.

Контекстная диаграмма функциональной модели в варианте As-Is изображена на рис. 1. Для декомпозиции выбран процесс «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики». Этот процесс является основным производственным процессом ЦТАИ. На входе процесса – информация (требования) об обеспечении работоспособности оборудования, своевременного ремонта, выполнения текущих и аварийных работ, а также расходные материалы. Результат работы процесса – услуга по поддержанию готовности соответствующих групп оборудования ТЭЦ и документация.

Декомпозиция процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте As-Is представлена на рис. 2.

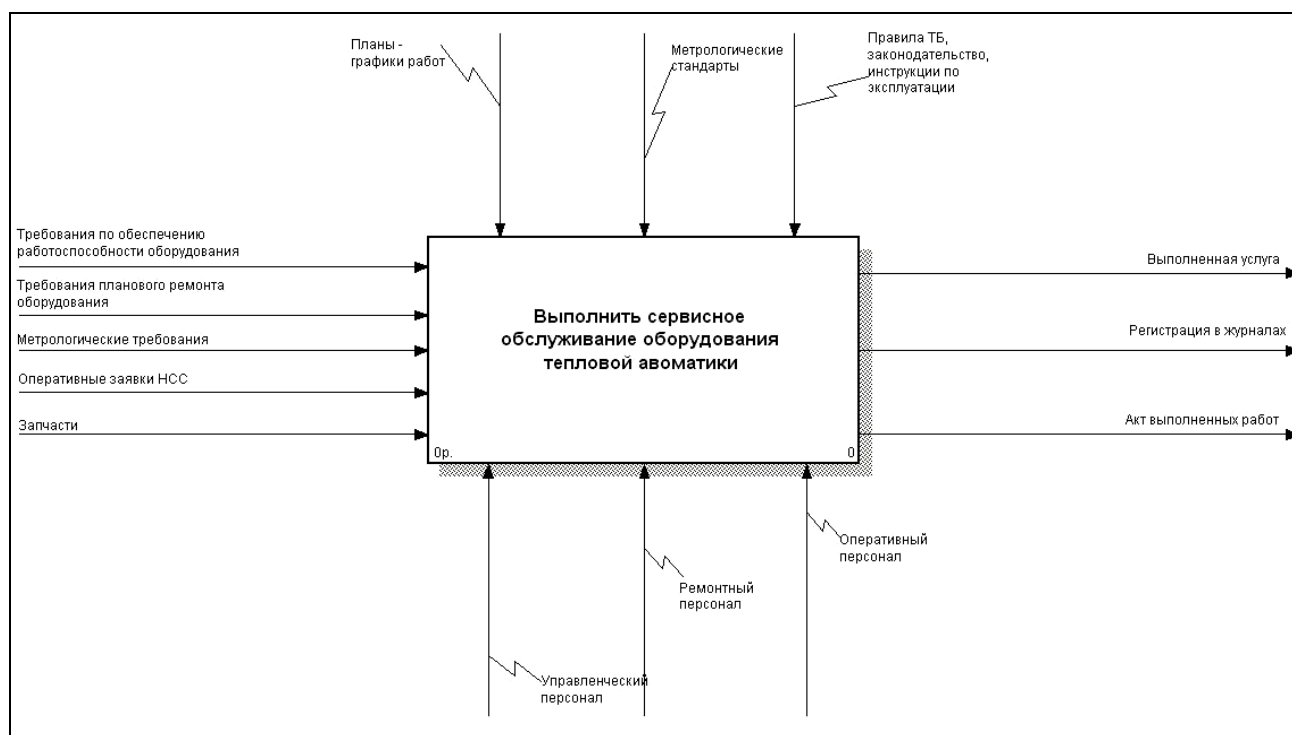


Рис. 1. Контекстная диаграмма функциональной модели в варианте As-Is

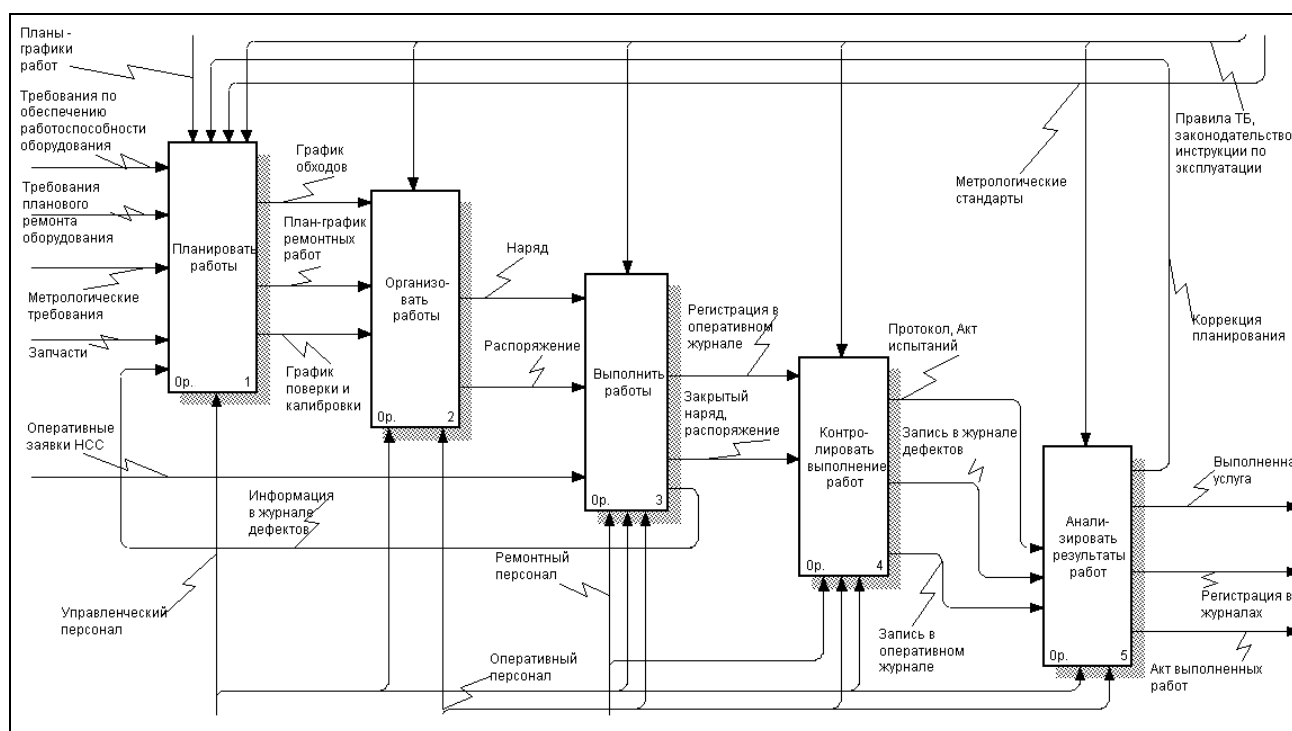


Рис. 2. Декомпозиция процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте As-Is

Функциональная модель «Как должно быть» (To-Be). Преодоление проблем, обозначенных в данной работе, планируется достичь путем введения в управление работой по обслуживанию оборудования тепловой автоматики специализированной автоматизированной информационной системы. Контекстная

диаграмма в варианте To-Be, описывающая изменения в выполнении процесса от введения АИС, мало отличается от варианта As-Is, приведенного на рис. 1. Добавлен ресурс «АИС», соответствующий разрабатываемой информационной системе, входные потоки информации «Исторические данные о состоянии обо-

рудования и выполненных работах», «Отчетность о плановых ремонтных работах» и «Отчетность об аварийных работах», а также выходной поток информации «Оценка оптимальности используемой стратегии сопровождения».

Декомпозиция функциональной модели процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте То–Ве, где видно, что данные АИС используются на всех этапах организации и выполнения работ, изображена на рис. 3.

Одной из особенностей данной АИС от систем подобного типа, присутствующих на рынке (например, системы класса «ТОРО» [2] или системы «1С:ТОИР» [3]), является то, что эта система помимо оперативно-предоставления информации о состоянии оборудования решает задачу выработки рекомендаций по их оптимальной эксплуатации на основании информации, занесенной экспертами.

Системы такого класса накапливают исторические данные, опыт эксплуатации оборудования. Внесение и обновление информации в базу знаний, пересмотр информации экспертами происходит в процессе эксплуатации оборудования, т. е. система содержит элемент экспертной системы смешанного типа [4].

В результате дальнейшего анализа человеком или АИС принимается решение об оптимальной схеме сервисного обслуживания, оптимальной методике устранения дефектов. Полученные схемы помогут избегать ошибочных и ненужных действий персонала, повышая, таким образом, экономическую эффективность процесса сервисного обслуживания оборудования.

С экономической точки зрения мотивацией для применения автоматизации процессов сервисного

обслуживания на предприятии (на примере АИС) служит:

- улучшение методики ремонта и обслуживания;
- снижение прямых расходов на ремонт и сопровождение оборудования (трудоемкость, материалоемкость работ);
- снижение потерь, вызванных ошибками в сопровождении оборудования, например, штрафов за нарушение диспетчерского графика и потерь КПД оборудования из-за его технического состояния.

Возможна организация информационного обмена между подобными или такими же базами знаний на энергетических предприятиях, обслуживающих подобное оборудование в подобных условиях эксплуатации, что может также оказать существенную помощь при принятии решений. Такого рода информационный обмен в широких масштабах в данный момент не проводится вообще. Решение о покупке нового оборудования принимается руководителями подразделений, основываясь на информации производителя и собственном локальном опыте эксплуатации. Для производителя оборудования информация АИС о реальной эксплуатации выпускаемой ими продукции будет являться уникальной для обеспечения канала обратной связи с потребителем, что является одним из важных инструментов при проведении маркетинговых исследований для достижения конкурентных преимуществ товара. Получение такой информации требует значительных материальных и человеческих затрат, а АИС будет значительно их экономить.

На основании разработанной модели ведется разработка программного обеспечения АИС управления процессами технического обслуживания.

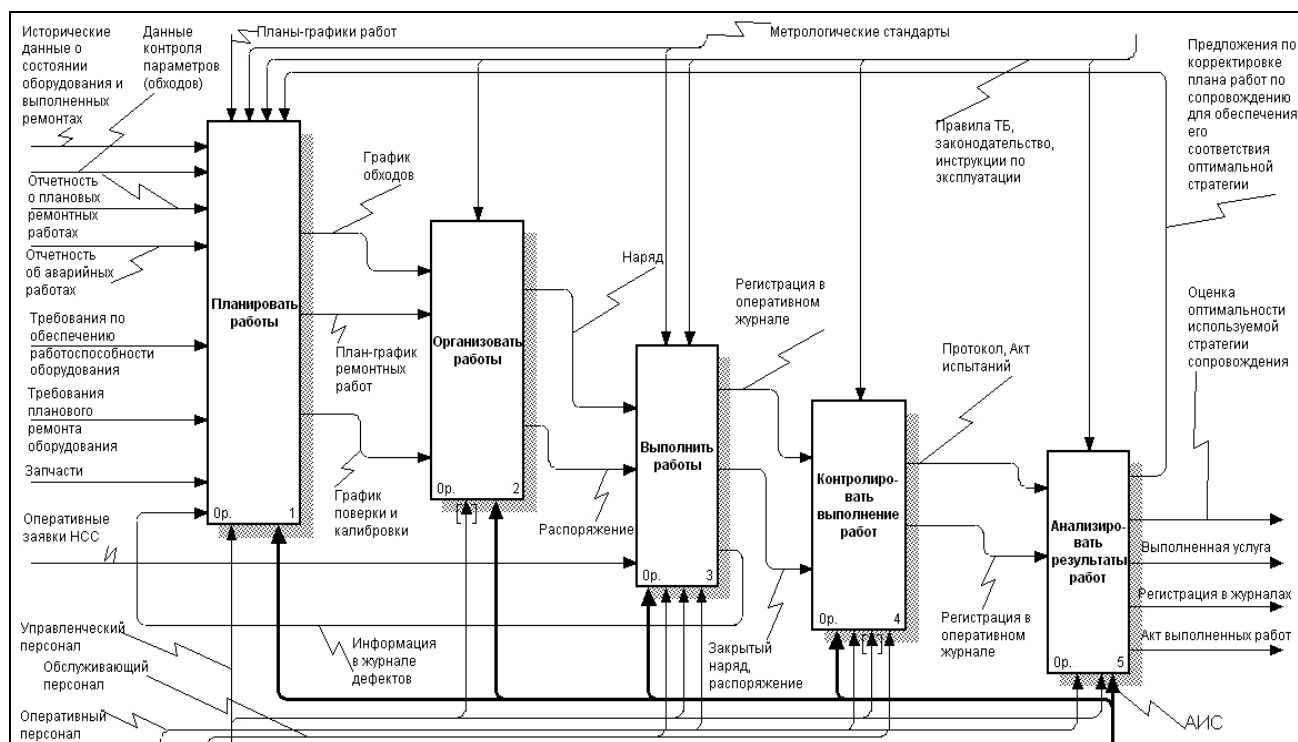


Рис. 3. Декомпозиция функциональной модели процесса «Выполнить сервисное обслуживание оборудования тепловой автоматики» в варианте То–Ве

Полный текст статьи и форум для ее обсуждения можно найти в Интернете по адресу: <http://es.ntgroups.ru/Article/Default.asp>.

Библиографические ссылки

1. Дэвид А. Марка, Клемент Л. МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования SADT. М., 1993.

2. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. М. : НЦ ЭНАС, 2010.

3. Галактика : сайт корпорации [Электронный ресурс]. URL: <http://toro.galaktika.ru/> (дата обращения 10.10.2011).

4. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование : пер. с англ. М. : Вильямс, 2007.

V. G. Tarasov

EXAMINATION OF SERVICE BUSINESS PROCESSES OF THERMAL AUTOMATION OF THERMAL POWER PLANTS ON THE EXAMPLE OF THERMAL POWER PLANT OF NORILSK CITY

With a view to optimization of equipment maintenance process at energy enterprises, the author explores the introduction of an automated system, with elements of an expert system. According to the results of the executed business process modeling, the author shows and evaluates the results of optimization.

Keywords: service and equipment repairing, expert system.

© Тарасов В. Г., 2012

УДК 338.465.4

Г. П. Тарасова

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ РЫНКА БЫТОВЫХ УСЛУГ

Рассмотрены формы и методы регулирования и саморегулирования рынка бытовых услуг. С учетом особенностей рынка бытовых услуг уточнены основные цели и методы государственного регулирования. Показаны направления совершенствования отдельных инструментов государственного регулирования и саморегулирования – целевых программ и ассоциаций (союзов) предпринимателей.

Ключевые слова: рынок бытовых услуг, регулирование рынка бытовых услуг, эффективность государственного регулирования, саморегулирование.

Исторически быстрый переход российской экономики на рыночные принципы хозяйствования обусловил отставание институциональных факторов развития социальной сферы. Современное экономическое состояние отдельных отраслей социальной сферы, являющихся ядром общественных интересов, свидетельствует о несовершенстве нормативно-правовой базы, низкой эффективности систем государственного управления и регулирования и несоответствии сложившихся организационных структур современным требованиям. Развитие частной инициативы и предпринимательства, формирование рынков социальных услуг требуют исследований возникающих экономических отношений, методов и инструментов государственного и муниципального регулирования и поддержки.

Одним из таких социально значимых рынков является рынок бытовых услуг, состояние и развитие ко-

торого оказывает непосредственное влияние на показатели качества жизни населения.

В современной российской экономике оказание бытовых услуг населению осуществляется преимущественно частными коммерческими структурами, доля государственных и муниципальных предприятий не превышает 10 %. Рыночное предложение неуклонно растет, что подтверждается объемами платных бытовых услуг населению Российской Федерации как в текущих, так и сопоставимых ценах (табл. 1).

Сложность исследований российского рынка бытовых услуг обусловлена целым рядом факторов, среди которых можно выделить высокую степень товарной сегментации, наличие различных сегментов по видам экономической деятельности, формам собственности и формам хозяйствования, территориальному расположению, масштабам и т. д.

Основные показатели развития бытового обслуживания населения в Российской Федерации в 2005–2011 гг.

Показатели	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Индекс физического объема платных услуг населению, в % к 2004 г. [1]	106,3	114,4	123,2	128,5	125,3	127,3	131,1
Индекс физического объема бытовых услуг населению, в % к 2004 г. [1]	105,5	111,5	117,1	122,1	118,2	119,2	119,1
Удельный вес объема бытовых услуг населению в общем объеме платных услуг населению, %	10,1	9,9	9,7	9,9	9,9	9,7	9,4

Под термином «бытовые услуги» понимается совокупность всех видов услуг, оказываемых населению, удовлетворяющих определенные потребности и направленных на самого потребителя или на принадлежащие ему потребительские стоимости. К бытовым услугам относят услуги по ремонту, окраске и пошиву обуви, ремонту и пошиву швейных, меховых и кожаных изделий, ремонту и техническому обслуживанию бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых машин и бытовых приборов, изготовлению и ремонту мебели, химическую чистку и крашение, услуги прачечных и т. д. С одной стороны, стремление к улучшению качества жизни и высокие требования к состоянию среды обитания у населения постоянно стимулируют частный сектор пополнять перечень бытовых услуг: появились клининговые услуги, ландшафтный дизайн, поставка питьевой воды и пр. С другой стороны, падение доходов основной части населения сокращает спрос на бытовые услуги и вызывает дисбаланс рыночной ситуации.

Развитие российского рынка бытовых услуг характеризуется наличием противоположных по своим признакам секторов. С одной стороны, образ работника организации бытового обслуживания предстает как квалифицированный специалист, обеспеченный современной техникой и использующий нанотехнологии. С другой стороны, во всех городах известны небольшие помещения, в которых мастер с помощью простых инструментов, как и двадцать лет назад, отремонтирует обувь.

С одной стороны, работает огромное количество индивидуальных предпринимателей и семейных предприятий, с другой – имеют место коллективные, кооперативные формы хозяйствования. Так, владельцами предприятий сферы быта являются трудовые коллективы – 63 %, юридические лица – 23 % и физические лица – 13 % [2]. С одной стороны, существуют комбинаты бытового обслуживания, которые наряду с основной деятельностью активно развивают другие непрофильные виды деятельности, приносящие дополнительный доход, что может привести и к перепрофилированию предприятий. С другой стороны, огромное количество узкоспециализированных предприятий оказывают лишь один вид бытовых услуг.

В настоящее время российский рынок бытовых услуг нуждается в регулировании и поддержке дальнейшего развития как со стороны государства и негосударственных структур, так и путем самоорганизации. В качестве методов саморегулирования рассмат-

риваются ассоциации (союзы) и собственно саморегулируемые организации.

Государственное регулирование рынка бытовых услуг. В отечественной экономической науке достаточно подробно освещены вопросы современной теории государственного регулирования частного сектора. Б. А. Райзберг определяет государственное регулирование рынков в качестве особой формы и сферы регулирующего воздействия государства на социально-экономические процессы [3, с. 43]. В. И. Кошкина и В. М. Шупыро под государственным регулированием понимают систему «опосредованного воздействия на поведение хозяйственных субъектов и тем самым на экономику в целом путем изменения законодательства, системы налогообложения, таможенных пошлин, валютных курсов, применения других инструментов ограничения или, наоборот, мотивации той или иной деятельности» [4, с. 31–32]. Т. В. Буклей отмечает, что «регулирование представляет собой систему правового, экономического, социального и организационно-хозяйственного обеспечения государственных органами и негосударственными структурами среды и механизма формирования эффективного и устойчивого развития свободной и цивилизованной предпринимательской деятельности» [5, с. 4].

Цели государственного регулирования обусловлены функциями государства как субъекта социально-экономической системы. В качестве выполняемых государством функций определены: 1) обеспечение общей социально-экономической и политической стабильности общества; 2) снижение транзакционных издержек через обеспечение максимально достоверной, оперативно функционирующей и общедоступной информацией населения и всех хозяйствующих субъектов; 3) компенсация «провалов» рыночной системы; 4) поддержка рыночной экономики; 5) социальная защита и обеспечение; 6) создание условий для развития страны.

Для достижения поставленных целей государственное регулирование осуществляется по следующим направлениям: структурная политика, инвестиционная, налоговая, финансово-кредитная, бюджетная, внешнеэкономическая политика, политика в области труда и занятости, а также социальная политика.

Методы государственного регулирования мы объединяем в следующие группы или блоки: 1) законодательные или правовые (рамочные – регламентация порядка заключения договоров, регламентация

процедур, определение квот, регулирование качества и др.); 2) административные; 3) экономические, которые, в свою очередь, делятся на прямые и косвенные; 4) организационные методы; 5) воспитательно-психологические или пропагандистские меры, призванные формировать общественное мнение, нормы и стандарты поведения, определенный социально-экономический климат в обществе. Каждая из групп включает в себя перечень мер и инструментов регулирования, который в процессе общественного развития дополняется, видоизменяется и т. д. В научной литературе единого подхода к разграничению форм, способов, средств и инструментов государственного регулирования не сложилось.

Одним из первых законов, определяющих развитие рынка бытовых услуг в Российской Федерации, стал принятый в 1992 г. Федеральный закон «О защите прав потребителей». Развивая его в 1997 г. были приняты правила оказания отдельных видов услуг, в том числе «Правила бытового обслуживания населения в Российской Федерации», «Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств». Важным элементом государственного регулирования является сертификация и стандартизация, обеспечивающие подтверждение соответствия услуг, безопасности для жизни, здоровья, имущества граждан, окружающей среды, а также контроль за качеством услуг. В целях развития этого направления были приняты Федеральный закон «О сертификации продукции и услуг» и ГОСТы на различные бытовые услуги.

В Российской Федерации до настоящего времени отсутствуют специальные инструменты стимулирования производства бытовых услуг в виде проектов, программ и пр. Учитывая относительно малые масштабы организаций бытового обслуживания, особую роль для них играет политика в области поддержки развития малого и среднего предпринимательства. На федеральном уровне действует Закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», поддержка осуществляется на уровне субъектов РФ, муниципальных образований. Так, в Красноярском крае в 2007 г. была принята краевая целевая программа «Развитие субъектов малого и среднего предпринимательства в Красноярском крае на 2008–2010 гг.» [2], затем была принята преемственная ей долгосрочная целевая программа на 2011–2013 гг. [6]. В декабре 2008 г. администрация города Красноярска принимает городскую целевую программу «Поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в городе Красноярске на 2009–2011 гг.» [7].

Анализ указанных программ позволяет сделать следующие выводы (табл. 2): 1) снижение со временем ожидаемых показателей результативности программ; 2) наличие различий в перечне ожидаемых конечных результатов – некоторые из них могут быть достигнуты вследствие укрупнения, а не развития малого бизнеса; 3) отсутствие в городской целевой программе (ГЦП) элементов структурной политики,

несмотря на ее актуальность и необходимость соблюдения принципа однонаправленности программ; 4) более низкие значения сравнимых показателей за аналогичный период в городской по сравнению с краевой целевой программой; 5) отсутствие прогнозных показателей без стимулирующего воздействия; 6) используемый метод сравнения фактических (достигнутых) и ожидаемых значений в программах не является методом оценки эффективности расходов бюджетных средств. Прирост финансовых показателей (оборота и инвестиций в основной капитал малых и средних предприятий) в краевой программе на 2011–2013 гг. может полностью поглотиться инфляционными процессами.

При сравнении ожидаемых конечных показателей с их значениями до реализации целевой программы можно сделать определенные выводы (табл. 3).

Реализация программы по поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства предполагает не только замедление темпов роста данного сектора экономики, но и их сокращение: годовые фактические значения больше значений, запланированных на три года. Фактически признается, что реализация целевой программы, выделение бюджетных средств, все предусмотренные меры не могут исполнить свою стимулирующую роль, не могут помочь решить проблемы, которые указаны в самой программе.

Соответственно, мы можем констатировать факт того, что в современной российской системе государственного и муниципального регулирования прогнозных показатели не отражают результатов воздействия, конкретных направлений, мер и инструментов. Причиной этого является, в том числе, отсутствие достоверных научно обоснованных прогнозов социально-экономического развития территории.

Кроме того, оценка эффективности расходов бюджетных средств через сравнение фактических и ожидаемых значений, даже если они будут основаны на точных социально-экономических прогнозах, не является методом оценки эффективности бюджетных расходов. Методы оценки эффективности расходов предусматривают сравнение самих расходуемых средств с достигнутыми результатами, а для этого требуется оценка результативности самого воздействия. Эффективность бюджетных расходов можно подтвердить и сравнительным анализом достигнутых или ожидаемых результатов по аналогичным программам других стран, субъектов РФ и муниципальных образований.

Развитие рынка бытовых услуг, возникновение новых видов деятельности и ежедневное усовершенствование используемых технологий вызывают необходимость регулярного пересмотра всей системы государственного и муниципального регулирования. Наиболее неэффективным в плане своевременности разработки законов и полноты решения задач является государственное регулирование качества бытовых услуг. В этом направлении актуальными становятся методы саморегулирования и регулирования со стороны потребителей.

Таблица 2

Ожидаемые конечные результаты реализации целевых программ

Ожидаемый конечный результат	Краевая целевая программа (2008–2010 гг.)	Краевая целевая программа (2011–2013 гг.)	Городская целевая программа (2009–2011 гг.)
Увеличение общего количества субъектов малого и среднего предпринимательства	–	На 11,1 %	На 11,7 и 8,0 % соответственно
Увеличение численности занятых на малых и средних предприятиях	На 23,3 %	–	На 13,1 и 10,0 % соответственно
Увеличение численности занятых на малых предприятиях с учетом индивидуальных предпринимателей	На 20,4 %	–	–
Повышение доли занятых в малом предпринимательстве в общем количестве занятых в экономике	На 2,8 %	На 1,0 %	–
Увеличение численности занятых в обрабатывающих производствах сферы малого предпринимательства	До 41,1 %	–	–
Увеличение среднемесячной заработной платы работников малых и средних предприятий	–	–	На 48,8 %
Увеличение объемов выручки продукции обрабатывающими производствами сферы малого предпринимательства	До 28,5 %	На 8,3 %	–
Увеличение валовой добавленной стоимости, произведенной малыми предприятиями	На 60,8 %	–	–
Увеличение объема инвестиций в основной капитал организаций малого бизнеса	На 54,8 %	На 21,4 %	На 38,2 % (включая средний бизнес)
Увеличение налоговых поступлений в бюджет от субъектов малого предпринимательства	–	–	На 53,2 %

Таблица 3

Показатели развития малого предпринимательства ГЦП «Поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в г. Красноярске на 2009–2011 гг.»

Показатель	2007 г. по сравнению с 2006 г.	2011 г. по сравнению с 2007 г.
Увеличение общего количества субъектов малого и среднего предпринимательства	На 73,1 % только для малого бизнеса	На 11,7 и 8,0 % соответственно
Увеличение численности занятых на малых и средних предприятиях	–	На 13,1 и 10,0 % соответственно
Увеличение среднемесячной заработной платы работников малых и средних предприятий	На 34,9 %, только для малых предприятий	На 48,8 %
Увеличение объема инвестиций в основной капитал организаций малого бизнеса	На 17,9 %	На 38,2 % (включая средний бизнес)
Увеличение налоговых поступлений в бюджет от субъектов малого предпринимательства	–	На 53,2 %

Саморегулирование рынка бытовых услуг. На российском рынке бытовых услуг существует ряд ассоциаций и союзов, способствующих развитию отдельных видов деятельности. Например, Ассоциацией русских уборочных компаний, Союзом парикмахеров и косметологов России ведется работа по организации обучения рабочих кадров с использованием накопленного опыта ведущих мастеров и предпринимателей сферы бытовых услуг, освоивших передовые технологии и достигнувших в своей профессии международного признания, а также с привлечением отраслевого научного потенциала [8]. Благодаря Союзу парикмахеров и косметологов, Россия признана мировым лидером в парикмахерском деле, а подготовленная сборная команда России в 2006 г. завоевала титул абсолютных чемпионов мира в парикмахерском ис-

кусстве. На постоянной основе проводятся следующие формы повышения квалификации:

1) бесплатные семинары по повышению квалификации мастеров производственного обучения и преподавателей образовательных учреждений, готовящих кадры для сферы парикмахерских услуг с участием ведущих профессионалов парикмахерского дела;

2) профессиональные конкурсы по международным стандартам среди учащихся образовательных учреждений, готовящих кадры для сферы парикмахерских услуг, в рамках чемпионатов Москвы и России по парикмахерскому искусству, декоративной косметике и маникюру на бесплатной основе.

Ассоциации и союзы представляют собой объединения коммерческих и некоммерческих организаций по договору, создаваемые с целью координации их

предпринимательской деятельности, а также представления и защиты общих имущественных интересов. Наиболее важная цель создания ассоциаций (союзов) – это координация и совершенствование деятельности участников, объединивших для этого свои взносы. Именно поэтому ассоциации и союзы не имеют права заниматься предпринимательской деятельностью, они выступают как координационные центры.

Анализ деятельности российских ассоциаций и союзов позволяет выделить достаточно широкий спектр интересов предпринимателей, идущих на объединение. Среди них в отечественной научной литературе наиболее часто встречаются:

- информационный обмен по основным направлениям деятельности;
- создание систем подготовки и переподготовки кадров, повышения квалификации, организация и проведение совместных обучающих семинаров и научно-практических конференций;
- создание системы контроля качества предоставляемых услуг как элемента защиты прав потребителей;
- формирование консолидированных предложений для обеспечения обратной связи с руководящими и регулирующими отраслевыми государственными и муниципальными структурами;
- совместная реализация некоммерческих проектов, в том числе по оказанию услуг на некоммерческой основе, проведение совместных мероприятий, решение научно-исследовательских и творческих задач.

Кроме этого для отдельных видов экономической деятельности указывают:

- пропаганду видов осуществляемой деятельности, инициирование общественных мероприятий;
- оказание членам ассоциации/союза юридической помощи и консультаций;
- создание единой системы обеспечения сырьем и материалами, закупок с целью снижения издержек и повышения качества;
- формирование команд экспертов по видам деятельности;
- ограничение международной конкуренции, протекционизм;
- совместное использование технических средств;
- разработку и реализацию стратегии развития конкретного комплекса, сектора, отрасли, вида экономической деятельности;
- создание крупных производств на кооперативной основе;
- регулирование цен;
- объединение отраслевых союзов в межотраслевые объединения/союзы.

Узкоспециализированным видом объединений предпринимательских структур на отдельных рынках или по видам экономической или профессиональной деятельности, формой самоорганизации бизнеса в Российской Федерации, которая в перспективе должна представлять собой альтернативу государственного регулирования, являются саморегулируемые организации [9]. Саморегулирование понимается как са-

мостоятельная и инициативная деятельность субъектов, содержанием которой являются разработка и установление стандартов и правил предпринимательской или профессиональной деятельности, а также контроль за соблюдением требований этих стандартов и правил.

Создание саморегулируемых организаций предполагает формирование компенсационного фонда страхования ответственности, установление рыночных, а не директивных стимулов для повышения качества услуг, обеспечение безопасности и качества работы. Предполагается, что в результате рыночных преобразований административный корпус, который раньше в статусе государственных служащих осуществлял регулирование в форме лицензирования, может перейти в сторону публичной формы саморегулирования.

Регулирование развития рынка бытовых услуг со стороны российских потребителей в настоящее время плохо организовано и реализуется через деятельность Общества по защите прав потребителей. Низкая степень вероятности объединения потребителей бытовых услуг обусловлена следующими характеристиками потребления: во-первых, расходы на бытовые услуги занимают у населения небольшой удельный вес как в общих потребительских расходах, так и в расходах на платные услуги; во-вторых, отсутствие условий естественного монополизма, легкость замены одного производителя на другого в случае предоставления некачественных услуг; в-третьих, от ряда услуг население может отказаться в пользу домашнего производства. Эти и другие факторы объясняют отсутствие объединений потребителей на рынке бытовых услуг в отличие, например, от рынка медицинских услуг, который характеризуется наличием «сильных» объединений потребителей – общественными организациями инвалидов.

Преимущества и недостатки различных форм самоорганизации бизнеса на рынке бытовых услуг, а также формы и методы государственного стимулирования их создания и развития, роль на их фоне сетевых коммуникаций и существующих социальных сетей являются предметом дальнейших исследований.

Библиографические ссылки

1. Российский статистический ежегодник : стат. сб. / Росстат. М., 2011.
2. О краевой программе «Развитие субъектов малого и среднего предпринимательства в Красноярском крае на 2008–2010 годы : закон Красноярского края № 4-1130 от 20.12.2007 г.
3. Райзберг Б. А. Государственное управление экономическими и социальными процессами : учеб. пособие. М. : Инфра-М, 2005.
4. Управление государственной собственностью : учебник / под ред. В. И. Кошкина, В. М. Шупыро. М. : Инфра-М, 1997.
5. Буклей Т. В. Экономические, социальные и организационные формы регулирования развития малых предприятий в сфере платных услуг : автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2001.

6. О долгосрочной целевой программе «Развитие субъектов малого и среднего предпринимательства в Красноярском крае на 2011–2012 годы» : пост. Правительства Красноярского края № 577-п от 20.11.2010 г.

7. Поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в городе Красноярске на 2009–2011 годы : городская целевая программа.

8. Малый бизнес в сфере бытовых услуг [Электронный ресурс]. URL: http://www.bishelp.ru/svoe_delo/otrasl/bituslugi/1410_uslugi.php.

9. Российская Федерация. Законы. О саморегулируемых организациях : федер. закон № 315-ФЗ : принят Гос. Думой 1 дек. 2007 г.

G. P. Tarasova

STATE REGULATION AND SELF-REGULATION OF THE MARKET OF CONSUMER SERVICES

The author considers forms and methods of regulation and self-regulation of the market of consumer services. The main objectives and methods of the state regulation are refined, with account of the specific character of the market of consumer services. The main directions of improvement of some implements of state and self-regulation, such as the target programs and associations/unions of entrepreneurs, are shown.

Keywords: market of consumer services, regulation of the market of consumer services, effectiveness of state regulation, self-regulation.

© Тарасова Г. П., 2012

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агалакова Анна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Красноярский государственный аграрный университет в 1998 г. Область научных интересов – стратегическое планирование; бизнес-планирование предприятий. E-mail: agalanna@yandex.ru.

Акбулатов Тимур Эдхамович – аспирант, старший преподаватель кафедры экономики и управления в строительном комплексе института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2009 г. Область научных интересов – региональная экономика, экономика транспорта, математическое моделирование экономических процессов. E-mail: takbulatov@yandex.ru.

Аннин Борис Дмитриевич – академик Российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией Института гидродинамики имени М. А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Московский государственный университет в 1959 г. Область научных интересов – групповой анализ дифференциальных уравнений МСС. E-mail: annin@hydro.nsc.ru.

Антамошкин Олеcлав Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2003 г. Область научных интересов – системный анализ и управление. E-mail: oleslav@mail.ru.

Бельмещев Николай Федорович – аспирант Новосибирского государственного технического университета. Окончил Тюменский государственный университет в 2009 г. Область научных интересов – групповой анализ дифференциальных уравнений МСС. E-mail: weqsmachine@gmail.com.

Белюкова Ксения Игоревна – бакалавр экономики Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2009 г. Область научных интересов – менеджмент. E-mail: h888k@yandex.ru.

Богомолов Валентин Андреевич – старший преподаватель кафедры менеджмента Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2010 г.

Область научных интересов – методология стратегического управления предприятий РКП. E-mail: bogomolov-v@mail.ru.

Бойко Андрей Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил завод-втуз – филиал Красноярского государственного политехнического института в 1990 г. Область научных интересов – управление основными производственными фондами машиностроительных предприятий. E-mail: boiko@sibsau.ru.

Бойко Оксана Геннадиевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила завод-втуз – филиал Красноярского политехнического института в 1985 г. Область научных интересов – надежность сложных технических систем, техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, теория автоматического управления, композиционные материалы. E-mail: bouko1962@yandex.ru.

Бондарь Игорь Владимирович – аспирант Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет в 2009 г. Область научных интересов – управление информационной безопасностью. E-mail: firebug@yandex.ru.

Брунгардт Максим Валерьевич – аспирант кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил политехнический институт Сибирского федерального университета в 2009 г. Область научных интересов – высокоскоростные шпиндельные узлы, бесконтактные шпиндельные опоры и направляющие металлорежущих станков. E-mail: maxh_1@inbox.ru.

Бубнов Вячеслав Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и налогообложения Иркутского государственного университета путей сообщения. Окончил Иркутскую государственную экономическую академию в 1994 г. Область научных интересов – региональная экономика. E-mail: bubnov_v@irgups.ru.

Бурых Ксения Михайловна – аспирант кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2007 г. Область научных интересов – инновации, государственное стимулирование инновационной деятельности. E-mail: kssib@mail.ru.

Буряченко Владимир Викторович – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2011 г. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и видеопоследовательностей, стабилизация видео. E-mail: GamerNewb@yandex.ru.

Васильцов Виталий Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики института менеджмента и информационных технологий (филиала Санкт-Петербургского государственного политехнического университета в г. Череповце). Окончил Кубанский государственный университет в 2000 г. Область научных интересов – инновационный потенциал и его развитие, мировая экономика. E-mail: 3297@rambler.ru.

Воловиков Борис Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга Омского института (филиала) Российского государственного торгово-экономического университета. Окончил Омский политехнический институт в 1978 г. Область научных интересов – стратегический, инновационный и производственный менеджмент, управление проектами. E-mail: v-boris-p@rambler.ru.

Вэнь Юйчжу – аспирант кафедры управления инвестициями и недвижимостью Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. Окончил Восточно-Сибирский государственный технологический университет в 2009 г. Область научных интересов – региональная экономика, регионоведение, региональное планирование. E-mail: wenyuzhu1983@sina.com.

Данильченко Юрий Витальевич – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирскую аэрокосмическую академию имени академика М. Ф. Решетнева в 1995 г. Область научных интересов – методология стратегического управления предприятий РКП. E-mail: danilchenko@sibsau.ru.

Дмитриев Дмитрий Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент института военного обучения Сибирского федерального университета. Окончил Красноярское высшее командное училище радиоэлектроники противовоздушной обороны в 1995 г. Область научных интересов – радиолокация, радионавигация. E-mail: dmitriev121074@mail.ru.

Досузева Елена Евгеньевна – аспирант кафедры теории рынка Новосибирского государственного технического университета. Окончила Новосибирский государственный технический университет в 2009 г. Область научных интересов – инновации, инновационная политика, интеграция, оценка эффективности, инновационная активность, инновационная деятельность, перспективы развития инновационной экономики. E-mail: dosuzheva@gmail.com.

Емельянов Рюрик Тимофеевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой инженерных систем зданий и сооружений инженерно-строительного института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский политехнический институт в 1973 г. Область научных интересов – гидропривод и системы управления строительных и дорожных машин. E-mail: macgasa@yandex.ru.

Ерыгин Юрий Владимирович – доктор экономических наук, первый проректор – проректор по образовательной деятельности Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Алтайский политехнический институт имени И. И. Ползунова в 1985 г.; аспирантуру Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина в 1989 г. Область научных интересов – стратегический и инновационный менеджмент. E-mail: yuri_erygin@mail.ru.

Зиненко Анна Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Красноярский государственный университет в 2002 г. Область научных интересов – биржевые котировки, математическое моделирование экономических процессов. E-mail: anna-z@mail.ru.

Золотухина Анна Валерьевна – ведущий программист Государственной универсальной научной библиотеки Красноярского края. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2012 г. Область научных интересов – информационная безопасность, системы электронного документооборота. E-mail: vee2005@mail.ru.

Иванчура Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматики, автоматизированного управления и проектирования института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета. Окончил Томский политехнический институт в 1967 г. Область научных интересов – разработка систем управления электроприводами. E-mail: ivan43ura@yandex.ru.

Исаев Сергей Владиславович – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Красноярский государственный университет в 1993 г. Область научных интересов – телекоммуникационные системы, компьютерные сети, экспертные системы. E-mail: si@icm.krasn.ru.

Каменецкий Богдан Сергеевич – аспирант кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил политехнический институт Сибирского федерального университета в 2011 г. Область научных интересов – САЕ-технологии. E-mail: bkamenetskiy@gmail.com.

Каменецкий Богдан Сергеевич – аспирант кафедры конструкторско-технологического обеспече-

ния машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил политехнический институт Сибирского федерального университета в 2011 г. Область научных интересов – САЕ-технологии. E-mail: bkamenetskiy@gmail.com.

Колбасина Наталья Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончила Санкт-Петербургский государственный университет в 1996 г. Область научных интересов – теоретическая и прикладная механика, САЕ-технологии. E-mail: natalya-kolbasina@yandex.ru.

Коннов Валерий Григорьевич – заместитель генерального директора по научно-технической работе – технический директор ФГУП НПП «Радиосвязь». Окончил Красноярский государственный технический университет в 1977 г. Область научных интересов – радиосвязь, радионавигация. Т. 8-902-922-31-94.

Краев Михаил Васильевич – заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева, Академии космонавтики имени К. Э. Циолковского, Международной академии наук высшей школы. Окончил завод-втуз – филиал Красноярского политехнического института в 1967 г. Область научных интересов – гидродинамика систем и агрегатов подачи энергодвигательных установок летательных аппаратов. Т. (391)262-95-61.

Крушенко Генрих Гаврилович – доктор технических наук, профессор кафедры двигателей летательных аппаратов Сибирского государственного аэрокосмического университета имени М. Ф. Решетнева, главный научный сотрудник отдела машиноведения Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Омский машиностроительный институт в 1955 г. Область научных интересов – технологии повышения качества металлоизделий. E-mail: genry@icm.krasn.ru.

Кузубов Александр Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической и неорганической химии института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский государственный университет в 1997 г. Область научных интересов – квантово-химические расчеты. E-mail: alex_xx@rambler.ru.

Кукарцев Владислав Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2003 г. Область научных интересов – автоматизация управления, системный анализ. E-mail: vlad_saa_2000@mail.ru.

Кулягин Виталий Александрович – аспирант Сибирского федерального университета. Окончил Сибирский федеральный университет в 2009 г. Область научных интересов – информационные системы в экономике, надежность программного обеспечения. E-mail: vitalyas86@rambler.ru.

Лапина Елена Владимировна – старший преподаватель кафедры безопасности информационных технологий Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Государственный университет цветных металлов и золота в 2004 г. Область научных интересов – информационная безопасность, системы электронного документооборота. E-mail: ev-lapina@mail.ru.

Лапко Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Фрунзенский политехнический институт в 1971 г. Область научных интересов – непараметрическая статистика, распознавание образов, моделирование и оптимизация систем при неполной информации. E-mail: lapko@icm.krasn.ru.

Лапко Василий Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой космических средств и технологий Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Красноярский государственный технический университет в 1996 г. Область научных интересов – непараметрическая статистика, моделирование систем, непараметрические коллективы решающих правил, распознавание образов. E-mail: lapko@icm.krasn.ru.

Латышенко Галина Ивановна – доцент кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Иркутский политехнический институт в 1982 г. Область научных интересов – разработка программ социально-экономического развития региона; организация и планирование наукоемких производств. E-mail: latyshenko59@mail.ru.

Левтин Константин Эдуардович – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2011 г. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и видеопоследовательностей, вейвлет-анализ, распознавание образов. E-mail: levtin@list.ru.

Лимаренко Герольд Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств Сибирского федерального университета. Окончил Московское высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана в 1956 г. Область научных интересов – динамика машин, детали машин, зубчатые передачи. E-mail: lim-gerold@yandex.ru.

Личаргин Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры разговорного иностранного языка института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский государственный педагогический университет в 1998 г. Область научных интересов – искусственный интеллект, инженерная лингвистика, математическая семантика, теория формальных грамматик. E-mail: lichdv@hotmail.ru.

Лопатин Павел Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Будапештский технический университет в 1991 г. Область научных интересов – интеллектуальная робототехника. E-mail: efa14@yandex.ru.

Лямзин Олег Леонидович – кандидат экономических наук, доцент, заместитель декана факультета бизнеса по научно-исследовательской деятельности, доцент кафедры теории рынка Новосибирского государственного технического университета. Окончил Новосибирский государственный технический университет в 1993 г. Область научных интересов – многоотраслевые инновационные интегрированные структуры, развитие концепций и инструментов стратегического менеджмента на российских предприятиях, маркетинг, маркетинговые коммуникации. E-mail: oll@fb.nstu.ru.

Масловский Александр Павлович – аспирант кафедры организации и управления Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург). Окончил Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» в 2010 г. Область научных интересов – нефтегазовый сектор Российской Федерации, инвестиционные проекты нефтегазовых корпораций. E-mail: maslow88@mail.ru.

Миркес Евгений Моисеевич – доктор технических наук, профессор Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский государственный университет в 1985 г. Область научных интересов – нейроинформатика. E-mail: mirkes@bk.ru.

Михалев Юрий Глебович – доктор химических наук, профессор кафедры физической и неорганической химии института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский институт цветных металлов имени М. И. Калинина в 1970 г. Область научных интересов – квантово-химические расчеты. E-mail: alex99@iph.krasn.ru.

Мошкина Татьяна Григорьевна – старший преподаватель кафедры иностранных языков для инженерных направлений института филологии и языковых коммуникаций Сибирского федерального университета. Окончила Красноярский государственный педагогический институт в 1988 г. Область научных интересов – организация учебного процесса по дисциплинам гуманитарного профиля в ООС, ИКТ в преподавании иностранных языков студентам электронного профиля. E-mail: moshkina771@yandex.ru.

Нестеров Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерного моделирования Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил завод-втуз – филиал Красноярского политехнического института в 1987 г. Область научных интересов – механика деформируемого твердого тела, механика композитных конструкций. E-mail: misternester@gmail.com.

Пацук Ольга Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский технологический институт в 1993 г. Область научных интересов – региональная экономика, управление территориями. E-mail: opatsuk@mail.ru.

Пикалов Юрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский политехнический институт в 1972 г. Область научных интересов – создание механизмов для энергоэффективного измельчения сырья и материалов. Т. (391)214-08-43.

Пикалов Яков Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский государственный технический университет в 2004 г. Область научных интересов – высокоскоростные шпиндельные узлы, бесконтактные шпиндельные опоры и направляющие металлорежущих станков. E-mail: Ypikalov@sfu-kras.ru.

Прокопьев Андрей Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений инженерно-строительного института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский политехнический институт в 1984 г. Область научных интересов – системы управления строительных и дорожных машин, моделирование технических систем. E-mail: prokl@yandex.ru.

Прохоров Виктор Владимирович – доцент кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Красноярский институт цветных металлов в 1983 г., Красноярский государственный университет в 1993 и 1999 гг. Область научных интересов – реальные и финансовые инвестиции. E-mail: naufor@4mail.ru.

Рябченко Александр Владимирович – старший преподаватель кафедры менеджмента Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2003 г. и Красноярский государственный торгово-экономический институт в 2005 г. Область научных интересов – мето-

дология стратегического управления предприятий РКП. E-mail: sahs@inbox.ru.

Саакян Аревик Маисовна – старший преподаватель кафедры финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2007 г. Область научных интересов – налоги и налогообложение, инновационная деятельность промышленных предприятий, инвестиции. E-mail: revishatka@mail.ru.

Сангадиев Зандра Гэндэнович – доктор экономических наук, профессор, заместитель мэра – председатель комитета экономического развития администрации г. Улан-Удэ. Окончил Московское высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана в 1980 г. Область научных интересов – региональная экономика, экономика предприятия, организация производства. E-mail: sangadiev@mail.ru.

Сангадиев Чингис Зандраевич – кандидат экономических наук, заместитель начальника отдела развития производственных систем ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод». Окончил Московский авиационный институт (государственный технический университет) в 2007 г. Область научных интересов – корпоративный менеджмент, стратегический менеджмент, организация производства. E-mail: sangadiev@inbox.ru.

Санжина Ольга Петровна – доктор экономических наук, профессор, проректор по качеству образования и инновационной политике Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. Окончила Ленинградский инженерно-строительный институт в 1988 г. Область научных интересов – региональная экономика, экономика строительства, территориальное планирование. E-mail: osanzhina@yandex.ru.

Сафиуллина Наталия Фаритовна – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники института информатики и телекоммуникаций Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2008 г. Область научных интересов – управление интеллектуальными манипуляционными роботами, алгоритмы планирования пути. E-mail: nfsafiullina@inbox.ru.

Секацкий Виктор Степанович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой стандартизации, метрологии и управления качеством политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский политехнический институт в 1971 г. Область научных интересов – исследование точностных характеристик деталей машин (гидростатических подшипников, специальных зубчатых передач). E-mail: sekackiy@rambler.ru.

Сержантова Мария Викторовна – аспирант кафедры физической и неорганической химии института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, ассистент кафедры ин-

формационно-управляющих систем Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский федеральный университет в 2009 г. Область научных интересов – квантово-химические расчеты. E-mail: sunrise.86@mail.ru.

Скворцова Татьяна Сергеевна – аспирант кафедры ценных бумаг и страхового дела института естественных и гуманитарных наук Сибирского федерального университета. Окончила Сибирский федеральный университет в 2007 г. Область научных интересов – ценные бумаги. E-mail: skvortcovats@yandex.ru.

Строк Лилия Владимировна – ассистент кафедры стандартизации, метрологии и управления качеством политехнического института Сибирского федерального университета. Окончила политехнический институт Сибирского федерального университета в 2007 г. Область научных интересов – точность гидростатических подшипников. E-mail: klw111@mail.ru.

Сумина Екатерина Владимировна – кандидат экономических наук, доцент кафедры международного бизнеса Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный технологический университет в 2003 г. Область научных интересов – региональная экономика, инновационное развитие экономики, инфраструктура инновационного развития региона, инновационные технологии маркетинга. E-mail: katrinsv@yandex.ru.

Тарасов Вадим Германович – аспирант кафедры системотехники Сибирского государственного технологического университета. Окончил Сибирский государственный технологический университет в 2009 г. Область научных интересов – информатика, вычислительная техника, системный анализ. E-mail: tarasovvg@mail.ru.

Тарасова Галина Петровна – старший преподаватель кафедры статистики и бухгалтерского учета института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, аудитор Счетной палаты Красноярского края. Окончила Хабаровский институт народного хозяйства в 1981 г. Область научных интересов – экономика, исследование регионального рынка бытовых услуг. E-mail: gtaras212@mail.ru.

Таскин Андрей Сергеевич – аспирант Сибирского федерального университета. Окончил Сибирский федеральный университет в 2009 г. Область научных интересов – методы прогнозирования и классификации. E-mail: and0000@inbox.ru.

Титов Валерий Архипович – кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации и управления качеством политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский политехнический институт в 1971 г. Область научных интересов – создание механизмов для энергоэффективного измельчения сырья и материалов. E-mail: titov-var@mail.ru.

Тяпкин Валерий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий Сибирского аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Красноярское высшее командное училище радиоэлектроники противовоздушной обороны в 1979 г., Военно-инженерную радиотехническую академию противовоздушной обороны имени Л. А. Говорова в 1992 г. Область научных интересов – радиолокация, радионавигация. E-mail: tyarkin58@mail.ru.

Ушаков Николай Ульянович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник научно-исследовательского отдела Ульяновского высшего авиационного училища гражданской авиации (института). Окончил Московский авиационный институт в 1963 г. Область научных интересов – аэродинамика, динамика и управление полетом, математическое моделирование сложных систем, новые образовательные технологии. E-mail: nikul@bk.ru.

Федорова Екатерина Юрьевна – студент Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Область научных интересов – математика. E-mail: f.katya@mail.ru.

Фомин Алексей Николаевич – кандидат технических наук, доцент, профессор учебного военного центра Сибирского федерального университета. Окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище противовоздушной обороны имени маршала авиации А. И. Покрышкина в 1974 г. Область научных интересов – пассивная радиолокация, обнаружение малозаметных целей. E-mail: ANFomin@mail.ru.

Фурманова Евгения Андреевна – инженер кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила факультет гражданской авиации и таможенного дела Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева в 2012 г. Область научных интересов – оценка надежности и старения сложных функциональных систем самолетов гражданской авиации. E-mail: formula@mail.ru

Хасанова Рената Айтугановна – аспирант Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева, инженер ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева». Окончила Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева в 2010 г. Область научных интересов – воздействия неблагоприятных факторов космического пространства на бортовую радиоэлектронную аппаратуру, методы схемной и алгоритмической защиты аппаратуры от солнечного и галактического радиационного излучения; методики автоматизации испытаний бортового комплекса управления, принципы организации электронного документооборота и унификации технической документации. E-mail: hra2112@iss-reshetnev.ru.

Храповицкий Григорий Игоревич – магистрант Сибирского государственного аэрокосмического уни-

верситета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2009 г. Область научных интересов – разработка инновационной стратегии наукоемкого предприятия. E-mail: hhrap@mail.ru.

Чалкин Вениамин Александрович – аспирант кафедры организации управления наукоемкими производствами Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончил Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2009 г. Область научных интересов – управление инновационной деятельностью, институциональная инфраструктура управления инновационным процессом, инновационное развитие агропромышленного комплекса и сельских поселений. E-mail: booroo@rambler.ru.

Чиркунов Юрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор Новосибирского государственного технического университета. Окончил Новосибирский государственный университет в 1974 г. Область научных интересов – групповой анализ дифференциальных уравнений МСС. E-mail: chr01@rambler.ru.

Шаймарданов Лев Гайнуллович – доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей факультета гражданской авиации и таможенного дела Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева, член-корреспондент Международной академии наук высшей школы. Окончил Куйбышевский авиационный институт в 1966 г. Область научных интересов – техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Т. (391)294-65-29.

Щепин Александр Николаевич – инженер кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств политехнического института Сибирского федерального университета. Окончил Красноярский государственный технический университет в 1994 г. Область научных интересов – динамика и прочность машин. E-mail: stepler8@yandex.ru.

Якубайлик Олег Эдуардович – кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Московский физико-технический институт в 1987 г. Область научных интересов – геоинформационные интернет-системы и геопространственные веб-сервисы. E-mail: oleg@icm.krasn.ru.

Ярославцева Елена Леонидовна – аспирант кафедры информатики и вычислительной техники Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. Окончила Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева в 2011 г. Область научных интересов – цифровая обработка изображений, видеоредактирование, распознавание образов. E-mail: yaroslavtseva@inbox.ru.

ABOUT THE AUTHORS

Agalakova Anna Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, associate professor of the chair of organization and management of knowledge-intensive productions of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Krasnoyarsk state agrarian university in 1998. Area of scientific interests: strategic planning; business planning of enterprises. E-mail: agalanna@yandex.ru.

Akbulatov Timur Edkhamovich – post graduate student, senior teacher of the chair of economy and management in construction sectors of the Institute of management of business processes and economy of the Siberian federal university. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2009. Area of scientific interests: regional economy, transport economics, mathematical modeling of economic processes. E-mail: takbulatov@yandex.ru.

Annin Boris Dmitriyevich – academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, the head of laboratory of the Institute of hydrodynamics named after M. A. Lavrentyev of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences. Graduated from the Moscow state university in 1959. Area of scientific interests: group analysis of differential equations of MSS. E-mail: annin@hydro.nsc.ru.

Antamoshkin Oleslav Aleksandrovich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of information economic systems of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2003. Area of scientific interests: system analysis and management. E-mail: oleslav@mail.ru.

Belmetsev Nikolay Fedorovich – post graduate student of Novosibirsk state technical university. Graduated from Tyumen state university in 2009. Area of scientific interests: group analysis of differential equations of MSS. E-mail: weqsmachine@gmail.com.

Belyukova Xenia Igorevna – Bachelor of Sciences (Economy) of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2009. Area of scientific interests: management. E-mail: h888k@yandex.ru.

Bogomolov Valentin Andriyovich – senior teacher of the chair of management of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2010. Area of scientific interests: methodology of strategic management of the RKP enterprises. E-mail: bogomolov-v@mail.ru.

Boyko Andrey Anatolyevich – Candidate of Economic Sciences, associate professor, professor of the chair of management of the Siberian state aerospace university

named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the technical college, which is a branch of Krasnoyarsk state polytechnic institute, in 1990. Area of scientific interests: management of fixed business assets of machine-building enterprises. E-mail: boiko@sibsau.ru.

Boyko Oksana Gennadiyevna – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of technical operation of aircraft and engines of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the technical college, which is a branch of Krasnoyarsk polytechnic institute, in 1985. Area of scientific interests: reliability of difficult technical systems, technical operation of aircraft and engines, theory of automatic control, composite materials. E-mail: bouko1962@yandex.ru.

Bondar Igor Vladimirovich – post graduate student of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university in 2009. Area of scientific interests: management of information security. E-mail: firebug@yandex.ru.

Brungardt Maxim Valeryevich – post graduate student of the chair of design and technological support of machine-building productions of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Polytechnic institute of the Siberian federal university in 2009. Area of scientific interests: high-speed spindle knots, non-contacting spindle supports and guideway metal-cutting machines. E-mail: maxx_1@inbox.ru.

Bubnov Vyacheslav Anatolyevich – Candidate of Economic Sciences, associate professor, the head of the department of accounting and the taxation of Irkutsk state university of transport routs. Graduated from Irkutsk state economic academy in 1994. Area of scientific interests: regional economy. E-mail: bubnov_v@irgups.ru.

Burykh Xenia Mikhailovna – post graduate student of the chair of organization and management of the knowledge-intensive productions of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2007. Area of scientific interests: innovations, state stimulation of innovative activity. E-mail: kssib@mail.ru.

Buryachenko Vladimir Viktorovich – post graduate student of the chair of informatics and computer facilities of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2011. Area of scientific interests: digital processing of images and video sequences, video stabilization. E-mail: GamerNewb@yandex.ru.

Vasiltsov Vitaly Sergeyevich – Candidate of Economic Sciences, associate professor of the chair of economics of the Institute of management and information technologies (branch of St. Petersburg pedagogical

university in Cherepovets). Graduated from Kuban state university in 2000. Area of scientific interests: innovative potential and its development, world economy. E-mail: 3297@rambler.ru.

Volovikov Boris Petrovitch – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of management and marketing of Omsk institute (branch) of the Russian state trade and economic university. Graduated from Omsk polytechnic institute in 1978. Area of scientific interests: strategic, innovative and production management, management of projects. E-mail: v-boris-p@rambler.ru.

Wen Yuychzhu – post graduate student of the chair of management of investments and real estate of the East Siberian state university of technologies and management. Graduated from the East Siberian state technological university in 2009. Area of scientific interests: regional economy, regional studies, regional planning. E-mail: wenyuzhu1983@sina.com.

Danilchenko Yuri Vitalyevich – Candidate of Economic Sciences, assistant professor, the head of the department of management of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian aerospace academy named after academician M. F. Reshetnev in 1995. Area of scientific interests: methodology of strategic management of the RKP enterprises. E-mail: danilchenko@sibsau.ru.

Dmitriev Dmitry Dmitriyevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the Institute of military training of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk highest command school of radio electronics of air defense in 1995. Area of scientific interests: radar-location, radio navigation. E-mail: dmitriev121074@mail.ru.

Dosuzheva Elena Evgenyevna – post graduate student of the chair of theory of market of Novosibirsk state technical university. Graduated from Novosibirsk state technical university in 2009. Area of scientific interests: innovations, innovative policy, integration, efficiency assessment, innovative activity, prospects of development of innovative economy. E-mail: dosuzheva@gmail.com.

Yemelyanov Rurik Timofeevich – Doctor of Sciences (Engineering), the head of the department of engineering systems of buildings and constructions of the Institute of Civil Engineering of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1973. Area of scientific interests: hydraulic actuator and control systems of construction and road machinery. E-mail: macgasa@yandex.ru.

Erygin Yuri Vladimirovich – Doctor of Economic Sciences, the first vice rector – the vice rector on educational activity of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Altay polytechnic institute named after I. I. Polzunov in 1985; postgraduate study of the Leningrad polytechnical institute of a name of M. I. Kalinina in 1989. Area of scientific interests: strategic and innovative management. E-mail: yuri_erygin@mail.ru.

Zinenko Anna Viktorovna – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of finance and credit of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Krasnoyarsk state university in 2002. Area of scientific interests : exchange quotations, mathematical modeling of economic processes. E-mail: anna-z@mail.ru.

Zolotukhina Anna Valeryevna – the leading programmer of GUNB of Krasnoyarsk region. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2012. Area of scientific interests: information security, systems of electronic flow of documents. E-mail: vee2005@mail.ru.

Ivanchura Vladimir Ivanovich – Doctor of Sciences (Engineering), professor of the chair of systems of automatic equipment, automated management and design of the Institute of space and information technologies of the Siberian federal university. Graduated from Tomsk polytechnic institute in 1967. Area of scientific interests: development of control systems of electric drives. E-mail: ivan43ura@yandex.ru.

Isayev Sergey Vladislavovich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor, senior research associate of the Institute of computing modeling of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences. Graduated from Krasnoyarsk state university in 1993. Area of scientific interests: telecommunication systems, computer networks, expert systems. E-mail: si@icm.krasn.ru.

Kamenetsky Bogdan Sergeyevich – post graduate student of the chair of design and technological support of machine-building productions of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Polytechnical institute of the Siberian federal university in 2011. Area of scientific interests : SAE technologies. E-mail: bkamenetskiy@gmail.com.

Kolbasina Natalia Anatolyevna – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of design and technological support of machine-building productions of Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from the St. Petersburg state university in 1996. Area of scientific interests: theoretical and applied mechanics, SAE technologies. E-mail: natalya-kolbasina@yandex.ru.

Konnov Valery Grigoryevich – the deputy director general on scientific and technical work – the technical director of the Federal State Enterprise NPP Radiosvyaz . Graduated from Krasnoyarsk state technical university in 1977. Area of scientific interests: radio communication, radio navigation. T. 8-902-922-31-94.

Kraev Mikhail Vasilyevich – the honored worker of science and equipment of the Russian Federation, Doctor of Sciences (Engineering), professor of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev, the academician of the Russian academy of natural sciences, Academies of astronautics named after K. E. Tsiolkovsky, the International academy of Sciences of the higher school. Graduated from technical college, a branch of Krasnoyarsk polytechnic institute, in 1967. Area of scientific interests: hydrodynamics of systems

and units of power supply propulsion systems of aircrafts. T. (391) 262-95-61.

Krushenko Henry Gavrilovich – Doctor of Sciences (Engineering), professor of the chair of engines of aircrafts of the Siberian state aerospace university named after M. F. Reshetnev, the main research associate of department of machine science of the Institute of computing modeling of the Siberian branch of the Russian Academy of Science. Graduated from Omsk machine-building institute in 1955. Area of scientific interests: technologies of improvement of quality of hardware. E-mail: genry@icm.krasn.ru.

Kuzubov Alexander Aleksandrovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor of the chair of physical and inorganic chemistry of the Institute of non-ferrous metals and materials science of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state university in 1997. Area of scientific interests: quantum and chemical calculations. E-mail: alex_xx@rambler.ru.

Kukartsev Vladislav Viktorovich – Candidate of Sciences (Engineering), the associate professor of informational and economic systems of the Siberian state space university of a name of academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state space university of a name of academician M. F. Reshetnev in 2003. Area of scientific interests – management automation, system analysis. E-mail: vlad_saa_2000@mail.ru.

Kulyagin Vitaly Aleksandrovich – post graduate student of the Siberian federal university. Graduated from the Siberian federal university in 2009. Area of scientific interests: information systems in economy, reliability of software. E-mail: vitalyas86@rambler.ru.

Lapina Elena Vladimirovna – senior teacher of the chair of information technologies security of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the State university of non-ferrous metals and gold in 2004. Area of scientific interests: information security, systems of electronic flow of documents. E-mail: ev-lapina@mail.ru.

Lapko Alexander Vasilyevich – Doctor of Sciences (Engineering), professor, the main research associate of Institute of computing modeling of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences. Graduated from the Frunze polytechnic institute in 1971. Area of scientific interests: nonparametric statistics, recognition of images, modeling and optimization of systems at incomplete information. E-mail: lapko@icm.krasn.ru.

Lapko Vasily Aleksandrovich – Doctor of Sciences (Engineering), professor, the head of the department of space crafts and technologies of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Krasnoyarsk state technical university in 1996. Area of scientific interests: nonparametric statistics, modeling of systems, nonparametric collectives of solving rules, recognition of images. E-mail: lapko@icm.krasn.ru.

Latyshenko Galina Ivanovna – associate professor of the chair of organization and management of the knowledge-intensive productions of the Siberian

state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Irkutsk polytechnic institute in 1982. Area of scientific interests: development of programs of social and economic development of the region; organization and planning of knowledge-intensive productions. E-mail: latyshenko59@mail.ru.

Levtin Konstantin Eduardovich – post graduate student of the chair of informatics and computer facilities of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2011. Area of scientific interests: digital processing of images and video sequences, the veyvlet-analysis, recognition of images. E-mail: levtin@list.ru.

Limarenko Gerold Nikolaevich – Doctor of Sciences (Engineering), professor of the chair of design and technological support of machine-building productions of the Siberian federal university. Graduated from Moscow highest technical school of N. E. Bauman in 1956. Area of scientific interests: dynamics of machines, details of machines, tooth gearings. E-mail: lim-gerold@yandex.ru.

Lichargin Dmitry Viktorovich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of conversational foreign language of the Institute of space and information technologies of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state pedagogical university in 1998. Area of scientific interests: artificial intelligence, engineering linguistics, mathematical semantics, the theory of formal grammatic. E-mail: lichdv@hotmail.ru.

Lopatin Pavel Konstantinovich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of informatics and computer facilities of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Budapest technical university in 1991. Area of scientific interests: intellectual robotics. E-mail: efa14@yandex.ru.

Lyamzin Oleg Leonidovich – Candidate of Economic Sciences, associate professor, the deputy dean of faculty of business on research activity, the associate professor of theory of market of Novosibirsk state technical university. Graduated from Novosibirsk state technical university in 1993. Area of scientific interests: diversified innovative integrated structures, development of concepts and instruments of strategic management at the Russian enterprises, marketing, marketing communications. E-mail: oll@fb.nstu.ru.

Maslovsky Alexander Pavlovich – post graduate student of the chair of organization and management of the National mineral and raw university «Gorny» (St. Petersburg). Graduated from National mineral and raw university «Gorny» in 2010. Area of scientific interests: oil and gas sector of the Russian Federation, investment projects of oil and gas corporations. E-mail: maslow88@mail.ru.

Mirkes Evgeny Moiseevich – Doctor of Sciences (Engineering), professor of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state university

in 1985. Area of scientific interests : computational neuroscience. E-mail: mirkes@bk.ru.

Mikhalev Yuri Glebovich – Doctor of Sciences (Chemistry), professor of the chair of physical and inorganic chemistry of the Institute of non-ferrous metals and materials science of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk institute of non-ferrous metals named after M. I. Kalinin in 1970. Area of scientific interests – quantum and chemical calculations. E-mail: alex99@iph.krasn.ru.

Moshkin Tatyana Grigoryevna – senior teacher of the chair of foreign languages for engineering professions of the Institute of philology and language communications of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state teacher training college in 1988. Area of scientific interests: organization of educational process on disciplines of humanitarian profile in OOS, IKT in teaching of foreign languages to students of electronic profile. E-mail: moshkina771@yandex.ru.

Nesterov Vladimir Anatolyevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor, associate professor of the chair of computer modeling of the Siberian state space university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from plant technical college, a branch of Krasnoyarsk polytechnic institute in 1987. Area of scientific interests : mechanics of deformable firm body, mechanic of composite constructions. E-mail: misternester@gmail.com.

Patsuk Olga Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, associate professor, associate professor of the chair of management of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian institute of technology in 1993. Area of scientific interests: regional economy, management of territories. E-mail: opatsuk@mail.ru.

Pikalov Yuri Anatolyevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of standardization and quality management of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1972. Area of scientific interests : creation of mechanisms for power effective crushing of raw materials and other materials. T. 214-08-43.

Pikalov Jacob Yuryevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor, associate professor of the chair of design and technological support of machine-building productions of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state technical university in 2004. Area of scientific interests: high-speed spindle knots, non-contacting spindle supports and guideway metal-cutting machines. E-mail: Ypikalov@sfu-kras.ru.

Prokopyev Andrey Petrovitch – Candidate of Sciences, (Engineering) associate professor of the chair of engineering systems of buildings and constructions of the Institute of Civil Engineering of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1984. Area of scientific interests: control systems of constructing and road machinery, modeling of technical systems. E-mail: prokl@yandex.ru.

Prokopyev Andrey Petrovitch – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of engineering systems of the Institute of Civil Engineering of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1984. Area of scientific interests: control systems of construction and road machinery, modeling of technical systems. E-mail: prokl@yandex.ru.

Prokhorov Victor Vladimirovich – associate professor of the chair of organization and management of the knowledge-intensive productions of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Krasnoyarsk institute of non-ferrous metals in 1983, Krasnoyarsk state university in 1993 and 1999. Area of scientific interests: real and financial investments. E-mail: naufor@4mail.ru.

Ryabchenko Alexander Vladimirovich – senior teacher of the chair of management of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2003 and Krasnoyarsk state trade and economic institute in 2005. Area of scientific interests: methodology of strategic management of the RKP enterprises. E-mail: sahs@inbox.ru.

Saakian Arevik Maisovna – senior teacher of the chair of finance and credit of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state space university of a name of academician M. F. Reshetnev in 2007. Area of scientific interests : taxes and taxation, innovative activity of industrial enterprises, investments. E-mail: revishatka@mail.ru.

Sangadiyev Zandra Gendenovich – Doctor of Sciences (Economics), professor, the deputy mayor – the chairman of the committee of economic development of the administration of Ulan-Ude. Graduated from Moscow highest technical school of N. E. Bauman in 1980. Area of scientific interests: regional economy, enterprise economy, production organization. E-mail: sangadiyev@mail.ru.

Sangadiyev Chingis Zandrayevich – Candidate of Economic Sciences, the deputy chief of the department of development of production systems of JSC Ulan-Ude Aviation Plant. Graduated from Moscow aviation institute (the state technical university) in 2007. Area of scientific interests : corporate management, strategic management, production organization. E-mail: sangadiyev@inbox.ru.

Sanzhina Olga Petrovna – Doctor of Sciences (Economics), professor, the vice rector on quality of education and innovative policy of the East Siberian state university of technologies and managements. Graduated from Leningrad Institute of Civil Engineering in 1988. Area of scientific interests: regional economy, construction economy, territorial planning. E-mail: osanzhina@yandex.ru.

Safiullina Natalia Faritovna – post graduate student of the chair of informatics and computer facilities of the Institute of informatics and telecommunications of the

Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2008. Area of scientific interests : management of intellectual handling robots, algorithms of route planning. E-mail: nfsafiullina@inbox.ru.

Sekatsky Victor Stepanovich – Candidate of Sciences (Engineering), the head of the department of standardization, metrology and quality management of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1971. Area of scientific interests: research of precision characteristics of details of machines (hydrostatic bearings, special tooth gearings). E-mail: sekackiy@rambler.ru.

Serzhantova Maria Viktorovna – post graduate student of the chair of physical and inorganic chemistry of the Institute of non-ferrous metals and materials science of the Siberian federal university, the assistant teacher of the chair of management-information systems of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian federal university in 2009. Area of scientific interests – quantum and chemical calculations. E-mail: sunrise.86@mail.ru.

Skvortsova Tatyana Sergeevna – post graduate student of the chair of the chair of securities and insurance business of the Institute of natural and the humanities of the Siberian federal university. Graduated from the Siberian federal university in 2007. Area of scientific interests: securities. E-mail: skvortcovats@yandex.ru.

Strock Lilia Vladimirovna – assistant teacher of the chair of standardization, metrology and quality management of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from the Polytechnic institute of the Siberian federal university in 2007. Area of scientific interests : accuracy of hydrostatic bearings. E-mail: klw111@mail.ru.

Sumina Ekaterina Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, associate professor of the chair of international business of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state technological university in 2003. Area of scientific interests: regional economy, innovative development of economy, infrastructure of innovative development of the region, innovative technologies of marketing. E-mail: katrinsv@yandex.ru.

Tarasov Vadim Germanovich – post graduate student of the chair of system engineering of the Siberian state technological university. Graduated from the Siberian state technological university in 2009. Area of scientific interests: informatics, computer facilities, system analysis. E-mail: tarasovvg@mail.ru.

Tarasova Galina Petrovna – senior teacher of the chair of statistics and accounting of the Institute of economy, management and environmental management of the Siberian federal university, auditor of Audit Chamber of Krasnoyarsk region. Graduated from Khabarovsk institute of national economy in 1981. Area of scientific interests: economy, research of the regional market of household services. E-mail: gtaras212@mail.ru.

Taskin Andrey Sergeyevich – post graduate student of the Siberian federal university. Graduated from the Siberian federal university in 2009. Area of scientific interests: forecasting and classification methods. E-mail: and0000@inbox.ru.

Titov Valery Arkhipovich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of standardization and quality management of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk polytechnic institute in 1971. Area of scientific interests: creation of mechanisms for power effective crushing of raw materials and materials. E-mail: titov-var@mail.ru.

Tyapkin Valery Nikolaevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the chair of information technologies security of the Siberian space university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Krasnoyarsk highest command school of radio electronics of air defense in 1979, Military and engineering radio engineering academy of antiaircraft defense named after Govorov in 1992. Area of scientific interests: radar-location, radio navigation. E-mail: tyapkin58@mail.ru.

Ushakov Nikolay Ulyanovich – Candidate of Sciences (Engineering), senior research associate, the chief of the research department (NIO) of Ulyanovsk highest aviation school of civil aviation (institute). Graduated from Moscow aviation institute in 1963. Area of scientific interests: aerodynamics, dynamics and flight control, mathematical modeling of complex systems, new educational technologies. E-mail: nikul@bk.ru.

Fedorova Ekaterina Yurevna – the student of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Area of scientific interests: mathematics. E-mail: f.katya@mail.ru.

Fomin Alexey Nikolaevich – Candidate of Sciences (Engineering), associate professor, professor of the educational military center of the Siberian federal university. Graduated from Kiev highest engineering radio engineering school of air defense named after Air Marshal A. I. Pokryshkin in 1974. Area of scientific interests: passive radar-location, detection of low-observable targets. E-mail: ANFomin@mail.ru.

Furmanova Evgenia Andreevna – engineer of the chair of technical operation of aircraft and engines of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Institute of civil aviation of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2012. Area of scientific interests: assessment of reliability and aging of complex functional systems of planes of civil aviation.

Chasanova Renata Aytuganovna – post graduate student of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev, the engineer of JSC “Informatsionnye sputnikovye sistemy” named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from Kazan national research technical university named after A. N. Tupolev in 2010. Area of scientific interests: influence of adverse factors of space on on-board radio-electronic equipment, methods of circuit and algorithmic protection of equipment from solar and galactic radiation;

techniques of automation of tests of an on-board control complex, principles of organization of electronic flow of documents and standardization of technical documentation. E-mail: hra2112@iss-reshetnev.ru.

Hrapovitsky Grigory Igorevich – undergraduate of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2009. Area of scientific interests: development of innovative strategy of the knowledge-intensive enterprises. E-mail: hhrap@mail.ru.

Chalkin Veniamin Aleksandrovich – post graduate student of the chair of organization of management of the knowledge-intensive productions of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2009. Area of scientific interests: management of innovative activity, institutional infrastructure of management of innovative process, innovative development of agro-industrial complex and rural settlements. E-mail: booroo@rambler.ru.

Chirkunov Yury Aleksandrovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor of Novosibirsk state technical university. Graduated from Novosibirsk state university in 1974. Area of scientific interests: group analysis of differential equations of MCC. E-mail: chr01@rambler.ru.

Shaymardanov Lev Gaynulovich – Doctor of Sciences (Engineering), professor of the chair of technical

operation of aircraft and engines of the Institute of civil aviation of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev, the corresponding member of the International academy of Sciences of the higher school. Graduated from Kuibyshev aviation institute in 1966. Area of scientific interests: technical operation of aircraft and engines. T. (391) 294-65-29.

Shchepin Alexander Nikolaevich – engineer of the chair of design and technological support of machine-building productions of the Polytechnic institute of the Siberian federal university. Graduated from Krasnoyarsk state technical university in 1994. Area of scientific interests : dynamics and durability of machines. E-mail: stepler8@yandex.ru.

Yakubaylik Oleg Eduardovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor, the senior research associate of the Institute of computing modeling of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences. Graduated from the Moscow physical and technical institute in 1987. Area of scientific interests: geoinformational Internet systems and geospatial web services. E-mail: oleg@icm.krasn.ru.

Yaroslavtsev Elena Leonidovna – post graduate student of the chair of informatics and computer facilities of the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev. Graduated from the Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev in 2011. Area of scientific interests: digital processing of images, video editing, recognition of images. E-mail: yaroslavtseva@inbox.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. МАТЕМАТИКА, МЕХАНИКА, ИНФОРМАТИКА

Аннин Б. Д., Чиркунов Ю. А., Бельмеев Н. Ф. Групповое расслоение уравнений трансверсально-изотропной упругости	4
Бондарь И. В. Методика построения модели угроз безопасности информации для автоматизированных систем	7
Буряченко В. В. Стабилизация видео для статичной сцены на базе модифицированного метода соответствия блоков	10
Иванчура В. И., Прокопьев А. П., Емельянов Р. Т. Модель следящей системы автоматического управления с нечетким регулятором	15
Исаев С. В. Анализ динамики интернет-угроз сети Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук	20
Кузубов А. А., Михалев Ю. Г., Сержантова М. В. Влияние вакансий на магнитное упорядочение в монослое h-BN	25
Кукарцев В. В., Антамошкин О. А. Аппроксимация данных поверхности растровых карт в геоинформационной системе	29
Кулягин В. А. Модель оценки надежности автоматизированных систем управления предприятием на основе статических вероятностей компонентов	33
Лапина Е. В., Золотухина А. В. О подходе к оценке информационного риска систем электронного документооборота	38
Лапко А. В., Лапко В. А. Коллектив многомерных непараметрических регрессий, основанный на композиции обучающей выборки по ее объему	42
Левтин К. Э. Визуальное детектирование дыма на основе пространственно-временного анализа видеопоследовательностей	46
Личаргин Д. В. Методы генерации предложений естественного языка на основе леса данных естественного языка	51
Нестеров В. А. Конечно-элементный анализ устойчивости балок, податливых при трансверсальном сдвиге	56
Сафиуллина Н. Ф., Лопатин П. К. Алгоритм разделения ячеек для планирования пути манипуляционного робота	62
Строк Л. В., Секацкий В. С., Пикалов Я. Ю., Брунгардт М. В. Расчет характеристик незамкнутого осевого гидростатического подшипника с учетом шероховатости опорных поверхностей	67
Таскин А. С., Миркес Е. М. Линейная регрессия с кластеризацией по признаку на данных с действительными величинами	71
Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д., Коннов В. Г., Фомин А. Н. Метод определения вектора спектральных коэффициентов по критерию отношения правдоподобия	76
Федорова Е. Ю. Математическое моделирование миграции в Красноярском крае	79
Фурманова Е. А., Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Метод оценки надежности сложных систем, расчет которых не сводится к схеме последовательно-параллельного соединения элементов	85
Хасанова Р. А. Анализ программного обеспечения автоматизации испытаний космического аппарата	87
Щепин А. Н., Каменецкий Б. С., Лимаренко Г. Н., Титов В. А. Оценка динамических характеристик измельчителя на основе оригинальной зубчатой передачи	92
Якубайлик О. Э. Проблемы формирования информационно-вычислительного обеспечения систем экологического мониторинга	96
Ярославцева Е. Л., Левтин К. Э. Интеллектуальный подход к формированию цифровых коллажей на основе фото- и видеоматериалов	102

РАЗДЕЛ 2. АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Краев М. В. Гидродинамическая нестационарность при кавитационных режимах работы высокооборотных насосов	110
Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д., Мошкина Т. Г. Потенциальная помехоустойчивость навигационной аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем	113
Ушаков Н. У. Теоретическое обоснование алгоритма определения моментов от вращающихся масс воздушного судна	119

РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И МАТЕРИАЛЫ

Крушенко Г. Г. Предотвращение образования и блокирование отрицательного воздействия пористости на свойства отливок из алюминиевых сплавов	124
Титов В. А., Колбасина Н. А., Пикалов Ю. А., Секацкий В. С., Каменецкий Б. С. Измельчители сырья и материалов, реализующие способ экструзионного измельчения, на основе специальных зубчатых передач	127

РАЗДЕЛ 4. ЭКОНОМИКА

Агалакова А. В., Храповицкий Г. И. Роль инноваций в процессе формирования стратегии предприятия	132
Акбулатов Т. Э. Алгоритм оптимизации социальной и транспортной инфраструктуры северных регионов	136
Богомолов В. А., Данильченко Ю. В. Инструменты продвижения продукции предприятий ракетно-космической промышленности России на международном рынке	140
Бойко А. А., Белокурова К. И. Особенности разработки стратегии развития предприятий малого бизнеса	142
Бубнов В. А. Регион как объект управления в рыночной экономике	147
Бурых К. М. Инструменты государственного стимулирования инновационной деятельности в развитых странах: США и ЕС	151
Васильцов В. С., Масловский А. П. Инвестиционный потенциал нефтегазовых предприятий Красноярского края	156
Воловиков Б. П. Моделирование ситуационных стратегий с применением нейронных сетей на примере промышленного предприятия	159
Досужева Е. Е., Лямзин О. Л. Современные методы оценки эффективности экономической интеграции организаций	164
Ерыгин Ю. В., Саакян А. М. Формы стимулирования инновационной деятельности предприятий ракетно-космической промышленности	169
Зиненко А. В. Модель оценки рисков предпринимательской деятельности	174
Латышенко Г. И. Предпосылки осуществления и развития стратегического управления на наукоемких предприятиях	178
Пацук О. В. Инвестиционная активность региона	184
Прохоров В. В. Методические инструменты выбора форм инвестирования в инновационную деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса	189
Рябченко А. В., Данильченко Ю. В. Стратификация интегрированных структур и структурных противоречий ракетно-космической промышленности	193
Сангадиев З. Г., Сангадиев Ч. З. Разработка модели оптимизации бизнес-процессов на авиационном предприятии	198
Санжина О. П., Вэнь Юйчжу. Ретроспективный анализ развития реформ в КНР	202
Скворцова Т. С. Влияние управления капиталом на результаты инвестирования на фондовом рынке	205
Сумина Е. В., Чалкин Т. А. Научно-технологическое развитие территорий как основа инновационной стратегии экономики России	210
Тарасов В. Г. Исследование бизнес-процессов сервисного обслуживания тепловой автоматики тепловых электростанций на примере Норильской ТЭЦ	215
Тарасова Г. П. Государственное регулирование и саморегулирование рынка бытовых услуг	218
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	224

CONTENTS

PART 1. MATHEMATICS, MECHANICS, COMPUTER SCIENCE

Annin B. D., Chirkunov Yu. A., Belmetzev N. F. Group fibration of transverse isotropic elasticity equations	4
Bondar I. V. Construction method for information security threat models of automated systems	7
Buryachenko V. V. Video stabilization for static scenes based on a modified block-matching method	10
Ivanchura V. I., Prokopiev A. P., Emelianov R. T. Model of a tracking system of automatic control with fuzzy slider	15
Isaev S. V. Analysis of Internet threats dynamics of the network of Krasnoyarsk scientific center SB RAS	20
Kuzubov A. A., Mickalev Yu. G., Serzhantova M. V. Influence of vacancies on the magnetic ordering in the monolayer h-BN	25
Kukarcev V. V., Antamoshkin O. A. Approximation of the surface data of raster type maps in the geoinformation system	29
Kulyagin V. A. Models of reliability estimation of an enterprise automated control systems based on static probability of components	33
Lapina E. V., Zolotukhina A. V. On approach to evaluation of information risk of electronic document circulation systems	38
Lapko A. V., Lapko V. A. Collective of many-dimensional nonparametric regressions, grounded on decomposition of learning sample according to its size	42
Levtin K. E. Visual smoke detection based on spatial-temporal analysis of video sequences	46
Lichargin D. V. Methods of natural language sentences generation based on natural language data forest	51
Nesterov V. A. FEA of shear flexible beams	56
Safiullina N. F., Lopatin P. K. Cell decomposition algorithm for manipulators path planning	62
Strok L. V., Sekatskiy V. S., Pikalov Ya. Yu., Brungardt M. V. Calculation of unclosed axial hydrostatic bearing characteristics with account of bearing surface area roughness	67
Taskin A. S., Mirkes E. M. Clustered by feature linear regression on data with real value	71
Tyapkin V. N., Dmitriev D. D., Konnov V. G., Fomin A. N. Method of determination of spectrum factors vector due to likelihood ratio criterion	76
Fedorova E. Yu. Mathematical modelling of migration in Krasnoyarsk region	79
Furmanova E. A., Boyko O. G., Shaimardanov L. G. Method of reliability estimation of complicated systems, calculation of which can not be reduced to a serial-parallel element connection scheme	85
Khasanova R. A. Analysis of software for automatic performance of spacecraft tests	87
Schepin A. N., Kamenetskiy B. S., Limarenko G. N., Titov V. A. Assessment of dynamic characteristics of desintegrator with original tooth gearing	92
Yakubailik O. E. Problems of formation of information-computer support of environmental monitoring systems	96
Yaroslavtseva E. L., Levtin K. E. Intelligent approach to digital photo- and video-based digital collage composition	102

PART 2. AVIATION AND SPACE-ROCKET ENGINEERING

Krayev M. V. Hydrodynamic instability at cavitation operating modes of high-speed pumps	110
Tyapkin V. N., Dmitriev D. D., Moshkina T. G. Potential interference immunity of navigation equipment of customers of satellite radio navigational systems	113
Ushakov N. U. Theoretical justification of algorithm of determination of aircraft rotating mass moments	119

PART 3. TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MATERIALS

Krushenko G. G. Exclusion of formation and blockage of the negative effect of openness on properties of alum alloys castings	124
Titov V. A., Kolbasina N. A., Pikalov Yu. A., Sekatskiy V. S., Kamenetskiy B. S. Grinders of raw materials and the materials which implement the technic of extrusion crushing based on special tooth gear drives	127

PART 4. ECONOMICS

Agalakova A. V., Hrapovitskiy G. I. The role of innovation in the process of development of business strategy	132
Akbulatov T. E. Algorithm of north region social and transport infrastructure optimization	136
Bogomolov V. A., Danilchenko Yu. V. Promotion instruments of Russian space industry companies production at international market	140
Boiko A. A., Belyukova K. I. Features of enterprise development strategy of small business enterprises	142
Bubnov V. A. Region as an object of management in market economy	147
Burykh K. M. Tools of the state stimulation of innovative activity in the developed countries: the USA and EU	151
Vasiltsov V. S., Maslovskiy A. P. Investment potential oil and gas companies of Krasnoyarsk region	156
Volovikov B. P. Modeling of situational strategies with the use of neural networks on the example of an industrial enterprise	159
Dosuzheva E. E., Lyamzin O. L. Modern methods of organizations economic integration efficiency evaluation	164
Erygin Yu. V., Saakyan A. M. Stimulation forms of innovative activity of space-rocket industry enterprises	169
Zinenko A. V. Business activity risks assessment model	174
Latyshenko G. I. Prerequisites for realization and development of strategic management at high technology enterprises	178
Patsuk O. V. Investment activity of a region	184
Prokhorov V. V. Methodic instruments of choosing investment schemes for innovation activity of defense industry complex enterprises	189
Ryabchenko A. V., Danilchenko Yu. V. Stratification of integrated structures and structural contradictions of the space-rocket industry	193
Sangadiev Z. G., Sangadiev Ch. Z. Development of a model for business processes optimization at an air transport enterprise	198
Sanzhina O. P., Wen Yuzhu. Retrospective analysis of development of reforms in People's Republic of China	202
Skvortsova T. S. The impact of money management on the results of investments on the stock market	205
Sumina E. V., Chalkin T. A. Scientific and technological development of territories as the base of innovative strategy of Russian economy	210
Tarasov V. G. Examination of service business processes of thermal automation of thermal power plants on the example of thermal power plant of Norilsk city	215
Tarasova G. P. State regulation and self-regulation of the market of consumer services	218
ABOUT THE AUTHORS	230

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК СИБГАУ»

Общие требования. Тексты статей представляются в редакцию журнала в электронном и печатном виде на русском и английском языках. Русскоязычная версия должна сопровождаться английским переводом фамилии автора (авторов); названия статьи; аннотации; ключевых слов (см. пример оформления статьи).

Файл со статьей представляется на любом электронном носителе.

На последней странице ставится подпись автора (авторов) статьи. Количество авторов одной статьи – не более пяти. Автор имеет право публиковаться в выпуске один раз, второй раз – в соавторстве.

Индекс УДК предшествует названию статьи, соответствует заявленной теме и проставляется в верхнем левом углу листа.

Оригинал должен быть чистым, не помятым, без правок, вписанных от руки. Страницы нумеруются карандашом на обороте.

Электронная копия. Статья набирается в программе Microsoft Word.

Содержание. В статье необходимо сформулировать проблемы, отразить объект исследования, достигнутый уровень процесса исследования, новизну результатов, область их применения.

Статья должна заканчиваться выводом. Текст вывода набирается отдельным абзацем (абзацами), в котором акцентируется новизна результатов, эффективность их использования и др.

Объем статьи: 7–8 страниц (включая рисунки, таблицы и библиографические ссылки).

Параметры страницы. Формат А4 (210×297 мм). Поля: правое и левое – 2 см, верхнее и нижнее – 2,5 см.

Текст. Шрифт – Times New Roman, размер 12 пт.

По центру помещаются инициалы и фамилия автора (авторов).

Не допускается (!) в тексте статьи набирать слова прописными (заглавными) буквами, жирным шрифтом или курсивом, а также размещать все указанные элементы в рамках и имитировать оформление набора, выполняемого в журнале.

Ниже по центру шрифтом 12 пт печатается название статьи и через строку курсивом – аннотация, ключевые слова (не более 6).

Основной текст статьи размещается через пробел от аннотации. Межстрочный интервал – одинарный, межбуквенный и междусловный интервал – нормальный, перенос слов не допускается. Заголовки глав должны быть центрированы.

Абзацный отступ равен 0,5 см.

Ссылки на литературные или иные источники оформляются числами, заключенными в квадратные скобки, например [1]. Ссылки должны быть последовательно пронумерованы.

При наличии гранта ссылка на грант помещается внизу полосы под строками основного текста (подстрочное примечание).

Примечания. Смысловые пояснения основного текста или дополнения к нему оформляются в виде внутритекстовых примечаний среди строк основного текста специальной рубрикой, выделенной светлым курсивом: *Примечание.* (одно примечание), *Примечания:* (несколько примечаний). Отделяются от текста *точкой* (если стоят в единственном числе в подбор к тексту примечания). Примечания должны быть последовательно пронумерованы.

Формулы. Простые внутристрочные и однострочные формулы должны быть набраны без использования специальных редакторов – символами (шрифт Symbol). Специальные сложные символы, а также многострочные формулы, которые не могут быть набраны обычным образом, должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Набор математических формул в пределах всего текста должен быть единообразен:

- русские и греческие символы – прямым шрифтом;
- латинские – курсивом;
- размер обычного символа – 12 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 9 пт;
- крупный символ – 11 пт;
- мелкий символ – 10 пт.

Формулы, набранные отдельными строками, располагают по центру.

Не допускается (!) набор в основном тексте статьи простых латинских, греческих или специальных символов в редакторе формул.

Таблицы должны быть последовательно пронумерованы. Слово «таблица» набирается светлым курсивом с выравниванием вправо, шрифтом 11 пт, например *Таблица 1*, ниже – заглавие таблицы (набирается жирным шрифтом по центру). Если таблица имеет большой объем, то она может быть помещена на отдельной странице, а в случае, когда она имеет значительную ширину, – на странице с альбомной ориентацией.

Иллюстрации. Оформляются отдельным файлом с расширением tiff. Последовательно пронумеровываются обычным шрифтом без кавычек с выравниванием по центру, например, Рис. 1. Могут содержать подрисовочную подпись, шрифтом 11 пт. Иллюстрации могут быть сканированы с оригинала (в градациях серого с разрешением 150 dpi) или выполнены средствами компьютерной графики. Не принимаются цветные иллюстрации и иллюстрации с разрешением 300 dpi и более.

Библиографические ссылки составляются в соответствии с действующими требованиями к библиографическому описанию и помещаются после основного текста (ГОСТ 7.0.5–2008).

К печатному варианту статьи необходимо приложить:

1) экспертное заключение о возможности открытой публикации;

2) внешнюю рецензию (рецензент, желательно, не ниже ученой степени доктора наук);

3) сведения об авторе:

– фамилия, имя, отчество (полностью);

– ученая степень, звание, должность;

– вуз, год его окончания;

– область научных интересов;

– место работы, номер телефона;

– адрес для переписки (для иногородних);

– e-mail.

Внимание! Материалы статьи авторы сдают лично секретарю журнала или высылают почтой с указанием обратного адреса. По электронной почте статьи не принимаются.

Статьи рецензируются. Отклоненные материалы не возвращаются.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 621.396.96.001(07)

И. А. Иванов

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ДВУХКАНАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ*

Рассмотрена децентрализованная обработка информации в двухканальных измерительных системах при косвенном измерении для различных алгоритмов фильтрации оценки вектора состояния в измерительных пунктах и пункте обработки информации. Проведен сравнительный анализ результатов имитационного моделирования синтезированных алгоритмов.

Ключевые слова (не более 6):

Задача обеспечения высокой точности оценивания координат и параметров траектории движения объекта может быть решена за счет применения многоканальных измерительных систем с оптимальной централизованной обработкой.

(Продолжение текста публикуемого материала).

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 00-01-00912).

Библиографические ссылки

1. Гришин Б. П., Казаринов Ю. М. Динамические системы, устойчивые к отказам. М. : Радио и связь, 1985.
2. Медведев А. В. О моделировании организационных процессов // Вестн. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та : сб. науч. тр. Вып. 1. Красноярск, 2000. С. 173–191.

I. A. Ivanov

DECENTRALIZED ALGORITHMS OF INFORMATION PROCESSING IN TWO-CHANNEL MEASURE SYSTEMS

It is covered a decentralized algorithms of information processing in two-channel measure systems in case of an indirect measuring for different filtration algorithms of a condition vector estimation at the reception measure station and the station of information processing. Comparative analysis is carried out with a help of imitation modeling of synthesized algorithms.

Keywords: