

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т. Г. ШЕВЧЕНКО

ВЕСТНИК ПРИДНЕСТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия: **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научно-методический журнал
Основан в июле 1993 г.

№ 3(69), 2021
Выходит три раза в год

Тирасполь
*Издательство
Приднестровского
Университета*

2021

ВЕСТНИК ПРИДНЕСТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Серия: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

С. И. БЕРИЛ, д-р физ.-мат. наук, проф. (ответственный редактор)
И. В. ТОЛМАЧЕВА, канд. экон. наук, доц. (зам. ответственного редактора)
К. Д. ЛЯХОМСКАЯ, канд. физ.-мат. наук, доц. (ответственный секретарь)

Ю. А. ДОЛГОВ, д-р техн. наук, проф.
Л. Г. СЕНОКОСОВА, д-р экон. наук, проф.
Ф. Ю. БУРМЕНКО, канд. техн. наук, доц.
А. И. ДИКУСАР, д-р хим. наук, проф.
А. С. СТАРЧУК, канд. физ.-мат. наук, доц.
В. М. ИШИМОВ, канд. физ.-мат. наук, доц.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М. В. КИОРСАК, д-р хим. наук, проф. каф. электроэнергетики и электротехники Приднестровского государственного университета им. Т. Г. Шевченко
В. И. ДАНЕЛЮК, канд. техн. наук, доц. каф. технологии строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры
В. И. АВЕРЧЕНКОВ, канд. техн. наук, проф., зав. каф. компьютерных технологий и систем Брянского государственного технического университета
Т. В. ВОРОНЧЕНКО, д-р экон. наук, проф., зав. каф. бухгалтерского учета и аудита Российской академии предпринимательства
Л. Б. ВАРДОМСКИЙ, д-р экон. наук, проф., руководитель Центра постсоветских исследований Института экономики Российской академии наук
В. Т. ЕРЕМЕНКО, д-р техн. наук, проф., зав. каф. электроники и информационной безопасности Орловского государственного университета им. И. С. Тургенева

Журнал зарегистрирован Государственным комитетом по информации и печати ПМР 25.04.1997 г.
Регистрационный № 29/97

Вестник Приднестровского университета [Электронное издание] / Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2021. – Текст. Изображение: электронные.
Сер.: Физико-математические и технические науки: № 3(69), 2021. – 380 с.
Системные требования: Windows OS, HDD, 64 Mb, Adobe Acrobat.
E-ISSN 2345-1548

5:378.4(478-24)(082)

П 71

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
3300, г. Тирасполь, 25 Октября, 107

E-ISSN 2345-1548

© ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2021

ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

УДК 537.212:537.533.2

ЭКСИТОНЫ ВАНЬЕ – МОТТА В КВАНТОВОЙ ЯМЕ (δ -СЛОЕ) В ТРЕХСЛОЙНОЙ ПОЛЯРНОЙ ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ

С. И. Берил, А. С. Старчук, О. А. Обручков

Теоретически исследованы экситонные состояния большого радиуса (экситоны Ванье – Мотта) в δ -слоях (квантовых ямах), разделяющих полярные кристаллы. Исследовано влияние размерных и поляризационных эффектов на кулоновское взаимодействие одноименных и разноименных свободных носителей заряда и образование экситонных и биполяронных состояний. Проведено сравнение профилей потенциалов электрон-электронного и электрон-дырочного взаимодействий. Рассчитаны энергии связи экситонов Ванье – Мотта, установлены условия их распада вследствие сильной экранировки электрон-дырочного взаимодействия с возникновением стабильных биполяронных состояний при комнатных температурах.

Ключевые слова: многослойные системы, экситонные состояния Ванье – Мотта, биполяроны, поляризационные эффекты.

WANNIER–MOTT EXCITONS IN THE QUANTUM WELL (δ -LAYER) IN A THREE-LAYER POLAR HETEROSTRUCTURE

S. I. Beril, A. S. Starchuk, O. A. Obruchkov

Excitons of large radius (Wannier – Mott excitons) in δ -layers (quantum well) separating polar crystals have been theoretically investigated. The influence of dimensional and polarization effects on the Coulomb interaction of eponymous and dissimilar free charge carriers and the formation of exciton and bipolaronic states have been investigated. The profiles of electron-electron potentials and electron-hole interaction are compared. The binding energies of Wannier – Mott excitons have been calculated, the conditions of their decay due to the strong shielding of the electron-hole interaction with the emergence of stable bipolaronic states at room temperatures have also been determined.

Keywords: multilayer systems, Wannier – Mott exciton states, bipolarons, polarization effects..

1. Введение

Технология создания многослойных структур, содержащих полупроводнико-

вые, полуметаллические и диэлектрические слои классических и квантовых размеров, достигла совершенства. В экспериментальных работах [1–4] были экспериментально исследованы спектры экситонной люминесценции трехслойных и

многослойных структур. Большой интерес представляет возможность проведения анализа экситонных состояний большого радиуса (экситоны Ванье – Мотта) с использованием точного выражения для потенциальной энергии электрон-дырочного взаимодействия в тонком слое вместо объемного кулоновского потенциала, который положен в основу теории в работах [1–4]. В экспериментах с трехслойными структурами квантовая яма (δ -слой) имела толщину в диапазоне $d \sim (1 \div 3)$ нм. В этом случае размерные эффекты становятся особенно ярко выраженными.

Рассмотрим трехслойную структуру (рис. 1), содержащую квантовую яму толщиной $d_2 \equiv d \sim \lambda_{e,h}$, где $\lambda_{e,h}$ – длина волны де-Бройля электрона или дырки соответственно. Электрон и дырка, образующие экситон, находятся в квантовой яме (δ -слое), разделяющей полярные полупроводниковые (диэлектрические) слои с толщинами $d_1 = d_3 \gg \lambda_{e,h}$ (в дальнейшем будем считать, что $d_1 = d_3 \rightarrow \infty$). Диэлектрическая проницаемость δ -слоя – ϵ_2 . Соответственно обозначим высокочастотные и статические диэлектрические проницаемости слоев: ϵ_i, ϵ_0 ($i = 1, 3$).

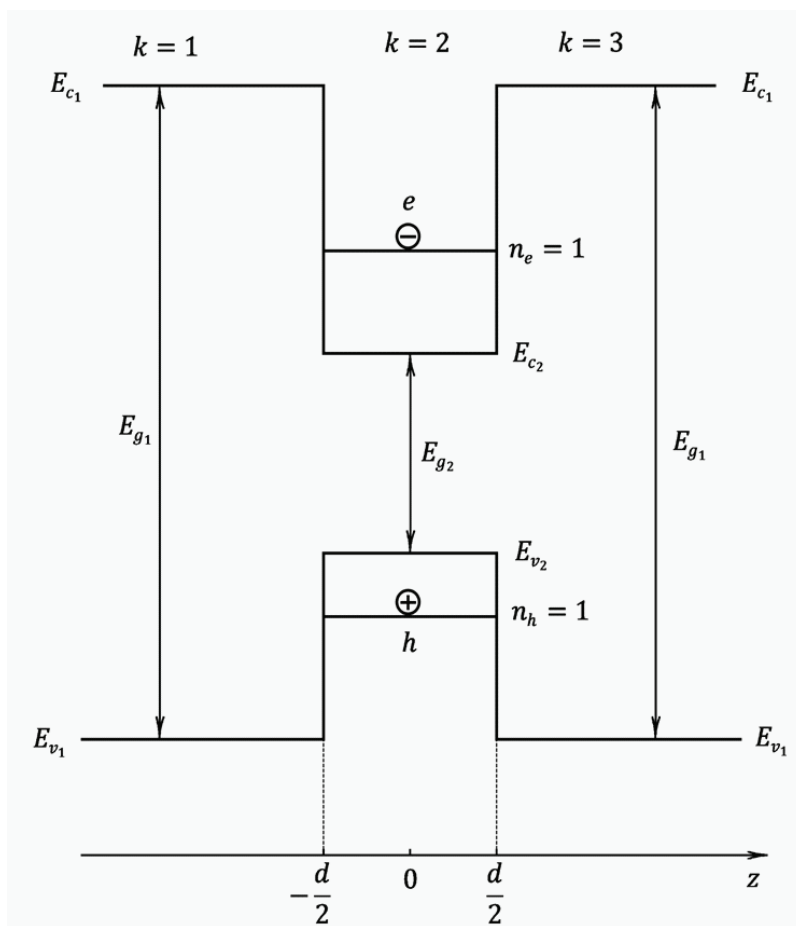


Рис. 1.

2. Гамильтониан системы

Гамильтониан рассматриваемой структуры, в которой электрон и дырка в квантовой яме взаимодействуют друг с другом и с наведенной ими инерционной и безынерционной поляризациями, экранирующими электрон-дырочное взаимодействие, имеет вид:

$$\begin{aligned} \hat{H} = & \hat{K}_e + \hat{K}_h + V_{e-h}(|\mathbf{p}_e - \mathbf{p}_h|, z_e, z_h) + \\ & + V_{SA}(z_e, z_h) + \hat{H}_{ph}^S + \hat{H}_{e-ph}^S + \\ & + \hat{H}_{h-ph}^S + V_B(z_e, z_h), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\hat{K}_{e,h}$ – операторы кинетических энергий электрона и дырки:

$$\hat{K}_i = \frac{\hat{P}_{\parallel i}^2}{2m_{\parallel i}^*} + \frac{\hat{P}_{\perp i}^2}{2m_{\perp i}^*}, \quad i = e, h. \quad (2)$$

$m_{\parallel i}^*, m_{\perp i}^*$ – продольная и поперечная компоненты эффективной массы электрона ($i = e$) и дырки ($i = h$); $V_{e-h}(|\mathbf{p}_e - \mathbf{p}_h|, z_e, z_h)$ – потенциальная энергия кулоновского взаимодействия электрона и дырки в δ -слое с учетом экранирования наведенной ими быстрой поляризацией в соседних слоях [5]:

$$\begin{aligned} V_{e-h}(\rho, z_e, z_h) = & -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2} \int_0^\infty J_0(\eta\rho) \left\{ e^{-\eta|z_e - z_h|} + \right. \\ & + \frac{2}{e^{2\eta d} - \delta_1\delta_3} \left[\delta_1\delta_3 \operatorname{ch} \eta(z_e - z_h) + \right. \\ & \left. \left. + e^{\eta d} (f_1 \operatorname{ch} \eta d(z_e + z_h) + f_2 \operatorname{sh} \eta(z_e + z_h)) \right] \right\}, \end{aligned} \quad (3)$$

где введены обозначения

$$\begin{aligned} \delta_{1,3} = & \frac{\epsilon_2 - \epsilon_{1,3}}{\epsilon_2 + \epsilon_{1,3}}; f_1 = \frac{\epsilon_2^2 - \epsilon_1\epsilon_3}{(\epsilon_2 + \epsilon_1)(\epsilon_2 + \epsilon_3)}; \\ f_2 = & \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_3)\epsilon_2}{(\epsilon_2 + \epsilon_1)(\epsilon_2 + \epsilon_3)}; \end{aligned} \quad (4)$$

$J_0(\eta\rho)$ – функция Бесселя нулевого порядка; ϵ_0 – электрическая постоянная.

$V_{SA}(z_{e,h})$ – потенциальная энергия электрона и дырки с наведенной им быстрой поляризацией δ -слоя и соседних слоев (так называемая потенциальная энергия самовоздействия) может быть записана в виде [6]

$$\begin{aligned} V_{SA}(z_{e,h}) = & \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2} \sum_{n=e,h,0}^\infty \int d\eta (e^{2\eta d} - \delta_1\delta_3) \times \\ & \times \{ \delta_1\delta_3 + e^{2\eta d} (f_1 \operatorname{ch}(2\eta z_{e,h}) + f_2 \operatorname{sh}(2\eta z_{e,h})) \}, \end{aligned} \quad (5)$$

В рассматриваемой трехслойной системе существуют две поверхностные поляризационные оптические моды, энергия которых имеет вид [6]

$$\hat{H}_{ph}^S = \sum_{\mathbf{n}, s=1,2} \hbar\Omega_s \hat{b}_{s,\mathbf{n}}^+ \hat{b}_{s,\mathbf{n}}, \quad (6)$$

где

$$\Omega_{1,2}^2 = \frac{1}{2} p_1 \pm \sqrt{\frac{1}{4} p_1^2 - p_2}; \quad (7)$$

$$\begin{aligned} p_1 = & \frac{1}{\tilde{B}} \left\{ \omega_1^2 \left[\epsilon_2^2 + \hat{\epsilon}_2 (\epsilon_3 + \epsilon_{10}) + \epsilon_3 \epsilon_{10} \right] + \right. \\ & \left. + \omega_3^2 \left[\epsilon_2^2 + \hat{\epsilon}_2 (\epsilon_1 + \epsilon_{30}) + \epsilon_{30} \epsilon_1 \right] \right\}; \end{aligned} \quad (8)$$

$$p_2 = \frac{\omega_1^2 \omega_3^2}{\tilde{B}} \left[\epsilon_2^2 + \hat{\epsilon}_2 (\epsilon_{10} + \epsilon_{30}) + \epsilon_{30} \epsilon_{10} \right]; \quad (9)$$

$$\tilde{B} = \epsilon_2^2 + \hat{\epsilon}_2 (\epsilon_1 + \epsilon_3) + \epsilon_1 \epsilon_3; \quad (10)$$

$$\hat{\epsilon}_2 = \epsilon_2 \operatorname{cth}(2\eta d). \quad (11)$$

Поскольку электрон и дырка, движущиеся в квантовой яме, взаимодействуют только с поверхностными оптическими модами полярных слоев, оператор взаимодействия с которыми может быть представлен в виде

$$\begin{aligned} \hat{H}_{e,h-ph}^S &= \sum_{\eta,n=e,h} C(\eta) e^{i\eta p_{e,h}} \times \\ &\times \{ [B_1 K_{13,22} + B_2 K_{13,24} F_{21}] \operatorname{ch} \eta z_{e,h} + \\ &+ [B_1 K_{23,22} + B_2 K_{23,34} F_{21}] \operatorname{sh} \eta z_{e,h} (\hat{b}_{1,-\eta} + \hat{b}_{1,\eta}^+) + \\ &+ [B_3 K_{13,12} + B_4 K_{13,24}] F_{21} \operatorname{ch} \eta z_{e,h} + \\ &+ [B_3 K_{23,22} F_{12} + B_4 K_{23,34}] \operatorname{sh} \eta z_{e,h} (\hat{b}_{2,-\eta} + \hat{b}_{2,\eta}^+) \}, \end{aligned} \quad (12)$$

где

$$C(\eta) = \frac{e\sqrt{\hbar}}{4\sqrt{\varepsilon_0 \eta L_x L_y} \operatorname{sh}\left(\frac{\eta d}{2}\right)}; \quad (13)$$

$$\begin{aligned} B_{1,2} &= \frac{\omega_{1,3} \sqrt{2(\varepsilon_{1,30} - \varepsilon_{1,3})}}{\sqrt{\Omega_1 (1 + F_{21}^2)}}; \\ B_{3,4} &= \frac{\omega_{1,3} \sqrt{2(\varepsilon_{1,30} - \varepsilon_{1,3})}}{\sqrt{\Omega_2 (1 + F_{12}^2)}}; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} K_{13,22} &= -\frac{\operatorname{th}\left(\frac{\eta d}{2}\right)}{\tilde{B}} \left(\varepsilon_2 \operatorname{cth}\left(\frac{\eta d}{2}\right) + \varepsilon_3 \right); \\ K_{23,22} &= \frac{\varepsilon_2 \operatorname{th}\left(\frac{\eta d}{2}\right) + \varepsilon_3}{\tilde{B}}; \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} K_{13,24} &= -\frac{\operatorname{th}\left(\frac{\eta d}{2}\right)}{\tilde{B}} \left(\varepsilon_2 \operatorname{cth}\left(\frac{\eta d}{2}\right) + \varepsilon_1 \right); \\ K_{23,24} &= \frac{\varepsilon_2 \operatorname{th}\left(\frac{\eta d}{2}\right) + \varepsilon_1}{\tilde{B}}; \end{aligned} \quad (16)$$

$$F_{12} = -\frac{\omega_1 \omega_3 \varepsilon_2 \sqrt{\varepsilon_{10} - \varepsilon_1} \sqrt{\varepsilon_{30} - \varepsilon_3}}{\operatorname{sh} \eta d [\tilde{B} \Omega_2^2 - \omega_1^2 (\varepsilon_2^2 + \hat{\varepsilon}_2 (\varepsilon_3 + \varepsilon_{10}) + \varepsilon_{10} \varepsilon_{30})]}; \quad (17)$$

$$F_{21} = -\frac{\omega_1 \omega_3 \varepsilon_2 \sqrt{\varepsilon_{10} - \varepsilon_1} \sqrt{\varepsilon_{30} - \varepsilon_3}}{\operatorname{sh} \eta d [\tilde{B} \Omega_1^2 - \omega_3^2 (\varepsilon_2^2 + \hat{\varepsilon}_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_{30}) + \varepsilon_{10} \varepsilon_{30})]}. \quad (18)$$

Потенциальная энергия электрона и дырки в квантовой яме с бесконечными барьерами равна

$$V_B(z_n)|_{n=e,h} = \begin{cases} 0, & -\frac{d}{2} \leq z_n \leq \frac{d}{2}; \\ \infty, & z_n \leq -\frac{d}{2}; z_n \geq \frac{d}{2}. \end{cases} \quad (19)$$

3. Энергия основного состояния экситона Ванье – Мотта

Рассмотрим образование экситона в квантовой яме в трехслойной структуре (рис. 1).

Поскольку толщина δ -слоя (квантовой ямы) $d \sim \lambda$, будем считать, что электрон и дырка находятся в квазиодномерном слое. В этом случае энергия размерного квантования электрона и дырки

$$E_{p,\text{кв.}}(d) = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m_{||e}^* d^2} + \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m_{||h}^* d^2} \quad (20)$$

намного больше энергии фононов и электрон-дырочно-фононного взаимодействия. В этом приближении движение электрона и дырки можно рассматривать как быстрое, и волновая функция, описывающая их движение вдоль оси z , может быть представлена в виде

$$\psi(z_e, z_h) = \frac{2}{d} \cos\left(\frac{\pi z_e}{d}\right) \cos\left(\frac{\pi z_h}{d}\right). \quad (21)$$

После усреднения гамильтониана (1) на волновой функции (21) можно исключить переменные z_e и z_h и получить квазиодномерную задачу с гамильтонианом:

$$\hat{H}_1(\rho) = \left\langle \psi(z_e, z_h) \left| \hat{H}(\rho, z_e, z_h) \right| \psi(z_e, z_h) \right\rangle. \quad (22)$$

Поместим начало координат XOY в центр масс электрон-дырочной системы (радиус-векторы электрона и дырки соответственно \mathbf{p}_e и \mathbf{p}_h).

Выполним унитарное преобразование:

$$\hat{H}_2 = U_1^{-1} \hat{H}_1 U_1, \quad (23)$$

где оператор преобразования имеет вид

$$U_1 = \exp \left\{ \sum_{\mathbf{q}, s} f(\mathbf{q}, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h) \hat{b}_{s, \mathbf{q}}^+ \hat{b}_{s, \mathbf{q}} \right\}; \quad (24)$$

здесь $f(\mathbf{q}, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h)$ – вариационные амплитуды смещения операторов фоновых мод.

При усреднении полученного гамильтониана \hat{H}_2 по фоновому вакууму $|\varphi_0\rangle$ получим эффективный гамильтониан, не содержащий фоновых переменных:

$$\hat{H}^S(\mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h) = \langle \varphi_0 | \hat{H}_2 | \varphi_0 \rangle. \quad (25)$$

Выберем вариационные амплитуды смещений в формуле (24) в виде, аналогичном [8]:

$$f(\mathbf{q}, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h) = \frac{C(\eta) F_s(\eta)}{\hbar \Omega_s} \times \left\{ \frac{e^{i\mathbf{q}\mathbf{p}_e} + e^{i\mathbf{q}\mathbf{p}_h}}{1 + \eta^2 R_s^2} + \frac{\lambda}{(1 + \eta^2 R_s^2 \beta^2)^2} \right\}, \quad (26)$$

где λ и β – вариационные параметры.

При $\lambda = 0$ функция $f(\mathbf{q}, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h)$ принимает форму амплитуды Хакена с учетом специфического характера рассматриваемой системы. Множитель $F_s(\eta)$, $s=1,2$ находится из этого условия и имеет вид

$$F_1(\eta) = \frac{\pi^2 \text{sh} \left(\frac{\eta d}{2} \right) [B_1 K_{13,22} + B_2 F_{21} K_{13,24}]}{\frac{\eta d}{4} \left(\frac{\eta^2 d^2}{16} + \pi^2 \right) \sqrt{\hbar \Omega_1}}; \quad (27)$$

$$F_2(\eta) = \frac{\pi^2 \text{sh} \left(\frac{\eta d}{2} \right) [B_3 K_{13,22} F_{12} + B_4 K_{13,24}]}{\frac{\eta d}{4} \left(\frac{\eta^2 d^2}{16} + \pi^2 \right) \sqrt{\hbar \Omega_2}}. \quad (28)$$

Второе слагаемое в формуле (26) введено в работах [8–9], согласно теории объемных экситонных состояний, с целью более точного описания распределения медленной поляризации, индуцированной полем электрона и дырки. В работе [8] показано, что вариационный параметр λ описывает величину поляризационного заряда, возникающего в электрон-дырочной системе в дополнение к полярному и локализованному вблизи центра масс, а вариационный параметр β учитывает размеры области, в которой распределен заряд. Запишем эффективный гамильтониан:

$$\hat{H}_{eff}(\mathbf{p}, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h) = E_0(d) - \frac{\hbar^2}{2m_{\perp e}^*} \Delta_e - \frac{\hbar^2}{2m_{\perp h}^*} \Delta_h + W_{eff}(\rho, d) + W_p(\rho_e, \rho_h, d) + E_p(d). \quad (29)$$

Слагаемое

$$E_0(d) = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m_{\parallel e}^* d^2} + \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m_{\parallel h}^* d^2} + \langle V_{SA}^{e,h}(d) \rangle \quad (30)$$

включает в себя энергию основного уровня размерного квантования (20) и энергию самовоздействия электрона и дырки

$$\begin{aligned} \langle V_{SA}^{e,h}(d) \rangle &= \langle \varphi(z_e, z_h) | V_{SA}(z_e, z_h) | \varphi(z_e, z_h) \rangle = \\ &= \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{\epsilon_2 d} \int_0^\infty \frac{dx}{e^{2x} - \delta_1 \delta_3} \times \\ &\times \left\{ \delta_1 \delta_3 + f_1 \frac{\pi^2 e^x \text{sh } x}{x(x^2 + \pi^2)} \right\}. \quad (31) \end{aligned}$$

Слагаемое $W_{eff}(\rho, d)$ включает в себя энергию $V_{e-h}(\rho, d)$ (выражение (3)), усредненную по волновой функции (21), и вклад

электрон-дырочного взаимодействия, возникающий в результате взаимодействия электрона с полярной поляризацией (не зависящий от λ) дырки, и взаимодействие полярных поляризацией между собой:

$$W_{eff}(\rho, d) = V_{e-h}(\rho, d) - \frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 d} \int_0^\infty J_0\left(\frac{x\rho}{d}\right) \{F_1^2(x)a_{11}(a_{11}-2) + F_2^2(x)a_{12}(a_{12}-2)\} dx; \quad (32)$$

где

$$a_{11} = \left(1 + \frac{R_S^2}{d^2}\right)^{-1}, \quad n = e, h. \quad (33)$$

Рассмотрим различные предельные случаи:

1. Предел $d \rightarrow 0$, $\epsilon_{30} = \epsilon_3$, т. е. один из кристаллов является неполярным, из выражения (32), полагая $m_e^* = m_h^*$, получаем:

$$W_{eff}^{2D}(\rho, d \rightarrow 0) = -\frac{e^2}{2\pi\epsilon_0(\epsilon_1 + \epsilon_3)\rho} - \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0 R_S} \left(\frac{1}{\epsilon_1 + \epsilon_3} - \frac{1}{\epsilon_{10} + \epsilon_3} \right) \times \int_0^\infty J_0\left(\frac{\rho x}{R_S}\right) \left(\frac{x^2 - 1}{x^2 + 1} \right) dx. \quad (34)$$

Интегрируя выражения (34), получаем:

$$W_{eff}^{2D} = -\frac{e^2}{2\pi\epsilon_0(\epsilon_1 + \epsilon_3)\rho} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_S} \left(\frac{1}{\epsilon_1 + \epsilon_3} - \frac{1}{\epsilon_{10} + \epsilon_3} \right) \times \left\{ -\frac{3\pi}{4} \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_S}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_S}\right) \right] + \frac{\rho}{R_S} - \frac{\pi\rho}{8R_S} \left[I_1\left(\frac{\rho}{R_S}\right) - L_1\left(\frac{\rho}{R_S}\right) \right] \right\}, \quad (35)$$

где $I_n(x)$, $L_n(x)$; $n = 0, 1$ – модифицированные функции Бесселя и Струве соответственно; $R_S = (\hbar / (2m_{\perp}^* \Omega_s))^{1/2}$ – радиус полярона ($m_{\perp e}^* = m_{\perp h}^* \equiv m_{\perp}^*$).

Этот предел был исследован в работе [8].

2. Особый интерес представляет случай $d \rightarrow 0$, когда экситон образуется на контакте двух полярных кристаллов в монослое (δ -слое). В этом случае реализуется сильная связь локализованных в δ -слое электрона и дырки с поверхностными оптическими колебаниями.

Полагая оба полярных кристалла одинаковыми, т. е. $\epsilon_1 = \epsilon_3 \equiv \tilde{\epsilon}$, $\epsilon_{10} = \epsilon_{30} \equiv \tilde{\epsilon}_0$, получаем следующее выражение для потенциальной энергии электрон-дырочного взаимодействия с учетом его динамического экранирования поверхностными поляризационными оптическими колебаниями полярных кристаллов:

$$W_{eff}^{2D}(\rho) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \tilde{\epsilon} \rho} + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_S} \left(\frac{1}{\tilde{\epsilon}} - \frac{1}{\tilde{\epsilon}_0} \right) \times \int_0^\infty J_0\left(\frac{\rho x}{R_S}\right) \left(\frac{x^2 - 1}{x^2 + 1} \right) dx. \quad (36)$$

Интегрируя, получим:

$$W_{eff}^{2D}(\rho) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \tilde{\epsilon} \rho} - \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 R_S} \left(\frac{1}{\tilde{\epsilon}} - \frac{1}{\tilde{\epsilon}_0} \right) \times \left\{ -\frac{3\pi}{4} \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_S}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_S}\right) \right] + \frac{\rho}{2R_S} - \frac{\pi\rho}{8R_S} \left[I_1\left(\frac{\rho}{R_S}\right) - L_1\left(\frac{\rho}{R_S}\right) \right] \right\}. \quad (37)$$

На рис. 2–4 представлены графики функции (37), построенной для контактов кристаллов SrTiO_3 , TiO_2 и BaO с вакуумом для $m_e^* = m_h^* = m_0$, где m_0 – масса свободного электрона.

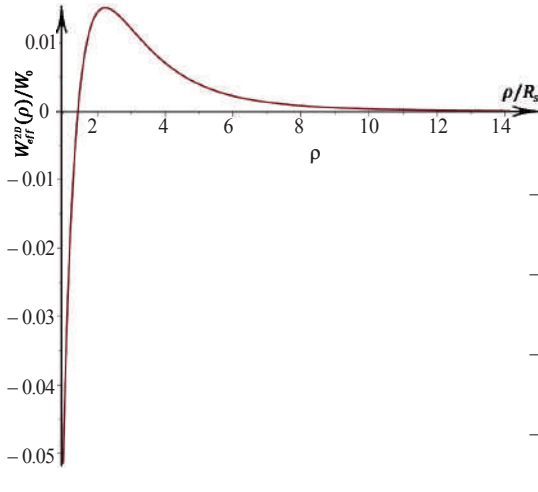


Рис. 2. График W_{eff}^{2D} / W_0 ($W_0 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_S}$)

как функции ρ / R_S ($R_S = \left(\frac{\hbar}{2\mu_{\perp}}\right)^{\frac{1}{2}}$) в δ -слое, граничащем с кристаллической подложкой SrTiO_3 в вакууме

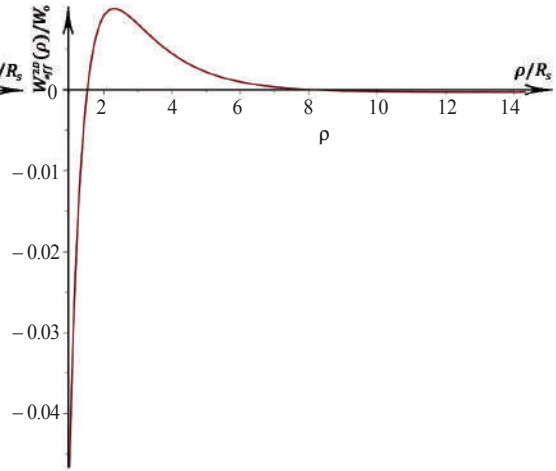


Рис. 3. График W_{eff}^{2D} / W_0 ($W_0 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_S}$)

как функции ρ / R_S ($R_S = \left(\frac{\hbar}{2\mu_{\perp}}\right)^{\frac{1}{2}}$) в δ -слое, граничащем с кристаллической подложкой TiO_2 в вакууме

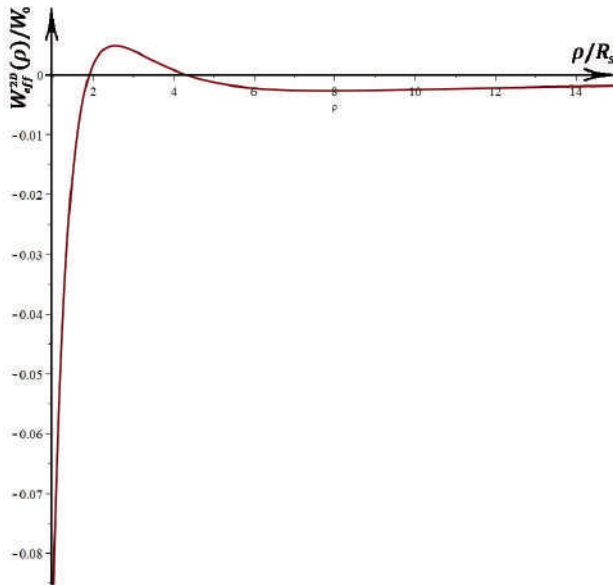


Рис. 4. График W_{eff}^{2D} / W_0 ($W_0 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R_S}$) как функции ρ / R_S ($R_S = \left(\frac{\hbar}{2\mu_{\perp}}\right)^{\frac{1}{2}}$) в δ -слое, граничащем с кристаллической подложкой BaO в вакууме

На рис. 2–4 представлены профили потенциальной энергии электрон-дырочного взаимодействия, построенные в квазидвумерном δ -слое, нанесенном на кристаллы SrTiO_3 , TiO_2 и BaO и граничащем с вакуумом.

Как видно из графиков, для контакта с TiO_2 в квантовой яме возникает сильное электрон-дырочное притяжение, обусловленное перекрытием противоположно заряженных поляронных облаков электрона и дырки (предел Майера), и возможность образования экситона Ванье – Мотта с большой энергией связи в области толщин δ -слоя $d < R_{e,h} = (\hbar / (m_0 \Omega_S))^{1/2} \sim 10^{-7}$ см.

При толщинах δ -слоя $d > R_{e,h}$ вследствие сильной экранировки электрон-дырочного взаимодействия медленной поляризацией подложки происходит резкое уменьшение энергии их взаимодействия с распадом экситонного состояния Ванье – Мотта.

Представляет интерес сравнить профили потенциалов электрон-дырочного взаимодействия с полученными в [10] потенциалами взаимодействия одноименных носителей зарядов с образованием биполярных состояний большого радиуса с большой энергией связи. Как следует из сравнения, энергии биполярных состояний более, чем на порядок превышают энергии экситонных состояний, которые могут существовать при низких температурах. С ростом температуры вследствие сильной экранировки экситонные состояния становятся нестабильными и будут распадаться, в то же время критерии образования биполярных состояний с большой энергией связи остаются благоприятными.

В частном случае «плоского экситона» ($d \rightarrow 0$) на поверхности полярного кристалла (контакт: кристалл–вакуум) для W_{eff} из формулы (30) получаем:

$$W_{eff} = V_0(\rho) + W_S^{(1)}(\rho) + W_S^{(2)}(\rho), \quad (38)$$

где:

$$V_0(\rho) = -\frac{2e^2}{(\epsilon_1 + 1)\rho}; \quad (39)$$

$W_S^{(1)}(\rho)$, $W_S^{(2)}(\rho)$ – фоновые вклады в экранировку электрон-дырочного взаимодействия, имеющие вид:

$$W_S^{(1)}(\rho) = \pi \alpha_{Se} \hbar \Omega_S \frac{m_{h\perp}^*}{(m_{e\perp}^* - m_{h\perp}^*)} \left\{ \left(\frac{m_{e\perp}^*}{m_{h\perp}^*} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_h}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_h}\right) \right] - \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_e}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_e}\right) \right] \right\} - \frac{\pi}{2} (\alpha_{Se} + \alpha_{Sh}) \hbar \Omega_S; \quad (40)$$

$$W_S^{(2)}(\rho) = \frac{\pi}{4} \alpha_{Se} \hbar \Omega_S \left(\frac{m_{e\perp}^* + m_{h\perp}^*}{m_{h\perp}^* - m_{e\perp}^*} \right) \left\{ \left(\frac{m_{h\perp}^*}{m_{e\perp}^*} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_h}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_h}\right) \right] - \left[I_0\left(\frac{\rho}{R_e}\right) - L_0\left(\frac{\rho}{R_e}\right) \right] \right\}. \quad (41)$$

Здесь:

$$\alpha_{Se,h} = \frac{e^2 (\epsilon_{10} - \epsilon_1)}{4\pi \epsilon_0 (\epsilon_{10} + 1) (\epsilon_1 + 1) \hbar \Omega_S R_{Se,h}}; \quad (42)$$

$I_0(x)$, $L_0(x)$ – модифицированные функции Бесселя и Струве соответственно.

В пределе Хакена $\rho \gg R_{Se,h}$ из (38)–(42) следует:

$$W_{eff}(\rho) = -\frac{\pi}{2} (\alpha_{Se} + \alpha_{Sh}) \hbar \Omega_S - \frac{2e^2}{(\epsilon_{10} + 1)\rho}. \quad (43)$$

В пределе Майера $\rho \ll R_{Se,h}$ из (38)–(42) получаем:

$$W_{eff}(\rho) = -\frac{\pi}{2} (\alpha_{Se} + \alpha_{Sh}) \hbar \Omega_S - \frac{2e^2}{(\epsilon_1 + 1)\rho}. \quad (44)$$

Частота поверхностных оптических фононов Ω_S вычисляется по формуле:

$$\Omega_S = \omega_{TO} \left(\frac{\epsilon_0 + 1}{\epsilon_\infty + 1} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (45)$$

4. Расчет энергии основного состояния экситона Ванье – Мотта

Вариационную волновую функцию основного состояния экситона выберем в виде:

$$\varphi(\rho) = C e^{-\gamma\rho}, \quad (46)$$

где $C = \left(\frac{2}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \gamma$, γ – вариационный параметр.

Вариационный функционал энергии основного состояния имеет вид:

$$E(\gamma, \beta, \lambda) = \langle \varphi(\rho) | \hat{H}_{eff}(\rho, \mathbf{p}_e, \mathbf{p}_h, d | \varphi(\rho)) \rangle. \quad (47)$$

Энергию связи экситона найдем путем минимизации вариационного функционала энергии (47).

Энергия связи экситона определяется выражением

$$W_b = E_b - (E_{pe} + E_{ph}), \quad (48)$$

где E_b – минимальное значение $E(\gamma, \beta, \lambda)$; $E_{pe, h}$ – энергии основного состояния электронного и дырочного поляронов. При $d \rightarrow 0$, $\gamma \rightarrow \infty$ для $E_{pe, h}$ получаем выражение

$$E_p = E_{pe} + E_{ph} = -\frac{\pi}{2} \sum_{i=e, h} \sum_{s=1, 2} \alpha_{si} \hbar \Omega_s, \quad (49)$$

где $\alpha_{se, h}$ – фрелиховская константа электрон-фононного (электрон-дырочного) взаимодействия:

$$\alpha_{se, h} = \frac{e^2}{\hbar} \left(\frac{1}{\epsilon_1 + \epsilon_3} - \frac{1}{\epsilon_{10} + \epsilon_{30}} \right) \times \left(\frac{m_{e, h}^*}{2\hbar\Omega_s} \right)^{1/2}. \quad (50)$$

В работе [6] проведено исследование поляронного экситона на контакте двух кристаллов. В частности, получено выражение для энергии связи поляронного экситона для двух пределов:

1. Предел Хакена ($\rho \gg R_{e, h}$):

$$\Delta E_{ex}^S = -\frac{2\mu_\perp e^4}{\hbar^2 (\epsilon_{10}^*)^2}, \quad \epsilon_{10}^* = \frac{\epsilon_{10} + 1}{2}. \quad (51)$$

Сравнивая ее с энергией связи экситона в массивном кристалле в этом пределе:

$$\Delta E_{ex}^V = -\frac{\mu_\perp e^4}{2\hbar^2 (\epsilon_{10}^*)^2}, \quad (52)$$

можно видеть, что ΔE_{ex}^S превышает ΔE_{ex}^V в $16(\epsilon_{10} / (\epsilon_{10} + \epsilon))^2$ раз, т. е. более чем на порядок, что обусловлено двумя причинами: а) геометрическим эффектом; б) изменением характера экранировки электрон-дырочного взаимодействия на контакте двух сред.

2. Предел Майера ($\rho < R_{e, h}$).

В этом случае имеет место дальнейший рост энергии связи экситона, обусловленный ослаблением электрон-дырочного экранирования инерционной поляризацией (поверхностными оптическими фононами).

$$\Delta E_{ex}^S = -\frac{2\mu_\perp e^4}{\hbar^2 (\epsilon_1^*)^2} + \frac{\pi\hbar\Omega_S}{m_e^* - m_h^*} (\alpha_{Sh} - \alpha_{Se}). \quad (53)$$

Оценки энергии связи экситона в пределах Хакена (51) и Майера (53) для поверхностного экситона на контакте GaAs–вакуум, когда электрон и дырка, образующие экситон, локализованы в δ -слое (квантовой яме) и хорошо выполняются критерии возникновения квазидвумерного экситонного состояния. В расчете использованы следующие значения параметров: $\epsilon_{10} = 12,8$; $\epsilon_1 = 10,9$; $m_e^* = m_h^* = m_0$; $\hbar\omega = 36$ мэВ.

Для ΔE_{ex}^S получено: $\Delta E_{ex}^S(X) = -360$ мэВ; $R_{ex}(X) = 1,2$ нм (методом Хаке-

на); $\Delta E_{ex}^S(M) = -400$ мэВ; $R_{ex}(M) = 0,8$ нм (методом Майера).

При этом $R_{se,h} \approx 1$ нм.

Эти результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными, представленными в работе [11], в которой наблюдали поверхностные экситонные состояния Ванье – Мотта на контакте GaAs–вакуум. Энергия связи достигала 0,4 эВ, что примерно на два порядка превышает энергию связи экситона в объеме GaAs ($\sim 0,005$ эВ).

3. Подставляя выражения (29)–(32) в формулу (47) и вариационную волновую функцию (46), получим вариационный функционал:

$$E(\gamma) = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2\mu_{\parallel} d^2} + \frac{\hbar^2 \gamma^2}{2\mu_{\perp}} + \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0\epsilon_2 d} \int_0^{\infty} \frac{dx}{e^{2x} - \delta_1 \delta_3} \times \left\{ \delta_1 \delta_3 + \frac{(\epsilon_2^2 - \epsilon_1 \epsilon_3) 4\pi^2 e^x \text{sh } x}{(\epsilon_2 + \epsilon_1)(\epsilon_2 + \epsilon_3)x(x^2 + 4\pi^2)} \right\} + \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0\epsilon_2 d} \int_0^{\infty} \left\{ \left(1 + \left(\frac{x}{\gamma d} \right)^2 \right)^{-\frac{5}{2}} \Phi(x) + \left(1 + \left(\frac{x}{2\gamma d} \right)^2 \right)^{-\frac{5}{2}} G(x) \right\} \quad (54)$$

где

$$\delta_{1,3} = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_{1,3}}{(\epsilon_1 + \epsilon_3)(\epsilon_2 + \epsilon_3)}; \quad (55)$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{x} + \frac{x}{2(x^2 + \pi^2)} - \frac{\pi^4 e^{-x} \text{sh } x}{x^2(x^2 + \pi^2)} + \frac{2\pi^4 \text{sh}^2 x}{x^2(x^2 + \pi^2)(e^{4x} - \delta_1 \delta_3)} \times \left[\delta_1 \delta_3 + \frac{(\epsilon_2^2 - \epsilon_1 \epsilon_3) e^{4x}}{(\epsilon_2 + \epsilon_1)(\epsilon_2 + \epsilon_3)} \right]; \quad (56)$$

$$G(x) = F_1^2(x) a_{11}(x)(a_{11}(x) - 2) + F_2^2(x) a_{12}(x)(a_{12}(x) - 2); \quad (57)$$

$$F_1(x) = \frac{\pi^2 \text{sh} \left(\frac{x}{2} \right) [B_1(x) K_{13,22}(x) + B_2(x) F_{21}(x) K_{13,24}(x)]}{4 \left(\frac{x^2}{16} + \pi^2 \right) \sqrt{\pi \Omega_1(x)}}; \quad (58)$$

$$F_2(x) = \frac{\pi^2 \text{sh} \left(\frac{x}{2} \right) [B_3(x) K_{13,22}(x) F_{12}(x) + B_4(x) F_{21}(x) K_{13,24}(x)]}{4 \left(\frac{x^2}{16} + \pi^2 \right) \sqrt{\pi \Omega_2(x)}}; \quad (59)$$

$$a_{1s}(x) = \left(1 + \frac{R_s^2 x^2}{d^2} \right)^{-1}, \quad s = 1, 2; \quad (60)$$

$$B_{1,2}(x) = \frac{\omega_{1,3} \sqrt{2(\epsilon_{1,30} - \epsilon_{1,3})}}{\sqrt{\Omega_1(x)(1 + F_{21}^2)}};$$

$$B_{3,4}(x) = \frac{\omega_{1,3} \sqrt{2(\epsilon_{1,30} - \epsilon_{1,3})}}{\sqrt{\Omega_2(x)(1 + F_{12}^2)}}; \quad (61)$$

$$\Omega_{1,2}^2(x) = [\epsilon_2^2 + \epsilon_1 \epsilon_3 + \epsilon_2(\epsilon_1 + \epsilon_3) \text{cth } 2x]^{-1} \times$$

$$\times \{ \omega_1^2 [\epsilon_2^2 + (\epsilon_3 + \epsilon_{10}) \epsilon_2 \text{cth } 2x + \epsilon_1 \epsilon_{10}] +$$

$$+ \omega_3^2 [\epsilon_2^2 + (\epsilon_1 + \epsilon_{30}) \epsilon_2 \text{cth } 2x + \epsilon_1 \epsilon_{30}] \} \pm$$

$$\pm [\{ \omega_1^2 [\epsilon_2^2 + (\epsilon_3 + \epsilon_{10}) \epsilon_2 \text{cth } 2x + \epsilon_1 \epsilon_{10}] +$$

$$+ \omega_3^2 [\epsilon_2^2 + (\epsilon_1 + \epsilon_{30}) \epsilon_2 \text{cth } 2x + \epsilon_1 \epsilon_{30}] \}^2 -$$

$$- \omega_1^2 \omega_3^2 [\epsilon_2^2 + (\epsilon_{30} + \epsilon_{10}) \epsilon_2 \text{cth } 2x + \epsilon_{30} \epsilon_{10}]^{1/2} \}; \quad (62)$$

$$K_{13,22}(x) = -\left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_1\varepsilon_3 + \varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)\operatorname{cth} 2x\right]^{-1} \times \\ \times \operatorname{th}\left(\frac{x}{2}\right)\left(\varepsilon_3 \operatorname{cth}\frac{x}{2} + \varepsilon_3\right); \quad (63)$$

$$K_{13,24}(x) = \left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_1\varepsilon_3 + \varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)\operatorname{cth} 2x\right]^{-1} \times \\ \times \operatorname{th}\left(\frac{x}{2}\right)\left(\varepsilon_2 \operatorname{cth}\frac{x}{2} + \varepsilon_1\right); \quad (64)$$

$$F_{12}(x) = -\omega_1\omega_3\varepsilon_2\sqrt{\varepsilon_{10} - \varepsilon_1} \cdot \sqrt{\varepsilon_{30} - \varepsilon_3} \times \\ \times (\operatorname{sh} x \left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_1\varepsilon_3 + \varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)\operatorname{cth} 2x\right]\Omega_2(x) - \\ - \omega_1^2 \left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_{10}\varepsilon_{30} + \varepsilon_2(\varepsilon_{10} + \varepsilon_3)\operatorname{cth} 2x\right])^{-1}; \quad (65)$$

$$F_{21}(x) = \omega_1\omega_3\varepsilon_2\sqrt{\varepsilon_{10} - \varepsilon_1} \cdot \sqrt{\varepsilon_{30} - \varepsilon_3} \times \\ \times (\operatorname{sh} x \left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_1\varepsilon_3 + \varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)\operatorname{cth} 2x\right]\Omega_1(x) - \\ - \omega_3^2 \left[\varepsilon_2^2 + \varepsilon_{10}\varepsilon_{30} + \varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_{30})\operatorname{cth} 2x\right])^{-1}; \quad (66)$$

Проведем оценку энергии связи экситона в узкой квантовой яме, когда удовлетворяется неравенство

$$d < R_{ex} < d_{eff} \left(d_{eff} = \frac{d}{\varepsilon^*}, \varepsilon^* = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_{10}} \right). \quad (67)$$

Тогда, используя разложение функций Струве, Бесселя, Неймана и Мак-Дональда в формулах (40), (41), получаем для потенциальной энергии экстраполяционную формулу:

$$U(\rho) \approx -\frac{\pi e^2}{(\varepsilon_2 + \varepsilon_{10})d} \times \\ \times \left\{ \ln \left[\frac{2\rho}{d} \cdot \frac{2\varepsilon_{10}}{(\varepsilon_2 + \varepsilon_{10})} \right] - C \right\}, \quad (68)$$

(C – постоянная Эйлера), для которой Келдышем [12] было получено следующее выражение для энергии связи экситона:

$$E_n = -\frac{2e^2}{(\varepsilon_2 + \varepsilon_{10})d} \times \\ \times \left\{ \ln \left[\frac{4\varepsilon_{10}d}{(\varepsilon_2 + \varepsilon_{10})R_{ex}} \right] - 2C - 2\gamma_n \right\}, \quad (69)$$

γ_n находится из решения дифференциального уравнения

$$\Delta_\xi \Psi_n(\xi) - \ln|\xi| \Psi_n(\xi) = \gamma_n \Psi(\xi); \quad (70)$$

γ_n – по величине порядка 1.

Подставляя значения параметров структуры: квантовая яма ($d \sim 0,5 \cdot 10^{-7}$ см, $\varepsilon_2 = 2$) на подложке SrTiO_3 ($\varepsilon_{10} \approx 1000$) и полагая, что $m_e^* = m_h^* \approx m_0 = 9,1 \cdot 10^{-28}$ г, получаем из выражения (70): $E_{ex} \approx -6$ мэВ.

Полученные в работах [13–14] значения для энергии связи биполярона для квантовой ямы (δ -слоя) в структуре SrTiO_3 - δ -слой-вакуум: $E_{bp} \approx -196$ мэВ; для структуры TiO_2 - δ -слой-вакуум: $E_{bp} \approx -113$ мэВ; для структуры BaO - δ -слой-вакуум: $E_{bp} \approx -29,1$ мэВ. Сравнивая полученные значения E_{ex} с E_{bp} , можно сделать вывод, что вследствие сильной экранировки электрон-дырочного взаимодействия энергетически более выгодным является образование биполяронных состояний с энергией связи, на 1–2 порядка превышающей E_{ex} . Это указывает на возможность возникновения биполяронной сверхпроводимости для структуры SrTiO_3 -квантовая яма-вакуум сверхпроводимости при температуре

$$kT_c = 0,13 E_{bp} \approx 25 \text{ мэВ} \quad (71)$$

($T_c \approx 1,2 T_{\text{комн}}$, $T_{\text{комн}} \approx 300$ К).

В экспериментальной работе [15] наблюдалась высокотемпературная сверхпро-

видимость в структуре SrTiO₃-FeSe-вакуум при $T_c \approx 300$ К.

Цитированная литература

1. **Miller, R. C.** New transition in the photoluminescence of GaAs quantum wells / R. C. Miller, D. A. Kleinmann, O. Munteanu, W. T. Tsang // *Appl. Phys. Lett.* – 1981. – Vol. 39. – P. 1–3.
2. **Miller, R. C.** Energy gap discontinuities and effective masses for GaAs–Al_xGa_{1-x} quantum well / R. C. Miller, D. A. Kleinmann, A. C. Gossard // *Phys. Rev. B.* – 1984. – Vol. 29. – P. 7085–7091.
3. **Bastard, B.** Exciton binding energy in quantum wells / B. Bastard, E. E. Menendez, L. L. Chang, L. Esaki // *Phys. Rev. B.* – 1982. – Vol. 26. – P. 1974–1979.
4. **Vojak, V. A.** The exciton recombination in GaAs–Al_xGa_{1-x}As quantum well-heterostructures / V. A. Vojak, N. Holonjak, M. D. Laiding et al. // *Sol. St. Comm.* – 1980. – Vol. 35. – P. 477–481.
5. Экситоны Ванье–Мотта в многослойных системах / С. И. Берил, Е. П. Покатилов, В. М. Фомин [и др.]. – Текст : непосредственный // *ФТП.* – 1985. – Т. 19. – С. 412–417.
6. **Берил, С. И.** Теория поляронов, экситонов, биполяронов и кинетические эффекты в многослойных структурах различных геометрий и сверхрешетках / С. И. Берил, В. М. Фомин, А. С. Старчук. – Тирасполь : ПГУ, 2020. – 692 с. – Текст : непосредственный.
7. **Fomin, V. M.** Phonons and the electron-phonon interaction in multilayer systems / V. M. Fomin, E. P. Pokatilov // *Phys. Stat. Sol. (b).* – 1985. – Vol. 132. – N. 1. – P. 69–82.
8. **Pokatilov, E. P.** Bipolaron states in multilayer structures with quantum wells (part I) / E. P. Pokatilov, S. I. Beril, V. M. Fomin and G. Ju. Ryabukhin // *Phys. Stat. Sol. (b).* – 1992. – Vol. 169. – N. 1. – P. 429–441.
9. **Adamowski, J.** Formation of Fröhlich bipolarons / J. Adamowski // *Phys. Rev. B.* – 1989. – Vol. 39. – N. 6. – P. 3649–3653.
10. **Берил, С. И.** Биполяронные состояния в пространственно разделенных монослоях в многослойных структурах с квантовыми ямами / С. И. Берил, А. С. Старчук. – Текст : непосредственный // *Вестник Приднестровского ун-та. Серия: Физико-математические и технические науки.* – 2020. – № 3 (66). – С. 3–11.
11. **Lapeyre, G.** Evidence for a surface-states exciton on GaAs (110) / G. Lapeyre, J. R. Anderson // *Phys. Rev. B.* – 1975. – Vol. 35. – P. 117–119.
12. **Келдыш, Л. В.** Кулоновское взаимодействие в тонких пленках полупроводников и полуметаллов / Л. В. Келдыш. – Текст : непосредственный // *Письма в ЖЭТФ.* – 1979. – Т. 29. – Вып. 11. – С. 716–719.
13. **Pokatilov, E. P.** Polaron Pairing in Multi-Layer Structures. Part I. Bipolaron States in Multi-Layer Structures with Quantum Wells / E. P. Pokatilov, S. I. Beril, V. M. Fomin and G. Ju. Ryabukhin // *Phys. Stat. Sol. (b)* – 1992. – Vol. 169. – P. 429–441.
14. **Pokatilov, E. P.** Polaron Pairing in Multi-Layer Structures. Part II. Interlayer Bipolaron States in Structures with Quantum Wells / E. P. Pokatilov, S. I. Beril, V. M. Fomin, G. Yu. Riabukhin, E. Gorjachkovskii // *Phys. Stat. Sol. (b).* – 1992. – Vol. 171. – P. 437–445.
15. **Садовский, М. В.** Высокотемпературная сверхпроводимость в монослоях FeSe / М. В. Садовский. – Текст : непосредственный // *УФН.* – 2016. – Т. 186. – № 10. – С. 1035–1057.

УДК 538.915

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПЕРЕНОС ЗАРЯДА В ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ *n*-ТИПА ДИФОСФИДОВ ЦИНКА И КАДМИЯ

И. Г. Стамов, Д. В. Ткаченко

Представлены результаты исследований барьеров Шоттки на кристаллах дифосфида цинка и кадмия электронной проводимости. Исследованы электрические и фотоэлектрические свойства и определены параметры барьеров Шоттки на тетрагональном дифосфиде цинка с металлами, установлены особенности в свойствах барьеров в различных режимах переноса заряда. Проведен общий анализ свойств поверхностно-барьерных структур на кристаллах исследуемых полупроводников.

Ключевые слова: *анизотропные полупроводники, барьеры Шоттки, фотоэффект, перенос заряда.*

PHOTOELECTRONIC PHENOMENA AND CHARGE TRANSFER IN SURFACE-BARRIER STRUCTURES BASED ON *n*-TYPE ZINC AND CADMIUM DIPHOSPHIDES

I. G. Stamov, D. V. Tkachenko

The paper presents the results of studies of Schottky barriers on crystals of zinc diphosphide and cadmium with electronic conductivity. The electrical and photoelectric properties have been investigated and the parameters of Schottky barriers based on tetragonal zinc diphosphide with metals have been determined, and the features in the properties of barriers in various modes of charge transfer have been established. A general analysis of the properties of surface-barrier structures on crystals of the semiconductors under study is carried out.

Keywords: *anisotropic semiconductors, Schottky barriers, photoelectric effect, charge transfer.*

Введение

В работах [1–4] были представлены результаты исследований поверхностно-барьерных структур на основе дифосфида кадмия и дифосфида цинка моноклинной модификации кристаллов электронной проводимости, основными выводами которых были особенности в характеристиках структур, связанные с влиянием уровней собственных дефектов, распределением электронных состояний на границе раздела и анизотропии оптических свойств, вызванных пониженной симметрией кристаллов. Результаты исследований выпрямляющих структур на основе дифосфидов цинка и кадмия, представленные в

этой работе, являются продолжением указанного цикла работ.

1. Методика эксперимента

Тетрагональная модификация – α -ZnP₂ является изоморфной по многим физико-химическим свойствам β -фазе дифосфида кадмия. Дифосфид цинка, так же, как и CdP₂, допускает отклонения от стехиометрии, и нелегированные кристаллы, в зависимости от состава, приобретают электронный или дырочный тип проводимости. Выпрямляющие структуры на тетрагональных кристаллах изучены в меньшей степени, чем аналогичные структуры на основе CdP₂ [5–9]. Исследование фотоэффекта в выпрямляющих структурах на кристаллах

α -ZnP₂, изоморфных β -CdP₂, представляет большой интерес для установления возможности создания эффективных приемников света на полупроводниках этой группы и установления генезиса свойств от изменения состава и параметров структуры от CdP₂ к α -ZnP₂. В настоящей работе представлены результаты исследований свойств барьеров Шоттки на кристаллах α -ZnP₂ тетрагональной модификации, эффекта компенсации доноров в α -ZnP₂ и β -CdP₂, а также сравнительные характеристики поверхностно-барьерных структур с разными металлами на *n*-типа проводимости этих кристаллов.

Кристаллы α -ZnP₂, так же, как и β -CdP₂, получены из газовой фазы. Электронный тип проводимости обусловлен собственными дефектами, по предположениям авторов работ [10–13], однозарядными или двухзарядными вакансиями фосфора в узлах кристаллической решетки. Концентрация свободных носителей заряда при комнатной температуре в исследуемых кристаллах составляет $2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, глубина залегания доноров составляет, по нашим исследованиям, 0,36 и 0,6 эВ, компенсирующих акцепторов – 0,21 и 0,47 эВ,

по данным работы [9]. Полупрозрачные пленки металлов Ni, Au и In, образующих запорный слой, нанесены на плоскости (001) и (100) кристаллов α -ZnP₂ электрохимическим методом. При измерении фотоэлектрических свойств световой поток направлен перпендикулярно этим плоскостям со стороны металла. Спектральные характеристики исследованы в интервале длин волн λ от 350 до 1500 нм с разрешением $\delta\lambda < 0,1$ нм. Методические и метрологические аспекты измерений фототока приведены в [1, 4].

2. Электрические и фотоэлектрические характеристики барьеров Шоттки металл– α -ZnP₂

Вольт-амперные характеристики (ВАХ) структур Ni– α -ZnP₂ представлены на рис. 1. Они описываются в интервале температур 273–420 К известными соотношениями для запорного контакта металла с полупроводником [14, 15], учитывающими падение напряжения на последовательном сопротивлении объема кристалла. Коэффициенты идеальности составляют $\eta = 1,07$ –1,12,

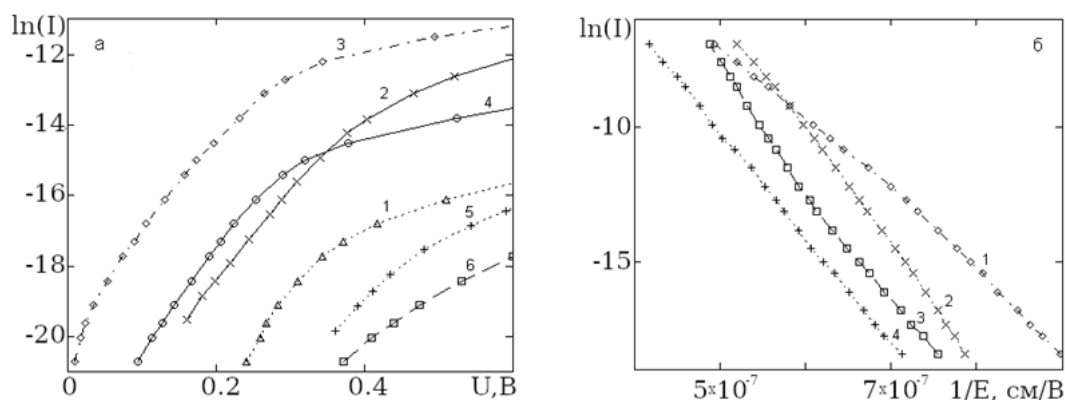


Рис. 1. ВАХ структур Ni– α -ZnP₂: а) прямые ВАХ барьеров Ni– α -ZnP₂ при T, К: 1 – 293, 2 – 345, 3 – 386, 4 – In– α -ZnP₂ (293 К), 5 – Au– α -ZnP₂ (293 К, плоскость (100)), 6 – Au– α -ZnP₂ (293 К, плоскость (001)); б) обратные ВАХ барьеров при T = 293 К: 1 – In– α -ZnP₂, 2 – Ni– α -ZnP₂, 3 – Au– α -ZnP₂ (плоскость (001)), 4 – Au– α -ZnP₂ (плоскость (100))

1,24–1,6 и 1,5–1,99 для структур Ni- α -ZnP₂, In- α -ZnP₂ и Au- α -ZnP₂ соответственно. Высокие значения η для структур с индием связаны с образованием диэлектрического слоя между металлом и полупроводником. Температурная зависимость тока насыщения имеет экспоненциальный характер с энергией активации $E_a = 0,95$ –1; 0,99–1,13; 1,15–1,2 эВ для барьеров In-, Ni-, Au- α -ZnP₂ соответственно. Поведение тока от напряжения для указанных структур соответствует диффузионной модели переноса носителей заряда через барьер, учитывающей температурные зависимости их концентрации. Анализ ВАХ барьеров Au- α -ZnP₂ указывает на участие дырок в переносе заряда и возрастание роли рекомбинационных процессов в области пространственного заряда (ОПЗ) Au- α -ZnP₂ по сравнению с аналогичными структурами на дифосфиде кадмия. Ток при обратном смещении в исследуемых структурах до напряжения пробоя удовлетворительно описывается в рамках теоретических положений [14]. Так же, как в случае структур Ni-CdP₂, с коэффициентом η , незначительно отличающимся от единицы, для получения хорошего согласия экспериментальных результатов с теоретическими требуется учет квантово-механических поправок [16].

На участках пробоя зависимость тока от напряжения имеет экспоненциальный характер. Показатели экспоненты изменяются в зависимости от концентрации глубоких уровней и в меньшей степени от других характеристик барьера. Такое поведение ВАХ может быть связано с полевой ионизацией глубоких уровней в запрещенной зоне, когда их концентрация достаточно велика [17].

Температурные изменения тока на участке пробоя обусловлены температурной зависимостью эффективного значения глубины залегания глубокого уровня E_t^* [1,17], с которым связывается туннельный процесс, и зависимостью напряженности электрического поля барьера $E(U)$ от тем-

пературы. Коэффициент dE_t^*/dT близок к температурному коэффициенту изменения ширины запрещенной зоны полупроводника. Энергия уровня E_t^* , оказывающая существенное влияние на туннельный ток, незначительно отличается от реального положения уровня E_t в запрещенной зоне в силу кейновского характера спектра электронов в туннельной области [17]. Близость экспериментальных значений температурных коэффициентов E_t^* и E_g в данном случае может свидетельствовать в пользу выдвинутых выше предположений. Следует отметить, что в формировании туннельного тока существенную роль играет периферийная область контакта, так как плотность тока на участке пробоя зависит от обработки торца металлической пленки и наличия охрannого кольца.

Полная проводимость $Y = G + j\omega C$ выпрямляющих структур на электронном α -ZnP₂ является функцией частоты, напряжения, подсветки и температуры, она зависит от предыстории образца, степени и способа заполнения глубоких уровней. Инжекция носителей заряда в ОПЗ при прямом смещении барьера приводит к заполнению глубоких уровней в ОПЗ. Уменьшение степени компенсации в квазиравновесной области после выключения прямого смещения увеличивает емкость C и уменьшает проводимость G . Емкость уменьшается, а проводимость растет при выдержке структуры в темноте, что связано, по-видимому, с захватом электронов из металла на глубокие уровни в слое объемного заряда [18].

На рис. 2 представлены зависимости емкости $C(\omega)$ и проводимости $G(\omega)$ от частоты структур Au- α -ZnP₂ для нескольких температур (характер зависимостей с другими металлами был аналогичным). Измерения проведены после установления равновесных значений Y . В исследованных интервалах частот и температур зависимости $C(\omega)$ и $G(\omega)$ от частоты описываются в

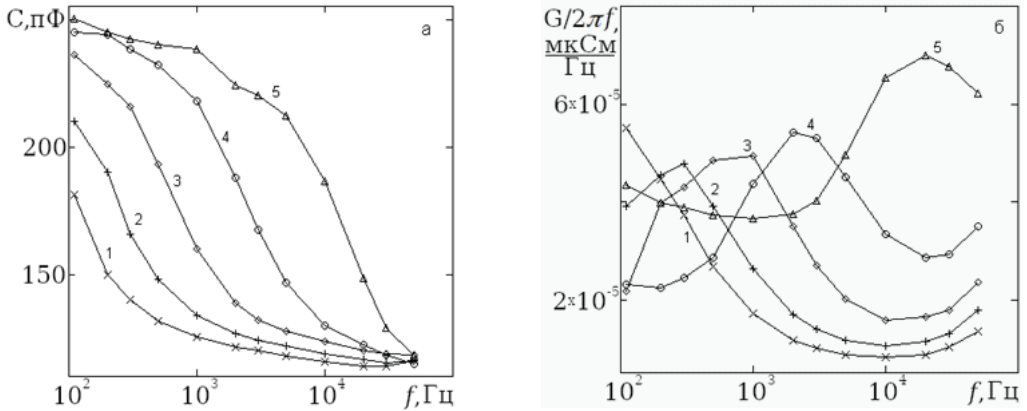


Рис. 2. Частотные характеристики полной проводимости C и G структуры Ni- α -ZnP₂ при температурах T , К: 1 – 290, 2 – 306, 3 – 323, 4 – 345, 5 – 373

рамках теорий [11, 12] с постоянными времени τ_1 , τ_2 . Согласие теоретических расчетов с экспериментальными результатами достигнуто при энергиях залегания E_{d1} и E_{d2} , равных 0,36 и 0,6 эВ соответственно. Полученные значения энергий залегания глубоких доноров удовлетворительно согласуются со схемой локальных центров и электронных переходов в α -ZnP₂ [14].

В спектрах фотоемкости структур металл- α -ZnP₂ процессов перезарядки уровней в интервале энергий фотонов 0,3–1 эВ не обнаружено. Первая ступенька изменения емкости и концентрации ионизированных дефектов N_i наблюдается при $h\nu = 1,15$ эВ. При $h\nu \geq 1,56$ эВ вплоть до 2,1 эВ проявляется рост N_i . В узком интервале энергий фотонов 2,1–2,16 эВ емкость и проводимость незначительно падают. Минимум емкости в этой области соответствует 2,14 эВ. При больших энергиях происходит перезарядка уровней собственным светом.

Зависимость проводимости от обратного смещения U имеет минимум. Рост проводимости при больших обратных смещениях связан с пробойными явлениями в структуре. Зависимость $C^{-2} = F(U)$ близка к линейной в диапазоне обратных

смещений 0–1,5 В. Наклон этой зависимости уменьшается при увеличении обратного напряжения $|U| > 1,5$ В и частоты измерительного сигнала.

Полученные экспериментальные результаты согласуются с теоретическими расчетами в рамках модели контакта металла с полупроводником, содержащим два глубоких донорных уровня с концентрациями N_{d1} и N_{d2} и компенсирующие акцепторы с общей концентрацией N_a .

Анализ поведения полной проводимости в зависимости от частоты, температуры и времени позволяет предположить, что заполнение глубоких доноров в области квазинейтральности имеет более сложный характер, чем в моделях, предложенных в работах [11, 12]. Долговременная релаксация проводимости, так же, как и в случае барьеров металл-CdF₂ [18], может быть связана с захватом электронов из металла на глубокие уровни, дающие вклад в проводимость на сверхнизких частотах.

В [1–4] показано, что рекомбинационные процессы в ОПЗ и перезарядка уровней на границах ОПЗ барьеров Шоттки на основе CdP₂ оказывают существенное влияние на фотоэлектрические токи в этих структурах.

Во всех исследуемых структурах Ni-, Au-, In- α -ZnP₂ фототок, связанный с фотоэлектронной эмиссией из металла в полупроводник, имеет очень малые величины (рис. 3). С увеличением величины барьера контакта ток фотоэлектронной эмиссии становится меньше. При приближении энергии фотонов к ширине запрещенной зоны полупроводника E_{g_s} , ток стремится к нулю. Последнее может иметь место при одновременной эмиссии электронов из металла в полупроводник и генерации дырок в области края фундаментального поглощения при поглощении фотонов в контакте металл-полупроводник и участии в этом процессе поверхностных электронных состояний контакта (ПЭСК). Используя представления, изложенные в [16], можно предположить, что в случае, когда высота потенциального барьера $\phi_b \geq 1/2 E_{g_s}$, такие процессы, рекомбинации неравновесных носителей в ОПЗ и на поверхности становятся существенными. В барьерах Шоттки на дифосфиде кадмия, полученных методами электрохимического осаждения и распылением металла в вакууме, в области края фундаментального поглощения, в спектральных характеристиках наблюдается только провал.

Спектральные характеристики структур со всеми металлами в области длин

волн $\lambda < 590$ нм имеют качественно одинаковый характер (рис. 4).

Фототок в исследуемых структурах при энергиях фотонов, больших ширины запрещенной зоны полупроводника ($E_{gi} \geq 2,15$ эВ при 300 К), обусловлен генерацией неравновесных носителей заряда из валентной зоны в зону проводимости полупроводника. Небольшие приросты фототока при длинах волн 470 нм и 400 нм обусловлены межзонными переходами с энергиями $E_i > E_{gi}$. Приложенное обратное смещение увеличивает фототок, а характер зависимостей фототока от напряжения определяется длиной волны падающего

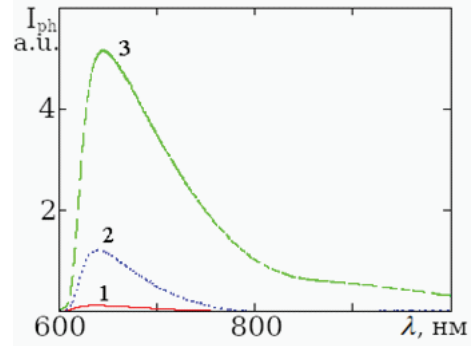


Рис.3. Спектральные характеристики фототока I_{ph} структуры металл- α -ZnP₂ в интервале длин волн 600–1000 нм: 1 – Au, 2 – Ni, 3 – In

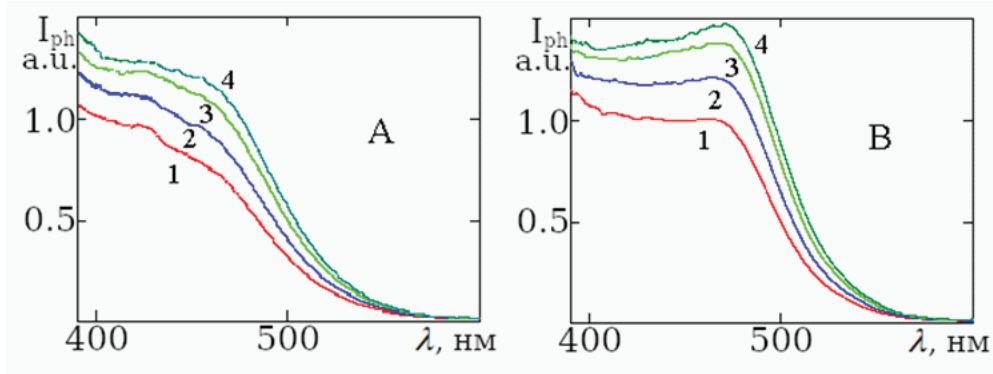


Рис. 4. Спектральные характеристики фототока структуры Au- α -ZnP₂ при обратных напряжениях на барьере U, В: 1 – 0; 2 – 0,6; 3 – 1,5; 4 – 2,5. А – E \perp c; В – E \parallel c

на структуру излучения, параметрами барьера, границей раздела и частотой модуляции света. Как следует из полученных результатов, фототок изменяется от приложенного напряжения как при выполнении условия $\alpha W \ll 1$, так и при $\alpha W \gg 1$, где α – коэффициент поглощения света в полупроводнике, W – ширина ОПЗ. Это связано с влиянием электрического поля барьера на перенос заряда через контакт и процессы перезарядки уровней в ОПЗ и на ее границах. Спектральная зависимость коэффициента фотоэлектрического плеохроизма представляет широкую полосу с максимумом ($P = 33\%$) на длине волны $\lambda = 490$ нм.

Частотная зависимость фототока содержит две области (рис. 5). В первой области в полосе частот $f = 10$ – 100 Гц фототок остается постоянным. При дальнейшем увеличении частоты модуляции интенсивности света фототок уменьшается в соответствии с зависимостью $J_{ph} \sim 1/f^n$. Вторая область составляет 500 – $3 \cdot 10^5$ Гц. Спад фототока в этой области частот происходит при $f > 20$ кГц. Значения показателей сте-

пени n_1 и n_2 зависят от параметров структуры и характеристик полупроводника и светового сигнала. Граничные частоты f_1 и f_2 , начиная с которых происходит спад частотной характеристики фототока, не зависят от интенсивности света, рода контактирующего металла и незначительно изменяются от температуры и приложенного обратного смещения. Указанные выше граничные частоты могут быть связаны с обратными значениями эффективных постоянных времени τ_{r1} и τ_{r2} , характеризующие скорости рекомбинации на границах ОПЗ и области квазинейтральности и металла с полупроводником. Значения τ_{r1} и τ_{r2} составляют $(5$ – $6) \cdot 10^{-4}$ и $1,5 \cdot 10^{-8}$ с при 300 К соответственно. Амплитуда фототока растет с увеличением энергии падающих на структуру фотонов на всех частотах модуляции света, а затем, при энергиях фотонов $h\nu > 2,7$ эВ и $3,3$ эВ для E||c и E⊥c соответственно, уменьшается. В некоторых структурах Ni- α -ZnP₂ фототок на частотах $f < f_i$ с ростом обратного напряжения до 1 В увеличивается, от 2 до 3 В – уменьшается, затем незначительно растет. Частота f_i , на которой происходит инверсия знака приращения фототока от напряжения, увеличивается с ростом обратного напряжения и при напряжении 5 В она составляет 50 кГц. Последнее может быть связано с разными зависимостями фототока от напряжения на низких и высоких частотах и возможно с изменением частоты f_i от приложенного обратного смещения. Частота f_2 сохраняет свое значение при всех значениях обратного смещения.

Дифференциальный показатель наклона m ($m = dJ_{ph}(U)/J_{ph}(U)dU$) является функцией напряжения, длины волны света и частоты модуляции светового потока и в интервале длин волн 580 – 440 нм увеличивается до максимальных значений и затем уменьшается и составляет $0,1$ – $0,7$ В⁻¹. Показатель m незначительно изменяется при небольших напряжениях, приложенных к

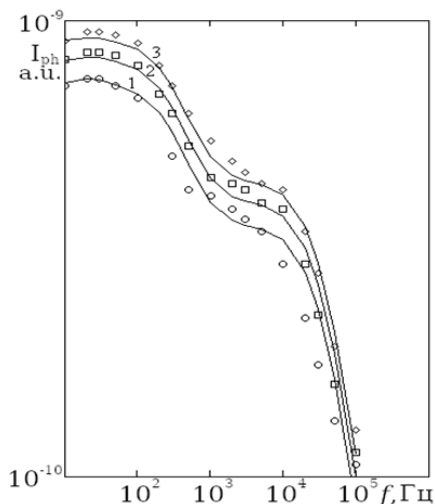


Рис. 5. Частотные характеристики фототока барьера Ni- α -ZnP₂ на длине волны $\lambda = 516$ нм при напряжениях на барьере U , В:
1 – 0, 2 – 0,5, 3 – 1, 4 – 2

барьеру в заперном направлении в интервале частот 10–100 Гц. При дальнейшем росте частоты увеличивают свое значение более чем в два раза.

В структурах Au- α -ZnP₂ и In- α -ZnP₂ с коэффициентами неидеальности $\eta > 1,2$ величина m больше, чем в структурах Ni- α -ZnP₂ с η , близкими к единице. Это обстоятельство указывает на необходимость учета токов через ПЭСК. Как показано в [15], фототоки электронов и дырок изменяются с приложенным напряжением к барьеру из-за изменения концентрации электронов на ПЭСК. В поверхностно-барьерных структурах на Si, GaAs при фотоэлектронной эмиссии электронов из металла в полупроводник фототок увеличивается при включении обратного смещения из-за понижения величины барьера. В исследуемых контактах зависимость фототока от приложенного к барьеру напряжения связывается с влиянием электрического поля барьера на перенос заряда и заполнением ПЭСК. Понижение потенциального барьера силами изображения оказывает влияние на фототок в припороговой области спектра. Из результатов наших измерений следует, что с увеличением обратного смещения и температуры величина потенциального барьера ϕ_b уменьшается. Во всех исследуемых структурах в этой области спектра отсутствуют особенности в спектральных зависимостях фототока, связанные с примесным поглощением.

Спад частотной зависимости фототока в исследуемом интервале температур и полей определяется в основном эффективной постоянной времени τ_{r2} , имеющей близкие значения к постоянной времени обмена электронами донорных центров с зоной проводимости. С ростом температуры значение f_2 незначительно смещается в область высоких частот. Это позволяет предположить, что граничная частота f_2 частотной характеристики фотоэффекта в этих структурах определяется временем

установления равновесия в области квазинейтральности и на границе раздела металла с полупроводником. Разброс значений m , его частотная зависимость указывают на необходимость учета в фотоэлектрических процессах диэлектрического зазора между металлом и полупроводником и ПЭСК аналогично барьерам Шоттки на дифосфиде кадмия. ПЭСК вносят заметный вклад в проводимость структуры на низких частотах в температурном интервале 330–400 К. Для установления влияния на фототок границы раздела структуры необходимы исследования энергетического распределения ПЭСК.

3. Влияние компенсации глубоких доноров в слое объемного заряда контакта металл–CdP₂, –ZnP₂ на характеристики полной проводимости

Учитывая, что в тетрагональных кристаллах CdP₂ и ZnP₂ электронный характер проводимости определяется глубокими уровнями, особый интерес представляет исследование изменения характеристик барьера при пересечении уровня Ферми строчки доноров на границе металл–полупроводник при прямом смещении. Полное заполнение глубокого уровня приводит к изменению частотной зависимости импеданса, т. е. происходит переход от случая, когда граничная частота в основном определяется постоянной перезарядки глубокого уровня на границе электронейтральности контакта, к случаю, когда частотная зависимость определяется объемным временем жизни носителей заряда (максвелловским временем релаксации). Теоретические зависимости указывают на разрыв в зависимостях сопротивления и емкости контакта на низких частотах при напряжении смещения $U = q^{-1}(\phi_b - E_{dl} + \Delta E_{Fn})$ и его отсутствие на высоких частотах в слу-

чае одного глубокого донорного уровня и мелкого донорного уровня [19]. В случаях большего числа глубоких уровней число разрывов в характеристиках проводимости будет соответствующее количество.

На рис. 6 представлены результаты исследований зависимостей емкости и активной проводимости выпрямляющих барьеров металл– CdP_2 от величины прямого напряжения смещения U на разных частотах.

На низких частотах обнаружены спад емкости до некоторого минимального значения $U_{\text{мин.}}$ и одновременно резкое нарастание активной проводимости барьеров Ni-CdP_2 при $U_{\text{пр.}} > U_{\text{пор.}} = 0,3 \text{ В}$. Здесь $U_{\text{пор.}}$ и $U_{\text{мин.}}$ определяются как величины напряжений, при которых емкость в зависимости от напряжения достигает максимального и минимального значений соответственно. Последующий рост емкости происходит при напряжении $U > U_{\text{мин.}} = 0,38 \text{ В}$, при этом рост проводимости замедляется. Напряжение $U_{\text{пор.}}$ практически не зависит от частоты переменной составляющей смещения барьера. Напряжение $U_{\text{мин.}}$ смещается в область больших напряжений с ростом частоты. Минимум в зависимости емкости

от напряжения становится слабо выраженным на частотах $f > 20 \text{ кГц}$, что связано с уменьшением емкостной и ростом активной компонент полной проводимости.

На барьерах с другими металлами получены аналогичные зависимости с особенностями, в которых начало спада, минимум емкости и начало роста активной проводимости и соответствующие им напряжения смещения $U_{\text{пор.}}$, $U_{\text{мин.}}$ определяются высотой барьера ϕ_b , глубиной залегания глубокого уровня и уровня Ферми. Увеличение ϕ_b ведет к сдвигу $U_{\text{пор.}}$ в область больших значений. Так, для In и Au $U_{\text{пор.}}$ на низких частотах равны 0,18 и 0,66 В, а $U_{\text{мин.}}$ – 0,32 и 0,99 В соответственно. Особенности в характере кривых емкости и проводимости на барьерах с разными металлами связаны с изменением доли ионизированного заряда уровня E_{d2} в ОПЗ $\zeta = N_{d1} \cdot (x_2 - x_1) / N_{d2} \cdot x_1$ с изменением величины барьера (N_{d1} , N_{d2} и x_2 , x_1 – концентрации глубоких уровней и координаты пересечения строчек этих центров с уровнем Ферми на энергетической диаграмме контакта металл–полупроводник соответственно). Увеличение высоты барьера ϕ_b приводит к уменьшению отно-

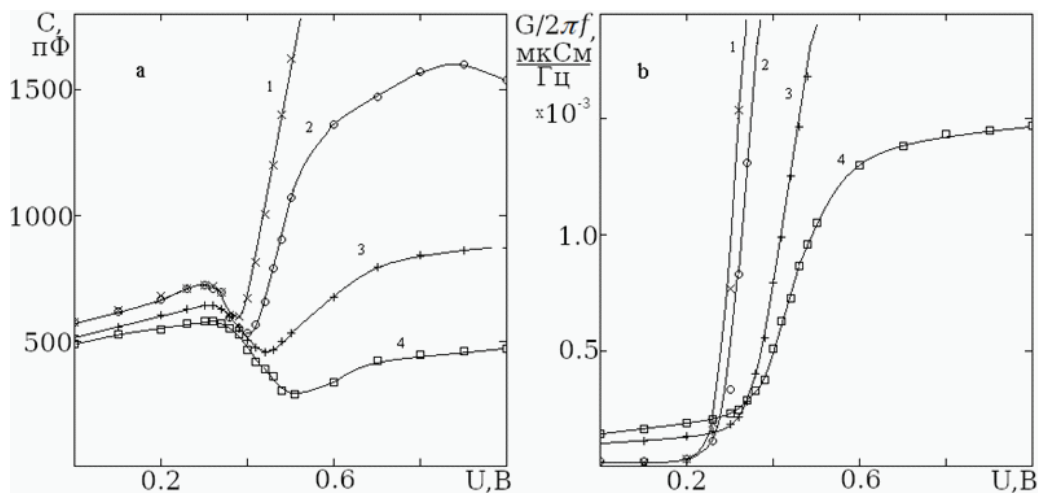


Рис. 6. Зависимости емкости – а и активной проводимости – б от прямого напряжения барьера Ni-CdP_2 на частотах f , кГц: 1 – 0,5; 2 – 1; 3 – 10; 4 – 20

шения ζ и глубины минимума в зависимости емкости от напряжения и размытию минимума в этой зависимости при больших величинах барьера. Глубина залегания более глубокого донорного уровня в CdP_2 по полученным экспериментальным результатам составляет $E_{d2} = (0,72 \pm 0,01)$ эВ.

В барьерах металл– ZnP_2 получены аналогичные зависимости, подтверждающие вышеизложенные представления о процессах в исследуемых структурах.

Таким образом, нейтрализация части ионизированных глубоких уровней в ОПЗ при прямом смещении барьеров проявляется наиболее ярко в резонансном падении емкости и сильном росте проводимости структур при определенных значениях напряжения. Кроме того, начало компенсации заряда уровня E_{d2} прямым током в ОПЗ совпадает с изменением наклона прямой ветви вольт-амперной характеристики барьера. В соответствии с [19] в зависимостях коэффициента неидеальности на низких частотах также должен наблюдаться разрыв, и по этой зависимости также может быть определена концентрация глубоких уровней и положение на энергетической диаграмме контакта.

4. Общие характеристики контактов металлов с дифосфидами цинка и кадмия электронной проводимости

Особенности энергетических диаграмм контактов дифосфидов цинка и кадмия электронной и дырочной проводимости с металлами состояния связаны с природой проводимости исследуемых материалов – энергетической структуры дефектов в запрещенной зоне и характеристиками этих дефектов, а также поверхностными энергетическими состояниями контактов и зазора между металлом и полупроводником. Из результатов исследова-

ний, представленных нами и предложенных в цитируемой литературе, следует, что на кристаллах электронной проводимости образуются запорные барьеры, величина которых зависит от работы выхода металла и полупроводника, технологии получения структур и характеристик кристаллов. На рис. 7 представлены зависимости высот барьеров от работы выхода металла для кристаллов с электронным типом проводимости по данным, представленным в настоящей работе и ранее опубликованных.

Так же, как в контактах Шоттки на ковалентных полупроводниках с высокой степенью ионности, проявляется сильная зависимость высоты барьера от природы нанесенного металла. Разброс значений высот барьеров от характеристик кристалла и технологии получения указывает на существенную роль в модификации характеристик поверхности интерфейсных взаимодействий с адатомами. Линейная аппроксимация методом наименьших квадратов значений высот барьеров ϕ_b , полученных

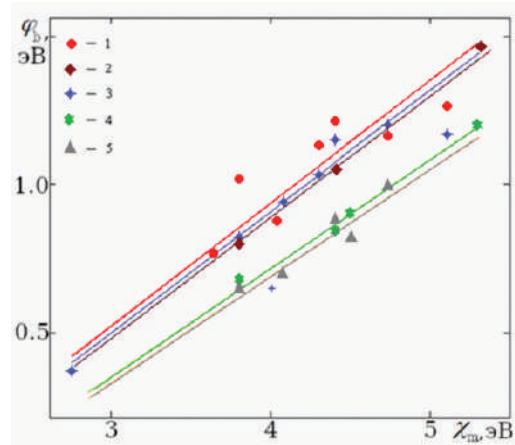


Рис. 7. Зависимости высоты барьера контактов метал–полупроводник от работы выхода металла на кристаллах дифосфидов цинка и кадмия n -типа проводимости: 1 – $\alpha\text{-ZnP}_2$ термическое напыление, 2 – $\alpha\text{-ZnP}_2$ химическое осаждение, 3 – CdP_2 термическое напыление, 4 – CdP_2 химическое осаждение, 5 – $\beta\text{-ZnP}_2$ химическое осаждение

Значения величин, полученных из эксперимента и рассчитанных по зависимостям высот барьеров контактов металл–полупроводник от работы выхода металла

Полупроводник	A	B	$D_s \cdot 10^{13}$, эВ $^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	Примечание
CdP ₂	0,35	-0,7	1,8	напыление
CdP ₂	0,4	-0,8	–	электрохим.
α -ZnP ₂	0,4	-0,8	–	напыление
α -ZnP ₂	0,52	-1,1	–	электрохим.
β -ZnP ₂	0,34	-0,5	–	электрохим.

разными методами для CdP₂, α - и β -ZnP₂ *n*-типа проводимости, от работ выхода металлов χ $\varphi_b = A \chi + B$ дает для A и B значения в пределах 0,35–0,41 и 0,8–0,85 соответственно и плотности поверхностных состояний $D_s = 1,8 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2} \text{ эВ}^{-1}$ (см. таблицу). Полученные значения констант A и B сопоставимы с аналогичными для сульфидов цинка и кадмия. Значительный разброс значений величин барьеров φ_b характерен для таких структур, так как величина барьера зависит не только от технологии получения структур, физико-химических и электрофизических свойств полупроводника и поверхности, работы выхода контактирующего металла, характеристик диэлектрического зазора между полупроводником и металлом, но и от метода измерения φ_b , условий и режима проведения измерений.

Заключение

Генерационно-рекомбинационные процессы в ОПЗ и на границах ОПЗ с областью квазинейтральности и полупроводника с металлом в контактах металлов с дифосфидом цинка оказывают существенное влияние на спектральную, полевую и частотную зависимости фототока. Фаулеровская эмиссия электронов из металла подавлена рекомбинационными процессами на поверхности и в приповерхностной области ОПЗ. Зависимость фототока от приложенного к барьеру напряжения определяется не только изменением ширины ОПЗ, но и величиной напряженности электрического поля. Вре-

мя жизни неравновесных носителей заряда в ОПЗ определяет величину фототока на всех частотах модуляции светового потока и вносит особенности в его частотную характеристику. Частотная зависимость фототока в барьерах Шоттки на основе тетрагонального дифосфида цинка области частот $(10-3) \cdot 10^5$ Гц определяется двумя постоянными времени τ_{r1} и τ_{r2} и их температурными зависимостями. Поляризационная зависимость фототока незначительна. Спектральная зависимость коэффициента фотоэлектрического плеохроизма представляет широкую полосу с максимумом ($P = 33 \%$) на длине волны $\lambda = 490$ нм. В исследуемых структурах металл–полупроводник на основе дифосфидов цинка и кадмия электронного типа проводимости образуется потенциальный барьер, высота которого зависит от работы выхода металла и полупроводника. Фотоэффект и перенос заряда в таких структурах существенным образом определяются энергетическим спектром электронных состояний дефектов в запрещенной зоне полупроводника в объеме и на поверхности.

Цитированная литература

1. **Стамов, И. Г.** Фотоэлектронные явления и перенос заряда в дифосфидах цинка и кадмия *n*-типа проводимости (I) / И. Г. Стамов, Д. В. Ткаченко. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестр. ун-та. – 2007. – № 3(29). – С. 18–24.
2. **Стамов, И. Г.** Фотоэлектронные явления и перенос заряда в дифосфидах цинка и кадмия *n*-типа проводимости (II) / И. Г. Стамов, Д. В.

- Ткаченко. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестр. ун-та. – 2008. – № 3(32). – С. 14–21.
3. **Стамов, И. Г.** Фотоэлектронные явления и перенос заряда в дифосфидах цинка и кадмия *n*-типа проводимости (III) / И. Г. Стамов, Д. В. Ткаченко. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестр. ун-та. – 2007. – № 3(32). – С. 22–29.
4. **Стамов, И. Г.** Фотоэлектронные явления и перенос заряда в дифосфидах цинка и кадмия *n*-типа проводимости (IV) / И. Г. Стамов, Д. В. Ткаченко. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестр. ун-та. – 2009. – № 3(35). – С. 66–74.
5. **Сырбу, Н. Н.** Электрические и фотоэлектрические свойства диодов Шоттки на диарсенидах и дифосфидах цинка / Н. Н. Сырбу, И. Г. Стамов, С. Б. Хачатурова. – Текст : непосредственный // ФТП. – 1979. – т. 13. – вып. 9 – С. 1734–1739.
6. Физические явления в диодах Шоттки металл- A^2B^5 / Г. А. Кудинцева, А. Ю. Камерцель, И. Г. Стамов [и др.]. – Текст : непосредственный // ФТП. – 1985. – т. 17. – вып. 1. – С. 28–33.
7. **Сырбу, Н. Н.** Фотоприемники линейно-поляризованного излучения / Н. Н. Сырбу, И. Г. Стамов. – Текст : непосредственный // ФТП. – 1991. – т. 25. – вып. 12. – С. 2115–2125.
8. Свойства поверхностно-барьерных структур металл-*p*- ZnP_2 : сборник статей / Г. А. Грищенко, В. П. Радзивил, А. С. Содейко [и др.]. – Текст : непосредственный // «Физика конденсированного состояния». – Киев : Изд.-во КГПИ. – 1978. – С. 74.
9. Фоточувствительные структуры на монокристаллах ZnP_2 моноклинной и тетрагональной модификаций: получение и свойства / В. Ю. Рудь, Ю. В. Рудь, А. А. Вайполин [и др.]. – Текст : непосредственный // ФТП. – 2009. – т. 43. – вып. 7. – С. 890–896.
10. Схемы фотоэлектронных переходов и параметры локальных центров в кристаллах α - ZnP_2 / И. С. Горбань, А. В. Любченко, А. К. Ткаченко, И. И. Тычина. – Текст : непосредственный // ФТП. – 1979. – т. 13. – вып. 7. – С. 1502–1511.
11. **Gorban, I. S.** Electrical properties of single crystals ZnP_2 of tetragonal and monoclinic modifications / I. S. Gorban, G. A. Grishchenko, A. P. Sakalas et al // Phys. Stat. Sol. (a). – 1978. – V. 48. – P. 329–334.
12. **Zhabyeyev, G. V.** Electrically active own defects in zinc diphosphid of tetragonal modification / G. V. Zhabyeyev, A. P. Kudin, V. P. Tartachnik. – Текст: непосредственный // Physics and chemistry of solid state. – 2002. – V.3. – №3. – P. 404–412.
13. **Кудин, Ф. П.** Хвосты плотности состояний в облученном красном дифосфиде цинка / Ф. П. Кудин. – Текст : непосредственный // УФЖ. – 2001. – Т. 46. – № 12. – С. 1289–1293.
14. **Родерик, Э. Х.** Контакты металл–полупроводник / Э. Х. Родерик. – Москва : Радио и связь. – 1982. – 208 с. – Текст : непосредственный.
15. **Стриха, В. И.** Теоретические основы работы контакта металл–полупроводник / В. И. Стриха. – Киев : Наукова думка. – 1974. – 264 с. – Текст : непосредственный.
16. **Берил, С. И.** Проявление квантовых сил изображения электрона в авто- и термоэлектронной эмиссии на границе металл–диэлектрик / С. И. Берил, А. С. Старчук. – Текст : непосредственный // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2001. – № 5. – С. 46–49.
17. **Курносова, О. В.** Туннелирование с глубоких примесных центров в сильном электрическом поле / О. В. Курносова, И. Н. Ясиевич. – Текст : непосредственный // ФТТ. – 1984. – т. 26. – вып. 11. – С. 3307–3314.
18. Компенсация доноров в обедненном слое кристаллов CdF_2 с барьером Шоттки / А. С. Шеулин, А. К. Купчиков, А. Е. Андервакс, А. И. Рыскин. – Текст : непосредственный // ФТП. – 2004. – т. 38. – вып. 1. – С. 72–78.
19. **Булярский, С. В.** Генерационно-рекомбинационные процессы в активных элементах / С. В. Булярский, Н. С. Грушко. – Москва : Изд.-во Моск. ун-та. – 1995. – 399 с. – Текст : непосредственный.
20. **Булярский, С. В.** Инновационные методы диагностики наноэлектронных элементов / С. В. Булярский. – Ульяновск : Изд.-во УлГУ. – 2006. – 93 с. – Текст : непосредственный.

СТРУКТУРА МОД В СИММЕТРИЧНОМ НЕЛИНЕЙНОМ ПЛАНАРНОМ ВОЛНОВОДЕ С LHM И RHM СЕРДЦЕВИНОЙ

О. В. Коровай, А. В. Коровай, В. В. Ляховой

Исследована структура TE-поляризованных нелинейных поверхностных и волноводных мод в симметричном планарном волноводе с нелинейными обкладками. Показано, что структура мод определяется решением волновых уравнений и зависит от изменения знака диэлектрической проницаемости линейной сердцевины.

Ключевые слова: *метаматериалы, волноводные моды, поверхностные волны.*

THE MODE STRUCTURE IN THE SYMMETRIC NONLINEAR PLANAR WAVEGUIDE WITH LHM AND RHM CORE

O. Korovay, A. Corovai, V. Lyakhovoy

The structure of TE-polarized nonlinear surface and waveguide modes in a symmetric planar waveguide with nonlinear plates is investigated. It is shown that the structure of the modes is determined by the solution of the wave equations and depends on the change in the sign of the dielectric constant of the linear core.

Keywords: *metamaterials, waveguide modes, surface waves.*

1. Введение

Потребность современного общества в оптических устройствах и высокоскоростных системах передачи больших объемов информации постоянно растет, это обусловлено развитием различных технологий передачи данных, электроэнергетики, авиации, космонавтики, исследований окружающей среды и медицинской диагностики [1].

Теория электромагнитных волн в нелинейных средах [2–8] привлекает внимание исследователей: распространение электромагнитных волн в самофокусирующихся и самодефокусирующихся средах [3,4], генерация высших гармоник [6,7], комбинационное рассеяние света [8]. Наиболее интересные результаты могут быть получены для TE- и TM-поляризованных волн в планарных многослойных диэлектри-

ческих волноводах различной геометрии. Насколько нам известно, первая строгая формулировка распространения TE- и TM-волн в плоских и круглых цилиндрических волноводах с нелинейным заполнением была предложена в [9]. Результаты исследований распространения TE- и TM-волн в слое с керровской нелинейностью представлены в [10–12]. Стоит отметить, что развитие теории распространения волн в одиночном слое является первым шагом к изучению волноводных структур с двумя и более обкладками. Многослойные и периодические волноводы представляют особый интерес для практической индустрии оптики [13, 14].

Нелинейные оптические процессы используются как в классическом, так и в квантовом режимах: классическое одно- и многоканальное преобразование частоты [15], оптическое параметрическое усиление [16], генерация сжатых состояний и запутанных фотонов [17], преобразование частоты для однофотонного детекти-

рования [18] и согласования одиночных фотонов с квантовой памятью [19, 20]. Реализация нелинейных процессов в интегрированных волноводах имеет фундаментальное значение для приближения квантовых протоколов и устройств к повседневной жизни [21]. Интегрированные нелинейные волноводы имеют несколько преимуществ по сравнению с объемными нелинейными кристаллами, поскольку они могут быть более легко связаны с волоконными сетями [22]. Более того, они могут быть интегрированы вместе с другими линейными и нелинейными элементами для генерации и управления различными квантовыми состояниями света [23–26]. Таким образом, глубокое понимание технологических ограничений нелинейных волноводных устройств имеет первостепенное значение. Другая важная функция, которая обеспечивается нелинейными метаматериалами – это настраиваемые и реконфигурируемые метаматериалы, используемые в трансформационной оптике [27–30].

Основной целью работы является сравнительный анализ структуры мод на примере симметричного нелинейного планарного волновода с LHM (left handed material) и RHM (right handed material) серд-

цевиной. Данная работа может служить справочным материалом для инженеров при проектировании различных композитных структур.

2. Постановка задачи. Основные уравнения

Изучим структуру нелинейных ТЕ-поляризованных мод в симметричном нелинейном планарном волноводе с RHM и LHM сердцевиной (рис. 1).

Полагаем, что световод состоит из линейной пластинки толщиной $2d$ ($-d \leq z \leq +d$), характеризующейся постоянной диэлектрической $\epsilon_0 > 0$ и магнитной $\mu_0 > 0$ проницаемостями (рис. 1, а), постоянной диэлектрической $\epsilon_0 < 0$ и магнитной $\mu_0 < 0$ проницаемостями (рис. 1, б) и полубесконечных нелинейных полупроводниковых обкладок, в которых распространяющаяся световая волна благодаря процессу оптической экситон-биэкситонной конверсии может возбуждать экситоны из основного состояния кристалла и одновременно превращать их в биэкситоны. Это возможно для кристаллов типа CdS, CdSe, где энергия связи биэкситонов чрезвычайно мала.

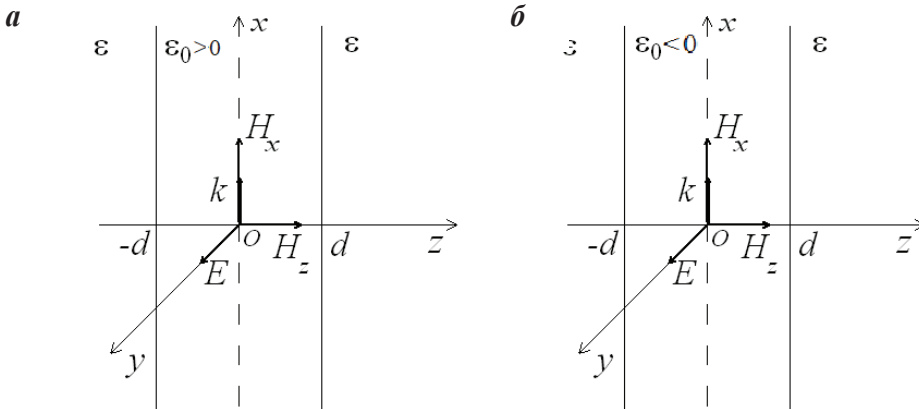


Рис. 1. Геометрия задачи и направления компонент полей: а – $\epsilon_0 > 0$, б – $\epsilon_0 < 0$

Будем использовать полученное в [31–38] выражение для диэлектрической функции ε нелинейной среды, зависящей от частоты ω и амплитуды E электромагнитного поля распространяющейся волны:

$$\varepsilon = \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^4}{(E_s^2 - E^2)^2} \right), \quad (1)$$

где $E_s^2 = 2\Delta^2 / \sigma^2$, $\Delta = \omega - \omega_0$ – расстройка резонанса для частоты ω распространяющейся волны относительно частоты ω_0 экситонного перехода, $\omega_{LT} = 4\pi\hbar g^2 / \varepsilon_\infty$ – частота продольно-поперечного расщепления экситонного состояния, ε_∞ – фоновая диэлектрическая постоянная, σ – константа оптической экситон-бизекситонной конверсии, g – константа экситон-фотонного взаимодействия.

Исследуем возможные типы стационарно распространяющихся нелинейных ТЕ-поляризованных мод в геометрии (рис. 1), используя (1). Будем считать, что электромагнитная волна распространяется вдоль оси x и характеризуется волновым вектором k . Так как мы рассматриваем ТЕ-поляризованные волны, то поле волны содержит поперечные электрическую E (параллельную оси y) и магнитную H_z , а также продольную компоненту магнитного поля H_x . Из системы уравнений Максвелла получим волновые уравнения, описывающие пространственное распределение электрического поля электромагнитной волны в стационарном режиме. Для нелинейных обкладок уравнение имеет вид

$$\frac{d^2 E}{dz^2} = \frac{\omega^2}{c^2} \left(n^2 - \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^4}{(E_s^2 - E^2)^2} \right) \right) E, \quad |z| \geq d, \quad (2)$$

где $n = ck / \omega$ – эффективный показатель преломления среды, c – скорость света в вакууме.

Что касается волнового уравнения для линейной сердцевинки, то его вид будет зависеть от знака диэлектрической постоянной ε_0 линейной пластинки $|z| \leq d$, оно может быть представлено в виде

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 > 0 & \qquad \qquad \varepsilon_0 < 0 \\ \frac{d^2 E}{dz^2} = \frac{\omega^2}{c^2} (n^2 - \varepsilon_0) E, & \quad \frac{d^2 E}{dz^2} = \frac{\omega^2}{c^2} (n^2 + \varepsilon_0) E. \end{aligned} \quad (3)$$

Поскольку мы ищем ограниченные в пространстве волны, энергия которых локализована в центре линейной пластинки в случае волноводных мод, либо в окрестности границ раздела $|z| = d$ в случае поверхностных мод, то при решении уравнений (2)–(3) необходимо удовлетворить условиям обращения в нуль амплитуды поля и ее производной на бесконечности:

$$\lim_{z \rightarrow \pm\infty} E \rightarrow 0; \quad \lim_{z \rightarrow \pm\infty} dE/dz \rightarrow 0. \quad (4)$$

Вводя переменную $\bar{z} = \frac{\omega}{c} x$ и нормируя толщину пластинки на длину волны света $D = \frac{\omega}{c} d$, проинтегрируем (2)–(3) с учетом (4), получим следующие интегралы движения:

$$\left(\frac{dE}{d\bar{z}} \right)^2 = E^2 \left(n^2 - \varepsilon_\infty + \varepsilon_\infty \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^2}{E_s^2 - E^2} \right), \quad |\bar{z}| > D = \frac{\omega}{c} d, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 > 0 & \qquad \qquad \varepsilon_0 < 0 \\ \left(\frac{dE}{d\bar{z}} \right)^2 = (n^2 - \varepsilon_0) E^2 + C_1^2, & \quad \left(\frac{dE}{d\bar{z}} \right)^2 = (n^2 + \varepsilon_0) E^2 + C_2^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Выражение (5) можно представить в виде:

$$\left(\frac{dE}{d\bar{z}}\right)^2 + W(E) = 0, \quad (7)$$

где

$$W(E) = -E^2 \left(n^2 - \varepsilon_\infty + \varepsilon_\infty \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^2}{E_s^2 - E^2} \right). \quad (8)$$

Здесь $W(E)$ играет роль потенциальной энергии нелинейного осциллятора, движение которого описывается первым интегралом (7). Аналогично для оптически линейной среды выражение для $W(E)$ имеет вид:

$$W(E) = -E^2 (n^2 - \varepsilon_0), \quad \text{при } \varepsilon_0 > 0, \quad (9)$$

$$W(E) = -E^2 (n^2 + \varepsilon_0), \quad \text{при } \varepsilon_0 < 0. \quad (10)$$

Распространяя это обстоятельство на нелинейный случай, $W(E)$ в (8) можно представить в виде $W(E) = -E^2 (n^2 - \varepsilon^*)$

$$\varepsilon^* = \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^2}{E_s^2 - E^2} \right). \quad (11)$$

Назовем ε^* эффективной диэлектрической функцией среды. Из (7), (9) следует, что решения в виде поверхностных и волноводных волн существуют для тех значений амплитуды поля $E(\bar{z})$, для которых $W(E) \leq 0$. Это обстоятельство существенно ограничивает область значений параметров, в пределах которой существуют искомые решения. Анализ уравнения (7) с учетом (8) показывает, что решения возможны при $\Delta < 0$ и $n^2 > \varepsilon_{ex} = \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \right)$ для поверхностных мод и при $-\infty < \Delta < \infty$ и $\varepsilon_{ex} = \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \right), \varepsilon^* < n^2 < \varepsilon_0$ для волноводных мод. Следовательно, могут существовать волны, амплитуда E которых изменяется в пределах

$$0 \leq E^2 \leq E_m^2 = \frac{n^2 - \varepsilon_{ex}}{n^2 - \varepsilon_\infty} E_s^2. \quad (12)$$

Здесь ε_{ex} – диэлектрическая функция линейной среды в области экситонного перехода, а E_m – является максимально возможной амплитудой поля поверхностной волны. Таким образом, отсюда следует, что нелинейные поверхностные волны могут существовать только в длинноволновой области от частоты экситонного перехода, причем $n^2 \geq \varepsilon_0$, либо $n^2 \geq \varepsilon^*$, тогда как волноводные моды существуют как в длинноволновой, так и в коротковолновой областях от частоты экситонного перехода, при $\varepsilon_{ex}, \varepsilon^* \leq n^2 \leq \varepsilon_0$. Если толщина волновода выбрана таким образом, что в волноводе существует одна нижайшая (основная) мода, то она занимает всю возможную область спектра по n от $\sqrt{\varepsilon_0}$ до $\sqrt{\varepsilon_\infty}$. Если же количество мод возрастает, то эта область спектра по n делится на узкие неперекрывающиеся подобласти, границы которых для каждой моды определяются соотношениями:

для четных мод

$$\sqrt{\frac{\varepsilon_0 d^2 - m^2 \pi^2}{d}} \leq n \leq \sqrt{\frac{\varepsilon_0 d^2 - (m + 1/2)^2 \pi^2}{d}}, \quad (13)$$

для нечетных мод

$$\sqrt{\frac{\varepsilon_0 d^2 - (m + 1/2)^2 \pi^2}{d}} \leq n \leq \sqrt{\frac{\varepsilon_0 d^2 - m^2 \pi^2}{d}}, \quad (14)$$

где m – целое число. Исходя из общей теории волноводных мод, из анализа, представленного выше, следует, что существуют симметричные моды, которые являются решением уравнения (7), таким образом при $\varepsilon_0 > 0$ в геометрии рис. 1, a существуют волноводные четные и нечетные моды, поверхностные четные и нечетные моды.

Предположим, что на противоположных границах раздела сред при $\bar{z} = D$ и $\bar{z} = -D$ поле волны имеет амплитуды $E|_{\bar{z}=D} = E_0$ и $E|_{\bar{z}=-D} = E_b$ соответственно. Тогда из выражений (5)–(6) получим уравнения, которые связывают эти поля с параметрами среды:

$$(E_0^2 - E_b^2) \left(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty + \varepsilon_\infty \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^4}{(E_s^2 - E_0^2)(E_s^2 - E_b^2)} \right) = 0, \quad \text{при } \varepsilon_0 > 0, \quad (15)$$

$$(E_0^2 - E_b^2) \left(\varepsilon_0 + \varepsilon_\infty - \varepsilon_\infty \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^4}{(E_s^2 - E_0^2)(E_s^2 - E_b^2)} \right) = 0, \quad \text{при } \varepsilon_0 < 0. \quad (16)$$

Запишем и проанализируем возможные решения уравнения (15):

$$(E_0^2 - E_b^2) = 0, \quad \text{или} \quad (17)$$

$$\left(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty + \varepsilon_\infty \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^4}{(E_s^2 - E_0^2)(E_s^2 - E_b^2)} \right) = 0.$$

Запишем решения уравнения (17) $E_0 = E_b$ – симметричные решения, $E_0 = -E_b$ – антисимметричные решения для нелинейных поверхностных мод. Эти решения располагаются на биссектрисах в плоскости переменных (E_0, E_b) (рис. 2).

Кроме того, имеются несимметричные решения, для которых выполняется соотношение, полученное из (17):

$$\left(1 - \frac{E_0^2}{E_s^2} \right) \left(1 - \frac{E_b^2}{E_s^2} \right) = \frac{\varepsilon_\infty \omega_{LT}}{(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty) \Delta}. \quad (18)$$

На рис. 2 они представлены замкнутой кривой в плоскости $(E_0 / E_s, E_b / E_s)$. При малых значениях расстройки резонанса Δ замкнутая кривая на рис. 2 практически является окружностью, которая искажается при увеличении значений расстройки резонанса. Из (11) следует, что решения в виде квазиповерхностных несимметричных волн возможны при $\Delta < \frac{\varepsilon_\infty \omega_{LT}}{(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty)}$ и

для $n^2 > \varepsilon_{ex} = \varepsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \right)$, при этом из

(17) можно определить предел изменения амплитуды волн E

$$\sqrt{1 - \frac{\varepsilon_\infty \omega_{LT}}{(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty) \Delta}} \leq E \leq \sqrt{1 - \sqrt{\frac{\varepsilon_\infty \omega_{LT}}{(\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty) \Delta}}}. \quad (19)$$

Следовательно, нелинейные квазиповерхностные несимметричные волны могут существовать только в длинноволновой об-

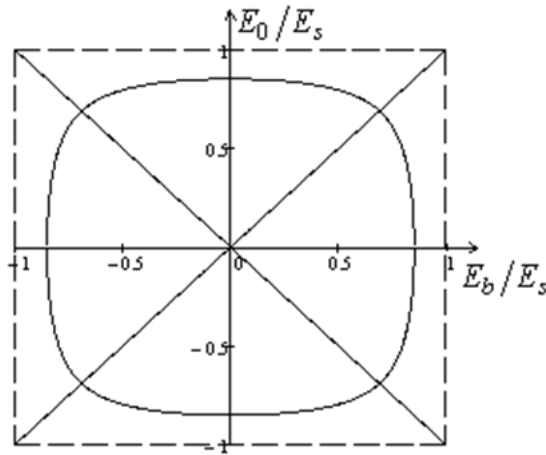


Рис. 2. Связь между полями E_b и E_0 на обеих границах световода

ласти от частоты экситонного перехода, при $n^2 \geq \epsilon_0$, либо $n^2 \geq \epsilon^* = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^2}{E_s^2 - E^2}\right)$. Из рис. 2 также следует, что существуют два типа квазиповерхностных несимметричных волн, отщепляющихся от четной и нечетной поверхностных симметричных волн [33], соответственно. Это легко показать, если заменить в уравнении (17) E_b на E_0 .

Проанализируем теперь решения уравнений (8), (10). Легко показать, что решения в виде волноводных волн не существуют в геометрии (рис. 1, б), так как нет таких решений, которые удовлетворяли бы условиям $n^2 < \epsilon_0$ и $\epsilon_0 < 0$. Это обстоятельство существенно ограничивает область значений параметров, в пределах которой существуют искомые решения. Из уравнения (7) с учетом (8), (10) следует, что решения возможны только для поверхностных симметричных и несимметричных мод при условии $\Delta > 0$ и $n^2 > \epsilon_{ex} = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta}\right)$. Следовательно, нелинейные ТЕ-поляризованные поверхностные волны существуют только в коротковолновой области от частоты экситонного перехода в геометрии (рис. 1, б).

Анализ уравнения (16) показывает, что в такой структуре возможно существование симметричных $E_b = E_0$ и антисимметричных $E_b = -E_0$ нелинейных поверхностных волн [35] в геометрии (рис. 1, б). Кроме того, имеются также и несимметричные квазиповерхностные волны, для которых выполняется соотношение:

$$\left(1 - \frac{E_0^2}{E_s^2}\right) \left(1 - \frac{E_b^2}{E_s^2}\right) = \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 + \epsilon_\infty) \Delta}. \quad (20)$$

Из (20) следует, что решения в виде нелинейных ТЕ-поляризованных несимметричных квазиповерхностных волн возможны при условии $\Delta > \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 + \epsilon_\infty)}$ и для

$$n^2 > \epsilon_{ex} = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta}\right), \text{ т. е. нелинейные}$$

несимметричные волны возбуждаются в коротковолновой области от частоты экситонного перехода. При этом амплитуда волн E может изменяться в пределах

$$\sqrt{1 - \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 + \epsilon_\infty) \Delta}} \leq E \leq \sqrt{1 - \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 + \epsilon_\infty) \Delta}}. \quad (21)$$

Обсуждение результатов

Рассмотрим подробнее области спектра существования мод и возможные решения в зависимости от знака диэлектрической постоянной линейной сердцевины.

Из представленной таблицы можно сделать вывод, что при изменении знака диэлектрической постоянной линейной среды изменяется набор решений волновых уравнений в геометрии (рис. 1). Кроме того изменение знака диэлектрической константы приводит к изменению спектра существования мод.

$\epsilon_0 > 0$	$\epsilon_0 < 0$
Волноводные моды (четные и нечетные)	
$-\infty < \Delta < \infty$	не существуют
$\epsilon_{ex} = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta}\right), \epsilon^* < n^2 < \epsilon_0$	
Поверхностные моды (четные и нечетные)	
$\Delta < 0$	$\Delta > 0$
$n^2 > \epsilon_{ex} = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta}\right)$	
Несимметричные квазиповерхностные моды (четные и нечетные)	
$\Delta < \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 - \epsilon_\infty)}$	$\Delta > \frac{\epsilon_\infty \omega_{LT}}{(\epsilon_0 + \epsilon_\infty)}$
$n^2 > \epsilon_{ex} = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta}\right), n^2 \geq \epsilon_0,$	
$n^2 \geq \epsilon^* = \epsilon_\infty \left(1 - \frac{\omega_{LT}}{\Delta} \frac{E_s^2}{E_s^2 - E^2}\right)$	

Заключение

Изучены структура спектра нелинейных ТЕ-поляризованных волн, которые могут распространяться в трехслойной структуре с линейной сердцевиной RHM и LHM и нелинейными обкладками. Нелинейность обкладок обусловлена взаимодействием экситонов и биэкситонов с распространяющейся волной и порождает резонансную по полю зависимость диэлектрической функции нелинейной среды. Показано, что структура мод в симметричной трехслойной структуре с линейной сердцевиной и нелинейными обкладками существенно определяется знаком диэлектрической постоянной линейной среды. Показано, что в структуре с LHM не существует волноводных мод, а существующие поверхностные решения расположены в коротковолновой области от экситонного перехода, т. е. моды в структурах с RHM и LHM сердцевиной существуют в непересекающихся различных областях спектра.

Цитированная литература

1. **Ishak, W.** The future of light: Pervasiveness of photonics in communications, sensors, and life sciences / W. Ishak. – Текст : непосредственный // Presented at the Plenary Presentation SPIE Photonics North ON, Canada Ottawa, Sep. – 2004.
2. **Bloembergen, N.** Nonlinear Optics: A Lecture Note, editor W. A. Benjamin N. Bloembergen. / – Текст : непосредственный // World Scientific Series in 20th Century Physics Vol.15 – 1965. – P. 119.
3. **Kielich, S.** Molecular Nonlinear Optics. / S. Kielich. // Warszawa: PWN. – 1977. – Текст : непосредственный
4. **Delone, B. N.** Basics of Interaction of Laser Radiation with Matter, Editions Frontieres / B. N. Delone. – Singapore: Editions Frontieres. – 1993. – 231 с. – Текст : непосредственный.
5. **Шен, И. Р.** Принципы нелинейной оптики: перевод с английского / Под редакцией С. А. Ахманова. – Москва : Наука. – 1989. – 500 с. – Текст : непосредственный.
6. **Akhmediev, N. N.** Solitons, Nonlinear Pulses and Beams / N. N. Akhmediev, A. Ankovich. – London: Chapman and Hall. – 1997. – 335 с. – Текст : непосредственный.
7. **Agrawal, G. P.** Nonlinear Fiber Optics / G. P. Agrawal. – San Diego : Academic Press. – 1989. – 342 с. – Текст : непосредственный.
8. **Klyshko, D. N.** Photons and Nonlinear Optics / D. N. Klyshko. – New York : Gordon and Breach Science Publishers. – 1988. – 299 с. – Текст : непосредственный.
9. **Eleonskii, P. N.** Cylindrical nonlinear waveguides / P. N. Eleonskii, L. G. Oganess'yants, V. P. Silin. – Текст : непосредственный // Soviet Physics JETP. – 1972. – vol. 35 (1). – P. 44–47.
10. **Smirnov, Y. G.** Guided electromagnetic waves propagating in a plane dielectric waveguide with nonlinear permittivity / Y. G. Smirnov, D. V. Valovik. – Текст : непосредственный // Physical Review A: Atomic, Molecular and Optical Physics. – 2015. – vol. 91 (1). – P. 013840-1– 013840-6.
11. **Smirnov, Y. G.** On the infinitely many nonperturbative solutions in a transmission eigenvalue problem for Maxwell's equations with cubic nonlinearity / Y. G. Smirnov and D. V. Valovik. – Текст : непосредственный // Journal of Mathematical Physics. – 2016. – vol. 57 (10). – P. 103504–103519.
12. **Valovik, D. V.** Novel propagation regimes for TE waves guided by a waveguide filled with Kerr medium / D. V. Valovik. – Текст : непосредственный // Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials. – 2016. – vol. 25 (4). – P. 1650051–1050068.
13. **Wu Y.-D.** Method for analyzing multilayer nonlinear optical waveguide / Y.-D. Wu and M.-H. Chen. – Текст : непосредственный // Optics Express. – 2005, – vol. 13 (20). – P. 7982–7996.
14. **Torres, P. J.** Guided waves in a multilayered optical structure / P. J. Torres. – Текст : непосредственный // Nonlinearity. – 2006. – vol. 19 (9). – P. 2103–2113.

15. **Chou, M. H.** Multiple-channel wavelength conversion by use of engineered quasi-phase-matching structures in LiNbO₃ waveguides / M. H. Chou Parameswaran K. R., Fejer M. M., Brener I. – Текст : непосредственный // Opt. Lett. – 1999. – 24 (16). – P. 1157–1159.
16. **Cerullo, G.** Ultrafast optical parametric amplifiers / G. Cerullo and De Silvestri. – Текст : непосредственный // Review of Scientific Instruments. – 2003. – 74 (1). – P. 1–18.
17. **Stefszky, M.** Waveguide Cavity Resonator as a Source of Optical Squeezing. / M. Stefszky, R. Ricken, C. Eigner, V. Quiring, H. Herrmann, C. Silberhorn. – Текст : непосредственный // Phys. Rev. Applied. – 2017. – 7. – P. 044026–044031.
18. **Vandevender, A. P.** High efficiency single photon detection via frequency up-conversion / Vandevender A. P., Kwiat P. G. – Текст : непосредственный // J. Mod. Opt. – 2004. – 51. – P. 1433–1445.
19. **Rütz, H.** Quantum Frequency Conversion between Infrared and Ultraviolet / Helge Rütz, Kai-Hong Luo, Hubertus Suche, and Christine Silberhorn. – Текст : непосредственный // Phys. Rev. Applied. – 2017. – 7. – P. 024021–024028.
20. **Maring, N.** Photonic quantum state transfer between a cold atomic gas and a crystal / N. Maring P. Farrera, K. Kutluer, M. Mazzer, G. Heinze and de Riedmatten. – Текст : непосредственный // Nature. – 2017. – 55 (7681). – P. 485–488.
21. **Orieux, A.** Recent advances on integrated quantum communications / A. Orieux, E. Diamanti. – Текст : непосредственный // J. Opt. – 2016. – 18(8). – P. 1–13.
22. **Montaut, N.** High-Efficiency Plug-and-Play Source of Heralded Single Photons / N. Montaut, L. Sansoni, E. Meyer-Scott, R. Ricken, V. Quiring, H. Herrmann and C. Silberhorn. – Текст : непосредственный // Phys. Rev. Appl. – 2017. – 8. – P. 024021-1–024021-1
23. **Krapick, S.** An efficient integrated two-color source for heralded single photons / S. Krapick et al. – Текст : непосредственный // New J. Phys. – 2003. – 15. – P. 1–20.
24. **Kruse, R.** Dual-path source engineering in integrated quantum optics / R. Kruse et al. – Текст : непосредственный // Phys. Rev. A. – 2015. – 92. – P. 053841-1–053841-6.
25. **Sansoni, L.** A two-channel, spectrally degenerate polarization entangled source on chip / L. Sansoni, K. H. Luo, C. Eigner C. et al. – Текст : непосредственный // NPJ Quantum Inf. – 2017. – 3 (5). – P.1–5.
26. **Lenzini, F.** Integrated photonic platform for quantum information with continuous variables / F. Lenzini et al. – Текст : непосредственный // Sci. Adv. – 2019. – 4 (12). – P. 1–7.
27. **Kivshar Y. S.** Tunable and nonlinear metamaterials: toward functional metadevices / Y. S. Kivshar. – Текст: непосредственный // Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol. – 2014. – 5. – P. 1–9.
28. **Lapine, M.** Colloquium: Nonlinear metamaterials / M. Lapine, I. V. Shadrivov, Y. S. Kivshar. – Текст : непосредственный // Rev. Mod. Phys. – 2014. – 86. – P. 1093–1123.
29. **Keiser, G.R.** Towards dynamic, tunable, and nonlinear metamaterials via near field interactions: a review / G. R. Keiser, K. Fan, X. Zhang and R. D. Averitt. – Текст : непосредственный // Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves. – 2013. – 34. – P.709–723.
30. **Zheludev, N. I.** From metamaterials to metadevices / N. I. Zheludev and Y. S. Kivshar. – Текст : непосредственный // Nat. Mater. – 2012. – 11. – P. 917–924.
31. **Хаджи, П. И.** Нелинейные поверхностные поляритоны на границе раздела между линейной средой и средой из двухуровневых атомов / П. И. Хаджи, Е. С. Киселева. – Текст : непосредственный // ЖТФ. – 1987. – 57 (2). – С. 395–398.
32. **Хаджи, П. И.** Самоотражение в системе экситонов и биэкситонов в полупроводниках / П. И. Хаджи, К. Д. Ляхомская. – Текст : непосредственный // Квантовая электроника. – 1999. – 29 (1). – С. 43–48.
33. **Коровай, О. В.** Нелинейные поверхностные волны в симметричной трехслойной структуре, вызванные генерацией экситонов и биэкситонов в полупроводниках / О. В. Коровай, П. И. Хаджи. – Текст : непосредственный // Физика твердого тела. – 2003. – 45 (2). – С. 386–389.

34. **Коровай, О. В.** Нелинейные волноводные моды, обусловленные генерацией экситонов и биэкситонов в полупроводниках в симметричной трехслойной структуре / О. В. Коровай, П. И. Хаджи, С. И. Берил. – Текст : непосредственный // Физика твердого тела. – 2003. – 45 (4). – С. 757–761.

35. **Коровай, О. В.** Нелинейные s-поляризованные квазиповерхностные волны в симметричной структуре с сердцевинной из метаматериала / О. В. Коровай. – Текст : непосредственный // Физика твердого тела. – 2015. – 57 (2). – С. 1456–1462.

36. **Коровай, О. В.** Нелинейные TE-поляризованные квазиповерхностные волны в

симметричном световоде с нелинейной сердцевинной / О. В. Коровай. – Текст : непосредственный // Физика твердого тела. – 2010. – 52 (11). – С. 2277–2282.

37. **Хаджи, П. И.** Нелинейные оптические процессы в системе экситонов и биэкситонов в полупроводниках / П. И. Хаджи. – Кишинев : Штиинца, 1985. – 231 с. – Текст : непосредственный.

38. **Хаджи, П. И.** Оптическая бистабильность в системе когерентных экситонов и биэкситонов в полупроводниках / П. И. Хаджи, Г. Д. Шибаршина, А. Х. Ротару. – Кишинев : Штиинца. – 1988. – 119 с. – Текст : непосредственный.

УДК 53.044

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ДИПОЛЯРИТОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ МИКРОРЕЗОНАТОРЕ

О. Ф. Васильева, А. П. Зинган, В. В. Васильев

Изучена динамика диполяритонных состояний в планарном, полупроводниковом микрорезонаторе при накачке состояния, отвечающего средней диполяритонной ветви. При этом накачка осуществляется двумя лазерными импульсами с близкими частотами. Показано, что в условиях точного резонанса имеют место аперриодический, периодический режимы превращения диполяритонов накачки в диполяритоны холостых и сигнальных мод, а также покой системы.

Ключевые слова: поляритон, диполяритон, накачка, сигнальная и холостая моды.

NONLINEAR DYNAMICS OF A DIPOLARITONIC OPTICAL PARAMETRIC OSCILLATOR IN A SEMICONDUCTOR MICRORESONATOR

O. F. Vasilieva, A. P. Zingan, V. V. Vasiliev

The dynamics of dipolariton states in a planar, semiconductor microcavity with the pumping of a state corresponding to the middle dipolariton branch has been studied. Meanwhile, the pumping is carried out by two laser pulses with close frequencies. It has been shown that under conditions of exact resonance, aperiodic, periodic regimes of conversion of pump dipolaritons into dipolaritons of idler and signal modes, as well as system peace take place.

Keywords: polaritons, dipolaritons, pumping, signal and idler modes.

1. Введение

Экситон-поляритоны в микрорезонаторах обладают бистабильностью при низких оптических мощностях благодаря их сильным нелинейностям [1, с.161307]. Поляризационная зависимость нелинейностей вызывает поляризационную мультистабильность [2, с. 236401, 3, с. 655], которая может быть использована для создания спиновых запоминающих устройств [4, с. 2008], логических вентилях [5, с. 016402, 6, с. 195305] или переключателей [7, с. 361].

В последнее время было выдвинуто несколько предложений об экситон-поляритонных топологических изоляторах, большинство из которых требуют сильных внешних магнитных полей. Так, в работе [8, с. 064028] предложен такой поляритонный топологический изолятор, в котором экситоны находятся в непосредственной близости от дополнительного слоя ферромагнитного материала. В [9, с. 133101] описаны экситон-поляритонные моды, образованные взаимодействием экситонов с электромагнитной модой цилиндрического микрорезонатора, в который встроены двумерный слой дихалькогенида.

В настоящее время также широко исследуется сильная связь света и вещества фотонной моды с плотно связанными экситонами Френкеля в органических материалах. В [10, с. 384] установлено, что голубой сдвиг экситон-поляритонов Френкеля определяется уменьшением расщепления Раби вследствие эффектов заполнения фазового пространства, на которое влияет перераспределение поляритонов в системе. Высококогерентное излучение превращает органические материалы в активную среду для поляритонных лазеров, работающих при комнатной температуре.

Первой попыткой контроля поляритон-поляритонных взаимодействий было использование концепции диполяритонов

[11, с. 704] путем включения двойных асимметричных квантовых ям в электрически смещенный микрорезонатор. Диполяритон – это квазичастица, которая является суперпозицией фотона микрорезонатора, прямого и непрямого экситона. Связанное состояние фотона с экситонами приводит к образованию собственных мод системы с тремя ветвями закона дисперсии [12, с. 235304].

В [13, с. 2] исследована динамика диполяритонов в оптическом микрорезонаторе, показано, что конденсат диполяритонов в каналах может ускоряться, а затем направляться электрическим полем. Получено, что диполяритоны в микрорезонаторах на основе дихалькогенидов переходных металлов могут использоваться для проектирования оптических переключателей и транзисторов для оптоэлектронных интегральных микросхем. В [14, с. 2398] был рассмотрен Флоке-контроль диполяритонов в полупроводниковых квантовых ямах, который прокладывает путь для оптического контроля терагерцовых устройств на основе диполяритонов. Показано, что высокочастотное электромагнитное поле может быть использовано для контроля всех физических свойств диполяритонов в полупроводниковых квантовых ямах, включая их энергетический спектр и динамику. В [15, с. 1609] предсказана генерация диполяритонов в искусственных молекулах в оптическом резонаторе, с помощью которой возможен контроль эффективного излучения когерентных экситон-поляритонов. В [16, с. 505302] рассмотрено магнитное управление диполяритонами в квантовых точках. Показано, что магнитное поле является управляющим параметром энергии диполяритонов. В [17, с. 035301] получены экситон-поляритонные квантовые вентили с использованием системы диполяритонов. В [18, с. 1900253] исследованы квантовый шум и эффект сжатия в проходящем свете диполяритонной системой,

образованной микрорезонатором с двойными квантовыми ямами в режиме сильной связи. Система демонстрирует значительную чувствительность к тепловым возмущениям. Из-за прямых и дополнительных непрямых экситонных нелинейностей получается сильное и термостойкое сжатие. В [19, с. 077401] продемонстрировано эффективное переключение между режимами сильной и слабой экситон-фотонной связи во встроенных в микрорезонатор асимметричных квантовых ямах, управляемых приложенным электрическим полем. Показано, что точная настройка электрического поля приводит к резким изменениям свойств поляритонов, причем основное состояние поляритона смещается в красную сторону на несколько мэВ и приобретает характерные особенности диполяритонов.

2. Постановка задачи. Основные уравнения

В [20, с. 5037, 21, с. 5267, 22, с. 425, 23, с. 144] при исследовании динамики поляритонных состояний было показано, что два различных пучка накачки можно конвертировать в экситон-поляритоны сигнальной и холостой мод. Наличие двух различных пучков приводит систему к новым бифуркационным переходам в динамике квазичастиц. В [24, с. 4339] показано, что интенсивность терагерцового излучения максимальна, если частоты накачки соответствуют различным диполяритонным состояниям. Поэтому изучим динамику диполяритонных возмущений в режиме параметрического осциллятора на временах, меньших времени релаксации возмущений при накачке средней ветви в двух близких по энергии точках закона дисперсии. Предположим, что оба пучка накачки различаются по амплитуде (интенсивности), однако энергии фотонов различаются слабо. С помощью

ультракоротких импульсов резонансного лазерного излучения в микрорезонаторе создается система когерентных диполяритонов. Микрорезонатор обеспечивает пространственное ограничение области существования диполяритонов. Квантовая яма вставляется в брэгговскую структуру, которая характеризуется определенным пропусканием, отражением и потерями [11, с. 704, 12, с. 235304, 25, с. 176401, 26, с. 245303, 27, с. 023836, 28, с. 033807, 29, с. 67010, 30, с. 159, 31, с. 125314]. Особенности эволюции системы будут проявляться в генерации вторичных субимпульсов излучения.

Рассмотрим ситуацию, когда диполяритоны большой плотности возбуждаются на средней ветви закона дисперсии (рис.1) двумя различными мощными импульсами лазерного излучения (накачкой) [12, с. 235304]. При этом возможны три канала рассеяния диполяритонов, удовлетворяющие законы сохранения энергии и импульса [32, с. 579]. Переходы по каждому каналу могут происходить как в прямом, так и в обратном направлениях. Это и определяет динамику изменения плотностей диполяритонов на каждой моде. Гамильтониан взаимодействия, описывающий процесс параметрического рассеяния двух различных рипр-диполяритонов в диполяритоны сигнальной и холостой мод, можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \hat{H}_{int} = & \hbar g_1 (\hat{a}_1^+ \hat{a}_2^+ \hat{a}_{p_1} \hat{a}_{p_2} + \hat{a}_{p_1}^+ \hat{a}_{p_2}^+ \hat{a}_2 \hat{a}_1) + \\ & + \hbar g_2 (\hat{a}_3^+ \hat{a}_4^+ \hat{a}_{p_1} \hat{a}_{p_2} + \hat{a}_{p_1}^+ \hat{a}_{p_2}^+ \hat{a}_3 \hat{a}_4) + \\ & + \hbar g (\hat{a}_1^+ \hat{a}_2^+ \hat{a}_3 \hat{a}_4 + \hat{a}_3^+ \hat{a}_4^+ \hat{a}_1 \hat{a}_2), \quad (1) \end{aligned}$$

где g_1 , g_2 и g – константы взаимодействия по каждому каналу рассеяния; $\hat{a}_{p_{1,2}}$ и \hat{a}_i ($i=1, \dots, 4$) – операторы уничтожения диполяритонов накачки первого и второго импульса, а также сигнальной ($i=1,3$) и холостой ($i=2,4$) мод соответственно.

Используя (1), легко получить систему гайзенберговских уравнений для операторов $\hat{a}_{p_{1,2}}$ и \hat{a}_i ($i = 1, \dots, 4$). Усредняя эту систему и используя приближение среднего поля, получаем следующую систему эволюционных уравнений для комплексных амплитуд диполяритонов $a_{p_{1,2}} = \langle \hat{a}_{p_{1,2}} \rangle$, $a_i = \langle \hat{a}_i \rangle$ ($i = 1, \dots, 4$):

$$\begin{aligned} i\dot{a}_{p_1} &= \omega_{p_1} a_{p_1} + g_1 a_{p_2}^* a_1 a_2 + g_2 a_{p_2}^* a_3 a_4, \\ i\dot{a}_{p_2} &= \omega_{p_2} a_{p_2} + g_1 a_{p_1}^* a_1 a_2 + g_2 a_{p_1}^* a_3 a_4, \\ i\dot{a}_1 &= \omega_1 a_1 + g_1 a_2^* a_{p_1} a_{p_2} + g_2 a_3^* a_4, \\ i\dot{a}_2 &= \omega_2 a_2 + g_1 a_1^* a_{p_1} a_{p_2} + g_2 a_3^* a_4, \\ i\dot{a}_3 &= \omega_3 a_3 + g_2 a_1^* a_{p_1} a_{p_2} + g_2 a_4^* a_1 a_2, \\ i\dot{a}_4 &= \omega_4 a_4 + g_2 a_3^* a_{p_1} a_{p_2} + g_2 a_3^* a_1 a_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\omega_{p_{1,2}}$, ω_i ($i = 1, \dots, 4$) – собственные частоты диполяритонов. В условиях точного резонанса, когда $\omega_{p_1} + \omega_{p_2} = \omega_1 + \omega_2 = \omega_3 + \omega_4$, решения этих уравнений ищем в виде: $a_{p_{1,2}} = A_{p_{1,2}} \exp(i\varphi_{p_{1,2}})$, $a_i = A_i \exp(i\varphi_i)$ ($i = 1, \dots, 4$), где $A_{p_{1,2}}$, A_i и $\varphi_{p_{1,2}}$, φ_i – действительные амплитуды и фазы. В результате мы получаем систему нелинейных эволюционных уравнений для амплитуд и разностей фаз:

$$\begin{aligned} \dot{A}_{p_1} &= -g_1 A_{p_2} A_1 A_2 \sin \theta_{12} - g_2 A_{p_2} A_3 A_4 \sin \theta_{34}, \\ \dot{A}_{p_2} &= -g_1 A_{p_1} A_1 A_2 \sin \theta_{12} - g_2 A_{p_1} A_3 A_4 \sin \theta_{34}, \\ \dot{A}_1 &= g_1 A_{p_1} A_{p_2} A_2 \sin \theta_{12} + g_2 A_3 A_4 \sin(\theta_{12} - \theta_{34}), \\ \dot{A}_2 &= g_1 A_{p_1} A_{p_2} A_1 \sin \theta_{12} + g_2 A_3 A_4 \sin(\theta_{12} - \theta_{34}), \\ \dot{A}_3 &= g_2 A_{p_1} A_{p_2} A_4 \sin \theta_{34} - g_1 A_2 A_4 \sin(\theta_{12} - \theta_{34}), \\ \dot{A}_4 &= g_2 A_{p_1} A_{p_2} A_3 \sin \theta_{34} - g_1 A_2 A_3 \sin(\theta_{12} - \theta_{34}), \end{aligned}$$

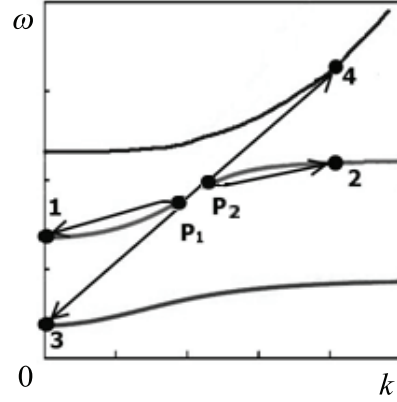


Рис. 1. Энергетическая схема диполяритонов

$$\begin{aligned} \dot{\theta}_{12} &= g_1 \left(A_{p_1} A_{p_2} \frac{A_1^2 + A_2^2}{A_1 A_2} - A_1 A_2 \frac{A_{p_1}^2 + A_{p_2}^2}{A_{p_1} A_{p_2}} \right) \cos \theta_{12} - \\ &\quad - g_2 A_3 A_4 \frac{A_{p_1}^2 + A_{p_2}^2}{A_{p_1} A_{p_2}} \cos \theta_{34} + \\ &\quad + g_2 A_3 A_4 \frac{A_1^2 + A_2^2}{A_1 A_2} \cos(\theta_{12} - \theta_{34}), \\ \dot{\theta}_{34} &= g_2 \left(A_{p_1} A_{p_2} \frac{A_3^2 + A_4^2}{A_3 A_4} - A_3 A_4 \frac{A_{p_1}^2 + A_{p_2}^2}{A_{p_1} A_{p_2}} \right) \cos \theta_{34} - \\ &\quad - g_1 A_1 A_2 \frac{A_{p_1}^2 + A_{p_2}^2}{A_{p_1} A_{p_2}} \cos \theta_{12} + \\ &\quad + g_1 A_1 A_2 \frac{A_3^2 + A_4^2}{A_3 A_4} \cos(\theta_{12} - \theta_{34}), \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \theta_{12} &= \varphi_{p_1} + \varphi_{p_2} - \varphi_1 - \varphi_2, \\ \theta_{34} &= \varphi_{p_1} + \varphi_{p_2} - \varphi_3 - \varphi_4. \end{aligned}$$

Вводя далее плотности диполяритонов $N_{p_{1,2}} = A_{p_{1,2}}^2$, $N_i = A_i^2$ ($i = 1, 2, 3, 4$), мы приходим к следующей системе нелинейных эволюционных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{N}_{p_1} = \dot{N}_{p_2} &= -2\sqrt{N_{p_1} N_{p_2}} \times \\ &\times \left(g_1 \sqrt{N_1 N_2} \sin \theta_{12} + g_2 \sqrt{N_3 N_4} \sin \theta_{34} \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{N}_1 = \dot{N}_2 &= 2\sqrt{N_1 N_2} \times \\
&\times \left(g_1 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2}} \sin \theta_{12} + g \sqrt{N_3 N_4} \sin(\theta_{12} - \theta_{34}) \right), \\
\dot{N}_3 = \dot{N}_4 &= 2\sqrt{N_3 N_4} \times \\
&\times \left(g_2 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2}} \sin \theta_{34} - g \sqrt{N_1 N_2} \sin(\theta_{12} - \theta_{34}) \right), \\
\dot{\theta}_{12} &= g_1 \left(-\sqrt{N_1 N_2} \frac{N_{p_1} + N_{p_2}}{\sqrt{N_{p_1} N_{p_2}}} + \right. \\
&+ (N_1 + N_2) \sqrt{\frac{N_{p_1} N_{p_2}}{N_1 N_2}} \left. \right) \cos \theta_{12} - \\
&- g_2 (N_{p_1} + N_{p_2}) \sqrt{\frac{N_3 N_4}{N_{p_1} N_{p_2}}} \cos \theta_{34} + \\
&+ g \sqrt{N_3 N_4} \frac{N_1 + N_2}{\sqrt{N_1 N_2}} \cos(\theta_{12} - \theta_{34}), \\
\dot{\theta}_{34} &= g_2 \left(-(N_{p_1} + N_{p_2}) \sqrt{\frac{N_3 N_4}{N_{p_1} N_{p_2}}} + \right. \\
&+ \frac{(N_3 + N_4) \sqrt{N_{p_1} N_{p_2}}}{\sqrt{N_3 N_4}} \left. \right) \cos \theta_{34} - \\
&- g_1 (N_{p_1} + N_{p_2}) \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_{p_1} N_{p_2}}} \cos \theta_{12} + \\
&+ g \sqrt{N_1 N_2} \frac{N_3 + N_4}{\sqrt{N_3 N_4}} \cos(\theta_{12} - \theta_{34}) \quad (4)
\end{aligned}$$

Отметим, что вклад в динамику диполяритонов в уравнениях (2)–(4) вносят только слагаемые, соответствующие индуцированным переходам между различными диполяритонными состояниями. При больших уровнях возбуждения именно эти слагаемые являются определяющими. Считаем, что характерные времена спонтанных процессов намного больше характерных времен индуцированных

переходов, так что за время протекания индуцированных переходов спонтанные переходы не успевают совершиться. Поэтому далее мы ими пренебрегаем.

Дополним систему (4) начальными условиями: $N_{p_i|t=0} = N_{p_i 0}$, $N_{p_2|t=0} = N_{p_2 0}$, $N_{i|t=0} = N_{i0}$, ($i = 1, \dots, 4$), $\theta_{12|t=0} = \theta_{12,0}$, $\theta_{34|t=0} = \theta_{34,0}$. Из (4) удастся получить следующие интегралы движения:

$$\begin{aligned}
N_{p_1} + N_{p_2} + 2(N_1 + N_3) &= \\
= N_{p_1 0} + N_{p_2 0} + 2(N_{10} + N_{30}), \\
N_2 - N_1 &= N_{20} - N_{10}, \\
N_4 - N_3 &= N_{40} - N_{30}, \\
g_1 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2} N_1 N_2} \cos \theta_{12} &+ \\
+ g_2 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2} N_3 N_4} \cos \theta_{34} &+ \\
+ g \sqrt{N_1 N_2 N_3 N_4} \cos(\theta_{12} - \theta_{34}) &= \\
= g_1 \sqrt{N_{p_1 0} N_{p_2 0} N_{10} N_{20}} \cos \theta_{12,0} &+ \\
+ g_2 \sqrt{N_{p_1 0} N_{p_2 0} N_{30} N_{40}} \cos \theta_{34,0} &+ \\
+ g \sqrt{N_{10} N_{20} N_{30} N_{40}} \cos(\theta_{12,0} - \theta_{34,0}), \quad (5)
\end{aligned}$$

которые представляют собой законы сохранения чисел частиц в системе и закон сохранения энергии.

Решить систему нелинейных дифференциальных уравнений (4) в общем случае не представляется возможным. Поэтому далее рассмотрим ряд частных случаев. Из (4) видно, что если начальные условия для диполяритонов сигнальной и холостой мод по одному и тому же каналу рассеяния одинаковы (например, $N_{10} = N_{20}$ или $N_{30} = N_{40}$), то из интегралов движения

следует, что и далее со временем имеет место совпадение мгновенных плотностей диполяритонов сигнальной и холостой мод: $N_1 = N_2$ либо $N_3 = N_4$. В самом деле, полагая, что $N_{30} = N_{40}$, из (4) получаем дифференциальное уравнение для N_3 , формальное решение которого дается выражением

$$N_3(t) = N_{30} \cdot \exp \left(2 \int_0^t dt' \left(g_2 N_p(t') \sin \theta_{34}(t') - g_1 \sqrt{N_1(t') N_2(t')} \sin(\theta_{12}(t') - \theta_{34}(t')) \right) \right) \quad (6)$$

Если теперь рассматривать решения системы уравнений при $N_{30} = N_{40} = 0$, то отсюда получаем $N_3(t) = N_4(t) = 0$. Система уравнений (4)–(5) при этом значительно упрощается и приводится к виду

$$\begin{aligned} \dot{N}_{p_1} &= \dot{N}_{p_2} = -2g_1 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2} N_1 N_2} \sin \theta_{12}, \\ \dot{N}_1 &= \dot{N}_2 = 2g_1 \sqrt{N_{p_1} N_{p_2} N_1 N_2} \sin \theta_{12}, \\ \dot{\theta}_{12} &= g_1 \left(-\sqrt{N_1 N_2} \frac{N_{p_1} + N_{p_2}}{\sqrt{N_{p_1} N_{p_2}}} + (N_1 + N_2) \sqrt{\frac{N_{p_1} N_{p_2}}{N_1 N_2}} \right) \cos \theta_{12}. \end{aligned} \quad (7)$$

Используя систему уравнений (7), получаем интегралы движения

$$\begin{aligned} N_{p_1} + N_1 &= N_{p_1 0} + N_{10}, \\ N_{p_2} + N_1 &= N_{p_2 0} + N_{10}, \\ N_2 - N_1 &= N_{20} - N_{10}, \\ \cos \theta_{12} &= \frac{\sqrt{N_{p_1 0} N_{p_2 0} N_{10} N_{20}}}{\sqrt{N_{p_1} N_{p_2} N_1 N_2}} \cos \theta_{12,0} \end{aligned} \quad (8)$$

и нелинейное дифференциальное уравнение, описывающее временную эволюцию плотности диполяритонов $N_1(t)$:

$$\frac{dN_1}{dt} = \pm 2g_1 (N_1 (N_1 + N_{20} - N_{10}) \times (N_{p_1 0} + N_{10} - N_1) (N_{p_2 0} + N_{10} - N_1) - q)^{1/2}, \quad (9)$$

где $q = N_{p_1 0} N_{p_2 0} N_{10} N_{20} \cos^2 \theta_{12,0}$.

Рассмотрим решения уравнения (9) и изучим особенности временной эволюции плотности диполяритонов $N_1(t)$ для случая $N_{30} = N_{40} = 0$, т. е. когда в начальный момент времени отсутствуют диполяритоны сигнальной и холостой мод соответственно на нижней и верхней ветвях закона дисперсии. Представим (9) в виде $\dot{N}_1^2 + W = E_0$, где потенциальная $W(N_1)$ и полная E_0 энергии эквивалентного нелинейного осциллятора определяются выражениями

$$\begin{aligned} W(N_1) &= -4g_1^2 N_1 (N_1 + N_{20} - N_{10}) \times \\ &\times (N_{p_1 0} + N_{10} - N_1) (N_{p_2 0} + N_{10} - N_1), \\ E_0 &= -4g_1^2 q. \end{aligned} \quad (10)$$

Из (9) и (10) видно, что особенности эволюции плотности диполяритонов $N_1(t)$ определяются начальными плотностями N_{10} , N_{20} и $N_{p_1 0}$, $N_{p_2 0}$, начальной разностью фаз $\theta_{12,0}$, а также направлением изменения начальной скорости $\dot{N}_1(t)|_{t=0}$, т. е. знаками (+) и (–) в (9).

3. Эволюция в случае $\theta_{12,0} = \pm(2n+1)\pi/2$

Рассмотрим наиболее простой случай эволюции, когда $\theta_{12,0} = \pm(2n+1)\pi/2$. Если начальная разность фаз равна $\pm(2n+1)\pi/2$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), то мгновенная разность фаз $\theta_{12}(t)$ в процессе эволюции сохраняется равной $\theta_{12,0}$. В этом случае полная энергия E_0 нелинейного осциллятора равна нулю. Вид решения $N_1(t)$

уравнения (9) определяется корнями алгебраического уравнения $W(N_1) = 0$, которые зависят только от начальных параметров системы N_{10} , N_{20} , $N_{p_1 0}$, $N_{p_2 0}$.

Если в начальный момент времени плотности диполяритонов накачки обоих импульсов $N_{p_1 0}$, $N_{p_2 0}$ и плотности диполяритонов сигнальной и холостой мод на средней ветви закона дисперсии N_{10} , N_{20} равны друг другу ($N_{p_1 0} = N_{p_2 0} = N_{10} = N_{20}$), то уравнение $W(N_1) = 0$ имеет два двукратных действительных корня 0 и $2N_{10}$ (рис. 2, а). Поэтому временная эволюция функции $N_1(t)$ является аperiodической. Решение уравнения (9) в этом случае имеет вид

$$N_1(t) = \frac{2N_{10} \exp(\pm 4N_{10} g_1 t)}{1 + \exp(\pm 4N_{10} g_1 t)}. \quad (11)$$

Из (11) и рис. 3 видно, что решение со знаком (+) монотонно растет со временем от значения $N_1 = N_{10}$ до предельного значения $2N_{10}$. Если рассматривать решение со знаком (-) в (11), то из рис. 3 видно, что плотность диполяритонов $N_1(t)$ убывает со временем от значения N_{10} до нуля. Таким образом, временная эволюция системы сводится к тому, что либо все диполяритоны накачки превращаются в диполяритоны сигнальной и холостой мод,

либо диполяритоны сигнальной и холостой мод превращаются в диполяритоны накачки обоих импульсов, чем эволюция и завершается.

Рассматривая решение для плотности диполяритонов $N_1(t)$ в случае, когда в начальный момент времени отсутствуют диполяритоны холостой моды $N_{20} = 0$ и начальные плотности диполяритонов накачки обоих импульсов равны между собой $N_{p_1 0} = N_{p_2 0}$, получаем, что уравнение $W(N_1) = 0$ имеет один двукратный корень $N_{10} + N_{p_2 0}$ (рис. 2, б), следовательно, эволюция системы будет аperiodической и решение уравнения (9) запишется в виде:

$$N_1(t) = \frac{N_{10} (N_{p_2 0} + N_{10})}{N_{p_2 0} + N_{10} - th^2 (\sqrt{N_{p_2 0} + N_{10}} g_1 t)} \quad (12)$$

В этом случае плотность диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии $N_1(t)$ монотонно растет со временем от N_{10} до предельного значения $N_{10} + N_{p_2 0}$ (рис. 4). В этом случае все диполяритоны накачки превращаются в диполяритоны сигнальной и холостой мод, чем эволюция и завершается.

Когда начальная плотность накачки одного из импульсов больше либо мень-

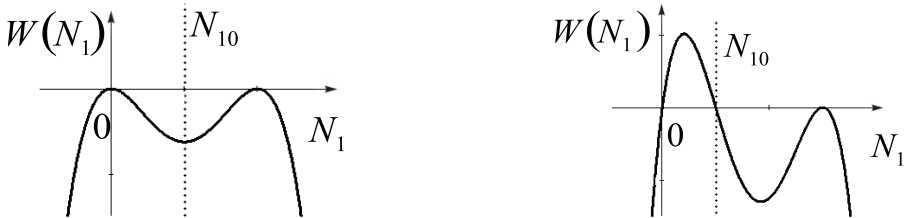


Рис. 2. Зависимость потенциальной энергии нелинейного осциллятора $W(N_1)$ при начальной разности фаз $\theta_{12,0} = \frac{\pi}{2}$ и значениях начальных плотностей диполяритонов:

$$a - N_{10}/N_{p_1 0} = 0,5; \quad б - N_{10}/N_{p_1 0} = 0,5, \quad N_{p_2 0}/N_{p_1 0} = 1$$

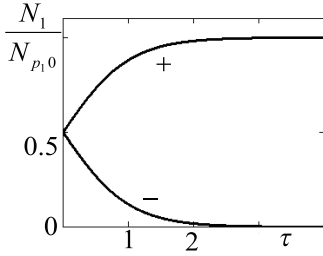


Рис. 3. Временная эволюция нормированной плотности диполяритонов $N_1/N_{p_1,0}$ при фиксированном значении начальной плотности диполяритонов $N_{10}/N_{p_1,0} = 0,5$ при начальной разности фаз $\theta_{12,0} = \frac{\pi}{2}$. Здесь $\tau = g_1 t$

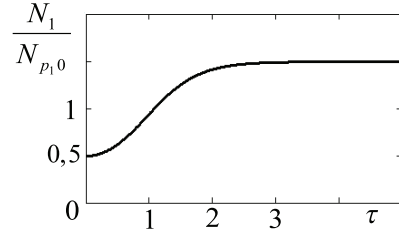


Рис. 4. Временная эволюция плотности диполяритонов $N_1/N_{p_1,0}$ при фиксированных значениях начальных плотностей диполяритонов $N_{10}/N_{p_1,0} = 0,5$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 1$ при начальной разности фаз $\theta_{12,0} = \frac{\pi}{2}$. Здесь $\tau = g_1 t$

ше плотности накачки второго импульса, то динамика системы представляет собой периодическое превращение пары рунд-диполяритонов первого и второго импульсов в диполяритоны сигнальной и холостой мод [32, с. 579].

4. Эволюция в случае $\theta_{12,0} = \pm 2n\pi$

В этом случае полная энергия E_0 нелинейного осциллятора отлична от нуля. Вид решения $N_1(t)$ уравнения (9) определяется корнями алгебраического уравнения $W(N_1) = E_0$.

Если начальные плотности диполяритонов накачки равны друг другу $N_{p_1,0} = N_{p_2,0}$ и начальные плотности диполяритонов сигнальной и холостой мод на средней ветви закона дисперсии также равны между собой $N_{10} = N_{20}$, то уравнение $W(N_1) = E_0$ имеет четыре действительных корня N_{10} , $N_{p_2,0}$,

$$\frac{N_{10} + N_{p_2,0} + \sqrt{(N_{10} + N_{p_2,0})^2 + 4N_{p_2,0}N_{10}}}{2},$$

$$\frac{N_{10} + N_{p_2,0} - \sqrt{(N_{10} + N_{p_2,0})^2 + 4N_{p_2,0}N_{10}}}{2}.$$

Эволюция системы будет периодической и решение уравнения (9) запишется в виде:

$$N_1(t) = \left(N_{10} \left(1 + \frac{\sqrt{s}}{N_{p_2,0} - N_{10}} \right) - (N_{10} + N_{p_2,0} - \sqrt{s}) \times \right. \\ \left. \times sn^2 \left(0,25 (N_{p_2,0} - N_{10} + \sqrt{s}) g_1 t \right) \right) \times \\ \times \left(1 + \frac{\sqrt{s}}{N_{p_2,0} - N_{10}} - \right. \\ \left. - 2 sn^2 \left(0,25 (N_{p_2,0} - N_{10} + \sqrt{s}) g_1 t \right) \right)^{-1}, \quad (13)$$

где $s = (N_{10} + N_{p_2,0})^2 + 4N_{p_2,0}N_{10}$, а $sn(x)$ – эллиптическая функция Якоби с модулем k , равным $k^2 = \frac{4\sqrt{s}(N_{p_2,0} - N_{10})}{(N_{p_2,0} - N_{10} + \sqrt{s})^2}$.

Из (13) амплитуда A и период T колебаний плотности диполяритонов сигнальной моды

$$A = N_{p_2,0} - N_{10},$$

$$T = \frac{8K(k)}{g_1(N_{p_2,0} - N_{10} + \sqrt{s})}, \quad (14)$$

где $K(k)$ – полный эллиптический интеграл [33, с. 826].

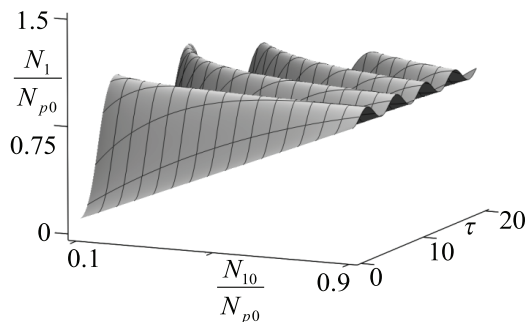
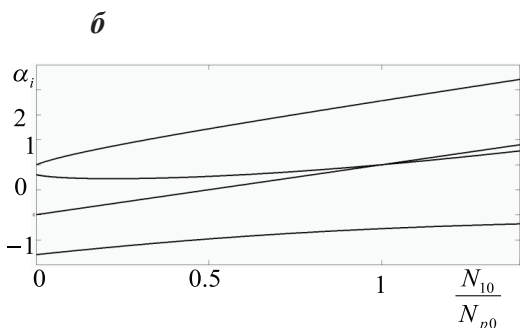
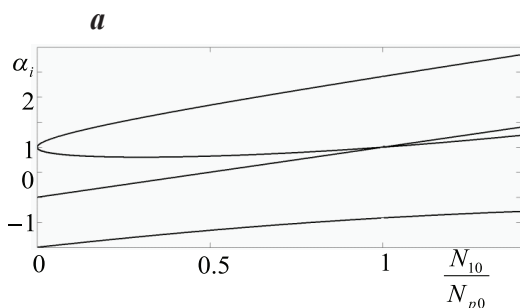


Рис. 5. Временная эволюция плотности диполяритонов N_1/N_{p_0} в зависимости от нормированной начальной плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии N_{10}/N_{p_0} и при фиксированных значениях начальных плотностей диполяритонов $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 1$. Здесь $\tau = g_1 t$ и начальная разность фаз $\theta_{12,0} = 0$



На рис. 5 представлена временная эволюция системы, представляющая собой периодические превращения диполяритонов сигнальной и холостой мод в диполяритоны накачки обоих импульсов и обратно. Амплитуда колебаний линейно уменьшается с ростом начальной плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии.

Из (10) следует, что при начальной разности фаз равной $\theta_{12,0} = \pm 2n\pi$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) одним из четырех действительных корней уравнения $W(N_1) = E_0$ является корень $N_1 = N_{10}$. Оказывается, этот корень является двукратным при выполнении условия $N_{10} = N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$ (рис. 6, а). Обозначим четыре корня уравнения $W(N_1) = E_0$ через α_i ($i = 1, 2, 3, 4$) и расположим их в порядке убывания $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4$. Тогда, если $N_{10} > N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то корни располагаются в порядке $\alpha_1 > N_{10} > \alpha_3 > \alpha_4$, а если $N_{10} < N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то $\alpha_1 > \alpha_2 > N_{10} > \alpha_4$. Зная корни α_i ($i = 1, 2, 3, 4$), легко получить решение уравнения (9) в общем виде для плотности диполяритонов $N_1(t)$, которое точно совпадает с решением (23) в [34, с. 179] для накачки в одной точке закона дисперсии.

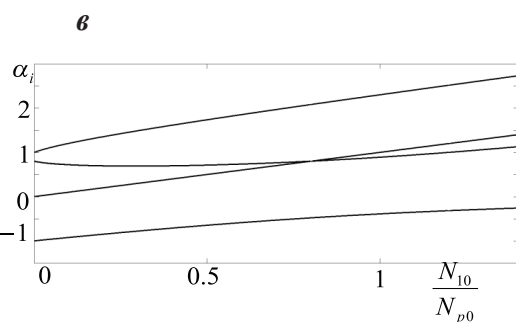


Рис. 6. Корни уравнения $W(N_1) = E_0$ в зависимости от нормированной начальной плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии $N_{10}/N_{p_1,0}$ при начальной разности фаз $\theta_{12,0} = 0$ и значениях начальных плотностей диполяритонов: а – $N_{20}/N_{p_1,0} = 1$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 1$; б – $N_{20}/N_{p_1,0} = 0,8$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 0,8$; в – $N_{20}/N_{p_1,0} = 1$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 0,8$

На рис. 7, а представлена временная эволюция плотности диполяритонов N_1 в зависимости от начальной плотности диполяритонов сигнальной моды N_{10} . Из рис. 7 видно, что при $N_{10} \neq 0$ диполяритоны сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии периодически превращаются в диполяритоны накачки и обратно. Причем, если $N_{10} < N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то колебания функции $N_1(t)$ наблюдаются под фоновым значением, равным начальной плотности диполяритонов N_{10} . Если $N_{10} = N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то $\alpha_2 = \alpha_3 = N_{10}$ и решение сводится к $N_1(t) = N_{10} = const$, причем в этом пределе период осцилляций T отличен от нуля, т. е. наблюдается покой системы (колебания с нулевой амплитудой). Если $N_{10} > N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то функция $N_1(t)$ колеблется над фоновым значением N_{10} . Амплитуда колебаний плотности диполяритонов N_1 (рис. 7, б) при увеличении начальной плотности диполяритонов N_{10} сначала монотонно уменьшается, при $N_{10} = N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$ становится равной нулю, а затем при увеличении начальной плотности диполяритонов N_{10} монотонно увеличивается. Что касается периода T колебаний плотности диполяритонов N_1 , то он монотонно уменьшается с ростом N_{10} (рис. 7, в).

Если в начальный момент времени отсутствуют диполяритоны сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии ($N_{10} = 0$), и выполняется следующее равенство между начальными плотностями диполяритонов соответствующих диполяритонных состояний $N_{20} = N_{p_2,0} = N_{p_1,0}$, то эволюция системы является аperiodической. Аperiodический режим обусловлен вырождением двух наибольших корней уравнения $W(N_1) = E_0$ (рис. 6, а), а решение уравнения (9) будет описываться формулой (15). Плотность диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии монотонно увеличивается от нуля до предельного значения,

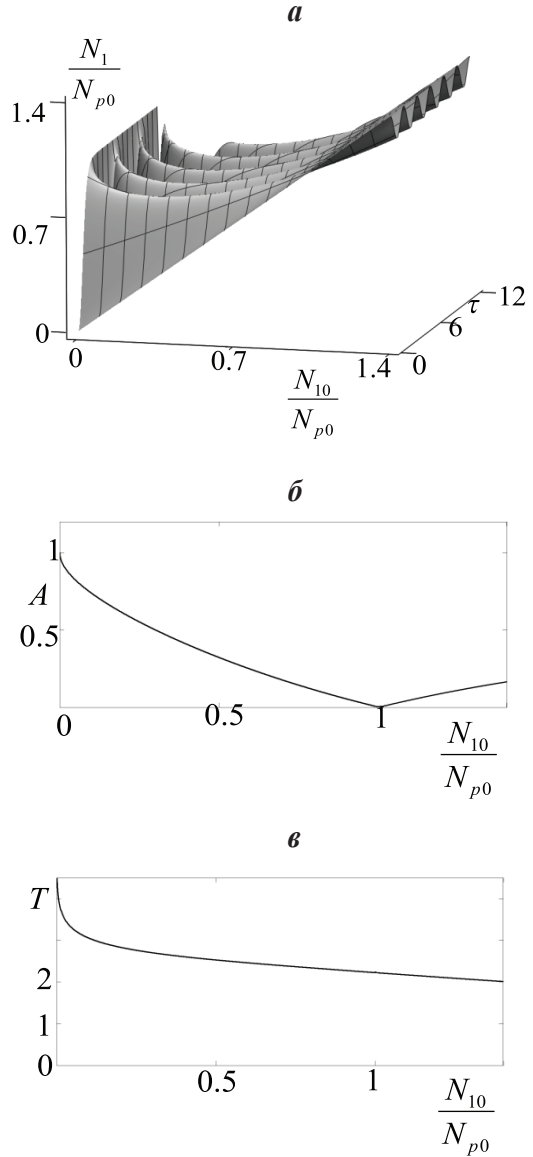


Рис. 7. а) временная эволюция плотности диполяритонов $N_1/N_{p_1,0}$ в зависимости от нормированной начальной плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии $N_{10}/N_{p_1,0}$ и при фиксированных значениях начальных плотностях диполяритонов $N_{20}/N_{p_1,0} = 1$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 1$; б) амплитуда; в) период колебаний плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии. Здесь $\tau = g_1 t$ и $\theta_{12,0} = 0$

равного N_{20} , чем эволюция и завершается (рис. 7, а).

$$N_1(t) = \frac{N_{20}th^2(\sqrt{2}g_1t)}{2 - th^2(\sqrt{2}g_1t)} \quad (15)$$

Отметим, что покой системы будет наблюдаться и в случаях, когда $N_{10} = N_{p_1,0}$ и $N_{20} = N_{p_2,0}$, а также, если $N_{10} = N_{p_2,0}$ и $N_{20} = N_{p_1,0}$. Здесь снова наблюдается вырождение двух средних корней уравнения $W(N_1) = E_0$ (рис. 6, б, в).

5. Эволюция при произвольном значении начальной разности фаз $\theta_{12,0}$

В общем случае, когда $\theta_{12,0}$ произвольное, уравнение $W(N_1) = E_0$ по-прежнему имеет четыре действительных корня ($\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4$). На рис. 8 представлены период и амплитуда колебаний плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии. Видно, что могут возникать как периодические, так и аperiodические режимы эволюции системы. В частности, периодический режим превращения диполяритонов сигнальной и холостой моды в диполяритоны накачки обоих импульсов возможен при любом значении начальной разности

фаз, если $N_{10} \neq N_{20} \neq N_{p_2,0} \neq N_{p_1,0}$, чего не наблюдалось, когда рассматривалась эволюция системы при накачке в одной точке закона дисперсии [34]. При этом максимальное значение периода колебаний возникает при $\theta_{12,0} = \pm(2n+1)\pi/2$ (рис. 8, а). Максимальная амплитуда колебаний плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии возникает при начальной разности фаз, равной $\theta_{12,0} = \pm(2n+1)\pi/2$, а минимальное – при $\theta_{12,0} = \pm 2n\pi$. Амплитуда колебаний тем больше, чем больше начальная плотность диполяритонов накачки второго импульса $N_{p_2,0}$ (рис. 8, б).

6. Заключение

Таким образом, при накачке средней диполяритонной ветви в двух близких точках закона дисперсии возможен периодический и аperiodический процессы рассеяния пары диполяритонов накачки в диполяритоны сигнальной и холостой мод. Временная эволюция системы зависит не только от начальных плотностей диполяритонов, но и от начальной разности фаз, что свидетельствует о возможности фазового управления процессом без изменения начальных плотностей диполяритонов. Введение двух независимых накачек приводит к новым бифуркационным

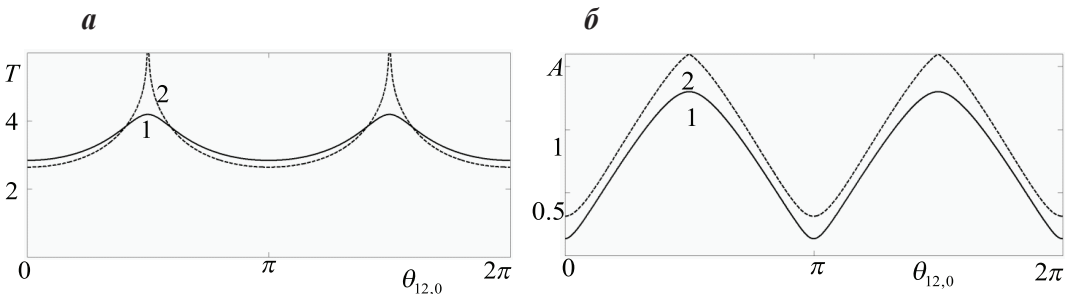


Рис. 8. а) период; б) амплитуда колебаний плотности диполяритонов сигнальной моды на средней ветви закона дисперсии в зависимости от начальной разности фаз $\theta_{12,0}$ при фиксированных значениях начальных плотностей диполяритонов: $N_{20}/N_{p_1,0} = 0,6$, $N_{10}/N_{p_1,0} = 0,8$, $N_{p_2,0}/N_{p_1,0} = 0,7$ (1); 1 (2)

переходам от периодической к аperiodической динамике системы. При этом введение двух независимых накачек никак не влияет на третий канал рассеяния, который протекает без участия диполяритонов накачек первого и второго импульсов.

Цитированная литература

1. **Baas, A.** Optical bistability in semiconductor microcavities in the nondegenerate parametric oscillation regime: Analogy with the optical parametric oscillator / A. Baas. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2004. – V. 70, № 16 – P. 161307.

2. **Gippius, N. A.** Polarization multistability of cavity polaritons / N. A. Gippius. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. Lett.* – 2007. – № 98 – P. 236401.

3. **Paraiso, T. K.** Multistability of a coherent spin ensemble in a semiconductor microcavity / T. K. Paraiso. – Текст : непосредственный // *Nat. Mater.* – 2010. – № 9 – P. 655–661.

4. **Cerna, R.** Ultrafast tristable spin memory of a coherent polariton gas / R. Cerna. – Текст : непосредственный // *Nat. Commun.* – 2013. – № 4. – P. 2008-2014.

5. **Liew, T. C. H.** Optical circuits based on polariton neurons in semiconductor microcavities / T. C. H. Liew, A. V. Kovokin, I. A. Shelykh. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – № 101. – P. 016402.

6. **Espinosa – Ortega, T.** Complete architecture of integrated photonic circuits based on and not logic gates of exciton polaritons in semiconductor microcavities / T. Espinosa – Ortega, T. C. H. Liew. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2013. – № 87. – P. 195305.

7. **Amo, A.** Exciton-polariton spin switches / A. Amo. – Текст : непосредственный // *Nat. Photon.* – 2010. – № 4. – P. 361–368.

8. **Sun, M.** Exciton-polariton topological insulator with an array of magnetic dots / M. Sun. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. App.* – 2019. – № 12. – P. 064028.

9. **Gomes, J. N. S.** Exciton-polaritons of a 2D semiconductor layer in a cylindrical microcavity / J. N. S. Gomes. – Текст : непосредственный // *Journal of Applied Physics.* – 2020. – № 127. – P. 133101.

10. **Betzold, S.** Coherence and interaction in confined room-temperature polariton condensates with Frenkel excitons / S. Betzold. – Текст : непосредственный // *ACS Photonics.* – 2019. – V. 7, № 2. –P. 384–392.

11. **Cristofolini, P.** Coupling quantum tunneling with cavity photons / P. Cristofolini. – Текст : непосредственный // *Science.* – 2012. – V. 336, № 6082. – P. 704–707.

12. **Nalitov, A. V.** Vtage control of the spin-dependent interaction constants of Dipolaritons and its application to Optical Parametric Oscillator / A. V. Nalitov. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2014. – V. 90, № 23 – P. 235304.

13. **Kolmakov, G.** Transition-metal dichalcogenide-based dipolariton optoelectronic devices / G. Kolmakov. – Текст : непосредственный // *APS Physics.* – 2016. – №. 64. – P. 2–10.

14. **Kyriienko, O.** Floquet control of dipolaritons in quantum wells // O. Kyriienko, O. V. Kibis, A. Shelykh. – Текст : непосредственный // *Opt. Lett.* – 2017. – №. 42. – P. 2398.

15. **Domingues, M. S.** Dipolariton formation in quantum dot molecules strongly coupled to optical resonators / M. S. Domingues, H. Y. Ramirez. – Текст : непосредственный // *arXiv:1609.05525.* – 2018.

16. **Rojas-Arias, J. S.** Magnetic control of dipolaritons in quantum dots / J. S. Rojas-Arias, B. A. Rodríguez, H. Vinck-Posada. – Текст : непосредственный // *J. Phys. Condens. Matter.* – 2016. – V. 28, № 50 – P. 505302.

17. **Kyriienko, O.** Exciton-polariton quantum gates based on continuous variables / O. Kyriienko, T. C. H. Liew – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2016. – V. 93, № 3 – P. 035301.

18. **Jabri, H.** Quantum noise and squeezed light by dipolaritons in the nonlinear regime / H. Jabri, H. E. Eleuch – Текст : непосредственный

- // *Annalen der Physik.* – 2019. – №. 531 (12). – P. 1900253.
19. **Sivalertporn, K.** Controlled strong coupling and absence of dark polaritons in microcavities with double quantum wells / K. Sivalertporn, E. A. Muljarov. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. Lett.* – 2015. – V. 115, № 7 – P. 077401.
20. **Mc Konstrie, C. J.** Quantum noise properties of parametric amplifiers driven by two pump waves / C. J. Mc Konstrie, S. Radic, M. G. Raymer. – Текст : непосредственный // *Opt. Express.* – 2004. – № 12. – P. 5037-5066.
21. **Okawachi, Y.** Dual-pumped degenerate Kerr oscillator in a silicon nitride microresonator / Y. Okawachi. – Текст : непосредственный // *Opt. Lett.* – 2015. – № 40. – P.5267-5270.
22. **Васильева, О. Ф.** Нелинейная динамика параметрических осцилляций поляритонов в микрорезонаторе / О. Ф. Васильева, А. П. Зинган, П. И. Хаджи. – Текст : непосредственный // *Опт. и спектр.* – 2018. – Т. 125. – С. 425–431.
23. **Васильева, О. Ф.** Нелинейная динамика параметрических осцилляций экситон-поляритонов в полупроводниковом микрорезонаторе / О. Ф. Васильева, А. П. Зинган, В. В. Васильев. – Текст : непосредственный // *ЖЭТФ.* – 2020. – Т. 157. – Вып. 1. – С. 144–155.
24. **Seedhouse, A.** Terahertz radiation of microcavity dipolaritons / A. Seedhouse. – Текст : непосредственный // *Optics Letters.* – 2019. – V. 44., №. 17. – P. 4339–4342.
25. **Kyriienko, O.** Superradiant terahertz emission by dipolaritons / O. Kyriienko, A. V. Kavokin, I. A. Shelykh. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. Lett.* – 2013. – V. 111, № 17 – P. 176401.
26. **Kristinsson, K.** Continuous terahertz emission from dipolaritons / K. Kristinsson. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2013. – V. 88, № 24 – P. 245303.
27. **Kristinsson, K.** Terahertz laser based on dipolaritons / K. Kristinsson, O. Kyriienko, I. A. Shelykh. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. A.* – 2014. – V. 89, № 2 – P. 023836.
28. **Kyriienko, O.** Tunable single-photon emission from dipolaritons / O. Kyriienko, I. A. Shelykh, T. C. H. Liew. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. A.* – 2014. – V. 90, № 3 – P. 033807.
29. **Li, J.-Y.** Ac-field-modulated terahertz radiation based on dipolaritons / J.-Y. Li, S.-Q. Duan, W. Zhang. – Текст : непосредственный // *EPL Europhys. Lett.* – 2014. – V. 108, № 6 – P. 67010.
30. **Shelykh, I. A.** Physical properties of nanomaterials / I. A. Shelykh. – Текст : непосредственный // *Proc. Intern. Const. Nanomaterials: Applications and Properties.* – 2014. – V. 3 – P. 159–171.
31. **Byrnes, T.** Effective interaction and condensation of dipolaritons in coupled quantum wells / T. Byrnes. – Текст : непосредственный // *Phys. Rev. B.* – 2014. – V. 90, № 12 – P.125314.
32. **Васильева, О. Ф.** Нелинейная динамика оптического параметрического осциллятора на диполяритонах / О. Ф. Васильева, А. П. Зинган, В. В. Васильев. – Текст : непосредственный // *Письма в ЖЭТФ.* – 2020. – Т.111.– Вып. 9. – С. 579–585.
33. **Корн, Г.** Справочник по математике для научных работников и инженеров : учебник / Г. Корн, Т. Корн. Москва : Наука, 1968. – 857 с. – Текст : непосредственный.
34. **Хаджи, П. И.** Динамика диполяритонного оптического параметрического осциллятора в полупроводниковом микрорезонаторе / П. И. Хаджи, О. Ф. Васильева, И. В. Белосусов. – Текст : непосредственный // *ЖЭТФ.* – 2018. – Т. 153. – С. 179–192.
-

УДК 537.632

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ КОНВЕРСИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАУССОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В СИСТЕМЕ АТОМОВ ДВУХ СОРТОВ

А. П. Зинган, О. Ф. Васильева

Исследована динамика атомно-молекулярной конверсии в бозе-эйнштейновском конденсате под действием двух импульсов заданной полуширины и площади. Из гамильтониана получен ряд интегралов движения, введена площадь падающих импульсов, что позволило найти аналитические решения, описывающие динамику системы. Показано, что имеют место как периодический, так и аperiodический режимы эволюции, причем колебания плотности молекул достигаются в области действия на систему импульса. В заключении статьи отмечено, что контроль за ходом реакции и уровнем производства молекул можно осуществлять, изменяя площади импульсов, участвующих в реакции, и начальные плотности атомов или молекул.

Ключевые слова: бозе-эйнштейновский конденсат, атомно-молекулярная конверсия, гетероядерные молекулы.

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS OF ATOMIC-MOLECULAR CONVERSION UNDER THE ACTION OF GAUSSIAN PULSES IN A SYSTEM OF ATOMS OF TWO VARIETIES

A. P. Zingan, O. F. Vasilieva

The dynamics of atomic-molecular conversion in a Bose-Einstein condensate under the action of two pulses of a given half-width and area has been investigated. A number of motion integrals were obtained from the Hamiltonian system, the area of incident pulses was introduced, which made it possible to find analytical solutions describing the dynamics of the system. It has been shown that both periodic and aperiodic modes of evolution take place, and fluctuations in the density of molecules are achieved in the area of action on the pulse system. In conclusion, it is noted that control over the course of the reaction and the level of production of molecules can be carried out by changing the pulse areas involved in the reaction and the initial densities of atoms or molecules.

Keywords: Bose-Einstein condensate, atomic-molecular conversion, heteronuclear molecules.

Введение

В последние годы связывание атомов в молекулы в условиях бозе-конденсата при сверхнизких температурах в несколько нанокельвин представляют большой интерес в связи с возможностью синтеза более сложных объектов. Например, в [1, с. 645; 2, с. 843; 3, с. 593; 4, с. 57] показано, что исследование динамики связанных атомно-молекулярных конденсатов в ус-

ловиях резонанса Фешбаха либо стимулированного рамановского связывания двух атомов в молекулу могут привести к когерентной суперхимии, в рамках которой возможно стимулирование химических реакций. В [5, с. 063616] сообщается о получении бозе-эйнштейновского конденсата KRb в гибридной ловушке, состоящей из магнитного квадрупольного и оптического дипольного потенциала. После введения атомов калия и рубидия в ловушку газ, состоящий из атомов рубидия, охлаждали сначала магнитным, а затем оптическим

испарением, в то время как атомы калия охлаждались упругими столкновениями с атомами рубидия. В конечном итоге были получены двухкомпонентные конденсаты с количеством более чем 10^5 атомов и гетероядерные молекулы. В 2019 году сообщалось о получении гетероядерной двухатомной молекулы Rb^{87} и Rb^{85} в основном состоянии [6, с. 063429]. Здесь применялось рамановское охлаждение двух первоначально разделенных атомов, затем два атома объединялись в одну ловушку с использованием векторных сдвигов света в зависимости от магнитных моментов конкретных атомных состояний и поляризаций ловушки. Эта двухатомная система дала хорошую отправную точку для построения одной гетероядерной молекулы и для исследования физики многих тел. Такой подход может быть распространен на другие виды атомов и молекул, а также применяться в ультрахолодной химии. Также в [7, с. 060701] были произведены бозе-эйнштейновские конденсаты из атомов Du , при помощи инновационной технологии, основанной на усиленной резонатором оптической ловушке, которая позволяет эффективно загружаться из магнитооптической ловушки. Экспериментально в [8, с. 042704] получены слабо связанные бозонные молекулы NaK в смеси ультрахолодных атомов Na и K . Связывание молекул здесь происходит с помощью резонанса Фешбаха при температуре около 196 К, который идентифицируется в этой работе с помощью спектроскопии атомных потерь. Для создания молекулы NaK использованы радиочастотные импульсы, с помощью которых удалось получить до 6000 молекул. Измеренное время жизни молекул составляет около 0,3 мс.

Исследованное взаимодействие молекулы $NaCs$ с парой атомов обеспечивает методологию для будущих исследований более сложных взаимодействий, таких как

взаимодействие атома с молекулой и взаимодействие молекулы с молекулой, где традиционные методы технически сложны [9, с. 023108]. В [10, с. 163402] показано, что время жизни ультрахолодных молекул $RbCs$ основного состояния в оптической ловушке ограничено и в эксперименте был частично подавлен механизм потерь, при этом время жизни молекулы увеличивается на 75 %. В [11, с. 041601] сообщается об исследовании динамики изменения столкновений в Бозе–Ферми-смеси атомов Li и K . Непосредственно наблюдались продукты столкновения и измерялась динамика изменения спина. Полученные результаты согласуются с теорией возмущений первого порядка в слабо взаимодействующем пределе, и данная система дает большие перспективы для изучения спин-изменяющихся взаимодействий в гетероядерных смесях.

В [12, с. 042706] наблюдался неупругий резонанс столкновения димер-димер для ультрахолодных молекул Фешбаха, состоящих из бозонных атомов натрия и рубидия. Этот резонанс проявлялся как выраженный неупругий пик потери димеров при настройке межвидовой длины рассеяния между составляющими атомами. Вблизи этого резонанса наблюдалась сильная модификация температурной зависимости рассеяния димер-димер. Этот результат дает представление о гетероядерной системе четырех тел, состоящей из тяжелых и легких бозонов, и дает возможность исследовать ультрахолодные молекулы с перестраиваемыми взаимодействиями. Исследовались столкновения с участием атомов Cs в различных сверхтонких состояниях, а также выявлены резонансы, которые представляются наиболее перспективными для экспериментального наблюдения и магнитоассоциации с образованием ультрахолодных молекул $CsYb$. Проводились эксперименты на магнитно-перестраиваемых резонансах Фешбаха

в ультрахолодных столкновениях между атомами в основном состоянии Yb и Cs , основанными на потенциале взаимодействия, недавно определенном с помощью спектроскопии фотоассоциации.

В [13, с. 043630] предложена схема эффективного притягательного взаимодействия в разбавленном двухкомпонентном конденсате Бозе – Эйнштейна, состоящем из тысяч атомов, в которой квантовые спиновые флуктуации значительно усиливаются, что уменьшает энергию взаимодействия при нулевой температуре. Эти квантовые флуктуации экспериментально достижимы с помощью спиновой или однокомпонентной брэгговской спектроскопии, дают платформу для проверки теорий сверхсреднего поля. Разработана вариационная модель для аналитического предсказания сдвига критической точки несмешиваемости бозе-газов.

Довольно успешным является STIRAP-метод получения молекул из бозе-конденсированных атомов [14, с. 253201]. Этот метод позволяет эффективно изменять населенности между двумя дискретными квантовыми состояниями и используется для получения молекул в их ровибрационном основном состоянии. В связанных молекулярных состояниях для реализации резонансного STIRAP-метода обычно выбирается разрешенное промежуточное состояние. Из-за сложных структур молекулярного уровня применяется резонансный STIRAP-метод, который может вызвать явление интерференции. В [14, с. 253201] сообщалось о первом наблюдении интерференции при образовании молекул NaK в основном состоянии.

Исследование бозе-конденсированных атомов и молекул представляет большой научный интерес. Разрабатываются методики получения не только двухкомпонентных бозе-конденсированных молекулярных газов, но и трех-, четырех- и пятикомпонентных молекул. В [15, с. 010401] со-

общалось о генерации квантовой вырожденной Ферми-Ферми смеси двух атомов различных сортов. Квантово-вырожденная смесь реализовалась с помощью охлаждения фермионных газов Li^6 и K^{40} охлажденным испарением бозонным газом Rb^{87} . Была описана комбинация методов улавливания и охлаждения. В частности, показано, что эффективность охлаждения газа Li^6 и Rb^{87} повышается за счет присутствия атомов K^{40} через каталитическое охлаждение. Из-за различных физических свойств этих двух компонентов квантовая вырожденная смесь Ферми-Ферми $Li^6 - K^{40}$ является отличным вариантом для стабильной гетероядерной системы, позволяющей изучать некоторые не до конца исследованные типы квантовой материи.

Также большой успех был достигнут при наблюдении резонансно-магнитных настроенных столкновений для ультрахолодных молекул Cs в ловушке CO_2 -лазера. Молекулы левитировали в магнитном поле против гравитации. В этом случае был точно измерен их магнитный момент. Найдено условие, которое позволило перевести молекулы в другое состояние. В новом состоянии два Фешбаховских резонанса столкновения проявляются как сильные неупругие характеристики потерь. Их интерпретировали как индуцированные связанные состояния молекул Cs_4 . Перестраиваемость взаимодействий между молекулами открывает новые области применения, такие как контролируемые химические реакции и синтез ультрахолодных сложных молекул [16, с. 1203201].

В [17, с. 041602] изучены молекулярные кластеры в двумерной смеси бозонов A и B с связыванием разносортных атомов и образованием A -молекул и молекул AA и BB . Для реализации эксперимента были выбраны две очень разные модели: дипольные бозоны в двухслойной конфигурации и частицы, взаимодействующие через разделимые гауссовы потенциалы.

Все рассмотренные кластеры оказываются связанными, и их энергии являются универсальными функциями длин рассеяния при достаточно больших отношениях притяжения к отталкиванию. Когда это отношение становится ниже десяти, взаимодействие димер–димер меняется от притягательного к отталкивающему, и сбалансированные по населению кластеры $AABB$ и $AAABBB$ распадаются на димеры AB . Вычисляя энергию гексамера $AAABBB$ чуть ниже этого порога, найдено эффективное трехмерное отталкивание, которое может иметь важные результаты для решения проблемы многих тел, особенно для наблюдения жидких и сверхтвердых состояний дипольных димеров в бислоях. Несбалансированный по населенности тример ABB , тетрамер $ABBB$ и пентамер $AABBB$ остаются связанными за порогом димер–димер. В дипольной модели они распадаются при отношениях притяжения к отталкиванию около двух, где взаимодействие атом–димер переходит в отталкивание.

В связи с растущим интересом к процессам, проходящим при образовании новых молекул из атомов, находящихся в бозе–эйнштейновском конденсате, нами предложено исследование динамики атомно–молекулярной конверсии смеси двух газов, например, K и Rb , с образованием гетероядерных молекул при воздействии на систему импульсов с заданной площадью и полушириной.

Постановка задачи. Основные результаты

Рассмотрим задачу, в которой пара различных атомов связывается в молекулу под действием двух импульсов произвольной формы и площади, которую представим как $a_1 + a_2 + c_1 \leftrightarrow b + c_2$, где $a_{1,2}$ и b являются атомами и молекулой соот-

ветственно, а c_1 и c_2 – фотоны с частотами ω_1 и ω_2 . Ранее, в [18, с. 053627], было изучено влияние взаимодействий на превращение атомно–молекулярных конденсатов Бозе–Эйнштейна через стимулированное рамановское адиабатическое прохождение. Энергетическая нестабильность во время избегаемых пересечений и динамическая нестабильность во время хаотических интервалов ограничивают адиабатичность и, тем самым, дают низкую эффективность процесса. Найдена зависимость конечной неконвертированной плотности молекул от скорости конверсии. Удалось определить, какая нестабильность управляет сбоем производства молекул и показано, что для восстановления эффективности процесса требуется правильный выбор параметров конверсии. Также в [19, с. 043614] рассматривалось образование трехатомных как гомо– так и гетероядерных молекул. На первой стадии эксперимента с применением Фешбах резонанса два атома связывались в молекулу, а затем с помощью фотоассоциации к двухатомной молекуле присоединялся третий атом, образуя трехатомный бозе–конденсат. Показано, что в реакции смешения $A + B_2 \rightarrow AB + B$ начальные квантовые флуктуации приводят к сильнокоррелированному образованию пар димер–атом. Кроме того, обобщенное темное состояние атом–молекула, существующее в этой системе, может способствовать созданию пар бозон–бозон или ферми–ферми–димер–атом.

В нашем случае два свободных атома, например K и Rb , находящихся в состоянии бозе–конденсата, будут обладать полной энергией $\hbar(\omega_{10} + \omega_{20})$. Переход в основное состояние гетероядерной молекулы с энергией $\hbar\Omega_0$ будет осуществляться путем одновременного поглощения и излучения квантов света с энергиями $\hbar\omega_1$ и $\hbar\omega_2$. Описываемый процесс оптической рамановской нутации состоит в изменении населенностей атомных и мо-

лекулярных состояний. В [20, с. 063602] рассматривалась атомная динамика двух состояний конденсата Бозе – Эйнштейна, находящихся в разных ловушках или в одной ловушке и оптически связанных через общее возбужденное состояние рамановскими лазерными импульсами. При больших межатомных взаимодействиях почти все атомы, которые изначально находились в одной из ловушек (или в одном из внутренних состояний), либо полностью переходили в другое состояние, либо оставались в первоначально занятом состоянии после действия лазерных импульсов, и атомы никогда не распределялись в оба конденсатных состояния одновременно.

В нашем случае гамильтониан H , описывающий процесс индуцированной атомно-молекулярной конверсии, запишем в виде

$$\begin{aligned} \hat{H} = & \hbar\omega_{10}\hat{a}_1\hat{a}_1^+ + \hbar\omega_{20}\hat{a}_2\hat{a}_2^+ + \\ & + \hbar\Omega_0\hat{b}\hat{b}^+ + \hbar\omega_1\hat{c}_1\hat{c}_1^+ + \hbar\omega_2\hat{c}_2\hat{c}_2^+ + \\ & + \hbar g (\hat{a}_1^+\hat{a}_2^+\hat{b}\hat{c}_1^+\hat{c}_2 + \hat{a}_1\hat{a}_2\hat{b}^+\hat{c}_1\hat{c}_2^+), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\hat{a}_{1,2}$ и $\hat{a}_{1,2}^+$ – бозонные операторы уничтожения и рождения атомов, \hat{b} и \hat{b}^+ – бозонные операторы уничтожения и рождения молекул и $\hat{c}_{1,2}$ и $\hat{c}_{1,2}^+$ – бозонные операторы уничтожения и рождения фотонов, g – константа взаимодействия. Нелинейная часть (1) отвечает за появление гетероядерного атомно-молекулярного бозе-конденсата. Ранее гамильтониан (1) использовался для исследования процесса рамановской молекулярной фотоассоциации в Λ -схеме в предположении, что в начальный момент времени заданы плотности атомов, молекул и фотонов [1, с. 645]. Причем населенность верхнего уровня в принятой модельной Λ -схеме переходов считается пренебрежимо малой. Если задавать отличную от нуля начальную плотность частиц на верхнем уровне, то временная эволюция системы может измениться в пользу индуцирован-

ных переходов на нижние уровни на начальном этапе эволюции. Через время, равное времени сброса инверсии, система войдет в режим, полученный в работе. В [17, с. 041602] было показано, что имеют место периодический и аперидический режимы атомно-молекулярной конверсии, и эволюция системы существенно определяется начальными плотностями частиц. Однако динамика связывания атомов двух различных сортов под действием импульсов лазерного излучения произвольной формы и площади с образованием гетероядерных молекул не изучалась.

В данной работе исследуется рамановский переход из двухатомного состояния в связанное молекулярное состояние, которое сопровождается поглощением и излучением фотонов. Однако очевидно, возможен также однофотонный переход между нижайшими состояниями, обусловленный взаимодействием, например, с микроволновым излучением. Однако, если прикладывать оптическое излучение, то в соответствии с правилами отбора по четности волновых функций нижних уровней вероятность перехода будет точно равна нулю.

Применив к (1) уравнение Гайзенберга, удастся получить систему уравнений для операторов $\hat{a}_{1,2}$, \hat{b} и $\hat{c}_{1,2}$. Усреднив эту систему уравнений и используя приближение среднего поля, удалось получить систему нелинейных дифференциальных уравнений для амплитуд материального $\langle \hat{a}_{1,2} \rangle = a_{1,2}$, $\langle \hat{b} \rangle = b$ и электромагнитного $\langle \hat{c}_{1,2} \rangle = c_{1,2}$ полей

$$\begin{aligned} i\dot{a}_1 = & \omega_{10}a_1 + ga_2^*bc_1^*c_2, \\ i\dot{a}_2 = & \omega_{20}a_2 + ga_1^*bc_1^*c_2, \\ i\dot{b} = & \Omega_0b + ga_1a_2c_1c_2^*, \quad (2) \\ i\dot{c}_1 = & \omega_1c_1 + ga_1^*a_2^*bc_2, \\ i\dot{c}_2 = & \omega_2c_2 + ga_1a_2b^*c_1. \end{aligned}$$

В случае точного резонанса $\omega_{10} + \omega_{20} - \Omega_0 = \omega_2 - \omega_1$ решение уравнений системы (2) можно найти в виде $a_{1,2} = A_{1,2} \exp(-i\omega_{10,20}t + i\varphi)$, $b = B \exp(-i\Omega_0 t + i\psi)$, $c_{1,2} = C_{1,2} \exp(-i\omega_{1,2} + i\psi_{1,2})$. Решение эволюционных уравнений предлагается брать именно в виде произведения амплитуды волны на фазовый множитель. При этом возникает система нелинейных уравнений для амплитуд и разности фаз электромагнитной и механической природы. При этом необходимо задавать начальную разность фаз, так как эволюция системы существенно определяется начальной разностью фаз. Известно, что для создания определенной начальной разности фаз используется метод впечатывание фазы (phase imprinting method). Отметим, что если в начальный момент времени какая-то одна из плотностей частиц равна нулю, то этот вопрос не возникает в силу сохранения разности фаз. Таким образом, можно прийти к новой системе нелинейных дифференциальных уравнений уже для амплитуд $A_{1,2}$, B , $C_{1,2}$ и разности фаз $\theta = \varphi_1 + \varphi_2 - \psi + \psi_1 + \psi_2$:

$$\begin{aligned} \dot{A}_1 &= -gA_2BC_1C_2 \sin \theta, \\ \dot{A}_2 &= -gA_1BC_1C_2 \sin \theta, \\ \dot{B} &= gA_1A_2C_1C_2 \sin \theta, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \dot{C}_1 &= -gA_1A_2BC_2 \sin \theta, \\ \dot{C}_2 &= gA_1A_2BC_1 \sin \theta, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\dot{\theta} = -g \left[\frac{A_2BC_1C_2}{A_1} + \frac{A_1BC_1C_2}{A_2} - \frac{A_2A_1C_1C_2}{B} + \frac{A_2A_1BC_2}{C_1} - \frac{A_2A_1BC_1}{C_2} \right] \cos \theta. \quad (5)$$

Далее введем, для определенности, плотности частиц $n_{1,2} = |a_{1,2}|^2$, $N = |b|^2$, $f_{1,2} = |c_{1,2}|^2$ и две функции $Q = i(a_1^* a_2^* b^* c_1^* c_2^* - a_1^* a_2^* b c_1 c_2)$ и $R = a_1 a_2 b^* c_1 c_2 + a_1^* a_2^* b c_1 c_2$,

тогда получим следующую систему нелинейных дифференциальных уравнений для плотностей атомов, молекул, фотонов и введенных феноменологических функций Q и R :

$$\dot{n}_1 = gQ, \quad \dot{n}_2 = gQ, \quad \dot{N} = -gQ,$$

$$\dot{f}_1 = gQ, \quad \dot{f}_2 = -gQ,$$

$$\dot{Q} = 2g(n_2 N f_1 f_2 + n_1 N f_1 f_2 - n_1 n_2 f_1 f_2 + n_1 n_2 N f_2 - n_1 n_2 N f_1), \quad \dot{R} = 0. \quad (6)$$

Полученную систему необходимо дополнить начальными условиями:

$$n_{1,2}|_{t=0} = n_{10,20}, \quad N|_{t=0} = N_0, \quad f_{1,2}|_{t=0} = f_{10,20},$$

$$R|_{t=0} = 2\sqrt{n_{10}n_{20}N_0f_{10}f_{20}} \cos \theta_0,$$

$$Q|_{t=0} = -2\sqrt{n_{10}n_{20}N_0f_{10}f_{20}} \sin \theta_0.$$

Тогда $tg\theta = -\frac{Q}{R}$. Если в начальный момент времени ($t=0$) одна из плотностей равна нулю, то $R|_{t=0} = 0$ и $Q|_{t=0} = 0$. Уравнение $\dot{R} = 0$, имея решение $R = R_0$, также равно нулю, что означает, что $\theta = \pi/2$.

Начальные условия позволяют из (6) получить интегралы движения:

$$n_1 + N = n_{10} + N_0, \quad n_2 + N = n_{20} + N_0,$$

$$f_1 + N = f_{10} + N_0. \quad (7)$$

Учитывая тот факт, что рассматриваемая задача дает возможность изучения динамики образования новых гетероядерных молекул, будем считать, что молекулы в начальный момент времени отсутствуют $N_0 = 0$. В то же время начальные плотности всех остальных частиц, участвующих в конверсии, считаем отличными от нуля $n_{10}, n_{20}, f_{10} \neq 0$, в противном случае – эволюции нет.

Рассмотрим сначала случай, когда задано поле второго импульса, т. е. его огибающая является функцией времени $C_2(t) = C_{20} \cdot f(t)$.

Тогда площадь импульса τ определяется интегралом

$$\tau = g \int_0^t C_2(t') dt'. \quad (8)$$

Площадь импульса $\tau(t)$ (8) является конечной величиной для ограниченных во времени рамановских импульсов.

Используя (6) и (7), формальное решение задачи можно представить в квадратурах в виде обобщенного гиперэллиптического интеграла

$$\int_{N_0}^N \frac{dx}{\sqrt{P(x)}} = 2g\tau, \quad (9)$$

где под знаком радикала содержится полином четвертой степени

$$P(N) = N(n_{10} - N)(n_{20} - N)(f_{10} - N). \quad (10)$$

Зададим форму и площадь импульса: пусть огибающая второго импульса $C_2(t)$ является гауссовой функцией с амплитудой $C_{20} = \sqrt{f_{20}}$, где f_{20} – плотность фотонов в пике импульса и полушириной τ_0 : $C_2(t) = \sqrt{f_{20}} \cdot \exp\left(-\left(t/\tau_0\right)^2\right)$. В этом случае площадь импульса $\tau(t)$ изменяется во времени

$$\tau(t) = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \tau_0 \sqrt{f_{20}} \left[1 + \Phi(t/\tau_0) \right] \quad (11)$$

и асимптотически стремится к предельному значению $\tau(\infty) = \tau_0 \sqrt{\pi f_{20}}$, где $\Phi(x)$ – функция вероятности [21, с. 781, 22, с. 826].

Особенности динамики плотности гетероядерных молекул N будут определять начальные плотности частиц n_{10} , n_{20} и f_{10} . Определенности ради положим, $f_{10} > n_{20} > n_{10}$, тогда временная эволюция плотности молекул будет задаваться в виде

$$N = \frac{f_{10} n_{10} \operatorname{sn}^2\left(\sqrt{n_{20}(f_{10} - n_{10})}\tau\right)}{f_{10} - n_{10} \operatorname{cn}^2\left(\sqrt{n_{20}(f_{10} - n_{10})}\tau\right)},$$

$$k^2 = \frac{n_{10}(n_{20} - f_{10})}{n_{20}(n_{10} - f_{10})}. \quad (12)$$

Здесь $\operatorname{sn}(x)$ и $\operatorname{cn}(x)$ – эллиптические функции Якоби с модулем k [21, с. 781; 22, с. 826]. Плотность образующихся молекул изменяется в пределах от нуля до наименьшей из начальных плотностей атомов n_{10} при непрерывном изменении площади τ падающего импульса. Если начальные плотности атомов первого и второго сорта равны, но меньше начальной плотности фотонов первого импульса ($n_{10} = n_{20} \equiv n_0 < f_{10}$), плотность молекул выражается соотношением:

$$N = \frac{f_{10} n_0 \operatorname{sh}^2\left(\sqrt{n_0(f_{10} - n_0)}\tau\right)}{f_{10} \operatorname{ch}^2\left(\sqrt{n_0(f_{10} - n_0)}\tau\right) - n_0}. \quad (13)$$

Если же плотность атомов одного сорта меньше начальной плотности атомов другого сорта, равной начальной плотности фотонов первого импульса ($f_{10} = n_{20} > n_{10}$), то плотность молекул равна

$$N = \frac{n_{10} n_{20} \sin^2\left(\sqrt{n_{20}(n_{20} - n_{10})}\tau\right)}{n_{20} - n_{10} \cos^2\left(\sqrt{n_{20}(n_{20} - n_{10})}\tau\right)}. \quad (14)$$

Наконец, если все начальные плотности частиц равны между собой ($n_{10} = n_{20} = f_{10} \equiv n_0$), то

$$N = \frac{n_0^3 \tau^2}{1 + (n_0 \tau)^2}. \quad (15)$$

Области применимости приближений заданных плотностей частиц определяются соответствующими неравенствами на начальные плотности. Какое из этих нера-

венств ближе к реальности – то определяется экспериментальными условиями, т. е. подготовительной стадией эксперимента. Экспериментально можно задать начальную плотность атомов, чтобы получить то либо иное неравенство, которое будет определять режим эволюции.

На рис. 1 представлена эволюция плотности молекул во времени при изменении нормированной начальной плотности атомов n_{20}/n_{10} . Видно, что при неравенстве начальных плотностей атомов $n_{10} \neq n_{20}$ концентрация молекул осциллирует во времени в период действия импульса. Тогда как при равенстве начальных концентраций атомов $n_{10} = n_{20}$ плотность молекул эволюционирует во времени аperiodически (13). С ростом отношения начальных плотностей атомов n_{20}/n_{10} (при фиксированном n_{10}) от нуля до единицы амплитуда колебаний плотности молекул монотонно возрастает и при $n_{10} = n_{20}$ режим трансформируется в аperiodический. Далее, с ростом отношения начальных плотностей атомов n_{20}/n_{10} при $n_{20} > n_{10}$ амплитуда колебаний остается постоянной, а период колебаний убывает, т. е. аperiodическая эволюция при $n_{10} = n_{20}$ снова трансформируется в периодическую (12).

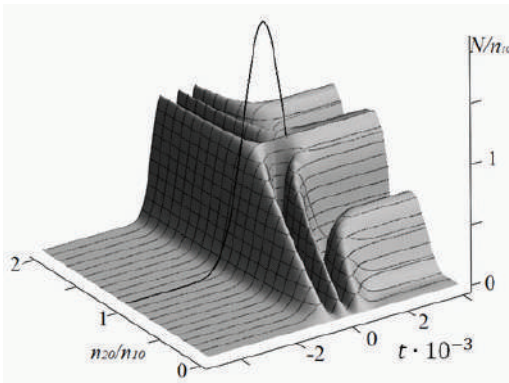


Рис. 1. Зависимость нормированной плотности молекул N/n_{10} от времени t и нормированной начальной плотности молекул n_{20}/n_{10} при $n_{10} = 2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$; $\tau_0 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; $f_{10} = 10^{14} \text{ см}^{-3}$

Если считать в начальный момент времени отсутствующими не молекулы, а одну из плотностей остальных частиц (для определенности будем считать $n_{10} = 0$), то интегралы движения примут вид:

$$n_1 = N_0 - N, \quad n_2 = n_{20} + N_0 - N,$$

$$f_1 = f_{10} + N_0 - N. \quad (16)$$

Решение в квадратурах при этом:

$$\frac{dN}{d\tau} = 2\sqrt{N(N_0 - N)(n_{20} + N_0 - N)(f_{10} + N_0 - N)} \quad (17)$$

Обозначив корни выражения под знаком радикала как $N_0, 0, N_1 = \max(n_{20} + N_0, f_{10} + N_0)$, $N_2 = \min(n_{20} + N_0, f_{10} + N_0)$, получим

$$N = \frac{N_0 \text{cn}^2\left(\sqrt{N_2(N_1 - N_0)}\tau\right)}{1 - \frac{N_0}{N_2} \text{sn}^2\left(\sqrt{N_2(N_1 - N_0)}\tau\right)}, \quad k^2 = \frac{N_0(N_1 - N_2)}{N_2(N_1 - N_0)}. \quad (18)$$

Если корни равны $N_1 = N_2$, т. е. $n_{20} = f_{10}$, то $k^2 = \frac{N_0(N_1 - N_2)}{N_2(N_1 - N_0)} = 0$, и решение примет вид

$$N = \frac{N_0 \cos^2\left(\sqrt{N_1(N_1 - N_0)}\tau\right)}{1 - \frac{N_0}{N_1} \sin^2\left(\sqrt{N_1(N_1 - N_0)}\tau\right)}, \quad (19)$$

с периодом $T = \frac{\pi}{\sqrt{N_1(N_1 - N_0)}}$.

Если же $N_2 = N_0$, $k^2 = 1$ и $N = N_0 = \text{const}$, то эволюция отсутствует.

Рассмотрение эволюции системы в зависимости от различных значений полуширины падающего импульса τ_0 показыва-

ет, что при малых значениях полуширины второго импульса эволюция системы является апериодической: плотность молекул резко увеличивается с нулевого значения до текущего значения параметра n_{20} / n_{10} . Если далее увеличивать полуширину импульса τ_0 , проявляется четко выраженное периодическое изменение плотности молекул в окрестности значения $t = 0$. При больших полуширинах τ_0 ($\tau_0 > 1$) возникают колебания плотности молекул до того, как импульс начинает действовать на систему с максимальной амплитудой. Таким образом, видно, что количество колебаний плотности молекул зависит не только от начальных плотностей частиц, но и от значений полуширины падающего импульса, что дает возможность управления динамикой атомно-молекулярной конверсии.

Дискретные значения моментов времени t_j , при которых плотность молекул достигает максимума, определяются выражением:

$$\sqrt{\pi n_{20} f_{20} (f_{10} - n_{10})} g \tau_0 \left[1 + \Phi(t_j / \tau_0) \right] = 4jK(k), \quad (20)$$

где k – модуль полного эллиптического интеграла, определенного в (12).

Плотность молекул оказывается равной нулю в дискретные моменты времени t_j , определяемые соотношением

$$\sqrt{\pi n_{20} f_{20} (f_{10} - n_{10})} g \tau_0 \left[1 + \Phi(t_j / \tau_0) \right] = 2(2j + 1)K(k). \quad (21)$$

Положение нулей и максимумов плотности молекул $N(t)$ существенно определяются начальными плотностями частиц n_{10} , n_{20} , f_{10} , амплитудой $C_{20} = \sqrt{f_{20}}$ и полушириной τ_0 второго импульса. Динамика плотности образующихся молекул $N(t)$ на временах, больших полуширины второго импульса $t > \tau_0$, определяется

предельным значением площади падающего импульса, и в зависимости от нее плотность молекул $N(t)$ совершает несколько колебаний и затем стремится к своему предельному значению.

Рассмотрим теперь эволюцию системы атомов и молекул при заданной форме и площади первого импульса $C_1 = C_{10} \cdot f(t)$ в случае отсутствия молекул в начальный момент времени. Тогда площадь этого импульса будет определяться интегралом $\tau = g \int_0^t C_1(t') dt'$. В этом приближении получаем три интеграла движения для плотностей атомов обоих сортов и плотности фотонов второго импульса

$$n_1 + N = n_{10}, \quad n_2 + N = n_{20}, \quad f_2 - N = f_{20}. \quad (22)$$

Решение задачи можно представить в квадратурах в виде эллиптического интеграла (9), где под знаком квадратного корня содержится полином четвертой степени вида

$$P(N) = N(n_{10} - N)(n_{20} - N)(f_{20} + N). \quad (23)$$

Допустим, что корни полинома $P(N) = 0$ расположены в порядке возрастания следующим образом: $-f_{20} < 0 < n_{20} < n_{10}$. В этом случае концентрация молекул будет осциллировать от нуля до значения меньшего положительного корня – в нашем случае это начальное значение плотности атомов второго сорта n_{20} .

Если на систему падает гауссов импульс:

$$C_2 = C_{20} e^{-t^2 / \tau_0^2},$$

тогда

$$\tau = \frac{\sqrt{\pi}}{2} g C_{20} \tau_0 \left[1 + \Phi\left(\frac{t}{\tau_0}\right) \right],$$

где $\Phi\left(\frac{t}{\tau_0}\right)$ – функция вероятности, τ_0 – полуширина гауссового импульса, и реше-

ние (9) для плотности молекул при соотношении начальных концентраций атомов $n_{10} > n_{20}$ будет выглядеть следующим образом:

$$N = \frac{f_{20} n_{20} \operatorname{sn}^2 \left(\sqrt{n_{20} (f_{20} + n_{10})} \tau \right)}{f_{20} + n_{20} \operatorname{cn}^2 \left(\sqrt{n_{20} (f_{20} + n_{10})} \tau \right)},$$

$$k^2 = \frac{n_{20} (n_{10} + f_{20})}{n_{10} (n_{20} + f_{20})}. \quad (24)$$

При равных начальных плотностях атомов $n_{10} = n_{20}$ решение имеет вид:

$$N = \frac{f_{20} n_{20} \operatorname{sh}^2 \left(\sqrt{n_{20} (f_{20} + n_{20})} \tau \right)}{n_{20} + f_{20} \operatorname{ch}^2 \left(\sqrt{n_{20} (f_{20} + n_{20})} \tau \right)}. \quad (25)$$

Полагая теперь равной нулю начальную плотность фотонов второго импульса f_{20} , а начальную плотность молекул отличной от нуля, интегралы движения определяются соотношениями

$$n_1 = N_0 + n_{10} - N, \quad n_2 = N_0 + n_{20} - N,$$

$$f_2 = N - N_0 \quad (26)$$

и плотность молекул изменяется в соответствии с решением:

$$N = \frac{N_0 (N_0 + n_{20})}{N_0 + n_{20} \operatorname{cn}^2 \left(\sqrt{n_{20} (N_0 + n_{10})} \tau \right)},$$

$$k^2 = \frac{n_{20} (n_{10} + N_0)}{n_{10} (n_{20} + N_0)}. \quad (27)$$

Если начальные плотности атомов равны, то

$$N = \frac{N_0 (N_0 + n_{20}) \operatorname{ch}^2 \left(\sqrt{n_{20} (N_0 + n_{20})} \tau \right)}{n_{20} + N_0 \operatorname{ch}^2 \left(\sqrt{n_{20} (N_0 + n_{20})} \tau \right)}. \quad (28)$$

Когда в начальный момент времени отсутствуют атомы второго сорта, а плот-

ности остальных частиц отличны от нуля, тогда решение для плотности молекул зависит от соотношения между начальными плотностями молекул и фотонов второго импульса. Если $N_0 > f_{20}$, то

$$N = \frac{N_0 \operatorname{dn}^2 \left(\sqrt{N_0 (f_{20} + n_{10})} \tau \right)}{1 - \frac{f_{20}}{f_{20} + n_{10}} \operatorname{sn}^2 \left(\sqrt{N_0 (f_{20} + n_{10})} \tau \right)},$$

$$k^2 = \frac{f_{20} (n_{10} + N_0)}{N_0 (n_{10} + f_{20})}. \quad (27)$$

При $N_0 = f_{20}$ периодическая эволюция сменяется аperiodической

$$N = \frac{N_0}{1 + \frac{n_{10}}{N_0 + n_{10}} \operatorname{sh}^2 \left(\sqrt{N_0 (N_0 + n_{10})} \tau \right)}. \quad (28)$$

При обратном соотношении $N_0 < f_{20}$

$$N = \frac{N_0 \operatorname{cn}^2 \left(\sqrt{f_{20} (N_0 + n_{10})} \tau \right)}{1 - \frac{N_0}{N_0 + n_{10}} \operatorname{sn}^2 \left(\sqrt{f_{20} (N_0 + n_{10})} \tau \right)},$$

$$k^2 = \frac{N_0 (n_{10} + f_{20})}{f_{20} (n_{10} + N_0)}. \quad (29)$$

Временная зависимость плотности молекул при действии на систему атомов и молекул заданного первого импульса гауссовой формы будет аналогична рис. 1. При равенстве начальных плотностей атомов обоих сортов n_{10} и n_{20} , как следует из (25), имеет место аperiodический режим эволюции. В окрестности $t = 0$ плотность молекул резко возрастает до максимально возможного значения, и далее эволюция завершается. Плотность образовавшихся молекул остается неизменной с течением времени. В случае неравенства начальных плотностей атомов первого и второго сорта $n_{10} \neq n_{20}$ эволюция плотности связанных атомов в молекулы отличается. В мак-

симуле падающего гауссового импульса плотность молекул достигает своего наибольшего значения и при дальнейшем его действии система некоторое время испытывает колебательный режим, затем, достигая насыщения, эволюция системы завершается, т. е. концентрация молекул не изменяется далее с течением времени. Уменьшение значения полуширины падающего импульса τ_0 способствует сглаживанию колебательного режима эволюции, дальнейшее уменьшение полуширины τ_0 до близких к нулю значений приведет к аperiодическому режиму.

Если рассматривать эволюцию системы атомов и молекул при воздействии на нее импульсов заданной площади, но имеющих не гауссову форму, получим сходную эволюцию во времени, при которой также будет присутствовать периодический и аperiодический режимы образования молекул.

Рассмотрим далее случай, когда оба импульса, действующие на систему атомов и молекул, не являются ультракороткими. Тогда амплитуды c_1 и c_2 полей этих импульсов будем считать заданными функциями времени и представим их в виде:

$$c_1 = \sqrt{f_{10}} \cdot F_1(t), \quad c_2 = \sqrt{f_{20}} \cdot F_2(t), \quad (30)$$

где $F_1(t)$ и $F_2(t)$ – огибающие этих импульсов, а f_{10} и f_{20} – плотности фотонов в максимумах первого и второго импульсов. В этом приближении удастся получить аналитические решения уравнений для плотностей атомов, молекул и разности фаз θ . Как и в предыдущем случае, введем переменную τ , аналогичную площади импульса, которая определяется интегралом

$$\tau = g\sqrt{f_{10}f_{20}} \int_{-\infty}^t F_1(t')F_2(t')dt'. \quad (31)$$

В (31) под знаком интеграла содержится произведение огибающих обоих импульсов. Функция $\tau(t)$ существенно определяется площадью перекрытия оги-

бающих импульсов. Считая эти импульсы гауссовыми: $F_1(t) = \exp(-t^2/\tau_1^2)$, $F_2(t) = \exp(-(t-t_0)^2/\tau_2^2)$, где τ_1 и τ_2 – полуширины этих импульсов, а t_0 – временная задержка между пиками обоих импульсов, для площади $\tau(t)$ получаем выражение

$$\tau(t) = \frac{\sqrt{\pi}}{2} g\sqrt{f_{10}f_{20}} \frac{\tau_1\tau_2}{\sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2}} e^{-t_0^2/(\tau_1^2 + \tau_2^2)} \times \left[1 + \Phi \left(t \frac{\sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2}}{\tau_1\tau_2} - \frac{t_0\tau_1}{\tau_2\sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2}} \right) \right], \quad (32)$$

где $\Phi(x)$ – функция вероятности. Переходя в (6) и (7) от t к τ , получаем интегралы движения для плотностей атомов и молекул

$$n_1 + N = n_{10}, \quad n_2 + N = n_{20} \quad (33)$$

и нелинейное дифференциальное уравнение, описывающее эволюцию плотности молекул

$$\frac{dN}{d\tau} = \pm 2\sqrt{N(n_{10} - N)(n_{20} - N) - n_{10}n_{20}\cos^2\theta_0}. \quad (34)$$

Полагая в (34) начальную разность фаз $\theta_0 = \pi/2$ и считая начальную плотность атомов первого сорта больше начальной плотности атомов второго сорта $n_{10} > n_{20}$, удастся найти решение дифференциального уравнения, описывающего плотность образующихся гетероядерных молекул:

$$N = n_{20} \operatorname{sn}^2(\sqrt{n_{10}} \tau). \quad (35)$$

В данном приближении при падении на систему двухуровневых атомов пары гауссовых импульсов с одинаковыми полу-

ширинами и неразнесенными во времени ($t_0 = 0$) эволюция системы характеризуется колебательным режимом только в области перекрытия импульсов. Видно (рис. 2), что если увеличить время задержки между импульсами или уменьшить полуширину импульсами или уменьшить полуширину хотя бы одного из импульсов, колебательный режим также будет наблюдаться только в области перекрытия импульсов.

Чем меньше площадь перекрытия падающих на систему атомов и молекул импульсов, тем меньше колебаний плотности молекул совершает система. После прохождения импульсов устанавливается стационарный режим и плотность молекул далее не изменяется со временем при

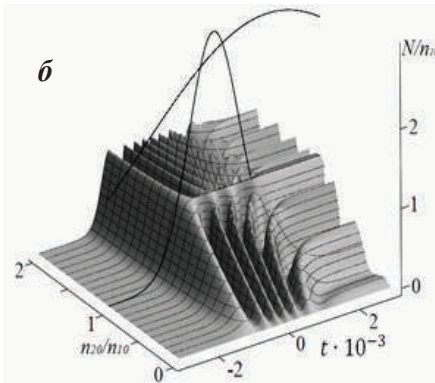
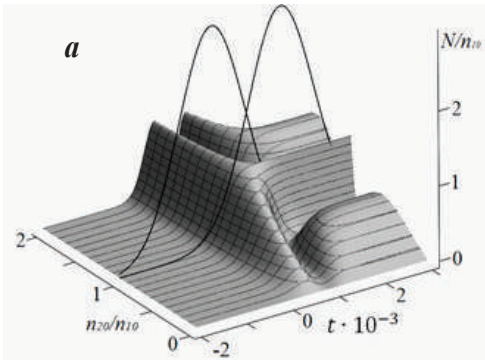


Рис. 2. Зависимость нормированной плотности молекул N/n_{10} от времени t и нормированной начальной плотности молекул n_{20}/n_{10} при $\theta_0 = \pi/2$; $n_{10} = 10^{14} \text{ см}^{-3}$;
 а) $t_0 = 1,5$; $\tau_1 = \tau_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$;
 б) $t_0 = 1,5$; $\tau_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; $\tau_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$

фиксированном значении нормированной плотности атомов n_{20}/n_{10} .

В зависимости от соотношения между начальными плотностями атомов возможно установление как максимальной плотности молекул, так их отсутствие.

Если рассмотреть процесс эволюции атомно-молекулярной конверсии при произвольных значениях разности фаз θ_0 , то можно получить решения, обозначив корни подкоренного выражения (34) в порядке возрастания $N_{\min} < N_{\max} < N_1$ и тогда

$$N = N_{\min} + (N_{\max} - N_{\min}) \times \times sn^2 \left(\pm \sqrt{(N_1 - N_{\min})} \tau + F(\varphi_0, k) \right). \quad (36)$$

Здесь $F(\varphi_0, k)$ – неполный эллиптический интеграл первого рода с модулем

$$k^2 = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{N_1 - N_{\min}}. \quad (37)$$

На рис. 3 представлен график зависимости нормированной плотности молекул от отношения начальных плотностей атомов и площади перекрытия участвующих в конверсии импульсов. Видно, что плотность молекул периодически изменяется при отличной от нуля площади импульсов и фикс-

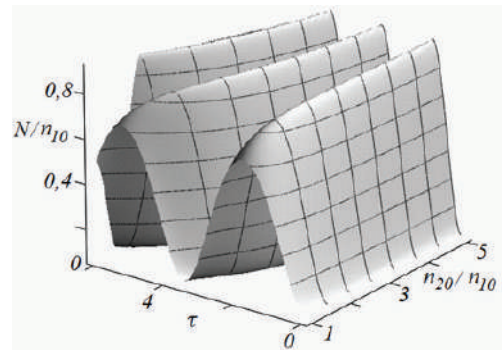


Рис. 3. Зависимость нормированной плотности молекул N/n_{10} от площади импульсов τ и нормированной начальной плотности молекул n_{20}/n_{10} при $\theta_0 = 5\pi/12$; $n_{10} = 10^{14} \text{ см}^{-3}$

сированном значении концентрации атомов. С увеличением плотности атомов амплитуда колебаний увеличивается. Видно, что при некоторых ненулевых значениях площади перекрытия падающих импульсов на выходе может иметь место нулевая плотность образующихся молекул. Таким образом, варьируя площади импульсов, можно управлять динамикой системы атомов и молекул.

При рассмотрении атомно-молекулярной динамики не учитывалась расстройка резонанса, которая может возникнуть между энергиями каждого из фотонов в обоих каналах и собственными частотами переходов в пределах каждого канала реакции. Отметим, что при ненулевых расстройках решения изменятся в пользу периодических осцилляций. Аперiodические решения могут исчезнуть. В работе рассмотрены пространственно-однородные решения, зависящие только от времени. Если учесть пространственно-временную эволюцию атомно-молекулярной системы, то осциллирующие во времени плотности частиц экспоненциально убывают с расстоянием от центра. В остальном результаты качественно будут совпадать с приведенными выше.

В заключение приведем экспериментальные результаты исследований двухфотонной фотоассоциативной спектроскопии гетероядерной молекулы $CsYb$ для измерения энергий связи окологороговых колебательных уровней основного состояния молекулы. В [23, с. 022707] сообщаются результаты для $^{133}Cs^{170}Yb$, $^{133}Cs^{173}Yb$ и $^{133}Cs^{174}Yb$, в каждом случае определялась энергия нескольких колебательных уровней, включая состояние с наименьшими связями. Подгоняя потенциал взаимодействия на основе расчетов электронной структуры к энергиям связи для всех трех изотопов найдено, что потенциал основного состояния поддерживает 77 колебательных уровней. Результаты очень многообещающие для симпатического охлаждения ^{171}Yb и для производства

квантово-вырожденных смесей. Приспособленный потенциал взаимодействия может быть использован для прогнозирования положения и ширины межвидовых резонансов Фешбаха. Магнитоассоциация с использованием этих предсказанных резонансов Фешбаха, за которыми следует STIRAP, является многообещающим путем к созданию ультрахолодных бозе-конденсированных молекул в основном состоянии.

Что касается практического применения бозе-конденсатов, то в работе [24, с. 023615] показано, как сильно взаимодействующие ультрахолодные бозонные газы в периодических потенциалах можно использовать в качестве проводников в цепи и как их можно использовать для построения атомных аналогов диодов и транзисторов с биполярным переходом. Отсюда незамедлительно вытекает реализация атомного усилителя. Атомный усилитель – это устройство, которое позволяет управлять большим атомным током. Транзистор, представленный в [24, с. 023615], непосредственно служит этой цели, поскольку небольшие изменения тока базы приводят к большим изменениям тока коллектора. Отсюда легко представить более сложные бистабильные устройства, которые используют перекрестную отрицательную обратную связь между двумя транзисторами. Во-первых, в случае атома запрещенная зона является результатом взаимодействий, а не статистики, как в электронике. Во-вторых, атомные токи сверхтекучие. Как следствие, соотношение между напряжением и током имеет значение бездиссипативного сопротивления. Дальнейшие различия возникают как в диодах, так и в транзисторах. В этом случае атомный диод не имеет обедненного слоя, то есть он не имеет энергетического барьера, зависящего от напряжения на соединении. Асимметрия на кривой ток-напряжение возникает в результате зависимости от знака напряжения переходов в изолирующую фазу. Как следствие,

атомы перемещаются от P к N в прямом смещении, а не как в электронике, от N к P . Из-за различий в поведении диода ток атомного коллектора в транзисторе течет от коллектора к базе, а ток эмиттера течет от базы к эмиттеру, то есть противоположно электронному потоку в NPN -транзисторе. Существенное различие в качественном поведении электронного и атомного транзистора обусловлено отрицательным коэффициентом усиления в атомном случае. Ток коллектора увеличивается с уменьшением тока базы. Ожидается, что это не повлияет на функциональность устройств, основанных на работе биполярных переходных транзисторов. Данные, представленные в [24, с. 023615], получены из расчетов для одномерной решетки. Этот выбор носит исключительно практический характер. Основные идеи также справедливы для двумерных и трехмерных кубических решеток и распространяются на другие геометрии решетки, которые совершают переходы между сверхтекучей и изолирующей фазами при изменениях химического потенциала. Таким образом, модель дает превосходное описание текущих экспериментов с ультрахолодными бозонными атомами в оптических решетках. Другие гамильтонианы могут предложить альтернативные способы проведения аналогии с электроникой. Естественным выбором для дальнейшего изучения являются гамильтонианы, описывающие бозоны локально, и гамильтонианы для фермионных газов.

Выводы

Таким образом, в приближении заданной площади одного из импульсов, либо обоих импульсов, имеющих произвольную форму (не дельтаобразные импульсы), удастся получить точные аналитические решения для плотности образующихся молекул путем введения площади пере-

крытия обоих импульсов либо площади одного из них. При этом временная эволюция атомов и молекул в процессе стимулированной рамановской конверсии двух бозе-атомов в гетеромолекулу существенно определяется начальными плотностями частиц и площадью перекрытия падающих импульсов либо площадью одного из них. Было продемонстрировано, что эволюция системы в зависимости от площади импульса может быть как периодической, так и аperiodической. Контроль за ходом реакции и уровнем производства молекул можно осуществлять вариацией площадей падающих импульсов и начальных плотностей материальных частиц.

Цитированная литература

1. **Хаджи, П. И.** Особенности динамики стимулированной рамановской атомно-молекулярной конверсии в смеси двух бозе-газов с образованием бозе-конденсированных гетероядерных молекул / П. И. Хаджи, А. П. Зинган. – Текст : непосредственный // ЖЭТФ. – 2011. – Т. 139. – С. 645–665.
2. **Зинган, А. П.** Динамика бозе-конденсированных ультрахолодных атомов и тримерных молекул с образованием атомно-молекулярных пар / А. П. Зинган, О. Ф. Васильева, П. И. Хаджи. – Текст : непосредственный // ЖЭТФ. – 2019. – Т. 156. – С. 843–852.
3. **Хаджи, П. И.** Образование бозе-конденсированных гомоядерных молекул под действием двух гауссовских импульсов / П. И. Хаджи, А. П. Зинган. – Текст : непосредственный // Вестник ПГУ. – 2014. – № 3(48). – С. 3–11.
4. **Зинган, А. П.** Особенности динамики стимулированной атомно-молекулярной конверсии с участием двух импульсов резонансного лазерного излучения и импульса микроволнового излучения в системе атомов одного сорта / А. П. Зинган, О. Ф. Васильева. – Текст : непосредственный // Вестник МГОУ. Серия Физика и Математика. – 2020. – №1. – С. 57–77.

5. **Burchianti, A. C.** Dual-species Bose-Einstein condensate of ^{41}K and ^{87}Rb in a hybrid trap / A. C. Burchianti. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2018. – № 98. – P. 063616.
6. **Wang, K.** Preparation of a heteronuclear two-atom system in the three-dimensional ground state in an optical tweezer / K. Wang. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2019. – № 100. – P. 063429.
7. **Lucioni, E.** Dysprosium dipolar Bose-Einstein condensate with broad Feshbach resonances / E. Lucioni. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2018. – № 97. – P. 060701.
8. **Voges, K.** Formation of ultracold weakly bound dimers of bosonic $^{23}\text{Na}^{39}\text{K}$ / K. Voges. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2020. – № 101. – P. 042704.
9. **Hood, J. D.** Multichannel interactions of two atoms in an optical tweezer / J.D. Hood. – Текст : непосредственный // *Physical Review Research*. – 2020. – № 2. – P. 023108.
10. **Gregory, P.** Loss of Ultracold $^{87}\text{Rb}^{133}\text{Cs}$ Molecules via Optical Excitation of Long-Lived Two-Body Collision Complexes / P. Gregory. – Текст : непосредственный // *Physical Review Letters*. – 2020. № 124. – P. 163402.
11. **Wang, X.** Observation of state-to-state hyperfine-changing collisions in a Bose-Fermi mixture of ^{6}Li and ^{41}K atoms / X. Wang. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2020. – № 101. – P. 041601.
12. **Wang, F.** Observation of resonant scattering between ultracold heteronuclear Feshbach molecules / F. Wang. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2019. – № 100. – P. 042706.
13. **Donsa, S.** Enhanced quantum spin fluctuations in a binary Bose-Einstein condensate: Observability of Anderson localization / S. Donsa. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2017. – № 96. – P. 043630.
14. **Liu, L.** Observation of Interference between Resonant and Detuned stirap in the Adiabatic Creation of $^{23}\text{Na}^{40}\text{K}$ Molecules / L. Liu. – Текст : непосредственный // *Physical Review Letters*. – 2019. – № 122. – P. 253201.
15. **Taglieber, M.** Quantum Degenerate Two-Species Fermi-Fermi Mixture Coexisting with a Bose-Einstein Condensate / M. Taglieber. – Текст : непосредственный // *Physical Review Letters*. – 2008. – № 100. – P. 010401.
16. **Chin, C.** Observation of Feshbach-like resonances in collisions between ultracold molecules / C. Chin. – Текст : непосредственный // *Physical Review Letters*. – 2005. – №. 94. – P. 123201.
17. **Guijarro, G.** Few-body bound states of two-dimensional bosons / G. Guijarro. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2020. – № 101. – P. 041602.
18. **Dey, A.** Interaction-induced instability and chaos in the photoassociative stimulated Raman adiabatic passage from atomic to molecular Bose-Einstein condensates / A. Dey. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2020. – № 101. – P. 053627.
19. **Jing, H.** Coherent generation of triatomic molecules from ultracold atoms / H. Jing. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2008. – № 77. – P. 043614.
20. **Tsukada, N.** Complete population transfer between two Bose-Einstein condensates induced by nonlinear laser coupling / N. Tsukada. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2000. – № 61. – P. 063602.
21. **Градштейн, И. С.** Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений : учебник / И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Москва : Наука, 1971. – 1125 с. – Текст : непосредственный.
22. **Корн, Г.** Справочник по математике для научных работников и инженеров : учебник / Г. Корн, Т. Корн. Москва : Наука, 1968. – 857 с. – Текст : непосредственный.
23. **Guttridge, A.** Two-photon photoassociation spectroscopy of CsYb: Ground-state interaction potential and interspecies scattering lengths / A. Guttridge. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2018. – № 98. – P. 022707.
24. **Seaman B.T.** Atomtronics: ultracold atom analogs of electronic devices / B.T. Seaman. – Текст : непосредственный // *Physical Review A*. – 2007. – № 75. – P. 023615.

КРИПТОАНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПОТОКОВЫХ ШИФРОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ n -АРНЫХ ГРУППОИДОВ, ОБРАТИМЫХ НА i -М МЕСТЕ

Н. Н. Малютина, В. А. Щербаков

Статья посвящена построению атак с помощью выбранного открытого и зашифрованного текста на шифры Марковского для n -арных группоидов обратимых на i -м месте. Показано, что атаки М. Войводы на шифр Марковского могут быть модифицированы на обобщенный шифр Марковского, основанный на таких группоидах.

Ключевые слова: криптоанализ, группоид, парастроф, алгоритм Марковского, ключ, открытый текст, шифротекст.

CRYPTANALYSIS OF SOME STREAM CIPHERS CONSTRUCTED ON THE BASIS OF n -ARY GROUPOIDS INVERSIBLE AT THE i -TH PLACE

N. N. Malyutina, V. A. Shcherbacov

The article has been devoted to the construction of attacks using the selected open and encrypted text on Markovsky ciphers for n -ary groupoids invertible in the i -th place. It has been shown that the attacks of M. Voivody on the Markovsky cipher can be modified to a generalized Markovsky cipher based on such groupoids.

Keywords: cryptanalysis, groupoid, parastroph, Markovski algorithm, key, plaintext, ciphertext.

Потоковые шифры являются важным классом алгоритмов шифрования. С их помощью шифруются символы открытого текстового сообщения по одному, причем используемое шифрование меняется со временем. Блочные шифры обычно используются для фиксированного шифрования группы символов текстового сообщения. Поэтому потоковые шифры обычно быстрее, чем блочные в аппаратном обеспечении и имеют менее сложную структуру. Они более уместны в случаях, когда буферизация ограничена, или же символы должны обрабатываться постепенно по мере их подачи в устройство [3, с. 191–216].

В настоящее время алгоритм Марковского и его обобщения являются одними из самых популярных алгоритмов, в кото-

рых используются потоковые шифры на основе квазигрупп. В [4, с. 13–28] авторы утверждают, что такие шифры устойчивы к атаке «грубой силы» (исчерпывающий поиск) и к статистическим атакам. У М. Войводы [5] доказано, что такой шифр неустойчив к атакам с помощью выбранного зашифрованного текста и с помощью выбранного открытого текста. Утверждается, что этот шифр неустойчив к особой статистической атаке (словацкий язык).

Существует несколько способов обобщения алгоритма Марковского. Наиболее очевидным способом является увеличение арности квазигруппы, т. е., вместо бинарных применяются n -арные ($n \geq 3$) квазигруппы. Этот способ был предложен в [1, с. 435–444; 6] и реализован в [7; 8, с. 27–34].

В этой статье мы займемся атаками на выбранный зашифрованный и открытый

текст, полученный при помощи обобщенного алгоритма Марковского с использованием n -арного группоида, который обратим на i -м месте. Бинарный аналог этой атаки описан для квазигрупп у М. Войводы [9, с. 54–56]. Основные понятия и определения можно найти в [10, с. 69–71].

Определение 1. n -арный группоид (Q, f) называется обратимым на i -м месте, $i=1, n$, если уравнение: $f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_n) = a_{n+1}$ разрешимо единственным образом для всех элементов $a_1, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_n, a_{n+1} \in Q$.

В этом случае операция

$${}^{(i, n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{n+1}, a_{i+1}, \dots, a_n) = x_i$$

также определяется единственным образом, и мы имеем:

$$f(a_1, \dots, a_{i-1}, {}^{(i, n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{n+1}, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n) = a_{n+1}$$

$${}^{(i, n+1)}f(a_1, \dots, a_{i-1}, f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_n), a_{i+1}, \dots, a_n) = x_i$$

Алгоритм 1. (Обобщенный алгоритм 1). Пусть Q – непустой конечный алфавит и k – натуральное число, $u_j, v_j \in Q, j \in \{1, \dots, k\}$. Определим n -арный группоид (Q, f) , который обратим на i -м месте. Ясно, что группоид $(Q, {}^{(i, n+1)}f)$ определяется единственным образом. Возьмем фиксированные элементы $l_1, l_2, \dots, l_{(n-1)^2}$, где $l_j \in Q$. Эти элементы называются лидерами. Пусть u_1, u_2, \dots, u_k – последовательность символов из Q или исходный открытый текст.

Для шифрования текста предлагается следующая процедура:

$$v_1 = f(l_1, \dots, l_{i-1}, u_1, l_i, \dots, l_{n-1}),$$

$$v_2 = f(l_n, \dots, l_{n+i-2}, u_2, l_{n+i-1}, \dots, l_{2n-2}),$$

...

$$v_{n-1} = f(l_{n^2-3n+3}, \dots, l_{n^2-3n+1+i}, u_{n-1}, l_{n^2-3n+2+i}, \dots, l_{(n-1)^2}),$$

$$v_n = f(v_1, \dots, v_{i-1}, u_n, v_i, \dots, v_{n-1}), \dots$$

В результате получаем следующий зашифрованный текст: $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}, v_n, \dots$. Алгоритм дешифрования строится способом, аналогичным бинарному случаю [1, с. 435–444; 11, с. 88–89]:

$$u_1 = {}^{(i, n+1)}f(l_1, \dots, l_{i-1}, v_1, l_i, \dots, l_{n-1}),$$

$$u_2 = {}^{(i, n+1)}f(l_n, \dots, l_{n+i-2}, v_2, l_{n+i-1}, \dots, l_{2n-2}),$$

...

$$u_{n-1} = {}^{(i, n+1)}f(l_{n^2-3n+3}, \dots, l_{n^2-3n+1+i}, v_{n-1}, l_{n^2-3n+2+i}, \dots, l_{(n-1)^2}),$$

$$u_n = {}^{(i, n+1)}f(v_1, \dots, v_{i-1}, v_n, v_i, \dots, v_{n-1}), \dots$$

Примеры работы алгоритма 1 можно найти в [12, с. 55–64].

Перейдем сначала к рассмотрению атак с помощью выбранного зашифрованного текста. Предполагаем, что криптоаналист имеет доступ к устройству дешифрования, загруженного с помощью некоторого ключа. Он может построить следующий текст и ввести его в устройство дешифрования:

$$q_1 q_1 \dots q_1 q_1 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_1 q_m \dots q_m q_m$$

$$q_2 q_1 \dots q_1 q_1 q_2 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_2 q_m \dots q_m q_m$$

$$q_3 q_1 \dots q_1 q_1 q_3 q_1 \dots q_1 q_2 \dots q_3 q_m \dots q_m q_m \dots$$

Для полной реконструкции таблицы значений операции ${}^{(i, n+1)}f$, а значит и таблицы значений операции f , достаточно будет на входе устройства подать $A = (n \cdot m^{n-1} + 1)(m - 1)$ символов для получения всех значений и $A - 1 = n \cdot m^{n-1} (m - 1) + (m - 2)$ символов, когда последнее значение находится методом исключения, где m – порядок, n – арность группоида.

Пример 1. Возьмем тернарный группоид (R_3, f) , $R_3 = \{0, 1, 2\}$, который определен над кольцом $(R_3, +, \cdot)$ классов вычетов по модулю 3, и который обратим на третьем месте. Тернарная операция f на множестве R_3 определяется как $f(x_1, x_2, x_3) = \alpha x_1 + \beta x_2 + x_3 = x_4$, где

$$\alpha_0 = 2, \alpha_1 = 2, \alpha_2 = 0,$$

$$\beta_0 = 1, \beta_1 = 1, \beta_2 = 1.$$

Обратная операция для $f(x_1, x_2, x_3) = \alpha x_1 + \beta x_2 + x_3 = x_4$ имеет вид:

$${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4) = x_3 = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + x_4$$

Проверим:

$$\begin{aligned} & {}^{(3,4)}f(x_1, x_2, f(x_1, x_2, x_3)) = \\ & = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + \alpha x_1 + \beta x_2 + x_3 = x_3. \end{aligned}$$

$$f(x_1, x_2, x_3) =$$

$$= \alpha x_1 + \beta x_2 + 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + x_3 = x_4.$$

В качестве элементов-лидеров используются следующие:

$$l_1 = 1, l_2 = 2, l_3 = 0, l_4 = 1.$$

Мы применим обобщенный алгоритм 1 [12, с. 55–64] и в устройство дешифрования введем следующий текст:

```
000001002010011012020021022
100101102110111112120121122
20
```

Таблица 1

Процесс и результат дешифрования

$u_1 = {}^{(3,4)}f(l_1, l_2, q_1) = {}^{(3,4)}f(1, 2, 0) = 0$	$u_{20} = {}^{(3,4)}f(2, 0, 2) = 1 - (23)$	$u_{39} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 0) = 0$
$u_2 = {}^{(3,4)}f(l_3, l_4, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0$	$u_{21} = {}^{(3,4)}f(0, 2, 0) = 0$	$u_{40} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 1) = 1$
$u_3 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 0) = 0 - (1)$	$u_{22} = {}^{(3,4)}f(2, 0, 0) = 0 - (19)$	$u_{41} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 1) = 1$
$u_4 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 0) = 0$	$u_{23} = {}^{(3,4)}f(0, 0, 2) = 2$	$u_{42} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 1) = 1 - (13)$
$u_5 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 0) = 0$	$u_{24} = {}^{(3,4)}f(0, 2, 1) = 1 - (8)$	$u_{43} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 1) = 1$
$u_6 = {}^{(3,4)}f(0, 0, 1) = 1 - (2)$	$u_{25} = {}^{(3,4)}f(2, 1, 0) = 2 - (21)$	$u_{44} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 1) = 1$
$u_7 = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0 - (3)$	$u_{26} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 2) = 2 - (14)$	$u_{45} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 2) = 2 - (15)$
$u_8 = {}^{(3,4)}f(1, 0, 0) = 0 - (10)$	$u_{27} = {}^{(3,4)}f(0, 2, 2) = 2 - (9)$	$u_{46} = {}^{(3,4)}f(1, 2, 1) = 1 - (17)$
$u_9 = {}^{(3,4)}f(0, 0, 2) = 2 - (5)$	$u_{28} = {}^{(3,4)}f(2, 2, 1) = 0 - (26)$	$u_{47} = {}^{(3,4)}f(2, 1, 2) = 1 - (24)$
$u_{10} = {}^{(3,4)}f(0, 2, 0) = 0 - (7)$	$u_{29} = {}^{(3,4)}f(2, 1, 0) = 2$	$u_{48} = {}^{(3,4)}f(1, 2, 0) = 0$
$u_{11} = {}^{(3,4)}f(2, 0, 1) = 0 - (20)$	$u_{30} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 0) = 0$	$u_{49} = {}^{(3,4)}f(2, 0, 1) = 0$
$u_{12} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0$	$u_{31} = {}^{(3,4)}f(0, 0, 1) = 1$	$u_{50} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 2) = 2$
$u_{13} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 0) = 0$	$u_{32} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0$	$u_{51} = {}^{(3,4)}f(1, 2, 1) = 1$
$u_{14} = {}^{(3,4)}f(0, 0, 1) = 1$	$u_{33} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 1) = 1$	$u_{52} = {}^{(3,4)}f(2, 1, 1) = 0$
$u_{15} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 1) = 1 - (4)$	$u_{34} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 1) = 1$	$u_{53} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 2) = 2$
$u_{16} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 0) = 0 - (12)$	$u_{35} = {}^{(3,4)}f(1, 1, 0) = 0$	$u_{54} = {}^{(3,4)}f(1, 2, 2) = 2 - (18)$
$u_{17} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 1) = 1 - (11)$	$u_{36} = {}^{(3,4)}f(1, 0, 2) = 2$	$u_{55} = {}^{(3,4)}f(2, 2, 2) = 1 - (27)$
$u_{18} = {}^{(3,4)}f(0, 1, 2) = 2 - (6)$	$u_{37} = {}^{(3,4)}f(0, 2, 1) = 1$	$u_{56} = {}^{(3,4)}f(2, 2, 0) = 2 - (25)$
$u_{19} = {}^{(3,4)}f(1, 2, 0) = 0 - (16)$	$u_{38} = {}^{(3,4)}f(2, 1, 1) = 0 - (22)$	

На выходе дешифрующего устройства мы получим следующие 56 символов: 000 001002000011012010021222020101102100 1111211002102212.

В итоге, для полной реконструкции таблицы значений операции ${}^{(3,4)}f$, а значит, и таблицы значений операции f достаточно

подать на входе 55 символов для тернарного группоида (56-й символ – необязательный, его можно найти методом исключения).

Зная таблицу значений обратной операции для ${}^{(3,4)}f(x_1, x_2, x_4) = x_3$, т. е. табл. 2, легко восстанавливается таблица значений операции $f(x_1, x_2, x_3) = x_4$ (табл. 3).

Таблица 2

Значения дешифрующей функции

№	Значение	№	Значение	№	Значение
(1)	${}^{(3,4)}f(0,0,0) = 0$	(10)	${}^{(3,4)}f(1,0,0) = 0$	(19)	${}^{(3,4)}f(2,0,0) = 2$
(2)	${}^{(3,4)}f(0,0,1) = 1$	(11)	${}^{(3,4)}f(1,0,1) = 1$	(20)	${}^{(3,4)}f(2,0,1) = 0$
(3)	${}^{(3,4)}f(0,0,2) = 2$	(12)	${}^{(3,4)}f(1,0,2) = 2$	(21)	${}^{(3,4)}f(2,0,2) = 1$
(4)	${}^{(3,4)}f(0,1,0) = 0$	(13)	${}^{(3,4)}f(1,1,0) = 0$	(22)	${}^{(3,4)}f(2,1,0) = 2$
(5)	${}^{(3,4)}f(0,1,1) = 1$	(14)	${}^{(3,4)}f(1,1,1) = 1$	(23)	${}^{(3,4)}f(2,1,1) = 0$
(6)	${}^{(3,4)}f(0,1,2) = 2$	(15)	${}^{(3,4)}f(1,1,2) = 2$	(24)	${}^{(3,4)}f(2,1,2) = 1$
(7)	${}^{(3,4)}f(0,2,0) = 0$	(16)	${}^{(3,4)}f(1,2,0) = 0$	(25)	${}^{(3,4)}f(2,2,0) = 2$
(8)	${}^{(3,4)}f(0,2,1) = 1$	(17)	${}^{(3,4)}f(1,2,1) = 1$	(26)	${}^{(3,4)}f(2,2,1) = 0$
(9)	${}^{(3,4)}f(0,2,2) = 2$	(18)	${}^{(3,4)}f(1,2,2) = 2$	(27)	${}^{(3,4)}f(2,2,2) = 1$

Таблица 3

Значения шифрующей функции

№	Значение	№	Значение	№	Значение
(1)	$f(0,0,0) = 0$	(10)	$f(1,0,0) = 0$	(19)	$f(2,0,0) = 1$
(2)	$f(0,0,1) = 1$	(11)	$f(1,0,1) = 1$	(20)	$f(2,0,1) = 2$
(3)	$f(0,0,2) = 2$	(12)	$f(1,0,2) = 2$	(21)	$f(2,0,2) = 0$
(4)	$f(0,1,0) = 0$	(13)	$f(1,1,0) = 0$	(22)	$f(2,1,0) = 1$
(5)	$f(0,1,1) = 1$	(14)	$f(1,1,1) = 1$	(23)	$f(2,1,1) = 2$
(6)	$f(0,1,2) = 2$	(15)	$f(1,1,2) = 2$	(24)	$f(2,1,2) = 0$
(7)	$f(0,2,0) = 0$	(16)	$f(1,2,0) = 0$	(25)	$f(2,2,0) = 1$
(8)	$f(0,2,1) = 1$	(17)	$f(1,2,1) = 1$	(26)	$f(2,2,1) = 2$
(9)	$f(0,2,2) = 2$	(18)	$f(1,2,2) = 2$	(27)	$f(2,2,2) = 0$

Чтобы понять ситуацию со взломом дешифрованного текста и лидерами, рассмотрим открытый текст вида: 201121= $u_1u_2u_3u_4u_5u_6$. Попробуем восстановить по этому тексту шифротекст, запущенный на дешифратор:

$$v_1 = f(l_1, l_2, u_1) = f(l_1, l_2, 2) = ?$$

$$v_2 = f(l_3, l_4, u_2) = f(l_3, l_4, 0) = ?$$

$$v_3 = f(v_1, v_2, u_3) = f(v_1, v_2, 1) = ?$$

$$v_4 = f(v_2, v_3, u_4) = f(v_2, v_3, 1) = ?$$

$$v_5 = f(v_3, v_4, u_5) = f(v_3, v_4, 2) = ?$$

$$v_6 = f(v_4, v_5, u_6) = f(v_4, v_5, 1) = ?$$

Анализируя полученные результаты с использованием табл. 3 значений функции f получим, что:

$$v_1 = f(*, *, 2) = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}, v_2 = f(*, *, 0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

и кроме этого: $f(*, *, 1) = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$.

Таким образом, мы получим следующие варианты дешифруемого текста (табл. 4).

Таблица 4

Возможные значения зашифрованного текста

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
2	1	$f(v_1, v_2, 1) =$ $= f(2, 1, 1) = 2$	$f(v_2, v_3, 1) =$ $= f(1, 2, 1) = 1$	$f(v_3, v_4, 2) =$ $= f(2, 1, 2) = 0$	$f(v_4, v_5, 1) =$ $= f(1, 0, 1) = 1$
0	0	$f(0, 0, 1) = 1$	$f(0, 1, 1) = 1$	$f(1, 1, 2) = 2$	$f(1, 2, 1) = 1$
2	0	$f(2, 0, 1) = 2$	$f(0, 2, 1) = 1$	$f(2, 1, 2) = 0$	$f(1, 0, 1) = 1$
0	1	$f(0, 1, 1) = 1$	$f(1, 1, 1) = 1$	$f(1, 1, 2) = 2$	$f(1, 2, 1) = 1$

Всего 4 варианта дешифрованного текста, из которых верным является третий вариант:

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
2	1	2	1	0	1
0	0	1	1	2	1
<u>2</u>	<u>0</u>	2	1	0	1
0	1	1	1	2	1

Значит определение искомого значения зашифрованного текста не представляет особой сложности.

Ситуация с лидерами обстоит в нашем примере следующим образом:

$$f(l_1, l_2, 2) = f(*, *, 2) = \begin{bmatrix} 2 - (6 \text{ различных наборов } l_1(0,1) \text{ и } l_2(0,1,2)) \\ 0 - (3 \text{ различных набора } l_1(2) \text{ и } l_2(0,1,2)) \end{bmatrix}$$

$$f(l_3, l_4, 0) = f(*, *, 0) = \begin{bmatrix} 1 - (3 \text{ различных набора } l_3(2) \text{ и } l_4(0,1,2)) \\ 0 - (6 \text{ различных наборов } l_3(0,1) \text{ и } (0,1,2)) \end{bmatrix}$$

Но вопрос об определении лидеров в этом случае теряет свою актуальность.

Различных наборов лидеров для тернарного группоида будет $9^2 = 81$. По существу, определение точных значений лидеров нам и не требуется.

Попробуем улучшить полученный результат, т. е. уменьшить число используемых символов.

Возьмем следующий текст, который будем называть модифицированным текстом:

$q_1 q_1 \dots q_1 q_2 q_2 \dots q_2 q_3 q_3 \dots q_3 \dots q_m q_m \dots q_m$
 $q_2 q_1 \dots q_1 q_3 q_2 \dots q_2 q_4 q_3 \dots q_3 \dots q_1 q_m \dots q_m$
 $q_1 q_2 \dots q_1 q_2 q_3 \dots q_2 q_3 q_4 \dots q_3 \dots q_m q_1 \dots q_m \dots$

Для n -арного группоида необходимое количество символов в модифицированной атаке составит: $\left(\frac{(n \cdot m^{n-1} + 1)(m-1)}{2} + 1 \right)$ для получения всех значений или $\frac{(n \cdot m^{n-1} + 1)(m-1)}{2}$, когда последнее значение находится методом исключения.

Пример 2. В условиях предыдущего примера в устройство дешифрования вводим следующий текст:

000111222
 100211022
 010121202
 00

На выходе получим данные (табл. 5).

Таблица 5

Процесс и результат дешифрования (модифицированным текстом)

$u_1 = {}^{(3,4)}f(l_1, l_2, q_1) = {}^{(3,4)}f(1, 2, 0) = 0$	$u_{16} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_2, q_1) = {}^{(3,4)}f(1, 1, 0) = 0 - (12)$
$u_2 = {}^{(3,4)}f(l_3, l_4, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0$	$u_{17} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_1, q_3) = {}^{(3,4)}f(1, 0, 2) = 2 - (14)$
$u_3 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 0) = 0 - (1)$	$u_{18} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_3, q_3) = {}^{(3,4)}f(0, 2, 2) = 2 - (9)$
$u_4 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_2) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 1) = 1 - (2)$	$u_{19} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_3, q_1) = {}^{(3,4)}f(2, 2, 0) = 2 - (25)$
$u_5 = {}^{(3,4)}f(q_1, q_2, q_2) = {}^{(3,4)}f(0, 1, 1) = 1 - (4)$	$u_{20} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_1, q_2) = {}^{(3,4)}f(2, 0, 1) = 0 - (20)$
$u_6 = {}^{(3,4)}f(q_2, q_2, q_2) = {}^{(3,4)}f(1, 1, 1) = 1 - (13)$	$u_{21} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_2, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 1, 0) = 0 - (3)$
$u_7 = {}^{(3,4)}f(q_2, q_2, q_3) = {}^{(3,4)}f(1, 1, 2) = 2 - (15)$	$u_{22} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_1, q_2) = {}^{(3,4)}f(1, 0, 1) = 1 - (11)$
$u_8 = {}^{(3,4)}f(q_2, q_3, q_3) = {}^{(3,4)}f(1, 2, 2) = 2 - (18)$	$u_{23} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_2, q_3) = {}^{(3,4)}f(0, 1, 2) = 2 - (6)$
$u_9 = {}^{(3,4)}f(q_3, q_3, q_3) = {}^{(3,4)}f(2, 2, 2) = 1 - (27)$	$u_{24} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_3, q_2) = {}^{(3,4)}f(1, 2, 1) = 1 - (17)$
$u_{10} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_3, q_2) = {}^{(3,4)}f(2, 2, 1) = 0 - (26)$	$u_{25} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_2, q_3) = {}^{(3,4)}f(2, 1, 2) = 1 - (24)$
$u_{11} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_2, q_1) = {}^{(3,4)}f(2, 1, 0) = 2 - (21)$	$u_{26} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_3, q_1) = {}^{(3,4)}f(1, 2, 0) = 0 - (16)$
$u_{12} = {}^{(3,4)}f(q_2, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(1, 0, 0) = 0 - (10)$	$u_{27} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_1, q_3) = {}^{(3,4)}f(2, 0, 2) = 1 - (23)$
$u_{13} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_1, q_3) = {}^{(3,4)}f(0, 0, 2) = 2 - (5)$	$u_{28} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_3, q_1) = {}^{(3,4)}f(0, 2, 0) = 0 - (7)$
$u_{14} = {}^{(3,4)}f(q_1, q_3, q_2) = {}^{(3,4)}f(0, 2, 1) = 1 - (8)$	$u_{29} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_1, q_1) = {}^{(3,4)}f(2, 0, 0) = 0 - (19)$
$u_{15} = {}^{(3,4)}f(q_3, q_2, q_2) = {}^{(3,4)}f(2, 1, 1) = 0 - (22)$	

На выходе дешифрующего устройства мы получим следующие 29 символов: 00011122102021002220012110100.

Таким образом, для полной реконструкции таблицы значений операции $f^{(3,4)}$ (табл. 2), а значит, и таблицы значений операции f (табл. 3) достаточно подать на входе 28 символов для тернарного группоида. Этот текст имеет минимальную длину в случае тернарного группоида.

Для модифицированной атаки выявлен минимальный набор подаваемых на входе символов: $m^n + (n-1)$, где m – порядок n -арного группоида.

Посмотрим, что будет происходить для атак с помощью выбранного открытого текста. Теперь считаем, что криптоаналист имеет доступ к устройству шифрования, загруженного с помощью некоторого ключа.

Пример 3. Рассмотрим атаку открытым текстом для примера 1. На входе шифрующего устройства подаем следующий текст:

```
000 001 002 010 011 012 020 021 022
100 101 102 110 111 112 120 121 122
200 201 202 210 211 212
```

Таблица 6

Процесс и результат шифрования

$v_1 = f(l_1, l_2, u_1) = f(l_1, l_2, q_1) = f(1, 2, 0) = 0$
$v_2 = f(l_3, l_4, u_2) = f(l_3, l_4, q_1) = f(0, 1, 0) = 0$
$v_3 = f(v_1, v_2, u_3) = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0 - (1)$
$v_4 = f(v_2, v_3, u_4) = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_5 = f(v_3, v_4, u_5) = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_6 = f(v_4, v_5, u_6) = f(0, 0, q_2) = f(0, 0, 1) = 1 - (2)$
$v_7 = f(v_5, v_6, u_7) = f(0, 1, q_1) = f(0, 1, 0) = 0 - (3)$
$v_8 = f(v_7, v_8, u_8) = f(1, 0, q_1) = f(1, 0, 0) = 0 - (10)$
$v_9 = f(v_8, v_9, u_9) = f(0, 0, q_3) = f(0, 0, 2) = 2 - (5)$
$v_{10} = f(v_9, v_{10}, u_{10}) = f(0, 2, q_1) = f(0, 2, 0) = 0 - (7)$
$v_{11} = f(2, 0, q_2) = f(2, 0, 1) = 2 - (20)$
$v_{12} = f(0, 2, q_1) = f(0, 2, 0) = 0$
$v_{13} = f(2, 0, q_1) = f(2, 0, 0) = 1 - (19)$
$v_{14} = f(0, 1, q_2) = f(0, 1, 1) = 1 - (4)$
$v_{15} = f(1, 1, q_2) = f(1, 1, 1) = 1 - (13)$
$v_{16} = f(1, 1, q_1) = f(1, 1, 0) = 0 - (12)$
$v_{17} = f(1, 0, q_2) = f(1, 0, 1) = 1 - (11)$

$v_{18} = f(0, 1, q_3) = f(0, 1, 2) = 2 - \mathbf{(6)}$
$v_{19} = f(1, 2, q_1) = f(1, 2, 0) = 0 - \mathbf{(16)}$
$v_{20} = f(2, 0, q_3) = f(2, 0, 2) = 0 - \mathbf{(23)}$
$v_{21} = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_{22} = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_{23} = f(0, 0, q_3) = f(0, 0, 2) = 2$
$v_{24} = f(0, 2, q_2) = f(0, 2, 1) = 1 - \mathbf{(8)}$
$v_{25} = f(2, 1, q_1) = f(2, 1, 0) = 1 - \mathbf{(21)}$
$v_{26} = f(1, 1, q_3) = f(1, 1, 2) = 2 - \mathbf{(15)}$
$v_{27} = f(1, 2, q_3) = f(1, 2, 2) = 2 - \mathbf{(18)}$
$v_{28} = f(2, 2, q_2) = f(2, 2, 1) = 2 - \mathbf{(26)}$
$v_{29} = f(2, 2, q_1) = f(2, 2, 0) = 1 - \mathbf{(25)}$
$v_{30} = f(2, 1, q_1) = f(2, 1, 0) = 1$
$v_{31} = f(1, 1, q_2) = f(1, 1, 1) = 1$
$v_{32} = f(1, 1, q_1) = f(1, 1, 0) = 0$
$v_{33} = f(1, 0, q_2) = f(1, 0, 1) = 1$
$v_{34} = f(0, 1, q_2) = f(0, 1, 1) = 1$
$v_{35} = f(1, 1, q_1) = f(1, 1, 0) = 0$
$v_{36} = f(1, 0, q_3) = f(1, 0, 2) = 2 - \mathbf{(14)}$
$v_{37} = f(0, 2, q_2) = f(0, 2, 1) = 1$
$v_{38} = f(2, 1, q_2) = f(2, 1, 1) = 2 - \mathbf{(22)}$
$v_{39} = f(1, 2, q_1) = f(1, 2, 0) = 0$
$v_{40} = f(2, 0, q_2) = f(2, 0, 1) = 2$

$v_{41} = f(0, 2, q_2) = f(0, 2, 1) = 1$
$v_{42} = f(2, 1, q_2) = f(2, 1, 1) = 2$
$v_{43} = f(1, 2, q_2) = f(1, 2, 1) = 1 - (17)$
$v_{44} = f(2, 1, q_2) = f(2, 1, 1) = 2$
$v_{45} = f(1, 2, q_3) = f(1, 2, 2) = 2$
$v_{46} = f(2, 2, q_2) = f(2, 2, 1) = 2$
$v_{47} = f(2, 2, q_3) = f(2, 2, 2) = 0 - (27)$
$v_{48} = f(2, 0, q_1) = f(2, 0, 0) = 1$
$v_{49} = f(0, 1, q_2) = f(0, 1, 1) = 1$
$v_{50} = f(1, 1, q_3) = f(1, 1, 2) = 2$
$v_{51} = f(1, 2, q_2) = f(1, 2, 1) = 1$
$v_{52} = f(2, 1, q_2) = f(2, 1, 1) = 2$
$v_{53} = f(1, 2, q_3) = f(1, 2, 2) = 2$
$v_{54} = f(2, 2, q_3) = f(2, 2, 2) = 0$
$v_{55} = f(2, 0, q_3) = f(2, 0, 2) = 0$
$v_{56} = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_{57} = f(0, 0, q_1) = f(0, 0, 0) = 0$
$v_{58} = f(0, 0, q_3) = f(0, 0, 2) = 2$
$v_{59} = f(0, 2, q_1) = f(0, 2, 0) = 0$
$v_{60} = f(2, 0, q_2) = f(2, 0, 1) = 2$
$v_{61} = f(0, 2, q_3) = f(0, 2, 2) = 2 - (9)$
$v_{62} = f(2, 2, q_1) = f(2, 2, 0) = 1$
$v_{63} = f(2, 1, q_3) = f(2, 1, 2) = 0 - (24)$ - не обязательный

На выходе шифрующего устройства мы получим следующие 63 символа:

000001002020111012000021122211101
102120212122201121220000202210

Причем для восстановления таблицы значений операции f (табл. 3) достаточно будет 61 символа, а последний найдется методом исключения.

Таким образом, для полной реконструкции таблицы значений операции f , а значит, и таблицы значений операции ${}^{(3,4)}f$ достаточно подать на входе 61 символ для тернарного группоида, а для получения всех 27 значений функции f – 63 символа. Возникает вопрос для n -арных группоидов: каковы границы варьирования количества проверочных символов, и зависят ли они от используемых лидеров. Каковы условия подбора минимального количества требуемых проверочных символов для реконструкции таблицы значений операции f . Эти вопросы остаются открытыми и требуют дальнейшего исследования.

Чтобы понять ситуацию с расшифровкой имеющегося у нас текста и разобраться с лидерами, рассмотрим шифротекст: 202101. Попробуем восстановить по этому тексту исходный открытый текст, предполагая, что таблица значений шифрующей и дешифрующей функции взломаны (табл. 3 и табл. 2):

$$u_1 = {}^{(3,4)}f(l_1, l_2, v_1) = {}^{(3,4)}f(l_1, l_2, 2) = ?$$

$$u_2 = {}^{(3,4)}f(l_3, l_4, v_2) = {}^{(3,4)}f(l_3, l_4, 0) = ?$$

$$u_3 = {}^{(3,4)}f(v_1, v_2, v_3) = {}^{(3,4)}f(2, 0, 2) = 1$$

$$u_4 = {}^{(3,4)}f(v_2, v_3, v_4) = {}^{(3,4)}f(0, 2, 1) = 1$$

$$u_5 = {}^{(3,4)}f(v_3, v_4, v_5) = {}^{(3,4)}f(2, 1, 0) = 2$$

$$u_6 = {}^{(3,4)}f(v_4, v_5, v_6) = {}^{(3,4)}f(1, 0, 1) = 1$$

Анализируя полученные результаты с использованием таблицы значений функ-

ции ${}^{(3,4)}f$ получим следующее: однозначно определяются все элементы открытого текста, кроме первых двух (в которых фигурируют лидеры). Для первых двух элементов имеем:

$${}^{(3,4)}f(*, *, 2) = \begin{cases} 2 - (\text{6 различных наборов лидеров}) \\ 1 - (\text{3 различных набора лидеров}) \end{cases}$$

$${}^{(3,4)}f(*, *, 0) = \begin{cases} 2 - (\text{3 различных набора лидеров}) \\ 0 - (\text{6 различных наборов лидеров}) \end{cases}$$

Возможных значений зашифрованного текста будет: $2^2 = 4$ варианта. А именно: 221121, 201121, 121121, 101121.

Таким образом, первые два элемента однозначно не взламываются. Вопрос об определении лидеров в этом случае состоит в переборе $9^2 = 81$ варианта.

Для n -арного группоида в открытом тексте длины k первые $(n-1)$ символов не взламываются, остальные определяются однозначно. Лидеры определить можно только с помощью перебора всех возможных комбинаций. Таким образом, точное определение значений лидеров в данном примере – достаточно сложная задача.

Возможное число вариантов открытого и зашифрованного текстов в обоих случаях одинаковое. Будет ли так всегда, можно выяснить при проверке.

Посмотрим, что произойдет для 4-арного случая.

Пример 4. Возьмем 4-арный группоид (R_3, f) , $R_3 = \{0, 1, 2\}$, который определен над кольцом $(R_3, +, \cdot)$ классов вычетов по модулю 3, и который обратим на 4-м месте. 4-арная операция f на множестве R_3 определяется как:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 + x_4 = x_5,$$

где

$$\alpha_0 = 2, \quad \alpha_1 = 2, \quad \alpha_2 = 0,$$

$$\beta_0 = 1, \quad \beta_1 = 2, \quad \beta_2 = 0,$$

$$\gamma_0 = 1, \quad \gamma_1 = 1, \quad \gamma_2 = 2.$$

Обратная операция для f имеет вид:

$$\begin{aligned} & {}^{(4,5)}f(x_1, x_2, x_3, x_5) = x_4 = \\ & = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + 2 \cdot \gamma x_3 + x_5 \end{aligned}$$

Проверим:

$$\begin{aligned} & {}^{(4,5)}f(x_1, x_2, x_3, x_5) = \\ & = {}^{(4,5)}f(x_1, x_2, x_3, f(x_1, x_2, x_3, x_4)) = \\ & = 2 \cdot \alpha x_1 + 2 \cdot \beta x_2 + 2 \cdot \gamma x_3 + \\ & + \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 + x_4 = x_4 \\ & f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \\ & = f(x_1, x_2, x_3, {}^{(4,5)}f(x_1, x_2, x_3, x_5)) = \\ & = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma x_3 + 2 \cdot \alpha x_1 + \\ & + 2 \cdot \beta x_2 + 2 \cdot \gamma x_3 + x_5 = x_5 \end{aligned}$$

В качестве элементов-лидеров используются следующие элементы:

$$\begin{aligned} l_1 = 0, \quad l_2 = 1, \quad l_3 = 2, \quad l_4 = 1, \\ l_5 = 0, \quad l_6 = 2, \quad l_7 = 1, \quad l_8 = 1, \quad l_9 = 0. \end{aligned}$$

В устройство дешифрования введем следующий текст:

0000 0001 0002 0010 0011 0012 0020 0021 0022
0100 0101 0102 0110 0111 0112 0120 0121 0122
0200 0201 0202 0210 0211 0212 0220 0221 0222
1000 1001 1002 1010 1011 1012 1020 1021 1022
1100 1101 1102 1110 1111 1112 1120 1121 1122
1200 1201 1202 1210 1211 1212 1220 1221 1222

На выходе дешифрующего устройства мы получим следующие 218 символов:

2111111210200221022201002000210120121
010221121221020102112020102020001112
102100012110112011000212221202222002
202210020111212121011210021012200002
0010202011020112012222011201221110201
202021220211001101101202120010022101.

Подробные выкладки и значения используемых функций мы опускаем. Этот и другие примеры атак с подробными описаниями можно найти в работах [13, с. 35–41; 14, с. 251–268].

Таким образом, для полной реконструкции таблицы значений операции ${}^{(4,5)}f$, а значит, и таблицы значений операции f достаточно подать на входе 218 символов для 4-арного группоида (218-й символ – необязательный, находится методом исключения). Зная таблицу значений обратной операции для ${}^{(4,5)}f$, легко восстанавливается таблица значений операции f .

Если рассмотреть атаку с помощью выбранного открытого текста для примера 4, то ситуация будет следующая: даже после полного прогона всех 324 символов удастся восстановить только 78 значений функции f из 81. Т. е. полная реконструкция всей таблицы значений шифрующей функции невозможна для данного примера.

Если же мы рассмотрим атаки текстом, полученным при помощи обобщенного алгоритма 2 [12, с. 55–64], то сразу возникает вопрос: какие степени трансляций используются в алгоритме для шифрования и дешифровки? Ответить на этот вопрос не представляется возможным, а значит, и взломать такой шифр крайне трудно. Последнее свидетельствует о намного большей стойкости второго обобщенного алгоритма, по сравнению с первым.

Мы рассмотрели некоторые виды атак на шифр Марковского с помощью открытых и зашифрованных текстов. Таким образом, для полного восстановления таблицы значений операции ${}^{(i,n+1)}f$ и, следовательно, таблицы значений операции f , достаточно на входе подать: $A = (n \cdot m^{n-1} + 1)(m - 1)$ символов, чтобы получить все значения функции. Для модифицированной атаки выявлен минимальный набор подаваемых на входе символов: $m^n + (n - 1)$, где m – порядок, n – арность используемого группоида. Это наиболее важные результаты проведенной работы. Другие примеры атак можно найти в работах [13, с. 35–41; 14, с. 251–268].

Что касается атак с помощью выбранного открытого текста, то можно было установить нижнее предельное значение необходимых символов для восстановления таблицы значений функции f . Но остается вопрос, какой текст подавать на вход шифровального устройства, чтобы не превысить необходимый минимум символов, и всегда ли это будет возможно? На эти вопросы еще предстоит ответить.

Следующим шагом нашего исследования будет построение аналога схемы Эль-Гамала на основе алгоритма Марковского.

Цитированная литература

1. **Shcherbacov, V. A.** Elements of Quasigroup Theory and Applications. CRC Press, Boca Raton, 2017. – P. 435–444.
2. **S. Markovski and D. Gligoroski and S. Andova.** Using quasigroups for one-one secure encoding, Proc. VIII Conf. Logic and Computer Science “LIRA’97”, Novi Sad, 1997. – P. 157–167.
3. **A.J. Menezes, P.C. Van Oorschot, and S.A. Vanstone.** Handbook of Applied Cryptography. CRC Press, Boca Raton, FL, 1997. – P. 191–216.
4. **S. Markovski, D. Gligoroski, and V. Bakeva.** Quasigroup string processing: Part 1. Contributions, Sec. Math. Tech. Sci., MANU, XX(1-2): p. 13–28, 1999.
5. **Vojvoda, M.** Stream ciphers and hash functions - analysis of some new design approaches. PhD thesis, Slovak University of Technology, July, 2004.
6. **V. A. Shcherbacov.** Quasigroups in cryptography, 21 Jul 2010, 31 p. – URL : <https://arxiv.org/pdf/1007.3572.pdf>.
7. **Adrian Petrescu.** Applications of quasigroups in cryptography. In Inter disciplinarity in Engineering Scientific International Conference Tg. Mures-Romania, 15-16, November 2007. – URL: http://www.inter-eng.umfst.ro/2007/Papers/Section6/16-Petrescu-Quasigroups_pVI-16-1_5.pdf.
8. **A. Petrescu.** n -Quasigroup cryptographic primitives: Stream ciphers. Studia Univ. Babeş-Bolyai, Informatica, LV(2). – P. 27–34, 2010.
9. **Vojvoda, M.** Attacks on a File Encryption System Based on Quasigroup, Proceedings of Elitech 2003, FEI STU Bratislava, 2003. – P. 54–56. – URL: <https://www.ecrypt.eu.org/stream/papersdir/2007/032.pdf>.
10. **Vojvoda, M.** Cryptanalysis of a file encoding system based on quasigroup, J. Electrical Engineering, 54(2003). – P. 69–71.
11. **V. A. Shcherbacov, N. N. Malyutina.** Role of quasigroups in cryptosystems. Generalization of Markovski algorithm. International Conference on Mathematics, Informatics and Information Technologies dedicated to the Illustrious Scientists Valentin Belousov, April 19 - April 21, 2018, Balti, Communications, 2018. – P. 88–89.
12. **Щербаков В. А.** Роль квазигрупп в криптосистемах. Обобщение алгоритма Марковского / В. А. Щербаков, Н. Н. Малютина. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестровского университета Серия: Физико-математические и технические науки. – 2019. – №3(63). – С. 55–64.
13. **N. Malyutina.** Cryptanalysis of some stream ciphers based on n -ary groupoids. Материалы Научной конференции докторантов (с международным участием) IX выпуск, том I, Кишинев, 10 июня, 2020, Государственный Университет «Дмитрия Кантемира». – 2020. – с. 35–41.
14. **Malyutina, N. N.** Cryptanalysis of some stream ciphers based on n -ary groupoids. Quasigroups and Related Systems 28 (2020). – P. 251–268. – URL: http://www.quasigroups.eu/contents/download/2020/28_21.pdf.

ЭЛАСТИЧНЫЕ КВАЗИГРУППЫ

И. А. Флоря, Н. Н. Дидурик

Исследованы квазигруппы с эластичным законом, а также изотопы этих квазигрупп. Найдено условие, когда лупа, изотопная эластичной квазигруппе будет эластичной лупой, а также, когда квазигруппа, изотопная квазигруппе с правой (левой) единицей будет эластичной квазигруппой. Получены различные тождества и исследованы квазигруппы с этими тождествами. Предложены различные примеры данных квазигрупп.

Ключевые слова: эластичные квазигруппы, лупа, изотоп, единица, группа, лупа Муфанг.

ELASTIC QUASIGROUPS

I. A. Florya, N. N. Didurik

In this article, quasigroups with elastic law, as well as isotopes of these quasigroups, have been investigated. A condition has been found when a loop isotopic to an elastic quasi-group will be an elastic loop, and also when a quasi-group isotopic to a quasi-group with a right (left) unit will be an elastic quasi-group. Various identities have been obtained and quasi-groups with these identities have been investigated. Various examples of these quasigroups have been proposed.

Keywords: elastic quasi-groups, loop, isotope, unit, group, Moufang loop.

Множество Q с бинарной операцией A называется *группоидом* и обозначается (Q, A) . Если операция обозначена знаком, например „ \cdot ” или „ \circ ”, будем писать (Q, \cdot) или (Q, \circ) . Следовательно, на множестве Q имеется столько группоидов, сколько существует различных операций. Считаем, что операции A и B , определенные на множестве Q , совпадают, если $A(a, b) = B(a, b)$, для любых $a, b \in Q$. Число элементов множества Q называется *порядком группоида* (Q, A) .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1. Бинарный группоид (Q, \circ) называется *квазигруппой*, если для любой упорядоченной пары $(a, b) \in Q^2$ существуют единственные решения $x, y \in Q$ для уравнений $x \circ a = b$ и $a \circ y = b$.

Это определение эквивалентно следующему: группоид (Q, A) называется ква-

зигруппой, если любыми двумя элементами равенства $A(a, b) = c$ определяется однозначно третий.

Существует еще одно определение квазигруппы:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2. Группоид (Q, \cdot) называется квазигруппой, если в этом множестве Q существуют операции „ \backslash ” и „ $/$ ” такие, что в алгебре $(Q, \cdot, \backslash, /)$ выполняются тождества

1. $x \cdot (x \backslash y) = y$,
2. $(y / x) \cdot x = y$,
3. $x \backslash (x \cdot y) = y$,
4. $(y \cdot x) / x = y$.

Пусть (Q, \cdot) квазигруппа [1].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3. Элемент $f \in Q$ является *левой единицей* в (Q, \cdot) тогда и только тогда, когда $f \cdot x = x$ для любого $x \in Q$.

Элемент $e \in Q$ является *правой единицей* в (Q, \cdot) тогда и только тогда, когда $x \cdot e = x$ для любого $x \in Q$.

Элемент $e \in Q$ является *единицей* в (Q, \cdot) тогда и только тогда, когда является и правой, и левой единицей [1, 2].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 4. Квазигруппа является *левой (правой) лупой*, если имеет левую (правую) единицу. Квазигруппа является *лупой*, если имеет и правую единицу, и левую.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 5. Квазигруппу (Q, \cdot) назовем *эластичной*, если в (Q, \cdot) имеет место эластичный закон

$$x \cdot ux = xu \cdot x, \quad (1)$$

для любого $x \in Q$ [2].

Пример 1. Группа, лупа Муфанг, леводистрибутивная квазигруппа, праводистрибутивная квазигруппа, дистрибутивная квазигруппа.

ТЕОРЕМА 1. В любой эластичной квазигруппе (Q, \cdot) имеет место

$$e_x = f_x, \quad (2)$$

для любого $x \in Q$, где $f_x \cdot x = x \cdot e_x = x$.

Доказательство. $x \cdot f_x x = x f_x \cdot x, xx = x f_x \cdot x, x = x f_x, f_x = e_x.$ □

ТЕОРЕМА 2. Любая коммутативная квазигруппа (Q, \cdot) является эластичной квазигруппой.

Доказательство. $xu \cdot x = x \cdot xu = x \cdot ux.$ □

ТЕОРЕМА 3. Лупа (Q, \circ) , изотопная эластичной квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид

$$x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} y, \quad (3)$$

для любых $x, y \in Q$, будет эластичной лупой тогда и только тогда, когда в (Q, \cdot) выполняется равенство

$$\begin{aligned} x \cdot L_b^{-1} (y \cdot L_b^{-1} (xa)) &= \\ &= R_a^{-1} (x \cdot L_b^{-1} (ya)) \cdot L_b^{-1} (xa), \end{aligned} \quad (4)$$

для любых $x, y \in Q$.

Доказательство. Пусть в (Q, \circ) имеет место эластичный закон $(x \circ y) \circ x = x \circ (y \circ x)$. Тогда, на основании (3), получаем $R_a^{-1} (R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} y) \cdot L_b^{-1} x = R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} (R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} x)$.

Теперь совершаем подстановки $x \rightarrow xa, y \rightarrow ya$ и получаем $x \cdot L_b^{-1} (y \cdot L_b^{-1} (xa)) = R_a^{-1} (x \cdot L_b^{-1} (ya)) \cdot L_b^{-1} (xa)$. Получили (4).

Обратно. Пусть дано (4). На основании (3), в (4) переходим от операции “ \cdot ” к операции “ \circ ”:

$$\begin{aligned} R_a x \circ (R_a y \circ R_a x) &= \\ &= (R_a x \circ R_a y) \circ R_a x, x \circ (y \circ x) = (x \circ y) \circ x. \square \end{aligned}$$

Примечание. На основании теоремы 3, возникает задача: изучить квазигруппу (Q, \cdot) с тождеством

$$\begin{aligned} x \cdot L_z^{-1} (y \cdot L_z^{-1} (xt)) &= \\ &= R_t^{-1} (x \cdot L_z^{-1} (yt)) \cdot L_z^{-1} (xt), \forall x, y, z, t \in Q. \end{aligned} \quad (5)$$

На основании теоремы 3, любая лупа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) с тождеством (5), является эластичной лупой.

Квазигруппы (Q, \cdot) с тождеством (5) составляют новый класс квазигрупп, который содержит все квазигруппы, изотопные группам, лупам Муфанг, так как группы и лупы Муфанг – эластичные.

Пример 2. Пусть (Q, \cdot) является абелевой группой. (Q, \circ) – эластичная квазигруппа, изотопная группе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = x^{-1} \cdot y^{-1}$.

Квазигруппа (Q, \circ) – эластичная, и выполняется тождество (5).

Примечание. Любая лупа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) с тождеством

(5), является эластичной, но сама квазигруппа (Q, \cdot) не всегда эластична.

Пример 3. Пусть (Q, \cdot) является группой. Изучаем изотоп (Q, \circ) этой группы (Q, \cdot) , где $x \circ y = x^{-1} \cdot y$. В квазигруппе (Q, \circ) выполняется тождество (5), а эластичный закон не выполняется. Квазигруппа (Q, \circ) имеет только левую единицу $e \circ y = y$, где e – единица группы, $x \circ e = x^{-1}$. В эластичной квазигруппе имеет место $e_x = f_x$.

ТЕОРЕМА 4. Если квазигруппа с тождеством (5) имеет единицу, то она является эластичной квазигруппой, и любая лупа, изотопная ей, тоже является эластичной лупой с тем же тождеством (5).

Доказательство. В тождество (5) ставим $z = t = e$ и получаем $x(yx) = (xy)x$, $\forall x, y \in Q$.

Пусть лупа (Q, \circ) , изотопная эластичной лупе (Q, \cdot) с тождеством (5), задана равенством $x \circ y = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y$, $\forall x, y \in Q$. Убедимся, что в лупе (Q, \circ) имеет место тождество (5).

В тождестве (5) переходим от операции “ \cdot ” к операции “ \circ ”:

$$\begin{aligned} R_a x \circ L_b L_z^{-1} (R_a y \circ L_b L_z^{-1} (R_a x \circ L_b t)) &= \\ = R_a R_t^{-1} (R_a x \circ L_b L_z^{-1} (R_a y \circ L_b t)) \circ & \\ \circ L_b L_z^{-1} (R_a x \circ L_b t). & \end{aligned} \quad (6)$$

Пусть

$$L_z^{-1}u = v, u = zv = R_a z \circ L_b v = L_{R_a z} \circ L_b v, v = L_b^{-1} L_{R_a z}^{-1} u,$$

$$L_z^{-1}u = L_b^{-1} L_{R_a z}^{-1} u. \quad (7)$$

Пусть

$$R_t^{-1}u = v, u = vt = R_a v \circ L_b t = R_{L_b t} \circ R_a v, v = R_a^{-1} R_{L_b t}^{-1} u,$$

$$R_t^{-1}u = R_a^{-1} R_{L_b t}^{-1} u. \quad (8)$$

В (6) совершаем подстановки $x \rightarrow R_a^{-1}x, z \rightarrow R_a^{-1}z, y \rightarrow R_a^{-1}y, t \rightarrow L_b^{-1}t$ и используя (7) и (8), получаем

$$\begin{aligned} x \circ L_z^{\circ-1} (y \circ L_z^{\circ-1} (x \circ t)) &= \\ = R_t^{\circ-1} (x \circ L_z^{\circ-1} (y \circ t)) \circ L_z^{\circ-1} (x \circ t). & \quad \square \end{aligned}$$

Примечание. Лупа с тождеством (5) имеет такое же универсальное свойство как группа, лупа Муфанг, лупа Бола, а именно, известно, что лупа, изотопная группе, является группой; лупа, изотопная лупе Муфанг, является лупой Муфанг; лупа, изотопная лупе Бола, является лупой Бола. Теперь получили, что лупа, изотопная эластичной лупе с тождеством (5), является эластичной лупой тоже с тождеством (5).

ТЕОРЕМА 5. Если квазигруппа (Q, \circ) , изотопная эластичной квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = R_a^{-1}x \cdot y$ является эластичной квазигруппой, то (Q, \cdot) и (Q, \circ) являются эластичными лупами.

Доказательство. Квазигруппа (Q, \circ) имеет правую единицу $e = a$. Так как (Q, \circ) является эластичной квазигруппой, то на основании теоремы 1 ($e_x = f_x$), следует, что (Q, \circ) является эластичной лупой.

Далее, из $e \circ x = a \circ x = x$ получаем $R_a^{-1}a \cdot x = x, f_a \cdot x = x, \forall x \in Q$; f_a является левой единицей эластичной квазигруппы (Q, \cdot) , т. е. (Q, \cdot) является эластичной лупой. \square

ТЕОРЕМА 6. Если квазигруппа (Q, \circ) , изотопная эластичной квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = x \cdot L_b^{-1}y$, является эластичной квазигруппой, то (Q, \cdot) и (Q, \circ) являются эластичными лупами.

Доказательство аналогичное.

ТЕОРЕМА 7. Квазигруппа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = R_a^{-1} x \cdot y$, будет эластичной квазигруппой тогда и только тогда, когда в (Q, \cdot) выполняется равенство

$$x(y \cdot xa) = R_a^{-1}(x \cdot ya) \cdot xa, \quad (9)$$

для любых $x, y \in Q$.

Доказательство. Пусть $x \circ (y \circ x) = (x \circ y) \circ x$, тогда имеем

$$\begin{aligned} R_a^{-1}x \cdot (R_a^{-1}y \cdot x) &= \\ &= R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot y) \cdot x, x(y \cdot xa) = \\ &= R_a^{-1}(x \cdot ya) \cdot xa. \end{aligned}$$

Обратно. $R_a x \circ (R_a y \circ R_a x) = (R_a x \circ R_a y) \circ R_a x, x \circ (y \circ x) = (x \circ y) \circ x$. \square

Примечание. Квазигруппа (Q, \circ) имеет правую единицу $e = a$ и является эластичной квазигруппой, следовательно, (Q, \circ) является эластичной лупой.

Далее, имеем $a \circ x = x, R_a^{-1}a \cdot x = x, f_a x = x, \forall x \in Q$. Получили, что (Q, \cdot) имеет левую единицу.

Теорема 7 ставит перед нами задачу, которая заключается в изучении квазигрупп с тождеством

$$x(y \cdot xz) = R_z^{-1}(x \cdot yz) \cdot xz. \quad (10)$$

ТЕОРЕМА 8. Любая квазигруппа (Q, \cdot) с тождеством (10) имеет левую единицу $fx = x, \forall x \in Q$ и квазигруппа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = R_a^{-1}x \cdot y, \forall x, y, a \in Q, a$ – фиксированный элемент, является эластичной лупой и с тем же тождеством (10).

Доказательство. В (10) ставим $y = f_z$ и получаем $x(f_z \cdot xz) = x \cdot xz, f_z \cdot xz = xz$. Так как x – любой элемент, то

$f_z = f, fx = x, \forall x \in Q$. На основании теоремы 7, (Q, \circ) является эластичной лупой.

Осталось доказать тождество

$$x \circ (y \circ (x \circ z)) = R_z^{\circ-1}(x \circ (y \circ z)) \circ (x \circ z).$$

В тождество (10) переходим от операции “ \cdot ” к операции “ \circ ”. Имеем $R_a x \circ (R_a y \circ (R_a x \circ z)) = R_a R_z^{-1}(R_a x \circ (R_a y \circ z)) \circ (R_a x \circ z), x \circ (y \circ (x \circ z)) = R_a R_z^{-1}(x \circ (y \circ z)) \circ (x \circ z)$. Из $x \circ y = R_a^{-1}x \cdot y$ получаем $R_y^{\circ}x = R_y R_a^{-1}x, R_y^{\circ-1} = R_a R_y^{-1}$. \square

Пример 4. Пусть (Q, \cdot) – группа. Определяем новую операцию “ \circ ”, $x \circ y = x^{-1} \cdot y$. Проверкой убеждаемся, что в (Q, \circ) имеет место (10).

Примечание. Квазигруппа (Q, \cdot) с тождеством (10) – не всегда эластичная квазигруппа. (Q, \cdot) является эластичной квазигруппой тогда и только тогда, когда имеет единицу.

ТЕОРЕМА 9. Квазигруппа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = x \cdot L_b^{-1}y, \forall x, y \in Q$ будет эластичной лупой тогда и только тогда, когда в (Q, \cdot) выполняется тождество

$$(bx \cdot y)x = bx \cdot L_b^{-1}(by \cdot x), \forall x, y \in Q. \quad (11)$$

Доказательство. Пусть $(x \circ y) \circ x = x \circ (y \circ x)$, тогда имеем $(x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}x = x \cdot L_b^{-1}(y \cdot L_b^{-1}x)$. Совершаем подстановки $x \rightarrow bx, y \rightarrow by$ и получаем (11).

Обратно. В тождестве (11) переходим от операции “ \cdot ” к операции “ \circ ”:

$$\begin{aligned} (L_b x \circ L_b y) \circ L_b x &= L_b x \circ (L_b y \circ L_b x), \\ (x \circ y) \circ x &= x \circ (y \circ x). \end{aligned}$$

Далее, так как (Q, \circ) – эластичная квазигруппа и имеет левую единицу $f = b$, то (Q, \circ) является эластичной лупой. \square

ТЕОРЕМА 10. Если квазигруппа (Q, \circ) , изотопная эластичной квазигруппе (Q, \cdot) , где изотопия имеет вид $x \circ y = x \cdot L_b^{-1}y, \forall x, y \in Q$, является эластичной квазигруппой, то (Q, \cdot) и (Q, \circ) являются эластичными лупами.

Доказательство. Пусть (Q, \circ) – эластичная квазигруппа. Так как (Q, \circ) имеет левую единицу $f = b$, то (Q, \circ) является эластичной лупой, и имеем $x \circ b = x \cdot L_b^{-1}b = x, x \cdot e_b = x, e_b = e$ – правая единица в квазигруппе (Q, \cdot) и так как (Q, \cdot) является эластичной квазигруппой, то (Q, \cdot) является эластичной лупой. \square

Примечание. Теорема 9 и тождество (11) позволяет изучить квазигруппу (Q, \cdot) с тождеством

$$(zx \cdot y)x = zx \cdot L_z^{-1}(zy \cdot x), \forall x, y, z \in Q. \quad (12)$$

ТЕОРЕМА 11. Любая квазигруппа (Q, \cdot) с тождеством (12) имеет правую единицу $xe = x$.

Доказательство. В тождестве (12) подставляем $y = e_z$ и получаем $(zx \cdot e_z)x = zx \cdot x, zx \cdot e_z = zx, ve_z = v, \forall v \in Q, e_z = e$. \square

ТЕОРЕМА 12. Любая лупа (Q, \circ) , изотопная квазигруппе (Q, \cdot) , с тождеством (12), где изотопия имеет вид $x \circ y = x \cdot L_b^{-1}y$, является эластичной лупой и с тем же тождеством (12).

Доказательство. На основании теоремы 9, (Q, \circ) является эластичной лупой. Осталось доказать тождество

$$\begin{aligned} & ((z \circ x) \circ y) \circ x = \\ & = (z \circ x) \circ L_z^{-1}((z \circ y) \circ x), \forall x, y, z \in Q. \end{aligned} \quad (13)$$

В тождестве (12) переходим от операции “ \cdot ” к операции “ \circ ”:

$$\begin{aligned} & ((z \circ L_b x) \circ L_b y) \circ L_b x = \\ & = (z \circ L_b x) \circ L_b L_z^{-1}((z \circ L_b y) \circ L_b x). \end{aligned}$$

Совершаем подстановки $x \rightarrow L_b^{-1}x, y \rightarrow L_b^{-1}y$ и получаем $((z \circ x) \circ y) \circ x = (z \circ x) \circ L_b L_z^{-1}((z \circ y) \circ x)$. Из $x \circ y = x \cdot L_b^{-1}y$ получаем $L_x \circ y = L_x L_b^{-1}y, L_x^{-1} = L_b L_x^{-1}$. Получили (13). \square

Пример 5. Пусть (Q, \cdot) – группа, $x \circ y = x \cdot y^{-1}$. (Q, \circ) является квазигруппой с тождеством (12).

Теперь приводим пример эластичной квазигруппы (Q, \circ) с тождеством (5) и с непустым дистрибутантом D [3]. Рассмотрим абелеву группу $(Z_6, +)$ классов вычетов по модулю $m = 6, Z_6 = \{\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \bar{4}, \bar{5}\}$. Определяем новую операцию “ \circ ”

$$x \circ y = -x - y, \forall x, y \in Z_6.$$

Получили, что (Z_6, \circ) является коммутативной эластичной квазигруппой, изотопной абелевой группе $(Z_6, +)$ и с дистрибутантом $D = \{0, 2, 4\}$. На основании теоремы 3, в квазигруппе (Z_6, \circ) имеет место тождество (5).

На основании этого примера изучаем эластичную квазигруппу (Q, \cdot) , изотопную абелевой группе (Q, \circ) и с непустым дистрибутантом D .

ТЕОРЕМА 13. В любой эластичной квазигруппе (Q, \cdot) , которая изотопна абелевой группе и которая имеет непустой дистрибутант D , этот дистрибутант D является нормальной подгруппой.

Доказательство. Известно [3], что в любой квазигруппе, в которой $D \neq \emptyset$ дистрибутант D – подквазигруппа. Осталось доказать, что подквазигруппа (D, \cdot) инвариантна относительно внутренних подстановок $L_{x,y}, R_{x,y}, T_x$, порожденных некоторым элементом $a \in D$. Известно [2]:

$$1. x(ya) = (x \circ y)a, L_{x,y} = L_{x \circ y}^{-1} L_x L_y, \\ L_{x,y} a = a, x \circ y = R_a^{-1}(x \cdot ya).$$

$$2. (ax)y = a(x * y), R_{x,y} = R_{x * y}^{-1} R_y R_x, \\ R_{x,y} a = a, x * y = L_a^{-1}(ax \cdot y).$$

$$3. ax = \sigma x \cdot a, T_x = L_{\sigma x}^{-1} R_x, T_x a = a, \\ \sigma x = R_a^{-1} L_a x.$$

Нужно доказать, что $\forall b \in D$ имеет место $L_{x,y} b, R_{x,y} b, T_x b \in D$. Так как $a \in D$, то $L_a, R_a, L_a^{-1}, R_a^{-1}$ являются автоморфизмами квазигруппы (Q, \cdot) и $L_a R_a = R_a L_a$.

1. Пусть $L_{x,y} b = z$, тогда имеем $L_{x \circ y}^{-1} L_x L_y b = L_{R_a^{-1}(x \cdot ya)}^{-1} L_x L_y b = L_{R_a^{-1} x \cdot y}^{-1} L_x L_y b = z$.

$$x(yb) = (R_a^{-1} x \cdot y) \cdot z \quad (14)$$

Теперь изучаем абелеву группу (Q, \circ) , где $x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_a^{-1} y, \forall x, y \in Q, a \in D, a$ – тот же элемент, который породил подстановки $L_{x,y}, R_{x,y}, T_x$.

Имеем $xy = R_a x \circ L_a y = xa \circ ay$.

$$xy = xa \circ ay \quad (15)$$

Из (14) и (15) следует $xa \circ a(ya \circ ab) = (x \circ ay)a \circ az$. Теперь убедимся, что L_a, R_a – автоморфизмы и группы (Q, \circ) . Из $L_a(xy) = L_a x \cdot L_a y$ получаем $L_a(R_a x \circ L_a y) = R_a L_a x \circ L_a L_a y = L_a R_a x \circ L_a L_a y, L_a(x \circ y) = L_a x \circ L_a y$. Аналогично доказывается $R_a(x \circ y) = R_a x \circ R_a y$. Из $xa \circ a(ya \circ ab) = (x \circ ay)a \circ az$ получаем $ab = z \in D$.

2. Пусть $R_{x,y} b = z$. Тогда имеем

$$R_{x * y}^{-1} R_y R_x b = R_{L_a^{-1}(ax \cdot y)}^{-1} R_y R_x b = \\ = R_{x \cdot L_a^{-1} y}^{-1} R_y R_x b = z, (bx)y = z(x \cdot L_a^{-1} y), \\ (ba \circ ax)a \circ ay = za \circ a(xa \circ y), ba = z \in D.$$

3. Пусть $T_x b = z$. Тогда имеем

$$L_{\sigma x}^{-1} R_x b = L_{R_a^{-1} L_a x}^{-1} R_x b = z, bx = (R_a^{-1} L_a x) \cdot z, \\ ba \circ ax = ax \circ az, ba = az.$$

Так как (D, \cdot) является подквазигруппой, то $z \in D$. \square

Выводы

Исследуя изотопы эластичных квазигрупп получены новые тождества (см. теорема 3, теорема 7, теорема 9). Получены новые классы квазигрупп. Класс квазигрупп (Q, \cdot) с тождеством (5) $x \cdot L_z^{-1}(y \cdot L_z^{-1}(xt)) = R_t^{-1}(x \cdot L_z^{-1}(yt)) \cdot L_z^{-1}(xt)$ содержит все квазигруппы, изотопные группам, лупам Муфанг, так как группы и лупы Муфанг – эластичные. Квазигруппа (Q, \cdot) с тождеством $x(y \cdot xz) = R_z^{-1}(x \cdot yz) \cdot xz$ – не всегда эластичная квазигруппа. (Q, \cdot) является эластичной квазигруппой тогда и только тогда, когда имеет единицу.

На основании приведенного примера эластичной квазигруппы (Q, \circ) с тождеством (5) и с непустым дистрибутантом была исследована эластичная квазигруппа (Q, \cdot) , изотопная абелевой группе (Q, \circ) с непустым дистрибутантом D , и получено что этот дистрибутант является нормальной подгруппой.

Цитированная литература

1. Scherbacov, V. Elements of Quasigroup Theory and Applications. / V. Scherbacov // CRC Press. – Boca Raton, 2017.

2. Белоусов, В. Д. Основы теории квазигрупп и луп / В. Д. Белоусов. – Москва : Наука, 1967. – Текст : непосредственный.

3. Флоря, И. А. Квазигруппы с непустым дистрибутантом / И. А. Флоря // Исследования по общей алгебре. – Кишинёв : Изд-во АН МССР, 1968. – С. 88–101. – Текст : непосредственный.

СИМВОЛЫ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СО СДВИГОМ В СЛУЧАЕ НЕОГРАНИЧЕННОГО КОНТУРА

Г. И. Ворническу, С. А. Алещенко

Статья посвящена вопросу построения символа алгебр, порожденных сингулярным интегральным оператором, мультипликативным оператором, удовлетворяющим определенным условиям на бесконечности и оператором со сдвигом, а также условиям, при которых возможно построение символа.

Ключевые слова: условие Гельдера, сдвиг Карлемана, сингулярный интегральный оператор, условия нетерности, пространства с весом.

SYMBOLS OF SINGULAR INTEGRAL OPERATORS WITH SHIFT IN THE CASE OF AN UNLIMITED CONTOUR

G. I. Vornicescu, S. A. Aleschenko

The article has been devoted to the problem of constructing a symbol of algebras generated by a singular integral operator, a multiplicative operator satisfying certain conditions at infinity and a shift operator, as well as conditions under which it is possible to construct a symbol.

Keywords: Helder condition, Carleman shift, singular integral operator, Noetherian conditions, spaces with weight.

Пусть задан допустимый контур Γ . Обозначим через $H_\mu(\Gamma)$ множество всех функций, удовлетворяющих на этом контуре условию Гельдера $|\varphi(t_1) - \varphi(t_2)| < c \left| \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right|$, $t = \infty$, $c = const$ с показателем μ . Через $V_\mu(\Gamma)$ – множество всех отображений $\alpha(t)$ контура Γ на себя, удовлетворяющих следующим условиям:

- 1) $\alpha[\alpha(t)] = t, \alpha(\tau_0) = \infty$
- 2) функция $\frac{\alpha'(t)(t - z_0)^2}{(\alpha(t) - z_0)^2} \in H_\mu(\Gamma)$.
- 3) $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\alpha'(t)(t - z_0)^2}{(\alpha(t) - z_0)^2} \neq 0$
и $\lim_{t \rightarrow \tau_0} \frac{\alpha'(t)(t - z_0)^2}{(\alpha(t) - z_0)^2} \neq 0$.

Например, если Γ – действительная полуось $\Gamma = \mathbb{R}^* = [0, +\infty)$, то $\alpha(t) = \frac{1}{t} \in V_\mu(\Gamma)$.

Если Γ – ограниченный ляпуновский контур, то множество $V_\mu(\Gamma)$ совпадает с множеством всех отображений контура Γ на себя, меняющих направление и удовлетворяющих условию Гельдера.

Перечислим некоторые свойства отображений из множества $V_\mu(\Gamma)$, используемых в дальнейшем.

Свойство 1. Пусть $\alpha \in V_\mu(\Gamma)$. Тогда $\alpha'(t) \sim \frac{c_1}{t^2}$ при $t \rightarrow \infty$, где $c_1 = const \neq 0$.

Действительно, из условий 2 и 3 следует, что $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\alpha'(t)(t - z_0)^2}{(\alpha(t) - z_0)^2} = \tau \neq 0$.

Следовательно, $\alpha'(t) \sim \frac{c_1}{t^2}$, $t \rightarrow \infty$.

Свойство 2. Пусть $\alpha \in V_\mu(\Gamma)$. Тогда $\alpha'(t) \sim \frac{c_2}{(t - \tau_0)^2}$ при $t \rightarrow \tau_0$, где $c_2 = const \neq 0$.

Действительно, из условия $\alpha(\alpha(t)) = t$ следует, что $\alpha'(t)\alpha'(\alpha(t)) = 1$. Так как $\alpha'(t) \sim \frac{c_1}{t^2}$ для $\alpha'(t) \rightarrow \tau_0$, то получим следующее

$$1 = \lim_{t \rightarrow \tau_0} \alpha'(t)\alpha'(\alpha(t)) = \lim_{t \rightarrow \tau_0} \frac{c_1}{t^2} \alpha'(\alpha(t)) = \lim_{t \rightarrow \tau_0} c_1 (t - \tau_0)^2 \alpha'(t).$$

Значит $\alpha'(t) \sim \frac{c_2}{(t - \tau_0)^2}$.

Из свойств 1 и 2, применяя правило Лопитала, получим свойство 3:

Свойство 3. $\alpha(t) - \tau_0 \sim \frac{c_3}{t}$ при $t \rightarrow \infty$
 $\alpha(t) \sim \frac{c_4}{(t - \tau_0)}$ при $t \rightarrow \tau_0$, где $c_3 = \text{const} \neq 0$,
 $c_4 = \text{const} \neq 0$.

Отображение кривой $\tilde{\Gamma}$ на кривую Γ обозначим

$$\omega(z) = \frac{1 + z_0 z}{z}$$

и введем понятие отображения со сдвигом

$$\tilde{\alpha} = \omega \circ \alpha \circ \omega^{-1}. \tag{1}$$

Очевидно, что функция

$$\tilde{\alpha}(z) = \frac{1}{\alpha\left(\frac{1 + z_0 z}{z}\right) - z_0} \tag{2}$$

удовлетворяет на контуре $\tilde{\Gamma}$ условию Гельдера.

Лемма. Условия

$$\alpha'(t)(t - \tau_0)^2 \in V_\mu(\Gamma) \text{ и } \lim_{t \rightarrow \infty} \alpha'(t)t^2 = c_1 \neq 0 \tag{3}$$

эквивалентны условию

$$\tilde{\alpha}(z) \in V_\mu(\tilde{\Gamma}). \tag{4}$$

Замечание. Условие $\lim_{t \rightarrow \infty} \alpha'(t)t^2 = c_1 \neq 0$ существенно. А именно, если это ус-

ловие не выполняется, то условие $\alpha'(t)(t - \tau_0)^2 \in V_\mu(\Gamma)$ и (4) леммы не являются эквивалентными, т. е. второе условие (3) не следует из первого, и сдвиг является сдвигом Карлемана.

Например, пусть $\Gamma = \mathbb{R}^+ = [0, +\infty)$ и $\alpha(t) = \frac{t+1}{\sqrt[3]{(t+1)^3 - 1}} - 1, (\tau_0 = 0)$. Для этого сдвига получим, что $\alpha'(t)t^2 \in V_\mu(\Gamma)$, $0 < \mu \leq 1$, но $\lim_{t \rightarrow \infty} \alpha'(t)t^2 \neq 0$.

Введем пространство с весом следующим образом

$$L_p(\Gamma, \rho) = \left\{ \varphi(t) : \int_\Gamma |\varphi(t)|^p \rho(t) |dt| < \infty \right\}$$

с нормой

$$\|\varphi\| = \left(\int_\Gamma |\varphi(t)|^p \rho(t) |dt| \right)^{\frac{1}{p}},$$

где $\rho(t) = |t - \tau_0|^{\frac{p\lambda}{2} - 1}, 1 < p < \infty, 0 < \lambda < 2$.

Обозначим $\frac{p\lambda}{2} - 1 = \beta$.

Пусть оператор V определяется равенством

$$(V\varphi)(t) = \left(\frac{\alpha(t) - z_0}{t - z_0} \right)^\lambda \varphi(\alpha(t)), (\alpha(t) \in V_\mu(\Gamma)),$$

а оператор S – равенством

$$(S\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \frac{\varphi(\tau)}{\tau - t} d\tau$$

Докажем теорему.

Теорема 1. Операторы V и S являются ограниченными в пространстве $L_p(\Gamma, \rho)$, а оператор V еще и инволютивным.

Доказательство. Так как $-1 < \beta < p - 1$, то оператор S ограничен в пространстве $L_p(\Gamma, \rho)$ [1], [2, с. 3–19]. Докажем непрерывность оператора V . Пусть $\varphi \in L_p(\Gamma, \rho)$, тогда

$$\begin{aligned}
 V\varphi &= \int_{\Gamma} \left| \frac{\alpha(t) - z_0}{t - z_0} \right|^{\lambda p} \left| \varphi(\alpha(t)) \right|^p |t - \tau_0|^\beta |dt| = \\
 &= \int_{\Gamma} \left| \frac{t - z_0}{\alpha(t) - z_0} \right|^{\lambda p} \left| \varphi(t) \right|^p |\alpha(t) - \tau_0|^\beta |\alpha'(t)| |dt|. \quad (5)
 \end{aligned}$$

Из (5) замечаем, что для доказательства непрерывности оператора V в пространстве $L_p(\Gamma, \rho)$ достаточно показать, что существует постоянная c , такая, что

$$\sup \left| \frac{t - z_0}{\alpha(t) - z_0} \right|^{\lambda p} \left| \frac{\alpha(t) - \tau_0}{t - \tau_0} \right| |\alpha'(t)| \leq c.$$

Рассмотрим функцию

$$\psi(t) = \left| \frac{t - z_0}{\alpha(t) - z_0} \right|^{\lambda p} \left| \frac{\alpha(t) - \tau_0}{t - \tau_0} \right|^\beta |\alpha'(t)|.$$

Покажем, что она является ограниченной на контуре Γ . Для этого достаточно показать существование конечных пределов $\lim_{t \rightarrow \tau_0} \psi(t)$ и $\lim_{t \rightarrow \infty} \psi(t)$. При $t \rightarrow \tau_0$ согласно свойствам 2 и 3 получим $\alpha(t) \sim \frac{c_4}{t - \tau_0}$, и $\alpha'(t) \sim \frac{c_2}{(t - \tau_0)^2}$, следовательно,

$$\begin{aligned}
 \lim_{t \rightarrow \tau_0} \psi(t) &= \\
 &= \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(\left| \frac{t - z_0}{\alpha(t) - z_0} \right|^{\lambda p} |\alpha(t) - \tau_0|^\beta |t - \tau_0|^{-\beta} |\alpha'(t)| \right) = \\
 &= |\tau_0 - z_0|^{\lambda p} \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(|t - \tau_0|^{-\beta} |\alpha(t)|^\beta |\alpha'(t)| |\alpha(t) - z_0|^{-\lambda p} \right) = \\
 &= |\tau_0 - z_0|^{\lambda p} |c_4|^\beta c_2 \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(|t - \tau_0|^{-\lambda p} |\alpha(t) - z_0|^{-\lambda p} \right) = \\
 &= |\tau_0 - z_0|^{\lambda p} c_2 c_4^{\frac{p\lambda - 1}{2}}.
 \end{aligned}$$

Вычислим $\lim_{t \rightarrow \infty} \psi(t)$. При $t \rightarrow \infty$ согласно свойствам 2 и 3 получим $\alpha(t) - \tau_0 \sim \frac{c_3}{t}$ и $\alpha'(t) \sim \frac{c_1}{t^2}$, следовательно,

$$\begin{aligned}
 \lim_{t \rightarrow \infty} \psi(t) &= \\
 &= |c_1| \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(\left| \frac{t - z_0}{\alpha(t) - z_0} \right|^{\lambda p} |\alpha(t) - \tau_0|^\beta |t - \tau_0|^{-\beta} \right) = \\
 &= |c_1| |c_3|^{-\lambda p} \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(|t|^{-p\lambda - 2 - \beta} |\alpha(t) - \tau_0|^\beta \right) = \\
 &= |c_3|^{-\lambda p} |t - z_0|^{-\lambda p} \lim_{t \rightarrow \tau_0} \left(|t|^\beta |\alpha(t) - \tau_0|^\beta \right) = \\
 &= |c_1| |\tau - z_0|^{-\lambda p} |c_3|^{-\frac{p\lambda - 1}{2}}.
 \end{aligned}$$

Таким образом, $\psi(t)$ функция ограничена на контуре Γ , а это означает, что оператор V ограничен в пространстве $L_p(\Gamma, \rho)$. Откуда вытекает, что $V^2 = I$. Теорема доказана.

Заметим, что в теореме 1 функция веса $\rho(t)$ может быть взята в форме $|t - z_0|^{p\lambda - 2}$ или $|t - t_0|^{p\lambda - 2}$, $\left(\frac{1}{p} < \lambda < 1 + \frac{1}{p}, \alpha(t_0) = t_0 \right)$.

Обозначим через $C_m(\tilde{\Gamma})$ множество всех матриц функций вида $f(t)$, для которых существует конечный предел $f(\infty) = \lim_{\Gamma \ni t \rightarrow \infty} f(t)$.

Теорема 2. Пусть Γ — допустимый контур, и $a(t), b(t) \in C_m(\tilde{\Gamma})$,

$$\begin{aligned}
 c_0(t) &= \frac{t - z_0}{(\alpha(t) - z_0)^\lambda}, c(t) \in C_m(\tilde{\Gamma}) \\
 d_0(t) &= (t - z_0)(\alpha(t) - z_0)^\lambda, c(t) \in C_m(\tilde{\Gamma}). \quad (6)
 \end{aligned}$$

Тогда оператор

$$\begin{aligned}
 (A\varphi)(t) &= a(t)\varphi(t) + b(t)(S\varphi)(t) + \\
 &+ c(t)\varphi(\alpha(t)) + d(t)(S\varphi)(\alpha(t))
 \end{aligned}$$

ограничен в пространстве

$$L_p^m(\Gamma, \rho) = L_p(\Gamma, \rho) \times \dots \times L_p(\Gamma, \rho).$$

Действительно, оператор A может быть записан в виде

$$A = aI + BS + V(c_0I + d_0S),$$

и непрерывность следует из теоремы 1.

Сформулируем условия нетеровости для оператора

$$(A\varphi)(t) = a(t)\varphi(t) + b(t)(S\varphi)(t) + c(t)\varphi(\alpha(t)) + d(t)(S\varphi)(\alpha(t)),$$

$$\alpha(t) \in V_\mu(\Gamma).$$

Запишем оператор в виде

$$A = aI + BS + V(c_0I + d_0S) \quad (7)$$

где c_0 и d_0 определяются равенствами (6). Согласно [3, с. 448], сравним оператор (7), действующий в пространстве $L^m_p(\Gamma, \rho)$ с оператором

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} a & \tilde{c}_0 \\ c_0 & \tilde{a} \end{pmatrix} I + \begin{pmatrix} b & \tilde{d}_0 \\ d_0 & -b \end{pmatrix} S + \begin{pmatrix} 0 & d_0 \\ 0 & b \end{pmatrix} M, \quad (8)$$

действующим в пространстве $L^m_p(\Gamma, \rho)$. Квадратные матрицы $a(t), b(t), c_0(t), d_0(t)$ порядка m те же, что и в (7). В равенстве (8) через $\tilde{f}(t)$ обозначена матрица функций f , у которых аргумент t заменен на $\alpha(t)$: $\tilde{f}(t) = f(\alpha(t))$, а $M = S - (t - t_0)^{1-\lambda} S(t - t_0)^{\lambda-1} I$.

Определение. Символом $\sigma(A, t, z)$ оператора $A = aI + BS + V(c_0I + d_0S)$, $a, b, c_0, d_0 \in C_m(\tilde{\Gamma})$ назовем символ оператора \tilde{A} [4, с. 173–176].

Так как оператор A является нетеровым одновременно с оператором

$$\tilde{A}_0 = \begin{pmatrix} a & \tilde{c}_0 \\ c_0 & \tilde{a} \end{pmatrix} I + \begin{pmatrix} b & \tilde{d}_0 \\ d_0 & -b \end{pmatrix},$$

то очевидно, что символом оператора A будет называться символ \tilde{A}_0 .

Таким образом, согласно определению, имеем

$$\sigma(A, t, z) \stackrel{\text{def}}{=} \sigma(\tilde{A}_0, t, z).$$

Отсюда следует, что символ оператора A представляет собой матрицу функций, составленную из матриц порядка $2m$, которая может быть записана в виде

$$\sigma(A, t, z) = F(t)G(t) + \Omega(t, z) \quad (t \in \Gamma, -1 \leq z \leq 1),$$

где

$$F(t) = \begin{pmatrix} a(t) & \tilde{c}_0(t) \\ c_0(t) & \tilde{a}(t) \end{pmatrix}, G(t) = \begin{pmatrix} b(t) & -\tilde{d}_0(t) \\ d_0(t) & b(t) \end{pmatrix} I, \quad (9)$$

$$\Omega(t, z) = \begin{cases} \frac{z(1+w^2) - i\varepsilon(1-z^2)w}{1+z^2w^2}, & \text{если } t = \tau_0 \text{ или } t = \infty \\ z, & \text{если } t \in \Gamma \setminus \{\tau_0, \infty\} \end{cases},$$

$$w = \text{ctg} \frac{\pi}{\lambda}, \quad \varepsilon = 1 \text{ для } t = \tau_0 \text{ и } \varepsilon = -1 \text{ для } t = \infty.$$

Теорема 3. Оператор A является оператором Нетера в пространстве тогда и только тогда, когда выполняется условие

$$\det \sigma(A, t, z) \neq 0, t \in \Gamma, -1 \leq z \leq 1. \quad (10)$$

$$\text{Ind} A = \frac{1}{2} \text{ind} \det \sigma(A, t, z).$$

Отметим, что $\text{ind} \det \sigma(A, t, z)$ равен числу оборотов кривой $\det \sigma(A, t, z)$ вокруг точки $z = 0$.

Доказательство теоремы 3 основано на том факте, что операторы A и \tilde{A} являются нетеровыми одновременно в соответствующих пространствах и отношении их индексов $\text{Ind} A = \frac{1}{2} \text{Ind} \tilde{A}_0$. Последнее утверждение доказывается по аналогии со случаем, когда контур $\tilde{\Gamma}$ незамкнутый и ограниченный.

В теории сингулярных интегральных уравнений с разрывными коэффициентами или в случае незамкнутого контура иногда условия нетеровости могут быть

сформулированы в терминах, использующих скачок аргумента [5, с. 239–267]. Получим условия нетеровости для оператора (7). Для простоты предположим $m = 1$.

Пусть Γ_1 – замкнутый гладкий контур, включающий контур Γ . В пространстве $L_p^2(\Gamma, \rho)$ рассмотрим оператор $\tilde{A}_1 = F_1(t)I + G_1(t)S$, где

$$F_1(t) = \begin{cases} F(t), & t \in \Gamma \\ E_2, & t \in \Gamma_1 \setminus \Gamma \end{cases},$$

$$G(t) = \begin{cases} G(t), & t \in \Gamma \\ 0, & t \in \Gamma_1 \setminus \Gamma \end{cases},$$

E_2 – единичная матрица порядка 2, а матрицы $F(t)$ и $G(t)$ определены равенствами (9).

Теорема 4. Оператор $A_0 = F(t)I + G(t)S$, действующий в пространстве $L_p^2(\Gamma, \rho)$, нетеров тогда и только тогда, когда в пространстве $L_p^2(\Gamma_1, \rho)$ является нетеровым оператор $\tilde{A}_1 = F_1(t)I + G_1(t)S$. Индексы \tilde{A}_0 и \tilde{A}_1 равны.

Доказательство. Пусть P_+ проектор, проектирующий пространство $L_p^2(\Gamma_1, \rho)$ на подпространство $L_p^2(\Gamma, \rho)$ и $P_- = I - P_+$. Оператор A_0 нетеров в пространстве $L_p^2(\Gamma, \rho)$ тогда и только тогда, когда оператор $K = P_+ \tilde{A}_0 P_+ + P_-$ будет нетеровым в пространстве $L_p^2(\Gamma_1, \rho)$. Согласно лемме [6, 1138–1146] операторы $P_+ \tilde{A}_0 P_+ + P_-$ и $P_+ \tilde{A}_0 P_+$ одновременно являются нетеровыми и имеют одинаковый индекс. Так как $K = P_+ \tilde{A}_0 P_+ + P_- = (F_1 I + G_1 S) P_+ + P_-$ и $P_+ \tilde{A}_0 = F_1 I + G_1 S = \tilde{A}_1$, то операторы \tilde{A}_0, \tilde{A}_1 и K одновременно нетеровы в соответствующих пространствах, и их индексы равны. Теорема доказана.

Оператор \tilde{A}_1 представляет собой сингулярный интегральный оператор (без сдвига) с кусочно непрерывными матричными коэффициентами. Условия нетеровости этого оператора имеют следующий вид [5, с. 251]:

$$\det_{\Delta_{\pm}}(t \pm 0) \neq 0,$$

где $\Delta_+ = F_1(t) + G_1(t)$, $\Delta_- = F_1(t) - G_1(t)$.

Для любого собственного значения $\lambda_j^{(k)}(j, k = 1, 2)$ матриц

$$X_1 = \Delta_+^{-1}(\tau_0 - 0)\Delta_-(\tau_0 - 0)\Delta_-^{-1}(\tau_0 + 0)\Delta_+(\tau_0 + 0)$$

$$X_1 = \Delta_+^{-1}(\infty - 0)\Delta_-(\infty - 0)\Delta_-^{-1}(\infty + 0)\Delta_+(\infty + 0) \quad (11)$$

справедливы следующие условия

$$Pv_j^{(k)} - 1 \neq \beta,$$

где

$$v_j^{(k)} = \frac{1}{2\pi} \arg \lambda_j^{(k)}, 0 \leq v_j^{(k)} < 1, j, k = 1, 2$$

Так как $\Delta_{\pm}(\tau_0 - 0) = 1$ и $\Delta_{\pm}(\infty + 0) = 1$, то матрицы (11) могут быть записаны в виде

$$X_1 = \Delta_-^{-1}(\tau_0 + 0)\Delta_+(\tau_0 + 0)$$

$$X_1 = \Delta_-^{-1}(\infty + 0)\Delta_+(\infty + 0).$$

При этом контур Γ ориентирован от точки τ_0 к ∞ , а ориентация контура согласуется с ориентацией контура Γ_1 .

Обозначим через Σ_0 множество операторов следующего вида:

$$M = \sum_{i=1}^k \prod_{j=1}^r [a_{ij}I + b_{ij}S + V(c_{ij}I + d_{ij}S)], \quad (12)$$

где матрицы функций $a_{ij}(t), b_{ij}(t), \left[\frac{t-t_0}{a(t)-z_0} \right]^\lambda c_{ij}(t), \left[\frac{t-t_0}{a(t)-z_0} \right]^\lambda d_{ij}(t)$ принадлежат множеству $C_m(\tilde{\Gamma})$, а k, r пробегает все натуральные значения.

В случае ограниченного контура оператор $VSV + S$ является компактным в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$, и любой оператор из Σ_0 может быть представлен в виде

$$M = \sum_{n=0}^r [x_n(t)I + y_n(t)V]S^n + T,$$

где T – компактный оператор, а матрицы $x_n(t)$ и $y(t)$ могут быть выражены в явной форме через матрицы $a_{ij}(t), b_{ij}(t), c_{ij}(t), d_{ij}(t)$. В случае же неограниченного контура операторы $VSV + S = S - (t - t_0)^{1-\lambda} S (t - t_0)^{\lambda-1}$ и M имеют достаточно сложный вид, и непосредственное изучение не дает необходимого результата (для $\lambda \neq 1$).

Оператору M , который представлен в виде (12) поставим в соответствие функциональную матрицу $\sigma(M, t, z) (t \in \Gamma, -1 \leq z \leq 1)$, определенную равенством:

$$\sigma(M, t, z) = \sum_{i=1}^k \prod_{j=1}^r \sigma(A_{ij}, t, z), \quad (13)$$

где $\sigma(A_{ij}, t, z)$ символ оператора $A_{ij} = a_{ij}I + b_{ij}S + V(c_{ij}I + d_{ij}S)$.

Матрицу $\sigma(M, t, z)$ назовем символом оператора (12). Отметим, что в этом определении не уточняется, что символ оператора будет зависеть от вида (12). Поэтому, говоря о символе оператора, будем отмечать представление, согласно которому он получен. Однако, можно показать, что символ оператора $M \in \Sigma_0$ зависит только от самого оператора и не зависит от вида представления его в форме (12) [8, с. 940–964].

Теорема 5. Для того, чтобы оператор $M \in \Sigma_0$, определенный равенством (12) в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$, был нетеровым необходимо и достаточно, чтобы его символ $\sigma(M, t, z)$ удовлетворял равенству:

$$\det \sigma(M, t, z) \neq 0, (t \in \Gamma, -1 \leq z \leq 1).$$

Если это условие выполнено, то

$$\text{Ind} M = \frac{1}{2} \text{ind} \det \sigma(M, t, z).$$

Доказательство. Оператору M (12), действующему в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$

ставим в соответствие его линейное продолжение, которое обозначим \tilde{M} . Оператор \tilde{M} действует в пространстве $L_p^s(\Gamma, \rho)$, где $s = m(k\tilde{r} + k + r)$. Легко заметить, что оператор \tilde{M} представляет собой сингулярный интегральный оператор вида $\tilde{M} = A\tilde{I} + B\tilde{S} + V(C\tilde{I} + D\tilde{S})$ с матричными коэффициентами.

Известно, что оператор \tilde{M} является нетеровым в пространстве $L_p^m(\tilde{\Gamma}, \rho)$ тогда и только тогда, когда оператор M нетеров в пространстве $L_p^s(\Gamma, \rho)$.

Символом оператора \tilde{M} является функциональная матрица $\sigma(\tilde{M}, t, z)$ порядка $2s$. Условие

$$\det \sigma(\tilde{M}, t, z) \neq 0, (t \in \Gamma, -1 \leq z \leq 1)$$

является необходимым и достаточным для того, чтобы оператор \tilde{M} был нетеровым.

В этом случае $\text{Ind} \tilde{M} = \frac{1}{2} \text{ind} \det \sigma(\tilde{M}, t, z)$. Проведя необходимые вычисления, получим

$$\det \sigma(M, t, z) = \det \sigma(\tilde{M}, t, z).$$

Последнее равенство и доказывает теорему.

Цитированная литература

1. **Ворническу, Г. И.** Непрерывность сингулярного интегрального оператора в случае сложного контура в пространствах L_p с весом / Г. И. Ворническу. – Текст : непосредственный // Вестник приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. – Экономика и управление. – 2017. – № 3(57). – С. 63–67.

2. **Хведелидзе, Б. В.** Линейные разрывные задачи теории функций, сингулярные интегральные уравнения и некоторые их приложения / Б. В. Хведелидзе. – Текст : непосредственный // Труды Тбилисского математического

института. – АН Грузинской ССР. – 1956. – Т. 23. – С. 3–190.

3. **Litvinchuk, G.** Introduction to the theory of singular integral operators with shift / G.Litvinchuk. – Kluwer. – 1994. – 448 с. – Текст: непосредственный.

4. **Neaga, V.** The symbol of singular integral operators with conjugation the case of piecewise Leapunov contour / V. Neaga. – Текст : непосредственный // American Math/Society. – 1983. – v. 27. – № 1.

5. **Gohberg, I.** Banach algebras generated by singular integral operators / I. Gohberg, N. Krupnik. – Текст : непосредственный // Colloquia Math. Soc. Janos Bolyai 5, Hilbert Space Operators (Tihany (Hungary)). – 1970. – С. 240–263.

6. **Симоненко, И. Б.** Некоторые общие вопросы теории краевой задачи Римана / И. Б.Симоненко. – Текст : непосредственный // Известия АН СССР. Серия: Математика. – 1968. – Т. 32. – № 5. – С. 1138–1146.

7. **Neaga, V.** Conditii noetheriene si simbolurile operatorilor integrali singulari in cazul conturului Leapunov pe portiuni si nemarginit / V. Neaga. – Текст : непосредственный // Autoreferatul tezei de doctor habilitat in stiinte f.m. – 2003. – Chisinau. – 36 с.

8. **Гохберг, И. Ц.** Сингулярные интегральные операторы с кусочно-непрерывными коэффициентами и их символы / И. Ц. Гохберг, Н.Я. Крупник. – Текст : непосредственный // Известия АН СССР. Серия: Математика. – 1971. – Т. 35. – № 4. – С. 940–964.

УДК: 517.9

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

С. А. Алещенко, Г. И. Ворническу

Изучен вопрос приближенного решения краевых задач, заданных линейными дифференциальными операторами. Рассматривается применение метода последовательных приближений для некоторых классов краевых задач и достаточные условия сходимости метода последовательных приближений.

Ключевые слова: банахово пространство, оператор сжатия, метод последовательных приближений, интегральное уравнение, краевая задача, функция Грина.

APPROXIMATE SOLUTION OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS BY THE METHOD OF SUCCESSIVE APPROXIMATIONS

S. A. Aleschenko, G. I. Vornicescu

In this article, the question of approximate solution of boundary value problems given by linear differential operators has been studied. The application of the method of successive approximations for some classes of boundary value problems and sufficient conditions for the convergence of the method of successive approximations have been considered.

Keywords: Banach space, compression operator, sequential approximation method, integral equation, boundary value problem, Green's function.

Следующая теорема, которую называют принципом Банаха сжимающих отображений, играет важную роль в функциональном анализе и вычислительной математике.

ТЕОРЕМА 1. Пусть X – банахово пространство, Ω – замкнутое множество в X , T отображает Ω в себя, и T – оператор сжатия, т. е. существует такое число $q \in (0;1)$, что для всех $x, y \in \Omega$ выполнено неравенство $\|Tx - Ty\| \leq q\|x - y\|$. Тогда уравнение $x = Tx$ имеет единственное решение $x^* \in \Omega$, которое можно найти как предел $x^* = \lim_{k \rightarrow \infty} x_k$ в пространстве X , где последовательность $\{x_k | k \geq 1\}$ задана рекуррентной формулой $x_k = Tx_{k-1}$ для всех $k \geq 1$, $x_0 \in \Omega$ – произвольное начальное приближение. При этом справедливы оценки

$$\begin{aligned} \|x^* - x_k\| &\leq q^k \|x^* - x_0\|, \\ \|x^* - x_k\| &\leq \frac{q}{1-q} \|x_k - x_{k-1}\|, \\ \|x^* - x_k\| &\leq \frac{q^k}{1-q} \|x_1 - x_0\|, \quad k \geq 1. \end{aligned}$$

Доказательство теоремы 1 можно найти в работах [1, с. 24–25] и [2, с. 43–45]. Метод, лежащий в основе доказательства теоремы 1, называют методом последовательных приближений. В следующей теореме рассматривается применение принципа Банаха сжимающих отображений и метода последовательных приближений к интегральным уравнениям Фредгольма II рода в пространстве $L_{2[a,b]}$.

ТЕОРЕМА 2. Пусть дано интегральное уравнение

$$u(x) = \lambda \int_a^b K(x,t)u(t)dt + f(x), \quad (1)$$

где $f(x) \in L_{2[a,b]}$, $K(x,t) \in L_{2[a,b]^2}$.

Тогда для всех λ , удовлетворяющих неравенству $|\lambda| < \frac{1}{\|K\|}$, где

$$\|K\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt}, \quad \text{уравнение (1)}$$

имеет единственное решение $u^*(x) \in L_{2[a,b]}$.

При этом $u^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} u_n(x)$ в $L_{2[a,b]}$,

$$u_n(x) = \lambda \int_a^b K(x,t)u_{n-1}(t)dt + f(x), \quad n \geq 1,$$

$u_0(x)$ – произвольная функция пространства $L_{2[a,b]}$, и справедливы оценки

$$\begin{aligned} \|u^* - u_n\| &\leq \gamma^n \|u^* - u_0\|, \\ \|u^* - u_n\| &\leq \frac{\gamma}{1-\gamma} \|u_n - u_{n-1}\|, \end{aligned}$$

$$\|u^* - u_n\| \leq \frac{\gamma^n}{1-\gamma} \|u_1 - u_0\|, \quad n \geq 1,$$

где $\gamma = |\lambda| \|K\|$.

Доказательство теоремы 2 можно найти в работе [2, с. 48–50].

В настоящей работе рассматривается возможность применения принципа Банаха сжимающих отображений и метода последовательных приближений к краевым задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений II порядка, заданных линейными дифференциальными операторами.

ТЕОРЕМА 3. Пусть дана краевая задача

$$\begin{cases} y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), \quad a < x < b, \\ \alpha_1 y(a) + \beta_1 y'(a) = 0, \quad \alpha_2 y(b) + \beta_2 y'(b) = 0, \end{cases} \quad (2)$$

и выполнены следующие условия:

- 1) $f(x) \in L_{2[a,b]}$;
- 2) $p(x), q(x) \in L_{\infty[a,b]}$;

3) существуют такие функции $c(x), d(x) \in C_{[a,b]}$, что функция Грина $G(x, t)$ краевой задачи

$$\begin{cases} y'' + c(x)y' + d(x)y = v(x), & a < x < b, \\ \alpha_1 y(a) + \beta_1 y'(a) = 0, & \alpha_2 y(b) + \beta_2 y'(b) = 0, \end{cases}$$

удовлетворяет условию

$$\iint_{[a,b]^2} \left| r(x) \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) + s(x)G(x, t) \right|^2 dx dt < 1,$$

где $r(x) = c(x) - p(x)$, $s(x) = d(x) - q(x)$. Тогда краевая задача (2) имеет единственное решение $y^*(x)$, которое можно найти как предел $y^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$ в $L_2[a, b]$,

$$y_n(x) = \int_a^b G(x, t) (f(t) + r(t)y'_{n-1}(t) + s(t)y_{n-1}(t)) dt,$$

$n \geq 1$, $y_0(x) \equiv 0$ – начальное приближение, и справедлива оценка

$$\sqrt{\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx} \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1 - \gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx},$$

где

$$\gamma = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} \left| r(x) \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) + s(x)G(x, t) \right|^2 dx dt},$$

$$\delta = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |G(x, t)|^2 dx dt}.$$

Доказательство.

Рассмотрим вспомогательную краевую задачу

$$\begin{cases} y'' + c(x)y' + d(x)y = v(x), & a < x < b, \\ \alpha_1 y(a) + \beta_1 y'(a) = 0, & \alpha_2 y(b) + \beta_2 y'(b) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где непрерывные на отрезке $[a, b]$ функции $c(x)$ и $d(x)$ подобраны так, чтобы задача (3) имела единственное решение для любой функции $v(x) \in L_2[a, b]$, и это решение можно представить с помощью функции Грина $G(x, t)$ по формуле

$$y(x) = \int_a^b G(x, t)v(t) dt. \quad (4)$$

Дифференциальное уравнение в краевой задаче (2) можно преобразовать к виду

$$y'' + c(x)y' + d(x)y = f(x) + r(x)y' + s(x)y,$$

где $r(x) = c(x) - p(x)$, $s(x) = d(x) - q(x)$.

Обозначим

$$v(x) = f(x) + r(x)y' + s(x)y. \quad (5)$$

Тогда краевая задача (2) примет вид (3), а функции $y(x)$ и $v(x)$ будут связаны соотношением (4). Подставляя (4) в (5), мы получим

$$v(x) = f(x) + \int_a^b \left(r(x) \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) + s(x)G(x, t) \right) v(t) dt. \quad (6)$$

Обозначая

$$K(x, t) = r(x) \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) + s(x)G(x, t) \quad (7)$$

и подставляя (7) в (6), мы приходим к интегральному уравнению Фредгольма II рода относительно неизвестной функции $v(x)$:

$$v(x) = f(x) + \int_a^b K(x, t)v(t) dt. \quad (8)$$

Из теоремы 2 следует, что интегральное уравнение (8) имеет единственное решение $v^*(x) \in L_2[a, b]$ при условии

$$\iint_{[a,b]^2} |K(x, t)|^2 dx dt < 1, \quad (9)$$

и его можно найти как предел $v^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} v_n(x)$ в $L_2[a,b]$, где

$$v_n(x) = f(x) + \int_a^b K(x,t)v_{n-1}(t)dt, \quad n \geq 1, \quad (10)$$

$v_0(x)$ – произвольная функция пространства $L_2[a,b]$. Подставляя (7) в (10), мы получим

$$v_n(x) = f(x) + r(x) \int_a^b \frac{\partial G}{\partial x}(x,t)v_{n-1}(t)dt + s(x) \int_a^b G(x,t)v_{n-1}(t)dt. \quad (11)$$

Обозначим

$$y_n(x) = \int_a^b G(x,t)v_n(t)dt. \quad (12)$$

Функция $y_n(x)$ является решением краевой задачи вида (3) при $v(x) = v_n(x)$, т. е. задачи

$$\begin{cases} y_n'' + c(x)y_n' + d(x)y_n = v_n(x), & a < x < b, \\ \alpha_1 y_n(a) + \beta_1 y_n'(a) = 0, & \alpha_2 y_n(b) + \beta_2 y_n'(b) = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Перепишем соотношение (11) с учетом формулы (12) в следующем виде:

$$v_n(x) = f(x) + r(x)y_{n-1}' + s(x)y_{n-1}. \quad (14)$$

Подставляя (14) в (13), мы получим схему метода последовательных приближений для краевой задачи (2):

$$\begin{cases} y_n'' + c(x)y_n' + d(x)y_n = f(x) + r(x)y_{n-1}' + s(x)y_{n-1}, \\ \alpha_1 y_n(a) + \beta_1 y_n'(a) = 0, & \alpha_2 y_n(b) + \beta_2 y_n'(b) = 0. \end{cases}$$

При этом

$$y_n(x) = \int_a^b G(x,t)v_n(t)dt = \int_a^b G(x,t)(f(t) + r(t)y_{n-1}'(t) + s(t)y_{n-1}(t))dt,$$

$y_n(x) \rightarrow y^*(x)$ в $L_2[a,b]$, где $y^*(x)$ – точное решение краевой задачи (2).

Возьмем в качестве начального приближения функцию $y_0(x) \equiv 0$. Выведем формулу для оценки абсолютной погрешности приближенного решения $y_n(x)$ краевой задачи (2) методом последовательных приближений. Обозначим

$$\gamma = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt}. \quad (15)$$

Учитывая связь между функциями $y_n(x)$ и $v_n(x)$, мы получим

$$|y_n(x) - y^*(x)| = \left| \int_a^b G(x,t)(v_n(t) - v^*(t))dt \right| \leq$$

$$\leq \int_a^b |G(x,t)| \cdot |v_n(t) - v^*(t)| dt \leq$$

$$\leq \sqrt{\int_a^b |G(x,t)|^2 dt} \cdot \sqrt{\int_a^b |v_n(t) - v^*(t)|^2 dt},$$

$$\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx \leq$$

$$\leq \iint_{a,a}^{b,b} |G(x,t)|^2 dxdt \cdot \int_a^b |v_n(t) - v^*(t)|^2 dt,$$

$$\|y_n - y^*\| \leq \sqrt{\iint_{a,a}^{b,b} |G(x,t)|^2 dxdt} \cdot \|v_n - v^*\|. \quad (16)$$

Обозначим

$$\delta = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |G(x,t)|^2 dxdt}. \quad (17)$$

Подставляя (17) в (16), мы получим неравенство

$$\|y_n - y^*\| \leq \delta \cdot \|v_n - v^*\|. \quad (18)$$

Из теоремы 2 вытекает следующая оценка абсолютной погрешности приближенного решения $v_n(x)$ интегрального уравнения (8):

$$\|v_n - v^*\| \leq \frac{\gamma^n}{1-\gamma} \cdot \|v_1 - v_0\|. \quad (19)$$

Значит, подставляя (18) в (19), мы получим оценку

$$\|y_n - y^*\| \leq \delta \cdot \frac{\gamma^n}{1-\gamma} \cdot \|v_1 - v_0\|. \quad (20)$$

Поскольку $y_0(x) \equiv 0$, то из (13) и (14) следует $v_0(x) \equiv 0$, $v_1(x) = f(x)$, и оценка (20) примет вид

$$\|y_n - y^*\| \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1-\gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx}. \quad \square$$

СЛЕДСТВИЕ 1. Пусть дана краевая задача

$$\begin{cases} y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), & a < x < b, \\ y(a) = y(b) = 0, \end{cases}$$

и выполнены следующие условия:

- 1) $f(x) \in L_2[a, b]$;
- 2) $p(x), q(x) \in L_\infty[a, b]$;
- 3) $\iint_{[a, b]^2} |K(x, t)|^2 dx dt < 1$,

где

$$K(x, t) = \frac{1}{b-a} \times \begin{cases} (b-t)(p(x) + (x-a)q(x)), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a-t)(p(x) + (x-b)q(x)), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Тогда краевая задача имеет единственное решение $y^*(x)$, которое можно найти как предел $y^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$ в $L_2[a, b]$,

$$y_n(x) = \int_a^b G(x, t) (f(t) - p(t)y'_{n-1}(t) - q(t)y_{n-1}(t)) dt,$$

$$G(x, t) = \frac{1}{b-a} \begin{cases} (b-t)(a-x), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a-t)(b-x), & a \leq t \leq x \leq b, \end{cases}$$

$n \geq 1$, $y_0(x) \equiv 0$ – начальное приближение, и справедлива оценка

$$\sqrt{\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx} \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1-\gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx},$$

$$\text{где } \gamma = \|K\| = \sqrt{\iint_{[a, b]^2} |K(x, t)|^2 dx dt},$$

$$\delta = \|G\| = \sqrt{\iint_{[a, b]^2} |G(x, t)|^2 dx dt}.$$

Доказательство.

Рассмотрим вспомогательную краевую задачу

$$\begin{cases} y'' = v(x), & a < x < b, \\ y(a) = y(b) = 0. \end{cases}$$

Функцию Грина $G(x, t)$ мы ищем в виде

$$G(x, t) = \begin{cases} \varphi(t)u_1(x), & a \leq x \leq t, \\ \psi(t)u_2(x), & t \leq x \leq b, \end{cases}$$

где $G(x, t)$ удовлетворяет условиям:

- 1) $\lim_{x \rightarrow t+0} G(x, t) = \lim_{x \rightarrow t-0} G(x, t)$;
- 2) $\lim_{x \rightarrow t+0} \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) - \lim_{x \rightarrow t-0} \frac{\partial G}{\partial x}(x, t) = 1$.

Полагая $u_1(x) = a - x$ и $u_2(x) = b - x$, находим

$$G(x, t) = \frac{1}{b-a} \begin{cases} (b-t)(a-x), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a-t)(b-x), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Так как $c(x) = d(x) \equiv 0$, то $r(x) = -p(x)$, $s(x) = -q(x)$, и из соотношения (7) мы получаем

$$K(x,t) = \frac{1}{b-a} \times \begin{cases} (b-t)(p(x) + (x-a)q(x)), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a-t)(p(x) + (x-b)q(x)), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Если выполнено условие (9), то из теоремы 3 следует, что решение $y^*(x)$ исходной краевой задачи можно найти по методу последовательных приближений, $y^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$ в $L_2[a,b]$,

$$y_n(x) = \int_a^b G(x,t)(f(t) - p(t)y'_{n-1}(t) - q(t)y_{n-1}(t))dt, \quad n \geq 1, \quad y_0(x) \equiv 0,$$

и справедлива оценка

$$\sqrt{\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx} \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1 - \gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx},$$

где

$$\gamma = \|K\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt}, \quad \delta = \|G\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |G(x,t)|^2 dxdt}. \quad \square$$

СЛЕДСТВИЕ 2. Пусть дана краевая задача

$$\begin{cases} y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), & a < x < b, \\ y(a) + \gamma_1 y'(a) = 0, & y(b) + \gamma_2 y'(b) = 0, \end{cases}$$

и выполнены следующие условия:

- 1) $f(x) \in L_2[a,b]$;
- 2) $p(x), q(x) \in L_\infty[a,b]$;
- 3) $a + \gamma_1 \neq b + \gamma_2$;
- 4) $\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt < 1$,

где

$$K(x,t) = \frac{1}{b-a + \gamma_2 - \gamma_1} \times \begin{cases} (b + \gamma_2 - t)(p(x) + (x-a-\gamma_1)q(x)), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a + \gamma_1 - t)(p(x) + (x-b-\gamma_2)q(x)), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Тогда краевая задача имеет единственное решение $y^*(x)$, которое можно найти как предел $y^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$ в $L_2[a,b]$,

$$y_n(x) = \int_a^b G(x,t)(f(t) - p(t)y'_{n-1}(t) - q(t)y_{n-1}(t))dt,$$

$$G(x,t) = \frac{1}{b-a + \gamma_2 - \gamma_1} \times \begin{cases} (b + \gamma_2 - t)(a + \gamma_1 - x), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a + \gamma_1 - t)(b + \gamma_2 - x), & a \leq t \leq x \leq b, \end{cases}$$

$n \geq 1, y_0(x) \equiv 0$ – начальное приближение, и справедлива оценка

$$\sqrt{\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx} \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1 - \gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx},$$

где

$$\gamma = \|K\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt},$$

$$\delta = \|G\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |G(x,t)|^2 dxdt}.$$

Доказательство.

Рассмотрим вспомогательную краевую задачу

$$\begin{cases} y'' = v(x), & a < x < b, \\ y(a) + \gamma_1 y'(a) = 0, & y(b) + \gamma_2 y'(b) = 0. \end{cases}$$

Построим функцию Грина. Функция $u_1(x) = a + \gamma_1 - x$ является решением однородного уравнения $y'' = 0$ и удовлетворяет краевому условию $y(a) + \gamma_1 y'(a) = 0$; функция $u_2(x) = b + \gamma_2 - x$ является решением однородного уравнения $y'' = 0$ и удовлетворяет краевому условию $y(b) + \gamma_2 y'(b) = 0$. Если $a + \gamma_1 \neq b + \gamma_2$, то каждая из функций u_1, u_2 удовлетворяет только одному краевому условию. Следовательно, существует функция Грина вспомогательной краевой задачи, которая имеет вид

$$G(x,t) = \begin{cases} \varphi(t)u_1(x), & a \leq x \leq t \leq b, \\ \psi(t)u_2(x), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Функции $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ определяем из условий:

- 1) $\lim_{x \rightarrow t+0} G(x,t) = \lim_{x \rightarrow t-0} G(x,t)$;
- 2) $\lim_{x \rightarrow t+0} \frac{\partial G}{\partial x}(x,t) - \lim_{x \rightarrow t-0} \frac{\partial G}{\partial x}(x,t) = 1$.

Решая систему уравнений

$$\begin{cases} \varphi(t)(a + \gamma_1 - t) = \psi(t)(b + \gamma_2 - t), \\ -\psi(t) + \varphi(t) = 1, \end{cases}$$

мы получим

$$\varphi(t) = \frac{b + \gamma_2 - t}{b - a + \gamma_2 - \gamma_1},$$

$$\psi(t) = \frac{a + \gamma_1 - t}{b - a + \gamma_2 - \gamma_1}.$$

Тогда функция Грина вспомогательной краевой задачи равна

$$G(x,t) = \frac{1}{b - a + \gamma_2 - \gamma_1} \times \begin{cases} (b + \gamma_2 - t)(a + \gamma_1 - x), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a + \gamma_1 - t)(b + \gamma_2 - x), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Поскольку $c(x) = d(x) \equiv 0$, то $r(x) = -p(x)$, $s(x) = -q(x)$, и из соотношения (7) мы получаем

$$K(x,t) = \frac{1}{b - a + \gamma_2 - \gamma_1} \times \begin{cases} (b + \gamma_2 - t)(p(x) + (x - a - \gamma_1)q(x)), & a \leq x \leq t \leq b, \\ (a + \gamma_1 - t)(p(x) + (x - b - \gamma_2)q(x)), & a \leq t \leq x \leq b. \end{cases}$$

Если выполнено условие (9), то из теоремы 3 следует, что решение $y^*(x)$ исходной краевой задачи можно найти по методу последовательных приближений, $y^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$ в $L_{2[a,b]}$,

$$y_n(x) = \int_a^b G(x,t) \times (f(t) - p(t)y'_{n-1}(t) - q(t)y_{n-1}(t)) dt, \\ n \geq 1, y_0(x) \equiv 0,$$

и справедлива оценка

$$\sqrt{\int_a^b |y_n(x) - y^*(x)|^2 dx} \leq \frac{\delta \cdot \gamma^n}{1 - \gamma} \cdot \sqrt{\int_a^b |f(x)|^2 dx},$$

где $\gamma = \|K\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |K(x,t)|^2 dxdt}$,

$$\delta = \|G\| = \sqrt{\iint_{[a,b]^2} |G(x,t)|^2 dxdt}. \quad \square$$

Цитированная литература

1. Приближенное решение операторных уравнений : учебник / М. А. Красносельский, Г. М. Вайникко, П. П. Забрейко [и др.]. – Москва: Наука – 1969. – 455 с. – Текст : непосредственный.

2. Люстерник, Л. А. Элементы и функционального анализа : учебник / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. – Москва: Наука – 1965. – 520 с. – Текст : непосредственный.

ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

УДК 621.79

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ

*Ф. Ю. Бурменко, В. Г. Звонкий, Е. В. Юрченко,
Д. Н. Мельниченко, Е. Г. Яковенко*

Рассмотрены методы упрочнения рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде для повышения ресурса, эксплуатационной надежности и снижения тягового сопротивления. Предложены конструкции основных видов поверхностей режущих лезвий (линейной и дисковой), позволяющие достигнуть минимального скольжения обрабатываемого материала. Режущая кромка лезвия имеет переменную твердость, это обеспечивает эффект самозатачивания.

Ключевые слова: *упрочнение, метод, машина, рабочий орган, лезвие, рабочая кромка, самозатачивание.*

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF METHODS FOR HARDENING THE WORKING BODIES OF MACHINES OPERATED IN AN ABRASIVE ENVIRONMENT

*F. Yu. Burmenko, V. G. Zvonky, E. V. Yurchenko,
D. N. Melnichenko, E. G. Yakovenko*

The article discusses methods of hardening the working bodies of machines operated in an abrasive environment to increase the service life, operational reliability and reduce traction resistance. The designs of the main types of surfaces of cutting blades (linear and disc) are proposed, allowing to achieve minimal sliding of the processed material. The cutting edge of the blade has a variable hardness, this provides a self-sharpening effect.

Keywords: *hardening, method, machine, working body, blade, working edge, self-sharpening.*

В процессе эксплуатации технологического оборудования различного назначения происходят процессы, связанные с постепенным снижением их рабочих

свойств и изменением характеристик узлов и деталей. Это связано с возникновением абразивного износа сопрягаемых поверхностей, и через определенный промежуток времени детали и узлы выходят из строя, что может привести к серьезным повреждениям или полной остановке обо-

рудования. Во избежание негативных последствий на предприятии, как правило, применяют систему планово-предупредительных и текущих ремонтов и производят своевременное обновление основных производственных фондов.

В первую очередь подвергаются интенсивному абразивному износу режущие поверхности и кромки рабочих органов, выполняющих режущие функции, измельчение, дробление, бурение и т. д., что требует частой (каждые 2–4 часа работы) их заточки или замены.

Большое значение упрочнению деталей машин придают в аграрно-промышленном и перерабатывающих комплексах, особое внимание уделяют почвообрабатывающим орудиям, где рабочими органами являются диски, лемехи, лапы, долота, зубья (плуги, дискаторы, бороны лушительники, культиваторы, рыхлители, сошники сеялок и т. д.).

Известны типы и номенклатура рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий [1]. В конструкциях этих машин и орудий процесс обработки почвы обусловлен воздействием режущей кромки лезвия лемеха, лапы или диска на обрабатываемый пласт почвы в качестве клина за счет сил трения края лезвия об обрабатываемую почву, в результате чего поверхность режущей кромки изнашивается, а лезвие или кромка обрабатывающего органа затупляется, что значительно снижает его ресурс и повышает тяговое сопротивление машинно-тракторного агрегата.

Абразивные свойства почвы влияют на интенсивность изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин. Износ лезвий и поверхности рабочих органов происходит в результате резания (царапания) металла острыми кромокми песка. Песок состоит в основном из кварца и полевого шпата (твердость 7 и 6 единиц по шкале Мооса), поэтому при обработке песчаных и супесчаных почв, а

также в засушливый период на всех видах почвы износ рабочих органов наиболее интенсивный.

С целью увеличения срока службы широко используются различные варианты изготовления и упрочнения режущей части рабочего органа почвообрабатывающего орудия: наплавка режущей кромки лезвия износостойкими сплавами типа «сормайт», или размещение вдоль лезвия рабочего органа чередующихся участков, выполненных в виде параллельных друг другу валиков, наплавленных под действием электронного пучка, расплавляющего слой порошка из твердого сплава, нанесенного на поверхность лезвия лемеха [2].

В данной конструкции (линейная форма режущей кромки лезвия) в процессе работы лемеха не наплавленные участки лезвия изнашиваются быстрее наплавленных, в результате чего кромка лезвия принимает заостренную пилообразную форму, что снижает процесс затупления этой режущей кромки. Однако в процессе эксплуатации таких лемехов в условиях работы высокоскоростного плуга неровности поверхности лемеха, сформировавшиеся в результате наплавки валиков, развивают рост сопротивления при обработке почвы, и как следствие, это требует увеличения энергозатрат на агрегатирование и создает повышенный износ выступающих элементов. Кроме того, имеет место сложность технологического процесса наплавки; необходимость механической заточки кромки лезвия после наплавки; в процессе восстановления температурное воздействие на металл лемеха или диска приводит к снижению прочности материала (сталь марки 65Г) и его жесткости, что вызывает коробление и потерю его формы.

В НИЛ «Комплексные технологии» Инженерно-технического института предложен и апробирован метод упрочнения рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде, основанный на нане-

сении на режущую кромку лезвия слоев износостойких покрытий из инструментальной стали и металлокерамических сплавов посредством электроискрового легирования (ЭИЛ). Так, например, в плужном лемехе вдоль лезвия параллельно друг другу наносятся на его поверхности участки в виде расположенных друг за другом полос из износостойкого материала, при этом они размещены с шагом, равным ширине полосы, что создает чередующие зоны упрочнения. Наносимый упрочняющий материал, а также шаг чередования полос и их наклон к носовой части лемеха принимаются исходя из задач и требований плотности обрабатываемой почвы и типа отвала плуга.

В качестве материала электрода и, соответственно, наносимого упрочняющего слоя могут быть использованы инструментальные стали типа P8–P18, обладающие способностью эффективно работать на высоких скоростях, а также металлокерамические сплавы титанокобальтовой груп-

пы (например, T15K6) или вольфрамокобальтовой группы (например, BK4–BK10).

Полученный эффект объясняется тем, что достигается максимальное скольжение частиц почвы вдоль лезвия лемеха, и за счет того, что режущая часть имеет переменную твердость, обеспечивается эффект самозатачивания за счет формирования пилообразной (зубчатой, волнистой) конфигурации режущей кромки.

Способ поясняется рис. 1 (*a* – схема модернизированного лемеха; *б* – разрез по А–А упрочненного электроискровым легированием лезвия; *в* – зона по разрезу Б–Б упрочнения электроискровым легированием; *г* – вид внешней поверхности режущей кромки лезвия после некоторой наработки).

Рабочий орган для высокоскоростной обработки почвы представляет собой лемех 1 с лезвием 2, имеющим режущую кромку 3. Лезвие 2 имеет внешнюю сторону 4 и внутреннюю 5. На внешней 4 стороне лезвия 2 участками с дискретными

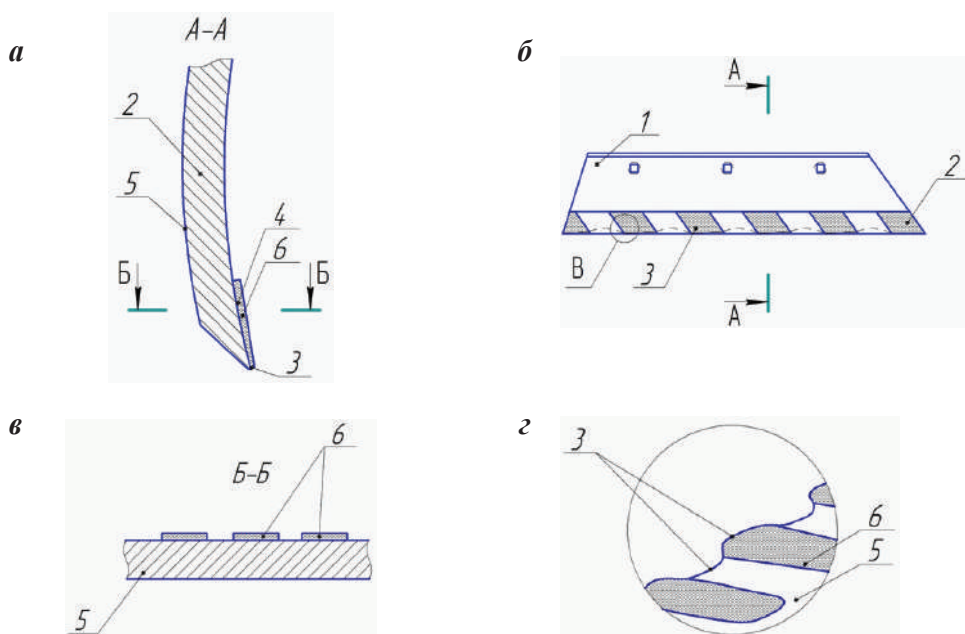


Рис. 1

разрывами нанесены упрочняющие слои в виде полос *б*, направленных в сторону режущей кромки *з*. Участки полос *б* упрочняющего слоя наносят с шагом, равным ширине полосы, создавая чередующие зоны упрочнения.

Рабочий орган работает следующим образом. При движении в почве лезвие *2* подрезает пласт почвы с находящимися в ней растительными остатками. Подрезаемый пласт перемещается по верхней стороне лезвия *4* и обрушивается отвалом плуга на дно борозды, в результате чего происходит его крошение. В процессе подрезания пласта на лезвие рабочего органа действуют значительные удельные нагрузки, почва в зоне реза уплотняется и уплотненный участок перемещается вдоль лезвия, вызывая его износ.

Во время работы рабочего органа неупрочненная часть лезвия изнашивается быстрее, чем упрочненная нанесенными полосами *б*, что позволяет в процессе эксплуатации в результате износа неупрочненной части лезвия формировать режущую кромку *з* таким образом, что она приобретает пилообразную (волнистую) форму. Эта форма лезвия (по сравнению с известными) уменьшает возможность образования затылочной фаски у лезвия (за счет переменной твердости как вдоль лезвия, так и по сечению), устраняет возможность затупления режущей кромки, ведет к ее самозатачиванию, что в совокупности уменьшает тяговое сопротивление и улучшает эксплуатационные свойства лемеха плуга.

Таким образом, появляется следующий ряд положительных технологических эффектов:

– **повышена действенность подрезки почвы.** Срез почвенного слоя происходит одновременно под разными углами, что явно повышает эффективность при срезании слоистых и волокнистых растительных остатков предшественника;

– **приумноженная длина кромки режущего лезвия.** При одинаковой длине лемеха общая длина режущей кромки волнистого лезвия значительно больше, так как режущая кромка проходит по кривой всех зубьев лезвия. Если рассчитать совокупную длину всех кривых волнистости, то рабочая режущая кромка будет значительно длиннее самого лезвия;

– **увеличенное время сохранения остроты лезвия.** Частично затупленное лезвие с волнистой формой заточки сохраняет свои режущие свойства дольше, чем обычное лезвие, так как нагрузка распределяется по большей плоскости и длине режущей кромки, а это означает, что удельная нагрузка на единицу длины лезвия меньше. Поэтому волнообразное лезвие не сгибается и не застревает так же легко, как гладкое лезвие. Кроме того, при врезании в поверхность почвы большие зубья опираются на обрабатываемый материал с большей силой, чем гладкая кромка лезвия. Участки лезвия в изгибах в значительной степени меньше подвержены трению, поэтому лезвие дольше остается острым;

– **облегченные условия внедрения в почву.** Каждый зуб волнистого лезвия проникает в пласт почвы с уколком, срезая его и растительные остатки вокруг него по бокам, и при том же усилии на лемехе эффективность срезания слоя почвы намного выше. Кончик каждого изгиба снова и снова врезается в материал пласта и как бы ломает его. Приложенная сила концентрируется в точках изгибов волны, что приводит к большей глубине реза по сравнению с резом, полученным от лезвия с гладкой заточкой. Это в совокупности не позволяет корпусам плуга покидать почву и поддерживать стабильную глубину вспашки, что особенно важно в условиях высокоскоростной обработки почвы.

Пример 1. На лемех скоростного плуга марки ПСКУ-5 методом ЭИЛ, с по-

мощью шаблона, наносили твердый сплав ВК6 отдельными участками (рис. 1) шириной 5–6 мм и оставляли неупрочненные участки 5–6 мм (твердость HRC 46–53). Испытание рабочего органа для обработки почвы проводили в полевых условиях при глубине вспашки 35 см с рабочей скоростью 8 км/ч. Тип почвы – суглинистая, влажность – 32 %.

Плужные корпуса с модернизированными лемехами установили на высокоскоростной плуг так, чтобы все рабочие органы (лемеха) находились в одинаковых условиях износа. Нарботка на каждый плужный корпус составила 110 га, после этого их сняли с пахотного агрегата, очистили от почвы, промыли и просушили, а затем взвесили, измерили угол затылочной фаски, ширину затылочной фаски и линейный износ лезвия лемеха и полученные результаты свели в табл. 1.

Анализ результатов полевых испытаний предлагаемого рабочего органа для обработки почвы показал, что величина износа правого лемеха по весу, упрочненного титан-кобальтовым сплавом Т15К6, уменьшилась на 54,7 % по сравнению с наплавкой сплавом Сормайт 1, а усредненный линейный износ правого лемеха по ширине – на 53,6 % по сравнению с контролем, в результате чего эксплуатационные свойства рабочего органа повысились по отношению к известной технологии расположения упрочненных участков на лезвии [3].

Аналогичные результаты были достигнуты и на дисковом рабочем органе (криволинейная/круговая форма режущей кромки лезвия), в котором на режущую кромку лезвия наносится методом ЭИЛ износостойкое покрытие из инструментальной быстрорежущей стали марки Р8–Р18, а затем, поверх этого слоя, тем же способом размещают чередующие друг за другом упрочняющие серповидно изогнутые полосы в виде удлиненных четырехугольников с радиальными сторонами, образованными кривой, например, в форме эвольвенты. Серповидные радиальные полосы нанесены из металлокерамического сплава титанокобальтовой (например, Т15К6) или вольфрамокобальтовой (ВК6–ВК10) групп. Располагаются радиальные серповидные полосы таким образом, чтобы выпуклой стороной они были обращены в направлении вращения диска, т. е. по ходу движения почвообрабатывающего агрегата.

В данном варианте, аналогично линейному способу упрочнения, достигается максимальное скольжение частиц почвы по лезвию диска и за счет того, что рабочая поверхность лезвия имеет переменную твердость, обеспечивается эффект его самозатачивания за счет формирования пилообразной (волнистой, зубчатой) конфигурации режущей кромки.

Выполнение чередующихся радиальных полос поверх первого нанесенного покрытия в виде эвольвентных линий, ориентированных выпуклой стороной в

Таблица 1

№ образца рабочего органа плуга	Нарботка на 1 корпус, га	Материал упрочняемого слоя	Износ лемеха по массе, г	Усреднённый линейный износ по ширине лемеха, мм
1 – правый лемех плуга	110	титан-кобальтовый сплав Т15К6	180	7,4
2 – средний лемех плуга	110	контрольный, без упрочнения	329	11,8
3 – левый лемех плуга	110	сплав Сормайт 1	322	13,8

направлении вращения диска по ходу движения почвообрабатывающего агрегата, позволяет максимально снизить трение скольжения почвы о режущую кромку лезвия, преобразовав в основном в трение качения, присущее эвольвентой траектории частиц почвы, перемещающихся по окружности без скольжения, аналогично принципу реечной передачи. Помимо повышения качества обработки почвы улучшается процесс резания пожнивных остатков, что также снижает тяговое сопротивление агрегата.

Данный способ поясняется рис. 2 (*а* – схема предлагаемого диска; *б* – разрез по А–А упрочненного лезвия; *в* – зоны по разрезу Б–Б упрочнения; *г* – вид внешней поверхности режущей кромки лезвия после некоторой наработки).

Рабочий орган представляет собой диск *1* с лезвием *2*, имеющим режущую кромку *3*. Лезвие *2* имеет внутреннюю рабочую поверхность *4*, на которую нанесено износостойкое покрытие *5* из инструментальной быстрорежущей стали, а поверх него радиально нанесены чередующиеся

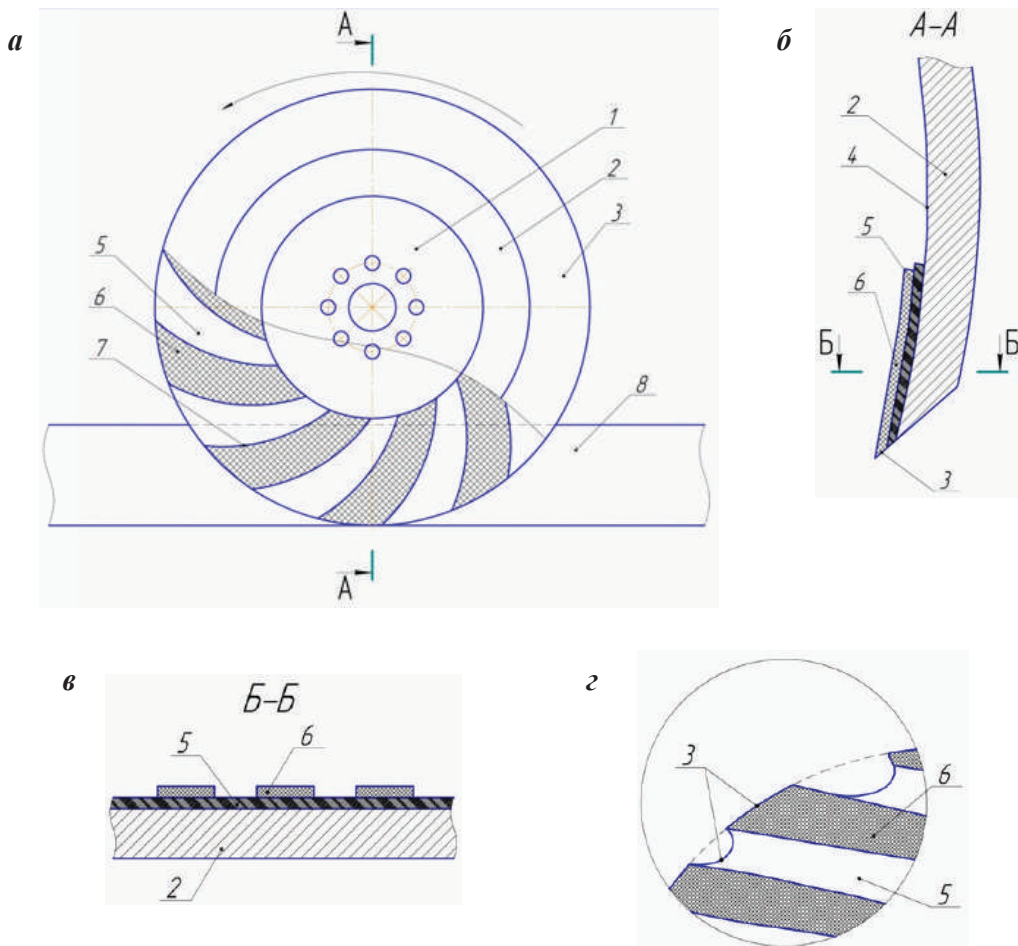


Рис. 2

упрочняющие полосы 6 серповидно изогнутой формы из металлокерамического сплава в виде удлиненных четырехугольников с радиальными сторонами, выполненные по кривой 7 в форме эвольвенты. При этом криволинейные радиальные стороны выпуклой стороной ориентированы к обрабатываемому пласту почвы 8 в направлении вращения диска. Упрочняющие полосы 6 наносят с равным шагом, создавая чередующие зоны упрочнения.

Дисковый рабочий орган работает следующим образом. При движении в почве 8 лезвие 2 подрезает ее пласт с находящимися в ней растительными остатками. Подрезаемый пласт перемещается по внутренней рабочей поверхности лезвия 4, в результате чего происходит его крошение. В процессе подрезания пласта на лезвие рабочего органа действуют значительные удельные нагрузки, почва в зоне реза уплотняется и уплотненный участок перемещается вдоль лезвия, вызывая его износ.

Во время работы рабочего органа упрочненная слоем 5 из инструментальной быстрорежущей стали часть лезвия изнашивается быстрее, чем упрочненная нанесенными полосами 6 из металлокерамического сплава, что позволяет в процессе эксплуатации в результате износа менее упрочненной части лезвия формировать режущую кромку 3 таким образом, что она приобретает пилообразную (волнистую) форму. Эта форма лезвия (по сравнению с известными) уменьшает возможность образования затылочной фаски у лезвия (за счет переменной твердости как вдоль лезвия, так и по сечению), устраняет возможность затупления режущей кромки, ведет к ее самозатачиванию, что в совокупности уменьшает тяговое сопротивление и улучшает эксплуатационные свойства рабочего органа.

Пример 2. На диски луцильника марки ЛДГ-10 методом электроискрового легирования наносили слой из быстро-

режущей инструментальной стали P18, а затем с помощью шаблона металлокерамический сплав T15K6 отдельными чередующимися радиальными полосами удлиненной четырехугольной серповидно изогнутой формы (рис. 1) шириной 9–12 мм и оставляли ненанесенные участки 9–12 мм (твердость HRC 75–81).

Диски установили на почвообрабатывающий агрегат так, чтобы все рабочие органы (базовые и наплавленные диски) находились в одинаковых условиях износа. При движении луцильного агрегата диски заглубляются в почву и вследствие ее сопротивления, находясь на валах, приводятся во вращение подрезая, оборачивая и кроша почвенный пласт.

При эксплуатации такого рабочего органа более интенсивно изнашивается основное покрытие и металл режущей кромки диска, а в меньшей степени – нанесенный слой металлокерамического сплава, в результате проявляется эффект самозатачивания и формирование пилообразной (волнистой, зубчатой) конфигурации режущей кромки и сохранение процесса самозатачивания лезвия до полного износа наплавленного слоя.

Испытание рабочего органа для обработки почвы проводили в полевых условиях при глубине дискования 15 см с рабочей скоростью 10 км/ч. Тип почвы – песчано-суглинистая, влажность – 27 %.

Наработка на каждый диск составила 190 га, после этого их сняли с агрегата, очистили, а затем измерили угол затылочной фаски, ширину затылочной фаски и линейный износ лезвия лемеха и полученные результаты свели в табл. 2.

Анализ результатов полевых испытаний предлагаемого рабочего органа для обработки почвы показал, что величина износа диска, упрочненного титан-кобальтовым сплавом T15K6 уменьшилась в 3 раза, а вольфрам-кобальтовым ВК6 – в 2,9 раза (практически одинаково) по сравне-

Таблица 2

№ образца рабочего диска	Материал упрочняемого слоя	Наработка на 1 диск, га	Усредненный радиальный износ по окружности диска, мм
1	Титан-кобальтовый сплав Т15К6	190	4,3
2	Вольфрам-кобальтовый сплав ВК6	190	4,7
3	Контрольный, без упрочнения	110	13,8

нию с диском без упрочнения, при этом ресурс базового диска составил 110 га, что потребовало его переточки [4].

Таким образом, используя предлагаемые методы упрочнения рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде, достигается минимальное скольжение частиц почвы вдоль лезвий, тем самым уменьшается износ лезвия. Режущая кромка лезвия имеет переменную твердость, это обеспечивает эффект самозатачивания, а волнистая форма режущей кромки в процессе непродолжительной эксплуатации лемеха или диска снижает возможность закругления отдельных зубьев лезвия и смятия почвы. В итоге уменьшается тяговое сопротивление, за счет улучшения процесса крошения почвы и степени измельчения

пожнивных остатков (стерни) повышаются эксплуатационные свойства и возрастает рабочий ресурс почвообрабатывающего агрегата.

Цитированная литература

1. Бледных, В. В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий / В. В. Бледных. – Челябинск : ЧГАА, 2010. – С. 71–90. – Текст : непосредственный.
2. Авторское с-во СССР № 1611231, кл. А01В 15/04, 1990 г.
3. Патент ПМР № 508, Зарегистрировано в Госреестре Минюста ПМР 23.08.2019 г.
4. Патент ПМР № 509, Зарегистрировано в Госреестре Минюста ПМР 07.10.2019 г.

УДК 629.3.083.5

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ Fe–Cr ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

А. С. Янута, Н. И. Корнейчук, А. Ф. Синельников

Представлены результаты аналитического обзора электролитов, применяемых для получения двухкомпонентного электролитического сплава Fe–Cr, с целью восстановления деталей машин и оборудования. Выделены составы и режимы обзорных электролитов. Подчеркнута проблематика существующих составов электролитов с учетом требований, предъявляемых в настоящее время.

Ключевые слова: электролитический сплав, железо-хром, состав электролита, режим осаждения, восстановление.

ANALYSIS OF THE USE OF ELECTROLYTES FOR THE PRODUCTION OF Fe–Cr ELECTROLYTIC ALLOYS IN THE RESTORATION OF MACHINE PARTS AND EQUIPMENT

A. S. Ianyta, N. I. Corneichyk, A. F. Sinelnikov

The results of an analytical review of electrolytes used to produce a two-component Fe–Cr electrolytic alloy for the purpose of restoring machine parts and equipment are presented. Compositions and modes of survey electrolytes are highlighted. The problems of the existing compositions of electrolytes are emphasized, taking into account the requirements currently imposed.

Keywords: *electrolytic alloy, iron-chromium, electrolyte composition, deposition mode, reduction.*

Введение

Процесс железнения представляет собой электролитическое осаждение металла на восстанавливаемую поверхность детали из водных растворов солей железа (II). Способ железнения получил широкое применение при восстановлении деталей с износом от нескольких микрометров до 1,5 мм на сторону. Производительность процесса железнения примерно в 10 раз выше, чем хромирования. Средняя скорость осаждения металла составляет 0,72–1 мкм/с, а выход металла по току не ниже 80–95 %.

В то же время, железное покрытие обладает меньшей износостойкостью по сравнению с хромовым, но при более высокой скорости электролиза обеспечивается максимальная толщина осаждаемого слоя металла.

В ряде случаев получение чистых покрытий при электролитическом железнении и хромировании является нецелесообразным по следующим основаниям:

1) низкая производительность процесса хромирования в результате малого выхода хрома по току;

2) высокая агрессивность электролитов хромирования;

3) известная неустойчивость ванны хромирования в работе, что требует проведения частых анализов и корректировок электролита для поддержания соотношения между CrO_3 и H_2SO_4 в оптимальных пределах [1];

4) электролитическое покрытие чистого железа не в полной мере удовлетворяет потребности современных технологий восстановления деталей.

Вместе с тем осаждение сплава на основе железа, легированного хромом, обеспечивает получение покрытий с более высокими физико-механическими характеристиками по сравнению с чистыми (однокомпонентными) [2].

Согласно данным литературных источников [3], качество покрытий можно повысить, осаждая сплавы металлов из двух и более компонентов. Осаждение сплавов дает возможность повысить при восстановлении и упрочнении деталей машин такие важные физико-механические свойства, как твердость, износостойкость, антифрикционные свойства и коррозионную устойчивость покрытия. Хорошие результаты были достигнуты при осаждении сплавов Fe–Zn, Fe–Ni, Fe–Cr–Ni, Fe–P [4]. Более того, электролитический способ позволяет осаждавать сплавы, которые невозможно получить металлургическим способом, так как их компоненты нерастворимы один в другом. Многие электролитические сплавы, благодаря высоким физическим, химическим и механическим свойствам, получили широкое промышленное применение.

Особый интерес представляет сплав железа, легированного хромом. Согласно данным работы [5], он обладает повышенной жаропрочностью и коррозионной устойчивостью, а его износостойкость в

1,5–2 раза превышает износостойкость чистого хрома.

Несмотря на столь существенные преимущества, процессы электроосаждения сплавов еще не получили широкого применения, так как теория совместного восстановления ионов металлов на катоде довольно сложна.

Совместный разряд ионов разной химической природы требует выполнения главного условия – обеспечения равенства потенциалов их восстановления.

По нашему мнению, наиболее эффективным способом сближения потенциалов восстановления ионов является комплексообразование. При образовании комплексов равновесный потенциал металла смещается в отрицательную сторону за счет уменьшения концентрации свободных ионов в растворе. Согласно работе [6] при осаждении одного и того же сплава из различных по составу электролитов наиболее качественные осадки получают в случае применения органических соединений металлов, имеющих малые значения констант нестойкости комплексных ионов, т. е. значительно повышающих перенапряжение разрядов ионов.

В. В. Скорчелетти [7] обосновывает возможность некоторого облагораживания потенциалов разрядов ионов при условии, что сплав окажется более выгодным для электроотрицательного компонента.

Исходя из вышеописанного и теоретических положений совместного разряда ионов с последующим образованием сплавов, сдвига потенциалов в сторону сближения их разряда можно добиться следующими способами:

- 1) изменением концентрации металлов в электролитах железнения;
- 2) применением составов электролитов, содержащих комплексные ионы;
- 3) использованием добавок поверхностно активных веществ;
- 4) облегчением разряда ионов с последующим образованием твердых рас-

творов или химических соединений и с наибольшим облагораживанием потенциала электроотрицательного компонента.

По нашему мнению, для осаждения сплава железо–хром наиболее эффективным методом является применение электролитов, содержащих комплексообразующие ионы. Возникла необходимость поиска и анализа составов и режимов существующих электролитов и определения путей совершенствования условий осаждения сплава Fe–Cr применительно к восстановлению и упрочнению деталей машин и оборудования.

Для оценки и выбора электролита, пригодного для восстановления и упрочнения деталей машин и оборудования, нами сформулированы требования, которым должны удовлетворять электролиты для осаждения двухкомпонентного сплава Fe–Cr:

- 1) покрытия электролитического сплава Fe–Cr должны обладать достаточно высокими физико-механическими свойствами (износостойкостью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью) и обеспечивать высокое качество сцепляемости покрытия с основой восстанавливаемой детали;
- 2) электролиты должны обладать высокой буферной емкостью;
- 3) скорость осаждения металлов не должна быть ниже 0,2 мм/ч.

Результаты исследований

Анализ электролитов для получения сплавов на основе железа показал, что наилучшими физико-механическими свойствами обладают покрытия, легированные хромом. Получение данных покрытий осуществляется из электролитов, которые по составу компонентов можно разделить на сульфатные, хлоридные, хлоридно-сульфатные (смешанные), борфтористоводородные и другие.

В работе [8] приводятся сведения о различных типах электролитов железнения. При этом отмечается, что из электролитов, содержащих органические вещества, осаждаются мелкодисперсные ненапряженные покрытия с высокой микротвердостью (6000–8000 МПа). Электролиты устойчивы в работе при $\text{pH} = 1,8\text{--}2,2$, и накопления трехвалентного железа в растворе не наблюдается.

А. Т. Ваграмяном и Д. Н. Усачевым [9] аргументируется возможность получения сплава Fe–Cr при условии, что осаждаемые с хромом металлы должны присутствовать в электролите не в виде катионов, а в виде анионов. Выводы названных авторов хорошо сочетаются с результатами исследований Т. М. Вячеславова [10], С. И. Скляренко и других.

По данным исследований для получения твердых полублестящих осадков сплава Fe–Cr (с содержанием хрома 20–25 %) используется раствор следующего состава (г/л): $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - 37\text{...}200$; $\text{FeSO}_4 - 29\text{...}185$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 32\text{...}330$; мочевины – $60\text{...}264$; MnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ или их смесь – $0,05\text{...}88,74$. Соотношение $\text{Cr}^{3+} : \text{Fe}^{2+}$ в электролите должно поддерживаться в пределах $0,3\text{--}3,2$. Электролиз рекомендуется проводить при $t_{\text{пл}} = 22\text{--}55$ °С, pH раствора $1,7\text{--}2,1$ и катодной плотности тока $7\text{--}40$ А/дм². В качестве анода использовать пластины из сплава Fe–Cr с содержанием 13–18 % хрома.

Н. Т. Кудрявцев с сотрудниками изучал возможность совместного осаждения хрома с железом из борфтористоводородного электролита. Сплав Fe–Cr, содержащий до 35 % хрома, с выходом по току 20 % при толщине слоя в несколько микрометров можно осаждавать из электролита состава (моль/л): $\text{Cr}(\text{BF}_4)_3 - 1,2\text{...}1,5$; $\text{Fe}(\text{BF}_4)_2 - 0,15\text{...}0,3$; $\text{HBF}_4 - 2,0$. Температура электролита 40 °С, плотность тока 30 А/дм². В данной работе показано, что с увеличением плотности тока и понижен-

ем температуры содержание хрома в осадке и выход сплава по току возрастают при удовлетворительном качестве покрытий.

Авторы американского патента предлагают для получения сплава Fe–Cr электролит состава (г/л): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - 300$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 150$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 - 5$ и хлоридметилпиридиния – 0,5. В качестве блескообразователя вместо метилпиридиния можно использовать мочевины или формалин. Условия электролиза: температура электролита 43–45 °С, pH раствора 1,4–2,5, плотность тока – 7 А/дм². Выход сплава по току составляет 30 %.

Электроосаждению сплава Fe–Cr посвящен ряд работ, выполненных Ю. Ю. Матулисом и его учениками [11]. Ими предлагается раствор состава: $\text{NH}_4\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 - 1$ моль, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - 7$ моль, $\text{FeSO}_4 - 0,004\text{...}1,5$ моль/л. Температура электролита 40 °С, $\text{pH} - 0,7\text{...}2,2$, катодная плотность тока 20 А/дм². Исследования показали, что с увеличением концентрации FeSO_4 в растворе 0,1–0,2 моль содержание Fe в сплаве достигает 50 атомных %. При дальнейшем увеличении концентрации FeSO_4 содержание Fe в осадке растет медленнее и достигает 85–90 % атомных при концентрации 1–1,5 моль. Авторы этой работы отмечают, что при содержании в сплаве Fe 85–90 % получают наиболее качественные покрытия, а выход сплава по току практически не меняется и имеет значение при вышеприведенных режимах ~20 %.

Так, в работе [12] приводится разработанный автором холодный саморегулирующийся тетрахроматный электролит состава (г/л): $\text{CrO}_3 - 250$; $\text{CaCO}_3 - 50$; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 10$; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 50$, а также результаты кинетических закономерностей совместного разряда ионов Fe и Cr из растворов. Показано, что, несмотря на более положительный в сравнении с потенциалом раздельного выделения хрома и менее положительного потенциала выделения железа, осадок в основном содержит один хром.

Вместе с этим осажденные покрытия при $D_k = 5\text{--}15$ А/дм² обладают повышенной коррозионной стойкостью и жаростойкостью, чем чистые железные покрытия.

В последующей своей работе Л. И. Сайманова показывает возможность осаждения сплава из разбавленного электролита следующего состава (г/л): $\text{CrO}_3 - 40\text{...}60$; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 25\text{...}30$; $\text{MgSO}_4 - 2\text{...}4$. Оптимизированы условия электролиза. Так, рН необходимо поддерживать постоянным в пределах $0,9\text{--}1$; $D_k = 15\text{--}30$ А/дм², температура электролита $40\text{--}60$ °С. Сплав, осажденный при данных условиях, содержит $10\text{--}40$ % железа, выход по току составляет $8\text{--}10$ %, а микротвердость покрытий – $850\text{...}600$ кг/мм².

Известен электролит для осаждения сплава железо–хром, содержащий серно-кислые соли хрома, железа и аммония, трилон Б и борную кислоту [13]. Недостатком данного электролита является малый выход по току сплава и низкая коррозионная стойкость ($0,15\text{--}0,20$ г/м²·ч).

В патенте В. В. Поветкина, И. М. Ковенского, Е. В. Корешкова и П.Ю. Денисова [14] предлагается электролит следующего состава, г/л: $\text{FeSO}_4 - 30\text{...}50$, $\text{Cr}_4(\text{SO}_4)_2 - 60\text{...}80$, $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2 - 50\text{...}60$, $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 - 40\text{...}50$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - 40\text{...}50$, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 - 20\text{...}30$, $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6 - 3\text{...}5$, дистиллированная вода до рабочего объема электролита.

В исследованиях В. В. Серебровского, В. И. Серебровского и др. [15] предлагается применять хлористый электролит для получения сплава железо–хрома. Отличительной чертой режима осаждения, применяемого авторами, является покрытие на переменном токе с показателем асимметрии $\beta = 6$. Оптимальная плотность катодного тока от 30 до 50 А/дм². Увеличение плотности катодного тока при осаждении сплава Fe–Cr приводило к повышению содержания в нем Cr, причём данная закономерность наблюдалась при всех

концентрациях хлорида хрома в электролите. В интервале плотности тока от 10 до 30 А/дм² наблюдалось наибольшее повышение содержания Cr от 5 до $7,8$ %, при дальнейшем повышении плотности тока содержание хрома повышалось незначительно вплоть до 8 % при плотности 50 А/дм². Повышение содержания хлорида хрома в электролите до 30 г/л повышает концентрацию хрома в покрытии прямопропорционально. Дальнейшее увеличение концентрации хлорида хрома в электролите практически не приводит к увеличению содержания хрома в осадке, однако вызывает заметное уменьшение скорости осаждения сплава Fe–Cr [16].

Известны способы гальванического покрытия из сплава Fe–Cr в электролите, содержащем сульфат железа, сульфат хрома и гликокол с использованием как постоянного, так и импульсного тока.

Применение импульсного тока во время осаждения по сравнению с постоянным током, хотя и позволяет несколько улучшить физико-механические свойства покрытий, но приводит к понижению выхода сплава по току с 32 до $29\text{--}31$ % [17].

Выводы

1. Обоснована технологически необходимая толщина покрытий, составляющая $0,2\text{--}0,25$ мм, при восстановлении деталей машин электролитическими сплавами железо–хром.

2. Выявлено, что существующие электролиты не обеспечивают осаждение качественных покрытий требуемой толщины при восстановлении деталей.

3. Исходя из аналитического обзора существующих электролитов и теоретических положений совместного разряда ионов осаждаемого сплава, обоснованы основные требования и направления совершенствования и разработки электроли-

тов для осаждения качественных покрытий толщиной 0,2–0,25 мм со скоростью осаждения не менее 0,25 мм/ч.

4. Выявлена необходимость дальнейших исследований по разработке электролита для получения сплава железо–хром с целью восстановления деталей машин и оборудования.

Цитированная литература

1. **Вороницын, И. С.** Исследования механических свойств хромовых покрытий, применяемых для упрочнения и восстановления деталей машин : монография / И. С. Вороницын. – Ленинград : Воен. акад. тыла и транспорта, 1963. – 209 с. – Текст : непосредственный.

2. Электролитическое осаждение железа : монография / Ю. Н. Петров, Г. В. Гурьяно, Ж. И. Бобанова [и др.]. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 196 с. – Текст : непосредственный.

3. **Вячеславов, П. М.** Электролитическое осаждение сплавов. Машиностроение / П. М. Вячеславов [Изд. 4-е, перераб. и доп.]. – Ленинград, 1977. – 96 с. – Текст : непосредственный.

4. **Гинберг, А. М.** Гальванотехника : справочник / под редакцией А. М. Гинберга [и др.]. – Москва : Металлургия, 1987. – 736 с. – Текст : непосредственный.

5. **Мясковский, Л. М.** Исследование износостойкости электролитических сплавов на основе железа применительно к восстановлению и упрочнению автотракторных деталей : автореферат канд. наук, Харьков, 1975. – 22 с.

6. **Ваграмян, А. Т.** Методы исследования электроосаждения металлов / А. Т. Ваграмян, З. А. Соловьева. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – Москва : Академия наук СССР, 1960. – С. 176–187. – Текст : непосредственный.

7. **Скорчеллетти, В. В.** Теоретическая электрохимия / В. В. Скорчеллетти. – [4-е изд., испр. и доп.]. – Ленинград : Химия, 1974. – С. 500–503. – Текст : непосредственный.

8. **Петров, Ю. Н.** Электролиз железнения / Ю. Н. Петров, И. В. Душевский. – Текст : непо-

средственный // Межвузовский сборник научных статей «Прогрессивные способы восстановления изношенных деталей машин». – Кишинев : КСХИ им. М. В. Фрунзе, 1983. – С. 4–9.

9. **Ваграмян, А. Т.** Электролитическое осаждение сплавов : сборник статей / А. Т. Ваграмян. – Москва : Машгиз, 1961. – 216 с. – Текст : непосредственный.

10. Электролитические сплавы / Н. П. Федотьев, Н. Н. Бибииков, Т. М. Вячеславов, С. Я. Грилихес. – Москва; Ленинград, 1962. – 332 с. – Текст : непосредственный.

11. Исследования в области электроосаждения металлов / Ю. С. Бубялис [и др.]. // Материалы Респ. конф. электрохимиков ЛитССР. – Вильнюс [б. и.], 1966.

12. **Сайманова, А. И.** Электроосаждения хрома и сплава на его основе из саморегулирующегося тетрахроматного электролита : Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Харьков, 1966. – 21 с.

13. **Ефимов, Е.А.** Electrodeposition of Cr-Fe alloy from the electrolytes on a Cr(3) compounds base / Е. А. Ефимов, В. В. Черных. – Текст : непосредственный // Защита металлов. – 1992. – Т. 28 (3). – С. 481–485.

14. Электролит для осаждения сплава железо–хром : патент РФ № 2248415; № 2004103007/02, опуб. 20.03.2005, Бюл. №8.

15. Электроосаждение легированных железных покрытий из хлоридных электролитов / В. В. Серебровский, Л. Н. Серебровская, А. В. Серебровский, Д. А. Санников. – Текст : непосредственный // Региональный Вестник. – 2016. – №2. – С. 41–43.

16. Упрочняющее легирование электроосажденного железа / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафронов, Ю. П. Гнездилова. – Текст : непосредственный // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – №4. – С. 68–71.

17. Электроосаждение сплава железо–хром периодическим током / В. Т. Фомичев [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы семинара «Получение твердых износостойких гальванических покрытий». – Москва : МДНТП, 1970. – С. 94–96.

УДК. 629.113

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ

А. Н. Котомчин, А. И. Артёменко

Даны результаты исследований предельных износов агрегатов и узлов автомобилей, эксплуатирующийся в Приднестровье, влияющих на надежность в целом. Выявлено, что предельные износы напрямую связаны с пробегами автомобилей, для этого установлены их значения для различных марок автомобилей. Также проведена оценка влияния на предельное состояние агрегатов автомобилей в зависимости от износа их базовых деталей.

Ключевые слова: износ, предельное состояние, квадратичное отклонение, интенсивность изнашивания.

DETERMINATION OF THE MAXIMUM WEAR OF PARTS DURING THE OPERATION OF CARS IN PRIDNESTROVIE

A. N. Kotomchin, A. I. Artemenko

The article presents the results of studies of the extreme wear of aggregates and components of cars operated in Transnistria, affecting reliability in general. It has been revealed that the marginal wear is directly related to the mileage of cars, for this purpose their values are set for various car brands. An assessment of the impact on the limiting condition of car units depending on the wear of their basic parts was also carried out.

Keywords: wear, limit state, square deviation, wear intensity.

Введение

Автомобили и машины в Приднестровье имеют большие пробеги и наработки (иногда превышающие предельные состояния до списания), что снижает их надежность во время эксплуатации. Использование новой техники, особенно импортной, также связано с большими затратами на ее содержание. Так, например, при устранении отказов, что связано с покупкой новых запасных частей. Очень часто запасные части оказываются ненадлежащего качества, что снижает ресурс агрегата в целом и оказывает неблагоприятное влияние на общую работоспособность машины.

Большинство автомобилей, эксплуатирующихся в Приднестровье имеют возраст более 10 лет. Известно, что с увели-

чением возраста автомобиля количество отказов, связанных с потерей работоспособности, растет, и наступает момент, когда эксплуатация становится нецелесообразной. В основном автомобильный транспорт эксплуатируется в городском режиме, когда все узлы и агрегаты работают на повышенных нагрузках. Поэтому определение предельного износа деталей при эксплуатации автомобилей в Приднестровье имеет значение при определении периодичности их обслуживания.

От начала эксплуатации и до списания грузовые автомобили выполняют большой объем полезной работы при непрерывном воздействии на них неблагоприятных внешних и внутренних факторов, поэтому техническое состояние машин неизбежно ухудшается.

Основными причинами изменения технического состояния силовых агрега-

тов являются изнашивание, усталостные, тепловые и коррозионные разрушения [1], которые зависят от интенсивности изменения размеров, геометрической формы деталей и их взаимного расположения.

Изнашивание происходит под влиянием трех факторов: конструктивных – зависящих от конструкционных особенностей изделия, технологических – от технологии изготовления деталей и эксплуатационных – от качества применяемых топлив и масел, условий эксплуатации. Зная долю износов, вызванных различными условиями эксплуатации в общем износе, можно определить факторы, оказывающие основное влияние на износ деталей. Это позволяет выявить наиболее эффективные пути повышения долговечности двигателей при малой затрате времени и средств, а также прогнозировать ресурс узлов, агрегатов и машины в целом до капитального ремонта в зависимости от условий эксплуатации [1]. Поэтому работа по восстановлению и повышению износостойкости может дать максимальный технико-экономический эффект в том случае, если конструктивные разработки будут в первую очередь направлены на устранение факторов, вызывающих максимальный износ.

Наряду с этим важное место в обеспечении работоспособности машин в процессе эксплуатации занимает оперативное устранение возникающих отказов. Это возможно при эффективном резервировании деталей, узлов и агрегатов машин на основе прогнозирования их показателей надёжности.

Теория исследований

Долговечность автомобилей и их элементов обусловлена процессами, происходящими в сопряженных поверхностях.

С целью обоснования развития зависимостей показателей технического со-

стояния основных деталей машин от наработки необходимо исследовать изменение размеров и формы деталей в процессе эксплуатации.

Большой вклад в изучение изменения технического состояния и долговечности автомобилей, а также процессов их восстановления внесли: Ф. Н. Авдонькин, В. А. Бабенко, Ф. Х. Бурумкулов, Д. Н. Гаркунов, Б. В. Гольд, Н. Я. Говорущенко, А. С. Денисов, В. Е. Канарчук, В. И. Казарцев, Е. С. Кузнецов, Б. И. Костецкий, К. Т. Кошкин, Р. В. Кугель, И. В. Крагельский, Г. В. Крамаренко, В. В. Лелякин, В. М. Кражков, Л. В. Мирошников, В. М. Михлин, М. П. Мелков, А. С. Проников, Д. Н. Рететов, Ю. В. Родионов, Р. В. Ротенберг, С. В. Серенсен, В. М. Славуцкий, М. М. Хрущев, А. В. Чичинадзе, В. И. Черноиванов и др. [2, 3].

Рекомендации этих ученых по производству и эксплуатации позволили повысить надежность силовых агрегатов автомобилей, снизить затраты на обеспечение их работоспособности при эксплуатации. Однако проблема повышения их долговечности остается актуальной.

Изнашивание трущихся поверхностей деталей автомобилей многие исследователи представляют в виде классической кривой износа (рис. 1) [2, 3].

Такой характер закономерности износа свойственен практически для всех подвижных сопряжений. Интенсивность (скорость) изнашивания (tga) на участке *ав* будет зависеть от конструктивно-технологических характеристик сопрягаемых деталей. Приведенные исследования [3] являются тому подтверждением (табл. 1 и 2). Большой разброс данных по некоторым деталям объясняется не только различием в условиях эксплуатации, но и спецификой расчета интенсивности изнашивания, так как для нелинейных зависимостей ее величина непостоянна и будет зависеть от наработки. В то же время данные, приведенные в табл. 1 и 2 могут быть ис-

пользованы для сравнения с результатами испытания новых конструкций и для прогнозирования оценок ресурсов в случае использования комбинированных методов исследования износов.

В целях построения аналитических моделей износа для прогнозирования показателей надежности, на наш взгляд, необходимо стандартизировать методы обработки с учетом исходной информации и использовать их совместно со стандартизованными методами замеров износов, например, ГОСТ 14846-81 для деталей двигателя [3].

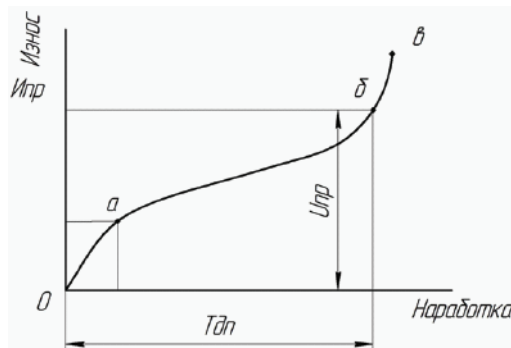


Рис. 1. Кривая износа детали:
Oa – зона приработки; ab – зона нормальной эксплуатации; бв – зона форсированного износа

Таблица 1

Интенсивности изнашивания U, мкм/тыс.км и предельные износы Iп (зазоры Sp), мкм деталей и сопряжений автомобильных двигателей [4]

Деталь, зазор	Место замера сопряжений	ЗМЗ-406		ЗИЛ-130		ЯМЗ-236		КамАЗ-740	
		U	Iп	U	Iп	U	Iп	U	Iп
Гильза цилиндра	В поясе максимального износа	1,4/0,45	400–450	1,43/0,52 0,70/0,27	350; 400; 400-500	1,45/0,25 1,10/0,33	160-180 250–300	0,60/0,23 0,60–0,73	170
Поршень	Канавка под первое кольцо Юбка	0,87/0,22 –	250–280 180–200	1,03/0,22; 1,07 0,82/0,33; 0,44	70 170	0,9/0,2 –	250 –	0,71/0,22 –	140 –
Первое поршневое кольцо	По высоте По радиальной толщине По тепловому зазору	1,15/0,34; 1,24;1,64 1,33/0,75 26,4/7,9; 7,8/5,1	150-180 – 3,0-103– 3,5-103	0,82/0,35; 0,53–0,75 4,2/2,2; 3,4–6,0 28,0/18,4	70 200–400 –	1,50/0,35 2,2–4,2 –	150–180 – 2,55·103	1,66/0,30; b1,0–6,2 – 10,6/5,0	– – – –
Коленчатый вал	Коренные шейки	0,70/0,21; 0,6–0,8	180–190; 160–170	0,25/0,08; 0,2–0,25	70	0,3/0,1; 0,27–0,42	–	0,27/0,05	–
	Шатунные шейки	0,30/0,10; 0,8	80–90; 70–80	0,20/0,06; 0,06–0,14	40	0,15/0,05; 0,32–0,46	–	0,18/0,04	–
Вкладыши коленчатого вала	Коренные (нижние)	2,40/0,72; 0,79/0,42	200–220	–	–	0,2–0,3; 0,42	–	0,30/0,08	–
	Шатунные (верхние)	0,74/0,22; 0,31; 0,21	80–90	0,42/0,10	–	0,23–0,27; 0,15–0,25	–	0,20/0,05	–
Зазоры	Кольцо-канавка поршня	–	360–400; 250	–	150–250	–	350	–	280
	Шейка коленчатого вала – вкладыш	–	280–320 200–300	–	170–190; 270–300	–	210–230	–	–
	Гильза цилиндров-поршень	–	350–400	–	–	–	350–400	–	280

Примечание: в числителе приведены средние значения, а в знаменателе – средние квадратические отклонения.

Интенсивности изнашивания зубьев шестерен агрегатов трансмиссии, мкм/тыс. км [4]

Агрегат, автомобиль	Шестерня	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение	Пробег, тыс. км
Коробка передач, ЗИЛ-ММЗ-555	II передачи промежуточного вала	3,2 (1,9)	–	120
	I передачи и заднего хода промежуточного вала	2,7	0,56	100–200
	V передачи ведомого вала	0,62	0,25	100–200
Коробка передач, КрАЗ-256	I передачи и заднего хода ведомого вала	0,98	–	120
Ведущий (средний) мост, КамАЗ	Коническая:			175
	ведущая	1,21	–	
	ведомая	0,86	–	
	Цилиндрическая:			
ведущая	2,71	–		
ведомая	0,86	–		
Колесная передача, МАЗ-500	Ведущая (солнечная)	1,8-3,2	–	130–180

С оценкой износов деталей непосредственно связано одно из важнейших понятий надежности – *предельное состояние объекта*, при котором, согласно ГОСТ 27.002-83, его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Примеры предельных значений приведены в табл. 2.

Несомненно, предельные состояния определяются всеми видами разрушительных процессов, но наиболее часто для механических систем их связывают именно с износом [5]. Это объясняется тем, что расчеты на статическую прочность, мало- и многоцикловую усталость невозможны без учета предельного состояния, которое характеризуется пределами прочности (текучести), кривой усталости и т. д. Поэтому проявление отказа в этих случаях однозначно связано с достижением предельного состояния.

Методика исследований

Для предельного состояния деталей (элементов деталей), сопряжений, сбороч-

ных единиц, агрегатов или объекта в целом используются, главным образом, два критерия – технический и экономический. Методы определения предельных состояний могут быть укрупненно сведены к двум – теоретическому и экспериментальному.

В работе [6] рассмотрена методика оценки предельных состояний, в основу которой положено установление функциональной связи между выходными параметрами объекта u и степенью повреждения $u(t)$, отражающей физику отказов отдельных элементов. Считается, что достижение выходными параметрами предельных значений определяет область работоспособности объекта. Поскольку в общем случае объект характеризуется несколькими выходными параметрами u_i , а один из видов повреждений u_{ij} может влиять на изменение разных u_i , то функциональная зависимость записывается в виде системы уравнений

$$u_i = f_i[u_{ij}(t)], \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, k$.

Частные случаи, например для одного выходного параметра пик видов повреждений ($i = 1, j = 1 \dots k$) или одного поврежде-

дения ($i = 1, j = 1$), следуют из общей зависимости (1).

Наиболее сложной является задача перехода от предельных значений выходных параметров к предельным значениям степени повреждения отдельных элементов. Поскольку теоретические методы ее решения еще не разработаны, то основное применение нашли эмпирические методы, позволяющие на основе экспериментальных исследований обосновать предельные значения элементов. Так, по результатам экспериментальных исследований коробок передач предельные износы зубьев шестерен составляют 0,30–0,32 мм, шлицев валов – 0,20–0,24 мм.

Для отдельных деталей и сопряжений предельные состояния по износу могут быть определены независимо от величин выходных параметров объекта. Наиболее часто в этом случае используется технический критерий, связанный с возникновением прочностной (усталостной) поломки, изменением условий трения, протеканием кривой износа, нарушением геометрической формы детали.

Под предельным износом по критерию прочности u_n подразумевается такой износ, при достижении которого деталь может разрушиться в результате уменьшения сечения, появления (развития) концентраторов напряжений, возникающих в

процессе изнашивания, а также увеличения динамических нагрузок. Пример постановки задачи определения u_n для зубьев шестерен быстроходных передач (в детерминированной форме) дан в работе [6]. Предельный износ определяется путем решения уравнения

$$\frac{a^2}{(a - u_n)^2} \cdot \frac{P_0 + P_d [u(t)]}{P_0} = n, \quad (2)$$

где a – толщина зуба у основания; P_0 – расчетная нагрузка; $P_d [u(t)]$ – динамическая составляющая нагрузки как функция износа $u(t)$, n – коэффициент запаса прочности, $n = 1,1 \dots 1,2$ [6].

Помимо технического критерия в работе [2] предложена методика определения предельного состояния деталей по экономическому критерию, основанному на минимизации удельных затрат. В частности, для деталей трансмиссии автомобиля МАЗ-5335, величины оптимальных (предельных) значений окружных люфтов для коробки передач составили (град): первая передача – 1,3–1,45; вторая – 2,8–3,05; третья – 4,1–4,25; четвертая – 4,8–5,0; пятая – 6,0–6,2; задний ход 1,65–1,85; для заднего моста – 35,6–36,1. Сопоставив полученные результаты с данными табл. 3, можно отметить хорошее совпадение с допустимыми, а не предельными значениями выходных параметров.

Таблица 3

Допустимые износы деталей коробки передач [6]

Деталь	Измеряемый параметр	Марка автомобиля	Износ, мм	
			Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
Шестерни	Толщина зубьев	ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ	0,22	0,01
Ведущий вал	Толщина шлицев	МАЗ-500, ГАЗ-53, ЗИЛ-130, МАЗ-5335	0,23 0,137	– –
Ведомый вал	Толщина шлицев	ГАЗ-53 ЗИЛ-130, МАЗ-500	0,124 0,08	– 0,015
Ведущий вал	Отверстие под подшипник	ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ	0,073	0,013
Подшипники	Осевой зазор	–	0,50	
	Радиальный зазор	–	0,05–0,10	

Установлено, что для агрегатов трансмиссии основным видом отказов является износ (83 % отказов сцеплений; 65,3 % отказов коробок передач; 97,6 % отказов карданных передач и 72,9 % отказов ведущих мостов). Однако характер их износа различный [6].

Значительная доля затрат и простоев в ремонте приходится на агрегаты трансмиссии (от 20 до 25 %) и особенно на главную передачу: по автомобилям КамАЗ на них приходится до 31 % всех отказов трансмиссии [6].

Исследованию изменения технического состояния и нагрузочных режимов в работах агрегатов трансмиссии автомобилей и других машин посвящены работы таких ученых, как: Ф. Н. Авдотькина, Н. А. Бухарина, Д. Н. Гаркунова, Б. В. Гольда, Н. Я. Говорущенко, А. С. Денисова, В. Н. Казарцева, Б. И. Костецкого, И. В. Крагельского, Г. В. Крамаренко, Р. В. Кугеля, Е. С. Кузнецова, В. С. Лукинского, Л. В. Мирошникова, В. М. Михлина, А. И. Петрусевича, А. С. Проникова, Р. В. Ротенберга, А. И. Селиванова, С. В. Серенсена, А. В. Серова, А. М. Шейнина, В. С. Шуплякова, С. Ф. Щетинина и др.

По анализу частот повторяемости дефектов деталей автомобилей, эксплуатирующийся в Приднестровье был сделан вывод о том, что основными дефектами указанных деталей являются износы посадочных подшипниковых соединений (ПС):

- для картера муфты сцепления: износ отверстия под крышку подшипника первичного вала коробки передач (что у 95,5 % всех продефектованных картеров требуют ремонта);

- для картеров коробок передач: износы отверстий под подшипники качения (до 52 % у всех продефектованных деталей и до 64 % у деталей, требующих ремонта);

- для ведущих мостов: износы шеек цапф под подшипники качения (до 23 % у всех продефектованных деталей и до 24 % у деталей, требующих ремонта).

Техническое состояние сопряжений агрегатов автомобилей, аналогично, как и для другой мобильной техники, характеризуется следующими показателями [7, 8]: износ, неравномерность изнашивания, зазоры (люфты), площадь усталостного выкрашивания рабочих поверхностей деталей, натяг подшипников. В работе [8] показано, что с увеличением наработки повышается интенсивность изменения показателей, характер, техническое состояние сопряжений агрегатов и узлов машин в процессе эксплуатации.

Выводы

Таким образом, несмотря на наличие отдельных теоретических разработок по расчету предельных состояний деталей и сопряжений, основным методом их определения в настоящее время является – *экспериментальный*.

Для деталей автомобиля и других механических систем в ремонтно-технической документации используется понятие допустимого износа. Детали, восстановление которых не производится, при наличии износов, достигающих допустимых значений, подлежат выбраковке. К таким деталям, в частности, относятся шестерни (по износу зубьев), валы (по износу некоторых шлицев), подшипники (по величине радиального и осевого зазора) и др. Очевидно, для невозстанавливаемых деталей допустимые износы могут быть использованы в качестве условных критериев предельного состояния. Особенность их использования для прогнозных оценок ресурсов состоит в том, что достижение допустимого износа не означает отказ детали, но при проведении текущего (укрупненного, среднего) или капитального ремонта они подлежат замене. Поэтому использование допустимых износов в расчетах необходимо совмещать с предполагаемой стратегией ремонта агрегата.

Цитированная литература

1. **Авдонькин, Ф. Н.** Методика определения оптимальной наработки двигателя до предупредительного ремонта / Ф. Н. Авдонькин, А. С. Денисов, Р. Е. Колосов. – Текст : непосредственный // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 1. – С. 7–8.

2. **Авдонькин, Ф. Н.** Изменение технического состояния зубчатых передач в процессе эксплуатации автомобиля / Ф. Н. Авдонькин, А. С. Денисов, В. А. Сафонов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 1978. – Т. 3. – С. 46–50.

3. Восстановление деталей силового агрегата КамАЗ–740.11–240 (Euro-1) / Р. А. Азаматов, А. С. Денисов, А. Т. Кулаков, П. Г. Кудрин. – Набережные Челны: КамАЗтехобслуживание. – 2007. – 307 с. – Текст : непосредственный.

4. Анализ дефектов двигателей КамАЗ-740 при капитальном ремонте / А. С. Денисов, А. А. Видинеев, В. М. Юдин [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 70-ле-

тию со дня рождения профессора А. Г. Рыбалко. – 2006. – Т. 3. – С. 19–25.

5. **Асоян, А. Р.** Анализ изменения технического состояния ресурсоопределяющих элементов дизелей КамАЗ в процессе эксплуатации / А. Р. Асоян, А. С. Денисов, В. П. Захаров. – Текст : непосредственный // Известия ВолгГТУ. – 2011. – № 8. – С. 32–35.

6. Восстановление деталей автомобиля КамАЗ / Р. А. Азаматов, В. Г. Дажин, А. Т. Кулаков [и др.]. – Набережные Челны: КамАЗ. – 1994. – 215 с. – Текст : непосредственный.

7. **Котомчин, А. Н.** К вопросу выбора способа восстановления деталей машин / А. Н. Котомчин, А. Ф. Синельников, Н. И. Корнейчук. – Текст : непосредственный // Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ». – 2020. – Т. 17(1). – С. 84–97.

8. **Котомчин, А. Н.** Влияние условий эксплуатации дорожно-строительных машин и специализированного автотранспорта на ресурс их узлов и агрегатов / А. Н. Котомчин, Н. И. Корнейчук. – Текст : непосредственный // Журнал Технический сервис машин. – Москва. – 2019. – С. 135–142.

УДК 621.757

**ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗА
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗОЛОТНИКОВ
ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ Р-80 ХРОМИРОВАНИЕМ**

А. Н. Котомчин, Н. И. Корнейчук

В статье приведены результаты исследований качества хромовых покрытий на примере восстановления золотников гидрораспределителей Р-80. Освещены вопросы предварительной подготовки изношенных золотников для хромирования в холодном саморегулирующемся электролите хромирования с целью осаждения качественных покрытий. Приведены результаты механической обработки восстановленных поверхностей, которые подтвердили хорошее качество хромированной поверхности с достаточно высокой прочностью сцепления с покрываемой поверхностью золотников.

Ключевые слова: хромирование, объемная плотность тока, электролит, микрометраж, восстановление.

OPTIMIZATION OF ELECTROLYSIS CONDITIONS DURING THE RESTORATION OF THE VALVES OF THE HYDRAULIC DISTRIBUTOR P-80 BY CHROME PLATING

A. N. Kotomchin, N. I. Korneichuk

This article presents the results of studies of the quality of chrome coatings on the example of restoring the spool valves of the hydraulic distributor P-80. The issues of preliminary preparation of worn-out spool for chrome plating in a cold self-regulating chromium plating electrolyte for the purpose of deposition of high-quality coatings have also been investigated. The results of mechanical processing of the restored surfaces are presented, which confirmed the good quality of the chrome surface with a sufficiently high adhesion strength to the coated surface of the spool.

Keywords: chrome plating, volume current density, electrolyte, micrometer, reduction.

Введение

По данным [1], при величине износа не более 0,3 мм выбраковывают свыше 85 % деталей тракторов и автомобилей и 95 % деталей двигателей. Большинство таких деталей наиболее целесообразно восстанавливать гальваническими покрытиями, которые имеют следующие преимущества перед другими способами восстановления [2]:

- отсутствие термического воздействия на детали, вызывающего в них нежелательные изменения структуры и механических свойств;
- получение с большой точностью заданной толщины покрытий, что позволяет снизить до минимума припуск и трудоемкость на последующую механическую обработку;
- осаждение покрытий с заранее заданными по толщине физико-механическими свойствами;
- одновременное восстановление большого количества деталей (в ванну загружают десятки деталей), что снижает трудоемкость и себестоимость ремонта единицы изделия;
- возможность автоматизации процесса электролиза.

Однако, несмотря на эти преимущества, гальваническими покрытиями восстанавливают лишь около 10 % от общего объема изношенных деталей.

Поэтому целью настоящей работы является проведение исследований по оптимизации условий получения качественных, с высокой прочностью сцепления, хромовых покрытий из разработанного холодного саморегулирующегося электролита при восстановлении золотников гидрораспределителей.

Теория исследований

На основании проведенных исследований кинетики процесса электролитического хромирования с использованием разработанного электролита [2] было определено влияние его состава и режимов электролиза на процесс электроосаждения и физико-механические свойства хромовых покрытий. Также было установлено, что качественные покрытия с максимальным выходом по току и износостойкостью осаждаются из электролита хромирования следующего состава: хромовый ангидрит – 420–450 г/л, карбонат кальция – 50 г/л, сульфат кобальта семиводного – 10 г/л, сульфат никеля семиводного – 10 г/л, плавиковая кислота – 0,8 г/л. При этом для получения высокой прочности сцепления необходимо осаждавать хромовые покрытия при следующих условиях: катодная плотность $D_k = 75\text{--}200$ А/дм² при рабочей температуре электролита 18–35 °С [3, 4].

Также было установлено, что для обеспечения высокой прочности сцепления перед нанесением хромовых покрытий необходимо проводить тщательное химическое или электрохимическое обезжиривание, исключающее остатки жировых и других отложений, а также электрохимическое травление, обеспечивающее качественное удаление с покрываемой поверхности окисной пленки и формирование защитной (предохранительной) пленки от окисления поверхности при выполнении межоперационных промывок.

На основании исследований, проведенных нами в НИЛ «Реновация машин и оборудования» ПГУ им Т. Г. Шевченко, было установлено, что для обеспечения высокой прочности сцепления с материалом покрываемой поверхности наиболее рационально использовать электрохимическое травление в водном растворе 30 % серной кислоты с добавлением 15 г/л сульфата железа. Режимы травления зависят от химического состава и способа упрочнения детали. Нами было установлено, что анодную обработку хромируемой поверхности стальных деталей следует проводить при анодной плотности тока $D_a = 60\text{--}150 \text{ А/дм}^2$ в течение 1,5–2 мин при температуре электролита $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом травление деталей, изготовленных из высокоуглеродистых сталей, а также подверженных химико-термической обработке и поверхностно-пластическому деформированию, следует проводить при более высокой плотности тока так, чтобы поверхность приобрела равномерный светло-серый или матовый цвет без видимых черных и блестящих пятен.

На прочность сцепления покрытий в наименьшей степени влияют следующие операции – анодное активирование в основном электролите хромирования и начальные условия осаждения покрытий. Это обусловлено необходимостью удаления пассивной сульфатной пленки,

образующейся на поверхности детали в процессе электрохимического травления, которая успешно удаляется в разработанном электролите хромирования при анодном активировании $D_a = 70\text{--}80 \text{ А/дм}^2$ в течение 30–50 с [5].

Нанесение хромового покрытия следует производить при катодной плотности тока в 1,5–2 раза больше оптимальной в течение 1,5–2 мин, с плавным снижением до рабочей ($D_k = 75\text{--}200 \text{ А/дм}^2$) согласно технологическому процессу хромирования.

Исследованиями установлено, что в процессе электролиза рабочая температура электролита должна находиться в пределах 18–35 °С. Отклонение от установленных значений приводит к существенному снижению качества покрытий. Для этого необходимо, чтобы объемная плотность тока находилась в пределах 1,5–2 А/л объема электролита. Как показали наши исследования, при этих условиях полностью исключается необходимость использования или минимизируется, принудительное охлаждение электролита. Исходя из этих условий, можно легко рассчитать необходимый объем ванны для электролитического хромирования применительно к конкретным условиям производства.

Данные результаты, полученные в процессе исследований и их обобщения легли в основу разработки типового технологического процесса хромирования деталей при стационарных условиях электролиза.

Основное технологическое время нанесения электролитического хрома рассчитывали по формуле [6]:

$$T_0 = \frac{1000 \cdot \rho_{Cr} \cdot h}{\eta \cdot D_k \cdot E}, \quad (1)$$

где ρ_{Cr} – плотность электролитического хрома, г/см³; h – толщина покрытия, мм; η – выход по току, %; D_k – катодная плотность тока, А/дм²; E – электрохимический эквивалент, г/А·ч.

На основании рекомендаций по использованию разработанного электролита хромирования принимали: $\rho_{\text{Cr}} \approx 6,9 \text{ г/см}^3$; $\eta = 47,5 \pm 2,5 \%$; $D_{\text{к}} = 75\text{--}200 \text{ А/дм}^2$; $E = 0,324 \text{ г/А-ч}$.

Результаты исследований

Для подтверждения полученных результатов лабораторных исследований необходимо было провести эксплуатационную проверку деталей, покрытых хромом по разработанной технологии, чтобы подтвердить ее эффективность.

МУП «КоммуналДорСервис» г. Бендеры предоставил два неисправных гидрораспределителя Р-80. Произведены их разборка и мойка, а также дефектация золотников и корпуса (основных базовых деталей). На основании дефектации были сделаны выводы, что износ золотниковой пары превышает предельный, и распределители не пригодны к дальнейшей эксплуатации, поэтому их необходимо восстановить.

Для этого на специализированном предприятии по ремонту гидроагрегатов (ООО «Autereparatie») была произведена предварительная подготовка золотниковой пары к восстановлению: хонингование отверстий корпуса и шлифование поясков

золотников с шероховатостью $R_a = 0,32\text{--}0,63 \text{ мм}$ до выведения следов износа.

Подготовленные для хромирования и покрытые хромом золотники показаны на рис. 1.

Для осуществления процесса хромирования золотников была изготовлена универсальная одноместная подвеска (рис. 2), которая может быть использована при хромировании золотников различных гидрораспределителей и гидроусилителей с диаметром от 23 до 40 мм.

После того как золотник был установлен и закреплен на подвеску, были проведены работы по изоляции поверхности, которая не будет покрываться хромом, для этого использовали изоляционную ленту ПВХ.

Нанесение покрытий проводили в ванне с объемом электролита 9 л.

Для приготовления электролита хромирования использовались следующие химреактивы квалификации ХЧ: хромовый ангидрид – 2,78 кг, углекислый кальций – 0,45 кг, сульфат кобальта семиводного – 0,09 кг, сульфат никеля семиводного – 0,09 кг, плавиковая кислота – 0,0076 кг. Электролит настаивался 8–10 часов для стабилизации состава по объему и температуре раствора до 18–20 °С, плотность при этом составляла 1,306–1,310 г/см³.

a



б



Рис. 1. Внешний вид золотников: *a* – подготовленных для хромирования; *б* – покрытых хромом

Результаты микрометража покрытых золотников

№ золотника	Плоскость измерения	Номер пояска					
		1	2	3	4	5	6
1	А – А	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,61
	Б – Б	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,61
2	А – А	25,63	25,63	25,63	25,62	25,62	25,62
	Б – Б	25,63	25,63	25,63	25,62	25,62	25,62
3	А – А	25,63	25,64	25,64	25,64	25,64	25,62
	Б – Б	25,54	25,54	25,54	25,54	25,54	25,53
4	А – А	25,52	25,52	25,53	25,52	25,52	25,52
	Б – Б	25,53	25,53	25,53	25,52	25,52	25,52
5	А – А	25,52	25,53	25,52	25,52	25,53	25,52
	Б – Б	25,53	25,53	25,52	25,52	25,53	25,52
6	А – А	25,52	25,54	25,53	25,50	25,52	25,56
	Б – Б	25,55	25,55	25,54	25,54	25,54	25,53

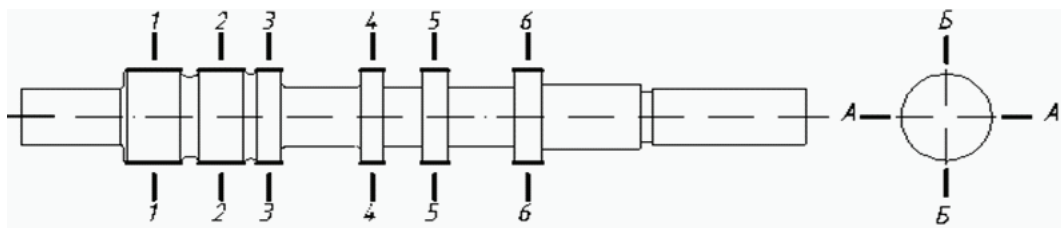


Рис. 3. Схема микрометража изношенных золотников

грев ускоряет процесс экстрагирования атомарного водорода, который может находиться в слое хрома и может стать причиной образования трещин и пор, если его не удалить.

После просушки золотников проводился микрометраж для определения необходимой механической обработки (табл. 2). Микрометраж золотников после покрытия хромом осуществлялся по той же схеме, что и изношенных (рис. 3).

После хромирования золотники подвергались дальнейшей механической обработке – шлифованию и притирке к соответствующим посадочным местам в корпусах гидрораспределителей после соответствующего комплектования по размерным группам. По результатам шлифо-

вания была произведена оценка качества обработки, при этом сколы и отслаивание не наблюдались, что подтвердило целесообразность использования разработанной технологии с применением нового электролита хромирования для восстановления и упрочнения деталей машин.

Выводы

1. Установлено, что использование разработанных электролита хромирования и технологии восстановления обеспечивает нанесение качественных покрытий толщиной до 0,5 мм, которые обладают высокой прочностью сцепления с покрываемой поверхностью детали.

2. Выявлено, что разработанный электролит целесообразно использовать при восстановлении деталей машин, работающих при гидроабразивном изнашивании – золотники гидрораспределителей, штоки гидроцилиндров, плунжера насосов высокого давления и т. д.

3. Установлено, что для осаждения покрытий с высокой прочностью сцепления с покрываемой деталью необходимо проводить качественную подготовку деталей перед нанесением хрома, которая включает предварительную механическую обработку, обезжиривание, электролитическое травление, анодное активирование и межоперационные промывки в воде.

Цитированная литература

1. **Котомчин, А. Н.** К вопросу выбора способа восстановления деталей машин / А. Н. Котомчин, А. Ф. Синельников, Н. И. Корнейчук. – Текст : непосредственный // Вестник СибАДИ. – 2020. – №17(1). – С. 84–97.
2. **Котомчин, А. Н.** Усовершенствование холодного саморегулирующегося электролита хромирования при упрочнении и восстановлении деталей машин / А. Н. Котомчин, А. Ф. Синельников. – Текст : непосредственный // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – №4(67). – С. 17–24.
3. **Котомчин, А. Н.** Интенсификация процесса электролитического хромирования при восстановлении и упрочнении деталей машин / А. Н. Котомчин, А. Ф. Синельников, Н. И. Корнейчук. – Текст : непосредственный // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – №3(70). – С. 22–32.
4. **Котомчин, А. Н.** Моделирование ограничений при оптимизации эффективности хромирования деталей машин / А. Н. Котомчин, Ю. В. Штефан, В. А. Зорин. – Текст : непосредственный // Вестник СибАДИ. – 2020. – №17(6). – С. 736–753.
5. **Гамбург, Ю. Д.** Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов. – Москва : Янус-К, 1997. – 384 с. – Текст : непосредственный.
6. **Мрочек, Ж. А.** Прогрессивные технологии восстановления и упрочнения деталей машин : учебное пособие / Ж. А. Мрочек, Л. М. Кожуро, И. П. Филонов. – Минск : УП «Технопринт», 2000. – 268 с. – Текст : непосредственный.
7. **Батищев, А. Н.** Пособие гальваникаремонтника / А. Н. Батищев. – Москва : Колос, 1980. – 240 с. – Текст : непосредственный.
8. **Воловик, Е. Л.** Справочник по восстановлению деталей / Е. Л. Воловик. – Москва : Колос, 1981. – 351 с. – Текст : непосредственный.
9. **Корнейчук, Н. И.** Влияние концентрации трехвалентных соединений хрома на некоторые параметры холодного хромирования / Н. И. Корнейчук, А. И. Ковбасюк, А. В. Лисник. – Текст : непосредственный // Труды КСХИ им. М. В. Фрунзе. – № 144. – Кишинев, 1975. – С. 17–25.
10. **Корнейчук, Н. И.** Исследование физико-механических свойств износостойких гальванопокрытий и разработка технологии восстановления автотракторных деталей, работающих при контактном нагружении : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»: автореферат диссертации кандидата технических наук / Корнейчук Николай Иванович. – Кишинев, 1976. – 26 с. – Текст : непосредственный.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

А. В. Димогло, С. Ю. Косаченко, А. С. Ставинский

Рассмотрены основные аспекты испытания современных топливных насосов высокого давления (ТНВД) газодизельных двигателей внутреннего сгорания. Предложен аппаратно-программный комплекс на базе испытательного стенда для ТНВД, газодизельного двигателя. Исследования проводятся с целью определения и регистрации параметров ТНВД необходимых для оптимизации процесса впрыска дизельного топлива в газодизель. Приведены структурная схема аппаратно-программного комплекса и результаты стендовых испытаний рабочего процесса газодизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Ключевые слова: газодизель, испытания, установка, стенд, запальная доза, топливный насос высокого давления, трубопровод, горючая смесь, энергетические показатели.

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR THE STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HIGH-PRESSURE FUEL PUMPS OF GAS-DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES

A. V. Dimoglo, S. Yu. Kosachenko, A. S. Stavinskii

The article discusses the main aspects of testing modern high-pressure fuel pumps (HPFP) of gas-diesel internal combustion engines. A hardware and software complex based on a test bench for a HPFP, a gas-diesel engine is proposed. The research is carried out in order to determine and register the HPFP parameters necessary to optimize the process of diesel fuel injection into gas diesel. A block diagram of the hardware and software complex and the results of bench tests of the working process of a gas-diesel internal combustion engine (ICE) are presented.

Keywords: gas diesel, tests, installation, stand, ignition dose, high-pressure fuel pump, pipeline, combustible mixture, energy indicators.

Эффективность использования сельскохозяйственных энергетических средств в значительной степени определяется характеристиками установленных на них двигателей внутреннего сгорания. Дизельные двигатели, работающие с повышенной степенью сжатия и коэффициентом избытка воздуха, более чем другие отвечают современным тенденциям развития автотракторного двигателестроения – повышению агрегатной мощности, снижению удельного расхода топлива и токсичности отработавших газов. Эти показатели

в основном определяются конструкцией системы топливоподачи. В отечественных дизелях наиболее распространена топливная аппаратура разделенного типа, в которой топливный насос высокого давления и форсунки соединены нагнетательными топливопроводами. Важнейшим элементом системы топливоподачи в дизеле является топливный насос, обеспечивающий управление процессом топливоподачи, т. е. управление цикловой подачей топлива, углом начала нагнетания (впрыскивания) топлива насосом, законом подачи топлива.

Вместе с тем реализация ресурса и потенциальных возможностей топливоподающей аппаратуры возможна только при

обеспечении стабильности поддержания характеристик и параметров процесса топливоподачи в регламентируемых значениях и условиях реальной эксплуатации сельскохозяйственных машин и транспортных средств.

К системам подачи топлива газодизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) предъявляются следующие основные требования:

- создание наиболее высоких давлений впрыска, что способствует более дисперсному распылу топлива, а значит, уменьшает время испарения и перемешивания топлива с воздухом;

- обеспечение точной ступенчатой характеристики подачи, что исключает подтекание топлива в распылителе, а значит, препятствует его закоксовыванию и дымлению мотора;

- возможность многоступенчатого впрыска для минимизации периода индукции воспламенения и осуществления управляемого горения, следствием чего является уменьшение шумности, токсичности и динамических нагрузок;

- идентичное по количеству дозирование топлива по цилиндрам для минимизации динамических нагрузок, а значит, для уменьшения материалоемкости и увеличения ресурса двигателя [1, 2].

Для соблюдения этих требований при работе двигателя в газодизельном режиме на кафедре технических систем и электрооборудования в АПК был разработан стенд с аппаратно-программным комплексом «Газодизель-Pro».

Принцип работы аппаратно-программного комплекса основан на свойствах работы шагового двигателя, ротор которого, делая один оборот в 360° , способен разбить его на 200 шагов, т. е. один шаг будет равен $1,8^\circ$ ($360/200$). А при помощи драйвера двухшагового двигателя это значение можно уменьшить в 16 раз, таким образом вал двигателя может перемещаться с шагом $0,1^\circ$ ($1,8^\circ/16$).

Скорость вращения вала двигателя составляет 0,06 с, а скорость перемещения на один шаг – 0,003 с.

Принцип действия ТНВД (рис. 1) основан на перемещении вилки тяги *11* ре-

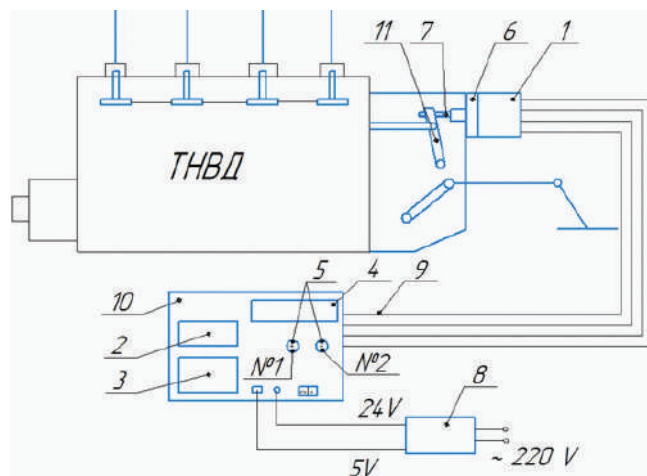


Рис. 1. ТНВД: 1 – шаговый двигатель «NEMA17»;

2 – драйвер шагового двигателя; 3 – программируемая плата «Arduino UNO»; 4 – LCD-дисплей; 5 – две кнопки (постоянно замкнутые); 6 – крепление шагового двигателя к корпусу топливного насоса; 7 – насадка на вал шагового двигателя с резьбой; 8 – универсальный адаптер (блок питания) на 12-24V; 9 – соединительные провода; 10 – корпус; 11 – вилка рычага регулятора

гулятора топливного насоса при помощи шагового двигателя 1 по принципу винт-гайка от одного крайнего положения до другого с высокой точностью [3].

Контроль движения шагового двигателя осуществляется программным комплексом «Газодизель-Pro».

В качестве винта выступает вал шагового двигателя 7, а в качестве гайки вилка тяги регулятора 11.

На корпус топливного насоса при помощи специального крепления 6 устанавливается шаговый двигатель, вал которого ввинчивается в вилку тяги регулятора. Все остальные составные части помещены в корпус, драйвер соединен с шаговым двигателем проводами.

Газодизельный процесс работы двигателя предусматривает ограничение впрыска дизельного топлива в цилиндры двигателя.

Управляя вращением вала шагового двигателя, можно обеспечить любую стабильную порцию запальной дозы дизельного топлива.

Нажатием кнопки №1 шаговый двигатель делает заданное число шагов по часовой стрелке, тем самым перемещая вилку тяги регулятора в положение, при котором к форсункам подается повышенная доза топлива, на дисплее отображается надпись, указывающая эту дозу в процентном соотношении от максимально возможной. При повторном нажатии на кнопку №1 цикл повторяется. Если доза топлива, подаваемого к форсункам, достигает максимального значения, и на дисплее высвечивается надпись «100 %», то при повторном нажатии на кнопку №1 шаговый двигатель не запускается, и цикл не повторяется.

Кнопка №2 запускает такой же цикл, как и кнопка №1, но двигатель вращается против часовой стрелки, и вилка тяги рычага перемещается в обратную сторону, тем самым уменьшая дозу подаваемого к форсункам топлива. Если вилка тяги регулятора находится в крайнем положении, при кото-

ром подача топлива не производится, и на дисплее высвечивается надпись «0 %», то при нажатии кнопки №2 цикл не запускается и шаговый двигатель не вращается [3, 4].

Таким образом, экспериментальным путем определяется оптимальная доза, которая впоследствии будет фиксированной.

Зная шаг резьбы пары, винт-гайка, используя настройки драйвера 2 и изменяя управляющий код, можно при помощи шагового двигателя очень точно и на небольшие расстояния перемещать вилку тяги регулятора. Это позволит с максимальной точностью отмерять дозу топлива, подаваемую к форсункам.

Программный комплекс работает в необходимом режиме полноценно за счет впрыскивания оптимально установленного объема дизельного топлива и соответствующей работы ограничителя. В случае внештатной ситуации и повышения подачи дизельного топлива, шаговый двигатель автоматически уменьшит либо прекратит его подачу за 0,5 с. В результате прекратится подача запальной дозы дизельного топлива, и газ не воспламенится.

Проведены исследования некоторых факторов, влияющих на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, результаты приведены на рис. 2, где отображены осциллограммы впрыска дизельного топлива, снятые при стендовых испытаниях топливного насоса высокого давления 4ТН двигателя СМД-18 с использованием аппаратно-программного комплекса «Газодизель-Pro» и диагностического комплекса МТ Pro 4.

Расшифровка осциллограмм показывает, что импульс волны давления, сформированной плунжером (синий), через время t подходит к форсунке. Поскольку форсунка закрыта, давление топлива воздействует только на дифференциальную площадку иглы и, достигнув значения, превышающего усилие от воздействия форсуночной

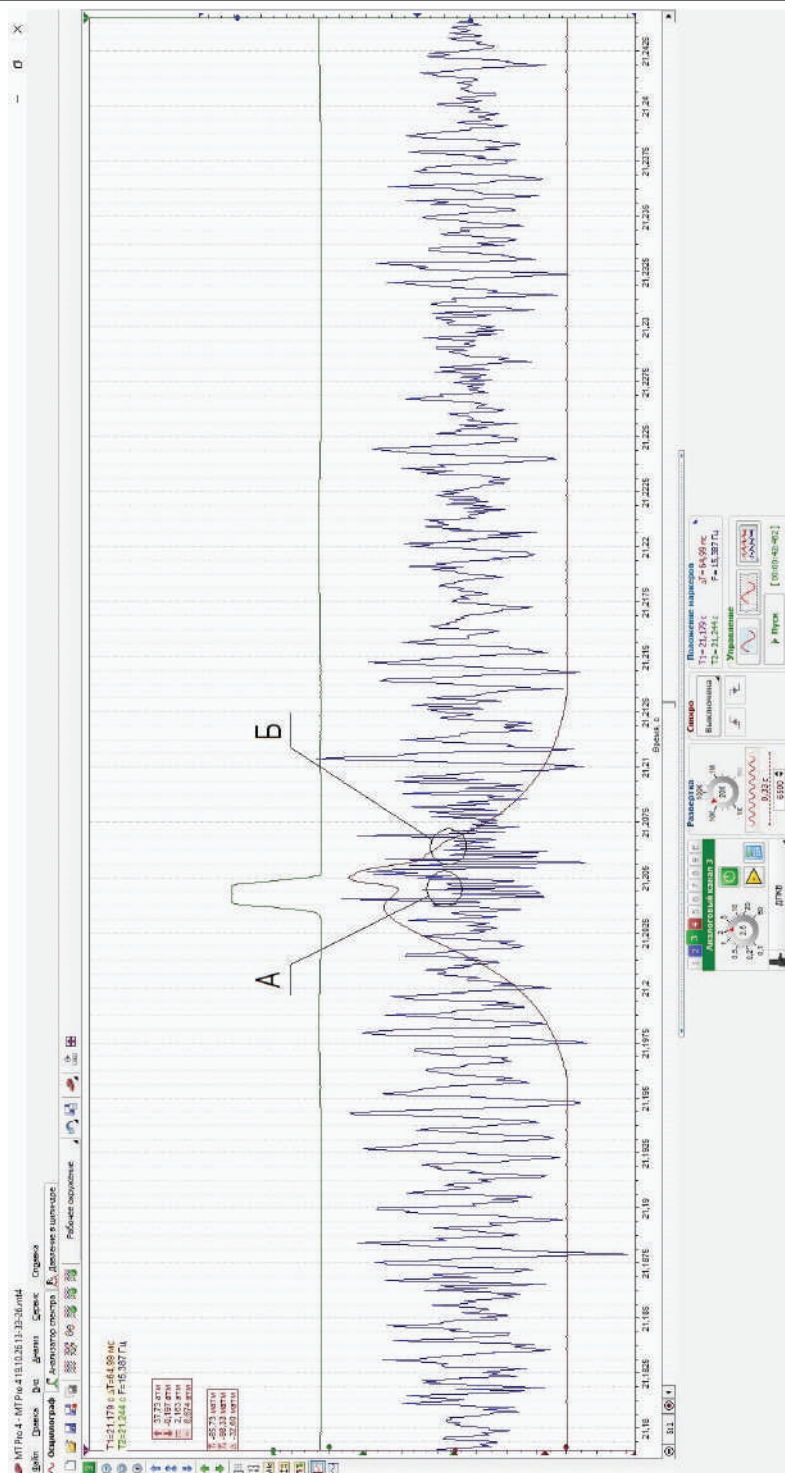


Рис. 2. Осциллограмма впрыска дизельного топлива снятая диагностическим комплексом MT Pro 4.
 Синий – осциллограмма давления в цилиндре двигателя;
 красный – осциллограмма давления в цилиндре двигателя;
 зеленый – осциллограмма положения поршня

пружины, отрывает иглу распылителя от запорного конуса. Этот момент совпадает с наибольшим давлением в цилиндре двигателя (красный) и положением поршня в верхней мертвой точке (зеленый).

С момента отрыва иглы от запорного конуса давление топлива начинает воздействовать уже на всю площадь поперечного сечения иглы, нежели до момента отрыва, поэтому игла резко увеличивает скорость подъема и при больших подачах и высокой частоте вращения вала насоса поджимается плечиками к корпусу форсунки [1].

На осциллограмме (синяя) на кривой давления топлива в форсунке в момент подъема иглы фиксируется некоторое снижение давления на переднем фронте кривой (участок А). Давление снижается из-за того, что игла при подъеме освобождает пространство в полости распылителя. Несмотря на открывшиеся сопла распылителя и выброс топлива через них, давление в полости форсунки продолжает расти до максимального значения, которое у нормально работающей аппаратуры достигает 25,0...40,0 МПа [5]. Оно зависит от величины цикловой подачи, частоты вращения кулачкового вала, суммарного эффективного сечения распылителя. Плунжерная пара должна гарантировать эту величину, поэтому в эксплуатации при проверках технического состояния пар устанавливают контрольную величину давления, развиваемого парой, превышающую давление топлива, при котором начинает работать форсунка.

После достижения максимального давления впрыска отсечная кромка плунжера открывает перепускное окно втулки, и начинается интенсивное снижение давления в надплунжерном пространстве под нагнетательным клапаном (участок Б). Он под воздействием сил пружины и давления топлива со стороны нажимного штуцера начинает перемещаться к седлу, тем самым вызывая импульсы затухания давления.

Программное обеспечение аппаратно-программного диагностического комплекса «Газодизель-Pro» написано на языке «С++», с использованием среды разработки «Arduino IDE». Она позволяет производить программирование и отладку программы через USB порт ПК, что ускоряет процесс отладки программы.

Концептуальная схема аппаратно-программного комплекса и способ стендовых испытаний и исследований ДВС в газодизельном режиме защищены патентами на изобретения [6, 7], а сам комплекс используется в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» на аграрно-технологическом факультете ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

Выводы

1. Предложена структурная схема аппаратно-программного комплекса и проведены результаты стендовых испытаний рабочего процесса газодизельного ДВС.
2. Использование программного комплекса при стендовых испытаниях ТНВД позволило оптимизировать величину запальной дозы впрыска дизельного топлива для газодизеля и ограничить его впрыск при минимальном расходе.
3. Программный комплекс позволяет обеспечить оптимальную подачу запальной дозы, переводит дизельный двигатель в режим газодизеля, снижает затраты на переоборудование дизельного двигателя, что дает возможность экономить дизельное топливо при эксплуатации двигателей с использованием природного газа.
4. Стендовые испытания ТНВД показали, что минимизация запальной дозы дизельного топлива возможна только при использовании электронных систем контроля впрыска топлива.

5. В результате проведенных исследований выявлены основные факторы, влияющие на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, что позволяет снизить расход дизельного топлива по сравнению со стандартным газодизельным процессом на 20–30 % при частичных нагрузках и на 15 % при номинальной нагрузке двигателя.

Цитированная литература

1. **Белявцев, А. В.** Топливная аппаратура автотракторных дизелей / А. В. Белявцев. – Москва, Росагропромиздат. – 1988 г. – Текст : непосредственный.

2. Инструкция по эксплуатации стенд испытательный КИ – 921М. В/О «Тракторо-экспорт». – Москва, 1987. – Текст : непосредственный.

3. Патент Приднестровской Молдавской республики № 451. Ограничитель запальной дозы топлива к всережимному регулятору дизельного двигателя, 2013 г

4. Автоматизированная экспериментальная установка для исследования и разработки газодизельных двигателей внутреннего сгорания / С.Ф. Чернобрисов, Ф.Ю. Бурменко, А.В. Димогло. – Chişinău : Ştiinţa agricolă. – № 2. – 2020.

5. **Вербовский, В. С.** Оптимизация запальной дозы дизельного топлива газодизеля по энергетическим показателям / В. С. Вербовский. – Текст : непосредственный // Двигатели внутреннего сгорания. – № 2. – 2012.

6. Патент Приднестровской Молдавской республики № 525. Установка для исследования работы дизельных двигателей внутреннего сгорания. – 2020 г.

7. Патент Приднестровской Молдавской республики № 524. Способ регулирования подачи топлива в двигателе внутреннего сгорания. – 2020 г.

УДК 631.354

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Г. В. Клинк, В. А. Антюхов, А. И. Бучацкий

Рассмотрены тенденции совершенствования конструкции самоходного зерноуборочного комбайна, направления повышения производительности и возможностей сельскохозяйственных машин, а также ресурсосбережения.

Ключевые слова: комбайн, пропускная способность, очесывающая жатка, производительность, ресурсосбережение, давление на почву, модули и энергетическое средство, ТРИЗ.

OVERVIEW OF COMBINE HARVESTER DESIGNS AND DIRECTIONS FOR THEIR IMPROVEMENT

G. V. Clink, V. A. Antyukhov, A. I. Buchacki

The trends of improving the design of self-propelled combine harvester units, directions of increasing the productivity and capabilities of agricultural machines, as well as resource saving have been investigated.

Keywords: combine harvester, bandwidth, hardware, productivity, resource saving, pressure on the soil, modules and power facilities, TRIZ.

Для освоения ресурсосберегающих (адаптивных, почвозащитных, природоохранных, минимальных, нулевых, «green», «no-till») технологий обработки почвы и производства продукции растениеводства решающее значение имеет оптимизация использования имеющихся технических средств механизации и автоматизации основных производственных операций.

В современных условиях дефицита производственных ресурсов и ограниченности финансовых средств производители сельскохозяйственной продукции ставят перед производителями техники задачи по созданию и выпуску таких машин, которые могли бы выполнять максимальное количество операций за каждый проход по полю при минимальном воздействии на обрабатываемые материалы и оптимальном расходе топливно-энергетических ресурсов.

Необходимость увеличения производительности труда требует технического переоснащения производства, т. е. совершенствования или замены устаревшего оборудования новым, более совершенным и эффективным.

Долгое время совершенствование конструкции самоходного зерноуборочного комбайна в основном было направлено на увеличение пропускной способности молотилки и очистки комбайна. Таким образом решались сразу две главные задачи развития сельскохозяйственного производства – повышение производительности комбайна и сокращение сроков уборки [1].

«Классическая» схема молотилки и очистки комбайна включает бильный барабан, клавишный соломотряс и ветровую решетную очистку [2]. Конструктивно отдельные агрегаты молотилки у комбайнов разных производителей были исполнены по-разному, однако ее принципиальная схема оставалась постоянной.

Наряду с преимуществами у этой схемы был выявлен ряд недостатков: большое

количество регулировок и настроек при переходе с одной убираемой культуры на другую, большие потери зерна при перегрузках и неравномерной подаче убираемой стеблевой массы, зависимость потерь зерна от влажности и солоmistости валков хлебной массы и способа подачи ее в молотильно-сепарирующее устройство, громоздкость, наличие большого количества приводов, повышение потерь на сухих хлебах с ростом подачи массы, дробление и микротравмирование зерна и т. д. [3].

Совокупность всех этих факторов послужила стимулом для поиска новых принципиальных схем молотильно-сепарирующих устройств самоходного зерноуборочного комбайна. Одним из решений стало создание аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системы.

В комбайнах с аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системой взамен бильного барабана и клавишного соломотряса используется один длинный (от 1,8 до 3,5 м) молотильный ротор, который охвачен сепарирующей решеткой с углом обхвата от 120° до 360° .

Ротор имеет три составные части: захватывающую, молотильную с молотильными зазорами 15–20 мм и сепарирующую с зазорами 20–40 мм. Ротор и внутреннюю часть кожуха вокруг ротора снабжают специальными направляющими для обеспечения перемещения хлебной массы вдоль оси ротора. За счет действия направлятелей и окружной скорости ротора хлебная масса может оборачиваться вокруг ротора от 2 до 5 раз, что значительно увеличивает путь обмолота и сепарации по сравнению с тем путем, который проходит масса в обычном «классическом» бильном барабане [4].

Многолетнее использование аксиально-роторных молотильно-сепарирующих устройств показало, что зерно повреждается в 2–4 раза меньше, лучше выделяется зерно из колоса и увеличивается сбор

зерна с гектара на 0,5–1,5 центнера по сравнению с комбайнами, оснащенными «классической» молотильно-сепарирующей системой.

Однако после длительной эксплуатации аксиально-роторных комбайнов были замечены и их недостатки: повышенная энергоемкость, увеличенный расход топлива, перебиваемость соломы в 1,5–1,8 раза, при обмолоте засоренной и влажной массы возможно ее жгутирование, сложность ремонта ротора и т. д. Эти недостатки в какой-то мере снизили интерес к аксиально-роторным комбайнам, и они заняли со временем определенное место в парке наряду с «классическими» комбайнами [5].

Только изменением конструкции молотильных устройств невозможно существенно повысить производительность комбайна, что позволило бы существенно сократить сроки уборки при обеспечении качества зерна или семян.

Одним из направлений совершенствования конструкции самоходного зерноуборочного комбайна стало использование очесывающей жатки, которая позволяет сократить сроки уборки зерновых колосовых без изменения конструкции молотильно-сепарирующего устройства, уменьшить расход топлива в расчете на одну тонну убираемого зерна, сократить потери зерна, производить уборку хлебов влажностью более 20 %, упростить уборку полегших и спутанных стеблестоев, в том числе забытых сорняками.

Однако полностью отказаться от применения традиционной жатки и перейти на очесывающую жатку не представляется возможным по ряду причин:

1. Жатки очесывающего типа предназначены преимущественно для уборки зерновых колосовых культур способом прямого комбайнирования. Несмотря на то, что имеются данные об эффективной работе жаток с валком, к сожалению, в ва-

лок очесывающая жатка укладывать не может. Следовательно, в этом случае должна использоваться традиционная технология с применением режущих самоходных или прицепных жаток.

2. Иногда нецелесообразно оставлять солому в поле, например, в полях, которые находятся в непосредственной близости от животноводческих комплексов. Ее лучше скосить, закирдовать или запрессовать в тюки. Такие поля лучше убирать обычной жаткой, так как современные очесывающие жатки не имеют режущего аппарата.

3. При уборке высокорослых растений, таких как рожь, бывают случаи, когда стебли растений значительно различаются по высоте (разность высот стеблей более 0,5 м). При уборке такого поля очесывающей жаткой будут большие потери зерна, так как колоски отдельных растений выйдут за границы очесывающего коридора. В этих случаях с уборкой лучше справится обычная жатка [6].

В последние годы в Приднестровье все больше используют новые технологии выращивания сельскохозяйственных культур и технические средства специального назначения, разработанные, прежде всего, для природно-почвенных и климатических условий тех стран, в которых они произведены. Это разного типа комбайны, опрыскиватели, машины для внесения удобрений, косилки и другая сельскохозяйственная техника. Машины создаются зачастую для выполнения отдельных видов работ, а иногда и для возделывания единичной культуры.

Парк этих машин в большинстве случаев изготовлен на достаточно высоком техническом уровне, оснащен механизмами и системами создания оптимальных условий микроклимата на рабочем месте механизатора. В итоге эти машины имеют очень высокую стоимость, но при этом в течение года эти машины в наших услови-

ях загружены мало при высоких затратах на технический сервис и хранение.

В развитых странах сельскохозяйственное производство получает от государства дотации в размере от 300 до 500 \$/га, что в 7–10 раз выше дотаций сельских товаропроизводителей РФ и Приднестровья [7].

Стоимость кредитов в развитых странах примерно во столько же раз ниже. Закупка новой техники становится проблематичной для приднестровских сельскохозяйственных товаропроизводителей, прослеживается проблема низкой конкурентоспособности сельского хозяйства нашей страны.

Одним из решений в возникшей обстановке является конструирование и изготовление универсальных энергетических средств модульного типа (УЭСМТ) нового поколения, оптимально приспособленных к агрегатированию различными технологическими модулями, учитывающими погодные-климатические и почвенные условия Приднестровья.

Универсальные энергетические средства модульного типа (УЭСМТ) должны выполнять максимальный объем механи-

зированных работ для производства сельскохозяйственной продукции с оптимальной загрузкой энергетических средств при выполнении одновременно максимально возможного количества технологических операций.

В последнее время создана линейка механизмов и устройств, которые позволяют разъединять и соединять модули или агрегаты с энергетическим средством даже без прямого участия оператора. В связи с этим создание универсальных энергетических средств с комплектами быстро сменяемых модулей становится экономически целесообразным.

Сейчас в этом направлении работают такие производители сельскохозяйственной техники, как «Claas», «Holmer» (Германия), «ГОМСЕЛЬМАШ» (Беларусь). Также имеются разработки универсальных энергетических средств в патентах СКНИИМЭСХ (Россия).

В конструкции модульного зерноуборочного комбайна должны быть устранены нежелательные эффекты, которые сопровождают работу классического зерноуборочного комбайна: уплотнение почвы, повреждение зерна, небольшая скорость

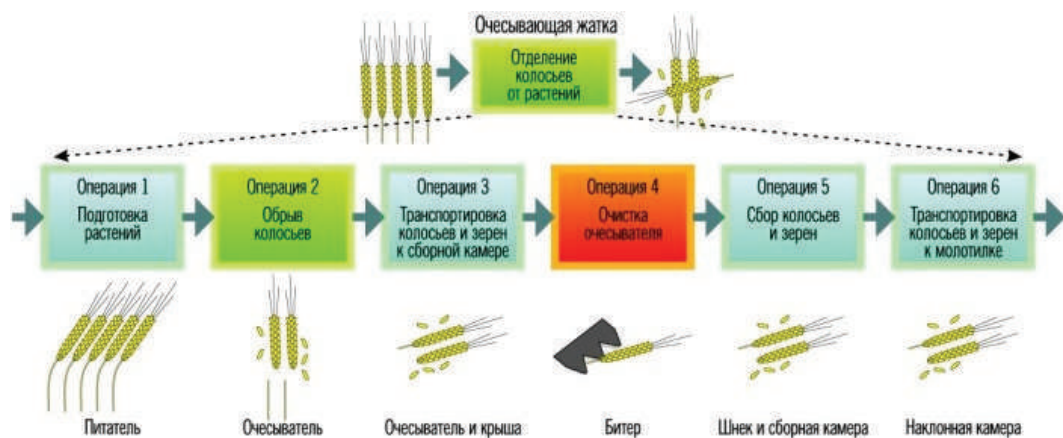


Рис. 1. Схема технологического процесса жатки очесывающего типа

уборки урожая, высокие энергозатраты, небольшая загруженность комбайна в течение календарного года.

В качестве одного из блок-модулей зерноуборочного комбайна применяют очесывающую жатку, позволяющую выполнять обмолот зерновых культур на корню [8].

Жатки очесывающего типа – это устройства, предназначенные для уборки, прежде всего, злаковых культур методом очеса растений на корню, т. е. без среза стебля, что характерно для традиционной технологии уборки урожая.

На рис. 1 показана схема технологического процесса жатки очесывающего типа, основным рабочим органом которой является ротор (барaban-очесыватель) с очесывающими зубьями-гребенками, которые по своему виду напоминают форму рабочей части грабеля.

На рис. 2 показана конструктивная схема очесывающей жатки типа «ОЗОН».

конструкция которой постоянно модернизируется и развивается. При изготовлении обтекателя жатки использована нержавеющая сталь, изменена конструкция подбаранья, боковых ограждений и отсекателей, применены новые стойки для облегчения снятия и навески агрегата.

Вращаясь и одновременно поступательно перемещаясь вместе с комбайном, барабан очесывает растения гребенками. Убранная таким образом хлебная масса, двигаясь по инерции, поступает к шнеку, далее в наклонную камеру и комбайн, где происходит ее домолот. Стебли растений остаются на поле нетронутыми.

Из описания конструкции и принципа действия жатки очесывающего типа можно обрисовать ее основные преимущества:

1. Поскольку стебли растений не срезаются, то при уборке, транспортировке и домолоте хлебная масса практически не содержит соломы, следовательно, моло-

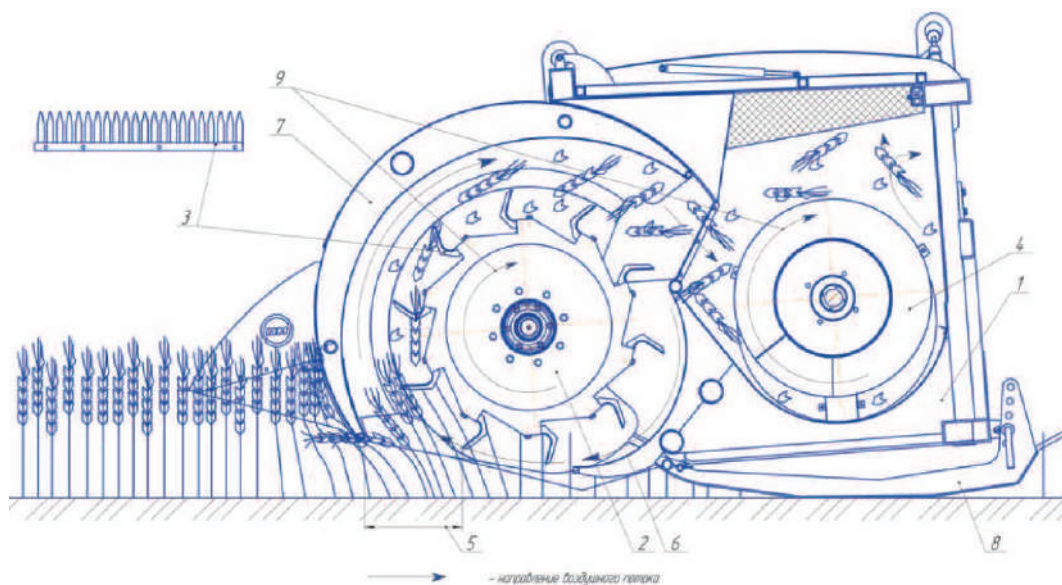


Рис. 2. Конструктивная схема очесывающей жатки типа «ОЗОН»:

1 – каркас; 2 – очесывающий барабан; 3 – съемные гребенки; 4 – шнек; 5 – зона очеса; 6 – подбаранье; 7 – обтекатель; 8 – лыжа; 9 – направления вращения шнека и барабана

тельно-сепарирующее устройство комбайна работает почти вхолостую и в результате экономия топлива составляет 35–40 % в сравнении с традиционной жаткой.

2. По той же причине уменьшаются нагрузки на рабочие органы комбайна и увеличивается их срок службы. Повышается долговечность и надежность комбайна.

3. Для того чтобы стебель растений при очесывании не вырывало из земли, барабан должен вращаться достаточно быстро. Вращающийся барабан предохраняет и высокую скорость движения комбайна. Иначе уже обмолоченные стебли будут подвергаться повторному воздействию гребенок, а работа производится впустую. На практике производительность комбайна с очесывающей жаткой в 1,4–1,6 раза выше, чем при работе с традиционными жатками.

4. При движении жатка передней частью корпуса наклоняет стебли вперед, приминая их к земле, чтобы они могли попасть в зону работы очесывающего барабана. Полеглые хлеба очесывающей жатке убирать легче, так как они по своему

состоянию близки к обычным условиям работы жатки. Это достоинство присуще только очесывающим жаткам.

5. Воздействуя на зерно в мягком режиме, и жатка, и комбайн практически не повреждают его. Уменьшается процент содержания зерна с микроповреждениями.

6. Очесывающая жатка позволяет производить раннюю уборку зерновых, но для этого на хозяйстве должна быть достаточная мощность экономичных зерносушилок.

Очесывающие жатки разработаны для уборки зерновых и семенников трав (рис. 3), их скорость варьируется от 5 до 12 км/ч в зависимости от урожайности и рельефа поля. В жатке используется двухступенчатый редуктор для обеспечения двумя скоростями работы очесывающего барабана, позволяя ей максимально адаптироваться под любые условия. В жатке предусмотрено много различных регулировок, позволяющих адаптировать ее под любые агротехнические сроки, делая данную конструкцию более универсальной.

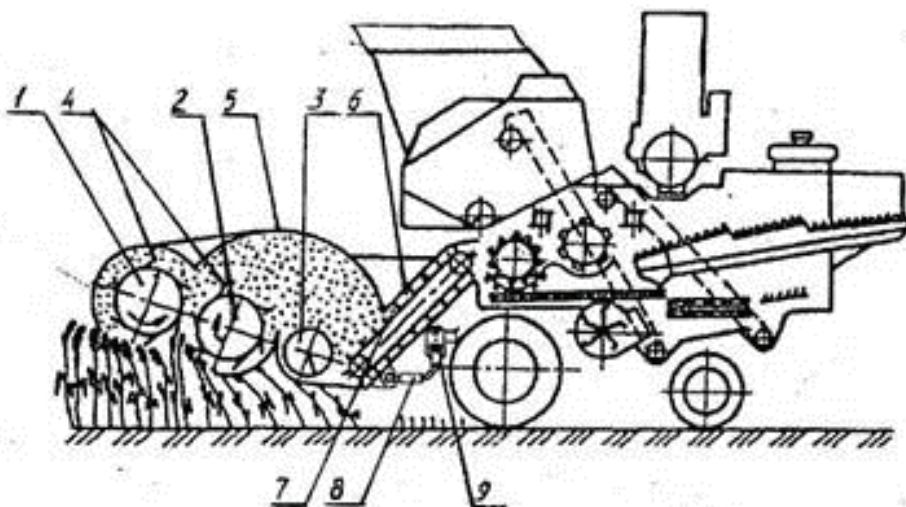


Рис. 3. Вариант зерноуборочного комбайна с навесной очесывающей жаткой

На рис. 3 показан вариант применения навесной очесывающей жатки с зерноуборочным комбайном [7].

Жатка состоит из очесывающего устройства и наклонной камеры. Очесывающее устройство предназначено для обмолота растений на корню и в валках, а наклонная камера – для подачи хлебной массы в комбайн.

Сменную жатку навешивают на комбайн с помощью торсионной подвески, позволяющей копировать рельеф местности в продольном и поперечном направлении.

В процессе эксплуатации самоходных зерноуборочных комбайнов выявляются недостатки их основных агрегатов, без устранения которых нельзя обеспечить их оптимальное применение.

Например, попытки разработчиков устранить недостатки и улучшить конструкцию очесывающей жатки путем применения известных конструкторских методов не давали нужного результата. Поэтому было решено попробовать улучшить жатку с помощью функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач, т. е. метода «ФСА+ТРИЗ» [8].

Метод «ФСА+ТРИЗ» позволяет провести системный анализ исследуемого объекта, выявить и устранить его недостатки, найти резервы повышения главных показателей, устранить избыточные затраты, дать достоверный прогноз развития.

В ходе исследований и анализа технологических процессов, происходящих при уборке зерновых культур очесывающей жаткой, были проведены:

1. Компонентный анализ конструкции жатки: очесывающая жатка транспортного типа предназначена для обрыва колосьев растений и подачи их к молотильному аппарату комбайна. Она состоит из следующих основных узлов (компонен-

тов): питатель, очесыватель транспортного типа, корпус, крыша, битер, сборная камера, шнек, наклонная камера, приводной механизм.

2. Структурный анализ очесывающей жатки: выявлены и описаны все существенные связи между узлами жатки и объектами ее надсистемы – почвой, растениями, колосьями, комбайном.

3. Функциональный анализ: на основе информации, полученной во время проведения компонентного и структурного анализов, были сформулированы главная функция очесывающей жатки и функции ее основных узлов.

4. Составлена функционально-идеальная модель жатки, которая позволяет ликвидировать все вспомогательные операции и сократить число выполняемых операций, а качество производимого продукта сохранить прежним или повысить.

5. Проведены анализ условий и возможностей исключения вспомогательных операций, формулирование задач.

6. Произведено внедрение предложений и испытание жатки.

В результате проведения работ и реализации метода «ФСА+ТРИЗ» по совершенствованию очесывающей жатки получен реальный технический результат: на 19 % снижен вес, существенно уменьшены габариты очесывающей жатки, сделана видимой зона встречи растений с жаткой и снижены потери зерна до 1,5–3 %.

С целью решения вышеприведенных проблем и противоречий качественной уборки зерновых культур на аграрно-технологическом факультете ПГУ им. Т. Г. Шевченко преподавателями и сотрудниками был накоплен обширный информационный материал применения методики прогнозирования при создании идеальных конструкций сельскохозяйственных машин на примере прогнозирования развития и создания зерноуборочного комбайна нового поколения [9].

Выводы

В результате проведенных исследований и анализа различных схем зерноуборочных комбайнов была обоснована модель модульного очесывающего зерноуборочного комбайна нового поколения на пневмоходах, включающая универсальное энергетическое устройство со съемными функциональными модулями очесывающего, обмолачивающего и транспортирующего типа.

Предложенная модель модульного очесывающего зерноуборочного комбайна нового поколения на пневмоходах экономит энергию на уборке и на сушке зерна, повышает производительность, а также предоставляет ряд других преимуществ.

Модульный очесывающий зерноуборочный комбайн нового поколения станет технической базой для комплекса ресурсосберегающих машин модульного типа на пневмоходах при возделывании зерновых культур по технологиям сберегающего и точного земледелия в условиях Приднестровья [9].

Цитированная литература

1. **Алдошин, Н. В.** Сравнительная оценка комбайнов на уборке белого люпина / Н. В. Алдошин. – Текст : непосредственный // Москва: Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 10–13.
2. Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая / Н. В. Алдошин, А. А. Золотов, А. С. Цыгуткин [и др.] Текст : непосредственный // Москва: Тракторы и сельхозмашины, 2015. – № 2. – 26–29 с.
3. Обоснование технологических параметров на уборке белого люпина / Н. В. Алдошин, А. А. Золотов, А. С. Цыгуткин [и др.]. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 1. – Т. 29. – С. 64–66.
4. **Алдошин, Н. В.** Зерноуборочный комбайн РСМ-181 TORUM на уборке белого люпина / Н. В. Алдошин, М. А. Мосяков. – Текст : непосредственный // Научно-технический прогресс в АПК проблемы и перспективы: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. 2016. – Ставрополь: ФГБОУ ВО СГАУ. – 2016. – Т. 1. – С. 23–27.
5. **Мосяков, М. А.** Использование зерноуборочного комбайна с аксиально-роторными молотильно-сепарирующими устройствами на уборке белого люпина / М. А. Мосяков. – Текст : непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Матер. междунар. науч.-практ. конф. 2016. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2016. – Т. III. – С. 90–92.
6. Укр. агросервис: [сайт]. – Харьков. – URL: <http://ukragroserv.com.ua/ru>. – Текст : электронный.
7. Agrinews: [сайт]. – URL: <http://agrinews.com.ua/show/288404.html>. – Текст : электронный.
8. **Чуксин, П. Н.** Использование метода ФСА+ТРИЗ для совершенствования очесывающего зерноуборочного устройства / П. И. Чуксин, А. И. Скуратович, Н. А. Шпаковский. – URL: <http://www.trizminsk.org/e/248013.htm>. – Текст : электронный.
9. Обзор и анализ предпосылок к разработке модели модульного очесывающего зерноуборочного комбайна нового поколения / Г. В. Клинк, В. А. Антюхов, А. А. Лаврентьев [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрно-промышленный комплекс Приднестровья: Проблемы и перспективы развития: Матер. междунар. науч.-практ. конф. 22 ноября 2019 г. – Тирасполь: Издательство Приднестровского университета, 2020. – 142–149 с.

УДК 631.331.022

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ

*В. С. Михайлов, А. В. Димогло, Ф. Ю. Бурменко,
В. Г. Звонкий, Е. Г. Яковенко*

Рассмотрены методы проведения исследований и испытаний высевающих аппаратов сеялок любых конструкций в стационарных (стендовых) условиях с целью изучения процесса высева семян сельскохозяйственных культур. Модернизация конструкции универсальной лабораторной установки дает возможность получить достоверные показатели работы высевающих аппаратов при имитации полевых условий их работы, повысив производительность процесса исследований.

Ключевые слова: установка для исследований, высев семян, испытание, длина гона, моделирование, измерение.

MODERNIZATION OF THE PLANT FOR THE STUDY OF THE WORK OF SEEDING MACHINES

*V. S. Mikhailov, A. V. Dimoglo, F. Yu. Burmenko,
V. G. Zvonkii, E. G. Yakovenko*

The article discusses the methods of research and testing of sowing machines of seeders of any design in stationary (bench) conditions in order to study the process of sowing seeds of agricultural crops. Modernization of the design of a universal laboratory installation makes it possible to obtain reliable performance indicators of sowing machines when simulating field conditions of their work, increasing the productivity of the research process.

Keywords: research facility, seeding, testing, rut length, modeling, measurements.

При разработке и исследовании посевных и посадочных машин особое внимание уделяется выполнению на надлежащем уровне технологического процесса высева семян, от которого полностью зависит конечный результат – урожайность и качество возделываемых сельхозкультур. В полевых условиях целесообразно давать количественную оценку точности посева непосредственно по всходам с последующей статистической обработкой результатов измерений. За точность высева отвечают заложенные в сеялку конструктивные особенности, которые определяют строение их высеивающего аппарата, семяпроводов и направляющих сошников.

В соответствии с ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные. Методы испытаний», рабочей программой и методикой, учитывающими особенности конкретного образца, следует определить ряд показателей по каждому виду оценки: технические параметры; агротехническая оценка; энергетические параметры; оценка безопасности и эргономичности конструкции; эксплуатационно-технологическая оценка; оценка надежности; экономическая оценка [1]. Установление функциональных зависимостей между параметрами структуры высеивающей системы и выходными параметрами ее работы открывают возможность сравнительной оценки качества посева.

Качество посева семян с помощью рядковой сеялки во многом зависит от работы высеивающих машин, поскольку они

в первую очередь формируют поток семян, поступающих в семенное ложе через семенные каналы (семяпроводы). Чтобы оценить качество работы высевальной машины (прежде всего, равномерность высева семян), необходимо настроить и отследить качество подачи семян в семяпровод, чтобы свести к минимуму количество дубликатов и/или пропусков семян в рядке. В отдельных исследованиях основное внимание при изучении точности посева уделяют непосредственно расположению семян в борозде в качестве конечного результата.

Для этой цели при конструировании новой машины и исследования ее работы используются различные проверочные стенды или исследовательские установки, позволяющие провести все необходимые испытания высевальных машин любой конструкции и модификации. Стенд или установка также должны иметь возможность визуализации процесса посева и функции фиксации снимаемых технических и технологических показателей. Это позволит решить задачу быстрой регулировки сеялки в лабораторных условиях (в условиях бокса/ангара) с целью исключения необходимости длительных настроек в полевых условиях при посеве и повышения производительности испытаний машины в целом. В агроинженерной практике используется достаточно много конструкций испытательных стендов и установок, позволяющих провести такие исследования, но все они не в полной мере позволяют создать условия, наиболее близкие к полевым, и их имитировать при подготовке к посеву, тем самым обеспечивая снятие достоверных показателей работы высевальных аппаратов.

Так, например, для испытания высевальных аппаратов сеялок точного высева применяется стенд, содержащий привод, приемный транспортер в виде липкой ленты и исследуемый высевальной аппарат

[2]. Недостатком данной конструкции является неподвижное размещение высевального аппарата на раме стенда, в результате чего во время испытаний он находится в стационарном положении, вследствие этого не учитываются силы инерции и динамические нагрузки, возникающие при движении агрегата в реальных условиях, также нет возможности при испытаниях моделировать рельеф поля. В связи с этим результаты, полученные при испытаниях на стенде, будут отличаться от полевых.

Известно также техническое решение [3], имеющее в своей конструкции вращающуюся раму с опорными колесами, перемещающуюся по бетонной площадке посредством ходового электропривода, и индивидуальный электродвигатель привода высевального аппарата, а также регистрационную аппаратуру и пульт управления. Имеющиеся недостатки – краткосрочность цикла исследований за счет ограниченной длины песчаной дорожки на которую осуществляется посев высевального аппарата, и невозможность фиксировать параметры междурядий ввиду однострочного высева, что очень важно в условиях возделывания овощных культур, например, лука, с использованием узколенточного посева. Это приводит к повышению трудоемкости процесса проведения эксперимента и необходимости проведения дополнительных циклов измерений, по которым будет производиться обработка данных.

Точность расположения семян вдоль ряда существенно зависит от скорости движения посевного агрегата. При скоростях, превышающих 0,3 м/с, существующие аппараты значительно ухудшают точность дозирования семян и требуют совершенствования конструктивных решений, направленных на снижение степени отказов типа пропусков и двойников. Представляет интерес лабораторная установка для определения неравномерно-

сти распределения семян мелкосеменных культур по длине рядка [4]. Она содержит платформу с продольной панелью, на которой размещена липкая лента, имитирующая почвенный канал (так называемый «псевдоканал»), и направляющие, по которым посредством приводного механизма на опорных колесах перемещается тележка с исследуемым высевальным аппаратом, а также регистрирующую аппаратуру и пульт управления.

Существенным недостатком данной установки является несоблюдение условий базового принципа выполнения технологического процесса работы высевального аппарата, так как он приводится в действие от отдельного электропривода, а не осуществляется от опорного колеса посевной секции, как это предусмотрено конструкцией сеялок и технологическим процессом посева. Это не позволяет синхронизировать вращение высевального диска в соответствии со скоростью движения посевного агрегата.

Таким образом, в данной лабораторной установке имеет место отклонение работы посевной секции от ее работы в реальных условиях в поле, подготовленном под посев, что приводит к снижению достоверности получаемых экспериментальных данных. Наряду с этим, неподвижное крепление исследуемого высевального аппарата на тележке позволяет сделать экспериментальный посев на липкую ленту только в одну строчку, что не дает возможность максимально использовать ширину липкой ленты (псевдоканала).

Кроме того, выполнение приводного механизма тележки, состоящего из мотор-редуктора, комплекта цепных передач, системы полиспадов с тяговым тросом усложняет ее конструкцию, а при его работе создаются инерционные моменты указанных узлов и механизмов, что вызывает задержку исполнения команд и реакцию рабочих органов, снижает точность снятия

показаний, а также увеличивает металлоемкость и габаритные размеры установки в целом.

В ПГУ им. Т. Г. Шевченко в формате межфакультетского сотрудничества между Аграрно-технологическим факультетом и Инженерно-техническим институтом разработана универсальная лабораторная установка с модернизированной конструкцией, позволяющая снизить ее металлоемкость и уменьшить габариты. С целью исследования функционирования высевальных аппаратов и получения достоверных показателей их работы имитируются реальные условия поля, подготовленного под посев, тем самым повышается интенсивность процесса исследований.

Это достигается тем, что в лабораторной установке для исследования работы пневматических высевальных аппаратов, содержащей платформу, включающую продольную панель, на которой размещена липкая лента, имитирующая почвенный канал (так называемый «псевдоканал») и направляющие, по которым на опорных колесах посредством приводного механизма перемещается несущая тележка с посевной секцией и испытываемым высевальным аппаратом. Привод высевального диска осуществляется от ведомого колеса, смонтированного на несущей тележке и перемещающегося по специальной почвенной дорожке, размещенной в желобе, установленном параллельно панели с липкой лентой. Этим достигается синхронизация окружной скорости вращения высевального диска с поступательной скоростью движения тележки с посевной секцией, при этом высевальный аппарат размещен на несущей тележке подвижно, с возможностью поперечного перемещения относительно продольной панели с липкой лентой посредством винтового механизма, а ходовой привод несущей тележки выполнен в виде гидродинамического сервомеханизма.

Оснащение платформы дополнительным желобом, заполненным слоем почвы и проложенного параллельно продольной панели с липкой лентой, формирует реальную почвенную дорожку, а снабжение несущей тележки ведомым колесом, опирающимся на почвенную дорожку и связанном с приводом механизма высевающего диска, позволяет синхронизировать скорость его вращения со скоростью поступательного движения тележки с посевной секцией, тем самым создаются реальные условия работы в поле, подготовленном под посев, что позволяет получить

наиболее достоверные данные результатов экспериментальных исследований.

Размещение посевной секции на несущей тележке подвижно, с возможностью поперечного перемещения относительно продольной панели с липкой лентой, позволяет обеспечить поперечный сдвиг высевающего аппарата на величину, равную ширине ленты высева семян, и, тем самым, смоделировать ленточный сдвиг высевающего аппарата на величину, равную ширине ленты высева семян, и, тем самым, смоделировать ленточный сдвиг высевающего аппарата на величину, равную ширине ленты высева семян, и, тем самым, смоделировать ленточный сдвиг высевающего аппарата на величину, равную ширине ленты высева семян.

На рис. 1 показана конструктивная схема лабораторной установки, где: *а* – общий вид, *б* – вид сверху, *в* – вид спереди; на рис. 2 – принципиальная схема гидромеханического сервомеханизма.

Установка для исследования работы пневматических высевающих аппаратов (рис. 1, 2) содержит платформу 1 с продольной панелью 2 и липкой лентой 3, имитирующей поверхность поля, несущую тележку 4 с опорными колесами 5, ходовой привод 6 с управляющим блоком 7. На тележке 4 установлена посевная секция 8 с высевающим аппаратом 9, содержащим высевающий диск 10 и сошник 11. Для подачи семян из бункера 12 к высевающему диску 10 служит турбовентилятор 13 и семяпровод 14. Для контроля и управления работой установки предназначены комплект регистрирующей аппаратуры и пульт управления 15.

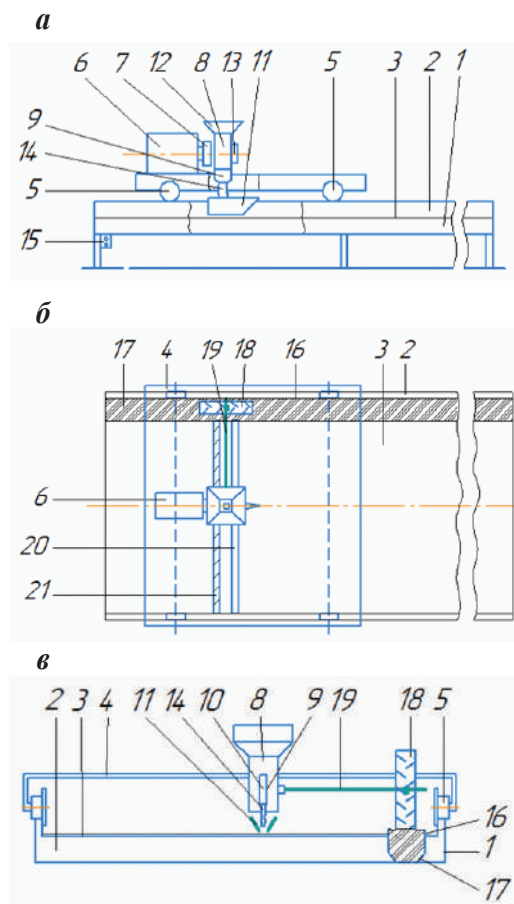


Рис. 1. Конструктивная схема лабораторной установки: *а* – общий вид; *б* – вид сверху; *в* – вид спереди

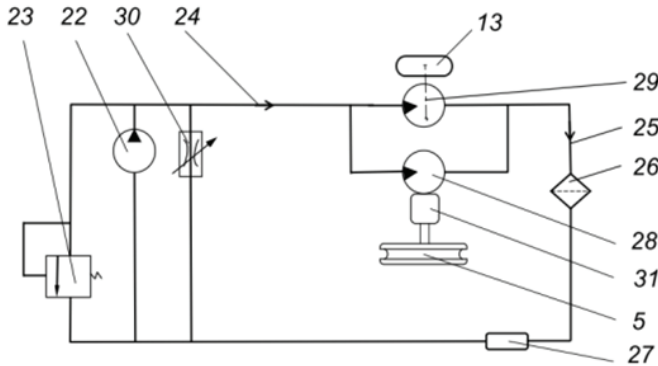


Рис. 2. Принципиальная схема гидромеханического сервомеханизма

Для синхронизации скорости вращения высевающего диска 10 со скоростью поступательного движения несущей тележки 4 с посевной секцией 8 платформа 1 оснащена желобом 16, заполненным слоем почвы 17, проложенным параллельно продольной панели 2, по которому перекачивается ведомое колесо 18 со встроенной в него обгонной муфтой обратного хода (на рисунке не показано) и связанного через телескопический гибкий приводной вал 19 с высевающим диском 10, приводя его во вращение. Поперечное перемещение посевной секции 8 по направляющим салазкам 20 осуществляется винтовым механизмом 21.

Ходовой привод 6 выполнен в виде гидродинамического сервомеханизма (рис. 2), включающего гидронасос 22 с электроприводом (на рисунке не показан), управляющий клапан 23, подающие 24 и возвратные 25 масляные магистрали с фильтром 26 и расширительный бачок 27. Для управления приводом ведущих опорных колес 5 и турбовентиллятора 13 служат гидромоторы 28 и 29, дроссель 30 и синхронизатор 31.

Работа установки осуществляется следующим образом (рис. 1, 2).

Перед началом испытаний готовят лабораторную установку, а именно: выравнивают почвенную поверхность

17 в желобе 16; перемещением по салазкам 20 устанавливают посевную секцию 8 в крайнее (на рис. 1 – правое) положение относительно продольной панели 2; заполняют бункер 12 посевной секции 8 высеваемым материалом. Запускают электропривод гидронасоса 22, который создает в подающей масляной магистрали рабочее давление; блоком управления 7, дросселем 30 и синхронизатором 31 настраивают ходовой привод 6 на требуемые обороты вращения.

Управляющим клапаном 23 запускают гидропривод, при этом опорные колеса 5 перемещают несущую тележку 4 по платформе 1 вдоль липкой ленты 3, ведомое колесо 18, опираясь на почвенный слой 17, размещенный в желобе 16, перекачивается по ней и посредством гибкого приводного вала 19 приводит во вращение высевающий диск 10, что позволяет синхронизировать скорость его вращения со скоростью поступательного движения посевной секции относительно липкой ленты, имитируя тем самым работу высевающего аппарата в условиях, максимально приближенных к полевым.

По достижению тележкой 4 с посевной секцией 8 конца панели 2 (липкой ленты 3) гидромотор 28 синхронизатором 31 реверсируется и приводит колеса 5 на

обратное вращение, возвращая несущую тележку 4 в исходное положение, при этом обгонная муфта обратного хода ведомого колеса 18 отключает приводной вал 19 от высевающего диска и не вращает его. В исходном положении винтовым механизмом 21 посевающую секцию 8 сдвигают по салазкам на величину, равную междурядью при ленточном посеве (например, на 15 см) и проводят следующий испытательный прогон параллельно предыдущему, тем самым моделируют ленточный посев с шагом «А», равным ширине ленты высева. По окончании второго прогона несущая тележка 4 также возвращается в исходное положение. Цикл испытательных прогонов повторяется до заполнения высеянным материалом всей ширины посевной ленты.

В то же время, параллельно с высевом семян комплектом регистрирующей аппаратуры фиксируют и осуществляют съем технологических показателей качества выполняемого процесса, информация о котором передается в компьютер для обработки в программном комплексе и распечатки полученных результатов. Программный комплекс [5] предназначен для исследования технологических процессов с использованием методов статистики и математического анализа, позволяет планировать и обрабатывать результаты эксперимента, содержащего различное количество факторов. В результате перенастройки блока линейного эксперимента возможна обработка результатов n-факторного эксперимента. Количество варьируемых факторов устанавливается типом задач, выполняемых исследователем, а обработка результатов эксперимента – с помощью программ обработки результатов линейного эксперимента, обработки и аналитической оптимизации результатов эксперимента, построенного по оптимальным планам, а также построенного на основе центральных композиционных планов с получением в результате квадратичных полиномов.

Программный комплекс [5] включает десять структурных элементов аналитического, логического и расчетного вида:

1. Принятие решения перед проведением эксперимента. Основано на анализе априорной информации и заключается в изучении имеющихся данных по исследуемым процессам. Результатом являются рекомендации по проведению эксперимента и перечень факторов, задействованных в эксперименте.

2. Ранжирование факторов. Осуществляется в процессе реализации «оценочного» эксперимента, который проводят с использованием всех факторов, выявленных в результате анализа предварительной информации. Ранжирование может проходить по системе экспертных оценок, по балльной системе, но наиболее адекватные результаты могут быть получены в процессе статистической проверки. Обработка результатов, проверка статистических гипотез и оценка значимости получаемых коэффициентов уравнения регрессии осуществляются стандартными для математического планирования методами. Адекватность модели проверяется при вероятности предсказания достоверных результатов 85 %. Снижение уровня достоверности связано с линейным типом моделей, когда не раскрываются квадратичные взаимодействия, но такой уровень считается достаточным для ранжирования факторов.

3. Анализ результатов оценочного эксперимента. Заключается в определении влияния каждого фактора на параметр оптимизации. В результате выделяют группы факторов, влияющих на результат в максимальной степени, значительно влияющих на результат, влияющих на результат в меньшей степени (оставшиеся значимые факторы).

4. Проведение эксперимента по группе наиболее значимых факторов. Из всех значимых факторов, характеризующих

процесс, выделяют группу от 3 до 7 факторов, для которых проводят эксперимент.

5 и 6. Обработка результатов и построение полиномов степени II. Оптимизация квадратичных полиномов осуществляется согласно методике.

7. Проведение эксперимента по группе среднезначимых факторов. Из всех оставшихся значимых варьируемых факторов выделяют группу от 3 до 7 факторов, для которых проводят эксперимент.

8 и 9. Обработка результатов и построение неполных квадратичных полиномов. Оптимизация неполных квадратичных полиномов осуществляется согласно методике.

10. Построение оптимизационных и интерпретационных моделей и их графическая интерпретация.

Количество прогонов при испытании высевающего аппарата выполняют в зависимости от ширины липкой ленты и величины междурядья посева. Так, например, при ширине платформы 1 м, установленной ширины междурядья 15 см и длины липкой ленты 5 м, проводят 6 испытательных прогонов, что составляет до 30 м и практически в 6 раз увеличивает суммарную длину гона и продолжительность фиксации показателей технологического процесса, что в 6 раз уменьшает количество повторностей проведения опыта.

Выводы

1. Использование заявленной испытательной установки позволяет получить показатели качества работы высевающего аппарата пневматической сеялки при имитации реальных условий, возникающих при работе в поле, подготовленном под посев.

2. Проведенные на данной установке экспериментальные исследования подтвердили рациональную конструкцию предлагаемого технического решения и показали его работоспособность и высокую имитационную способность, приближая экспериментальные исследования к действительным полевым условиям.

3. Применение заявленного устройства, по нашей оценке, позволяет более чем в 5 раз сократить затраты времени на проведение экспериментов и повысить достоверность получаемых результатов.

4. Предложенное конструктивное решение можно рекомендовать для исследования высевающих аппаратов различного типа для семян сельскохозяйственных культур, а также удобрений и стимуляторов роста.

Цитированная литература

1. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний.

2. Патент РФ № 188553, А01С 7/00. Стенд для испытания и обкатки пневматических высевающих аппаратов пропашных сеялок. опубл. 16.04.2019 г. – Текст : непосредственный.

3. Патент РФ № 49674, А01С 7/00. Стенд для испытания и обкатки пневматических высевающих аппаратов пропашных сеялок. опубл. 10.12.2005 г. – Текст : непосредственный.

4. Лабораторные исследования высевающего аппарата для посева семян масличных мелкосеменных культур / В. Н. Кувайцев, Н. П. Ларюшин [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Пензенской ГСХА. – 2016 г. – № 4 (41). – С. 89–95.

5. Программный комплекс для решения технологических задач. – URL: <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=26200>. – Текст: электронный.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ СКОРЛУПЫ ПЛОДОВ ОРЕХОВ

С. А. Устименко, А. А. Зуев, Д. Н. Мельниченко, Д. Ю. Бурменко

Рассмотрены методы и технические средства для раскалывания скорлупы плодов грецких орехов. Для этой цели предложена оригинальная конструкция устройства, техническое решение которого защищено патентом на изобретение. Проведены лабораторные испытания макетного образца предлагаемого устройства, которые показали весьма высокую эффективность его работы (обеспечение качества раскола и растрескивания скорлупы ореха), что в конечном счете облегчает отделение ядра от оболочки при просеивании и калибровке ядер грецкого ореха.

Ключевые слова: *устройство, макетный образец, испытания, качество раскола, степень растрескивания, скорлупа плода, грецкий орех.*

SHELL-BREAKING TOOL FOR WALNUTS

S. A. Ustimenko, A. A. Zuev, D. N. Melnichenko, D. Yu. Burmenko

Methods and technical means for cracking the shells of walnuts have been investigated. For this purpose, an original design of the device is proposed, the technical solution of which is protected by a patent for the invention. Laboratory tests of a mock-up sample of the proposed device were carried out, which showed very high efficiency, namely, ensuring the quality of splitting and the degree of cracking of the walnut shell, which ultimately facilitates the separation of the kernel from the shell when sifting and calibrating walnut kernels.

Keywords: *device, model sample, tests, split quality, degree of cracking, fruit shells, walnut.*

В связи с незначительными площадями культурных насаждений грецких орехов техника для механизированной переработки не нашла своего развития в СНГ. Существующие технологии промышленной переработки грецкого ореха, в том числе и в Молдавии, в значительной мере используют ручной труд. Это связано с особенностями выращивания грецкого ореха, а также желанием переработчиков получить наиболее целое ядро грецкого ореха, которое высоко ценится на рынке. Вследствие этого конструирование устройств и приспособлений для разрушения (раскалывания) скорлупы плодов орехов имеет важное значение [1].

В практике используют различные приспособления для разрушения скорлу-

пы орехов (так называемые орехоколы), выполненные в виде щипцов с длинными рукоятками, которые также широко применяются и в бытовых условиях [2]. Однако все орехоколы щипцового типа обладают общим недостатком – в процессе сжатия рукояток щипцов при раскалывании скорлупы после её разрушения сопротивление усилию рукояток уменьшается и под его продолжающимся воздействием раскалывается ядро ореха.

Этого недостатка лишены устройства с поступательно перемещающим раскалывающим рабочим органом (пуансоном), например с использованием винтового механизма, путем применения к винту вращающего усилия [3]. Эти устройства содержат корпус со стойкой и основанием с гнездом для плодов и рабочий орган в виде пуансона с раскалывающими зубьями, расположенными на винтовом меха-

низме, приводящимся в действие вращением рукоятки.

Однако такая конструкция устройства не совсем удобна в эксплуатации, имеет невысокую производительность и не обеспечивает качественный раскол скорлупы. Это связано с тем, что в этом орехоколе движение пуансона осуществляется винтовым механизмом, в котором возвратно-поступательное движение штока с пуансоном относительно обрабатываемого материала обеспечивается за счет преобразования вращения винта посредством приводной рукоятки, где ход винта равен шагу резьбы на один оборот. В результате такого действия в устройстве необходимо значительное время на вращение винта в рабочем направлении (сжатии плода) и столько же на возврат в исходное положение. Так, например, при шаге винтовой пары в 1 мм для перемещения пуансона в 5 мм необходимо $2 \times 5 = 10$ оборотов винта, что снижает производительность устройства. На обрабатываемый продукт пуансон с раскалывающими зубьями воздействует только с одной стороны, сверху, так как нижняя сторона продукта расположена на поверхности гнезда и является опорой при воздействии разрушающей силы. Это снижает качество раскола и степень растрескивания скорлупы ореха, что в конечном счете затрудняет отделение ядра от оболочки и нарушает его целостность.

В студенческом конструкторском кружке кафедры «Производства и эксплуатации машин» Факультета среднего профессионального образования (Технического колледжа им. Ю. А. Гагарина) Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко разработано устройство для разрушения скорлупы плодов орехов, которое характеризуется высокой эффективностью использования, приводит к росту производительности и обеспечению качества раскалываемого продукта путем сохранения его целостности.

Повышение производительности и качества раскола плодов достигается тем, что рабочий орган выполнен в виде пуансона с зубьями, а гнездо для плода установлено на основании подвижно, на направляющем штоке, и подпружинено относительно корпуса, при этом свободный конец направляющего штока оснащен раскалывающим зубом, взаимодействующим с плодом снизу, через отверстие в гнезде. Это позволяет воздействовать зубьями на раскалываемый плод одновременно с двух сторон – сверху и снизу. А, за счет того, что раскалывающий зуб направляющего штока и центральный зуб пуансона выполнены в виде заостренных клиновых пластин, свернутых на $1/3$ – $1/4$ витка в разных направлениях, достигается эффект раздвигания скорлупы и ее разделение на две половинки с одновременным их растрескиванием, при этом ядро ореха отделяется от половинок скорлупы не повреждаясь.

Устройство поясняется чертежами: на рис. 1 показана конструктивная схема устройства; на рис. 2 – принципиально-кинематическая схема; на рис. 3 и 4 – схема работы устройства. Оно содержит основание 1 со стойкой 2 и кронштейнами 3. На одной оси 0 – 0 в кронштейнах и основании подвижно размещены направляющее звено 4 с пуансоном 5, имеющим зубья 6, и опорное гнездо 7, установленное на штоке 8, при этом шток свободно проходит через отверстие 9 гнезда 7 и оснащен раскалывающим зубом 10, взаимодействующим с плодом 11. При этом раскалывающий зуб 10 и центральный зуб 6 пуансона 5 выполнены в виде заостренных клиновых пластин, которые свернуты на $1/3$ – $1/4$ витка в противоположных направлениях. Для возврата в исходное положение пуансона 5 и подвижного опорного гнезда 7 они снабжены возвратными пружинами 12 и 13 и оснащены регулятором (ограничителем) величины перемещения (на рисунке не показан).

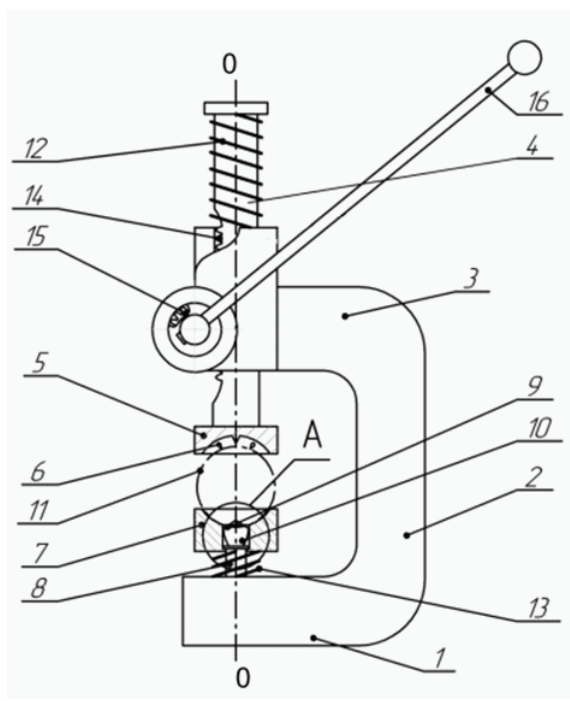


Рис. 1

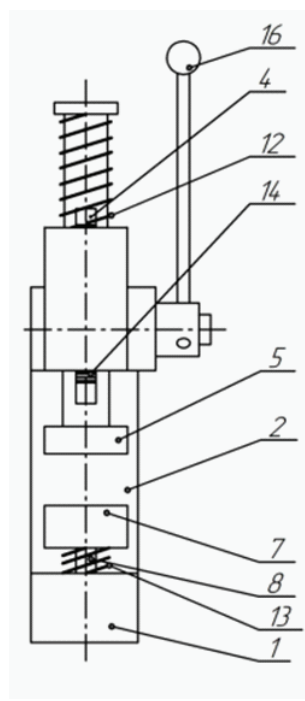


Рис. 2

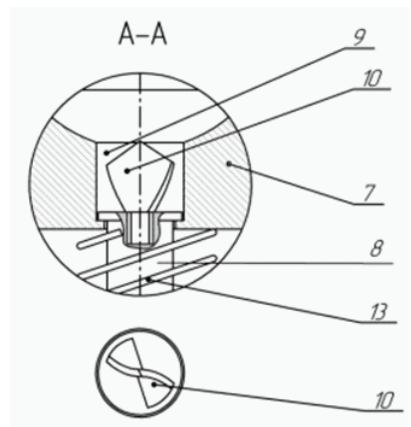


Рис. 3

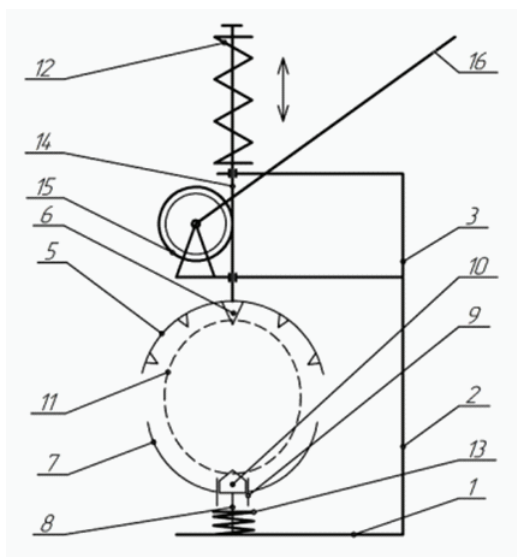


Рис. 4

Привод устройства выполнен в виде реечного механизма (рис. 1, 2), состоящего из зубчатой рейки 14, закрепленной на направляющем звене 4, и шестерни 15, приводящейся во вращение рукоятью 16.

Устройство работает следующим образом.

В опорное гнездо 7 укладывают плод ореха 11 основанием вниз таким образом, чтобы кончик раскалывающего зуба 10, выступающего внутрь гнезда, внедрился в рыхлую часть выемки следа от плодоножки в шов между створками плода 11. Поворотом (движением вниз) приводного рычага 16 за счет кинематической пары шестерня 15 – рейка 14 осуществляется преобразование движения вращения шестерни 15 в поступательное движение рейки 14 и, соответственно, пуансона 5 до соприкосновения с верхней частью ореха 11. При дальнейшем опускании пуансона 5 его зубья 6 врезаются в скорлупу ореха оказывая на него усилие давления.

Одновременно, за счет этого же усилия, передаваемого через плод ореха 11, подвижное опорное гнездо 7 опускается вниз, при этом шток 8, проникая через отверстие 9, внедряет весь раскалывающий зуб 10 в шов между створками.

В результате одновременного двухстороннего воздействия пуансона 5 и опорного гнезда 7 с проникновением раскалывающего зуба 10 в рыхлую часть выемки следа от плодоножки в шов между створками плода 11, а также за счет того, что раскалывающий зуб 10 направляющего штока 8 и центральный зуб 6 пуансона 5 выполнены в виде заостренных клиновых пластин, которые свернуты на 1/3–1/4 витка в противоположных направлениях, происходит разделение скорлупы на две половинки и отделение неповрежденного ядра ореха.

После раскалывания плода ореха поднятием вверх рукоятки 16 пуансон 5 возвращается в исходное положение высвобождая при этом вскрытый плод для снятия с гнезда 7. Цикл повторяется для следующего плода. Данное техническое решение защищено патентом на изобретение [4].

Для подтверждения эффективности использования устройства на кафедре «Производства и эксплуатации машин» ФСПО ИТИ были проведены лабораторные испытания макетного образца предлагаемого устройства, которые показали весьма высокие результаты. Они говорят о том, что качество раскола и степень растрескивания скорлупы ореха облегчают отделение ядра от оболочки при просеивании и калибровке.

В соответствии с ГОСТ 16833-2014 «Ядро ореха грецкого. Технические условия» ядра грецкого ореха подразделяют на 5 видов:

- 1) «половинки» – ядра разделены на две примерно одинаковые и цельные части;
- 2) «четвертушки» – ядра разделены вдоль на четыре примерно одинаковые части;
- 3) «крупные кусочки» – части ядра мельче «расщепленного ядрышка», которое составляет не менее 3/4 «половинки», но крупнее «мелких кусочков»;
- 4) «мелкие кусочки» – части ядра, проходящие через сито с 8-миллиметровыми ячейками, но не проходящие через сито с 3-миллиметровыми ячейками;
- 5) «крупные кусочки и половинки»: смесь ядер, соответствующих видам «крупные» и «половинки»;

Исходя из требований этого ГОСТ, был проведен раскол партии грецких орехов (300 штук по 100 в каждом опыте) и их сортировка на фракции по требованию к содержанию ядер соответствующего вида и целостности, а также

Вид ядра	Массовая доля, %		
	Предлагаемое устройство	Обычный орехокол	Отклонения +/-
Целые ядра	23,3	Менее 1,0	- 22,3
Половинки (бабочки)	54,9	16,7	- 38,2
Расщепленные ядрышки	8,2	39,1	+ 30,9
Четвертинки	4,1	12,8	+ 8,7
Крупные кусочки и половинки	5,3	12,6	+ 7,3
Крупные кусочки	3,2	11,3	+ 8,1
Мелкие кусочки	Менее 1,0	6,5	+ 5,5

допускаемое содержание ядер, не соответствующих этим требованиям. Усредненные результаты приведены в таблице в сравнении с обычным орехоколом одностороннего действия и без эффекта раздвигания скорлупы и ее разделения на две половинки с одновременным их растрескиванием.

Из таблицы видно, что массовая доля целых ядер, половинок и крупных кусочков у предлагаемого устройства – более 80 %, а у базового варианта составляет около 57 %, что в 1,4 раза выше и подтверждает эффективность его использования.

Цитированная литература

1. **Выскребенец, А. С.** Совершенствование технологии и оборудования для разрушения скорлупы различных видов ореха // А. С. Выскребенец, В. К. Петров. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 6. – С. 193–195.
2. Авт. свидетельство СССР № 1824185, кл. А 47J 43/26, опубл. бюл. № 27, 1993 г.
3. Авт. свидетельство СССР № 1650081, кл. А 47J 43/26, опубл. бюл. № 19, 1991 г. – прототип.
4. Патент ПМР № 526, кл. А 47J 43/26, опубл. 15.10.2020 г.

УДК 620.9

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

С. Г. Федорченко, Г. С. Федорченко, С. В. Рюмишин

Рассмотрен подход, позволяющий оценить энергетическую безопасность предприятия в зависимости от степени удовлетворенности в различных видах энергоресурсов, основанный на использовании функции Харрингтона-Менчера. Приведен числовой пример, иллюстрирующий предлагаемую методику.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, предприятие, индикаторы, функция Харрингтона-Менчера.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ENERGY SECURITY OF THE ENTERPRISE

S. G. Fedorchenko, G. S. Fedorchenko, S. V. Ryumshin

The article considers an approach that allows assessing the energy security of an enterprise depending on the degree of satisfaction in various types of energy resources, based on the use of the Harrington-Mencher function. A numerical example has been given to illustrate the proposed technique.

Keywords: *energy security, enterprise, indicators, Harrington-Mencher function.*

Актуальность темы

Для функционирования любого предприятия необходимо использовать различные виды энергоресурсов, недостаточное количество которых усложняет рабочий процесс предприятия.

Предлагается подход, позволяющий оценить, насколько зависит функционирование предприятия от наличия энергоресурсов. Данный подход основан на использовании обобщенной функции полезности Харрингтона-Менчера.

1. Обобщенная функция Харрингтона-Менчера

Функция полезности предложена американским ученым Харрингтоном в 1965 году [1]. Он назвал ее функцией желательности (*desirability function*), мы будем ее называть функцией полезности.

Шкала желательности задает соответствие между физическими значениями параметра исследуемого объекта и его восприятия потребителем. Чтобы получить шкалу желательности, удобно пользоваться готовой разработанной таблицей, представленной ниже (табл. 1).

Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_i = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому значению данной величины, а значение $d_i = 1$ – самому лучшему значению величины [2, с. 8].

2. Пример нахождения функции полезности для данной задачи

При оценке зависимости функционирования предприятия от наличия энергоресурсов необходимо учитывать следующее:

1) предприятие использует несколько видов энергоресурсов;

2) получение предприятием каждого вида энергоресурсов не зависит друг от друга;

3) для каждого вида энергоресурсов можно указать некую величину, такую, что при меньших объемах поставки у предприятия возникают большие трудности.

Для оценки качества функционирования предприятия в зависимости от наличия энергоресурсов используем функцию полезности.

Каждый конечный потребитель энергоресурсов, в нашем случае пред-

Связь между количественными значениями безразмерной шкалы
и психологическим восприятием человека

Таблица 1

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00–0,80
Хорошо	0,80–0,63
Удовлетворительно	0,63–0,37
Плохо	0,37–0,20
Очень плохо	0,20–0,00

приятие, использует все виды энергоресурсов. Зададим для предприятия, для j -го вида энергоресурсов величину V_j^0 – оптимальный объем j -го энергоресурса для предприятия – и подсчитаем отношения вида $Y_j = V_j/V_j^0$ – степень удовлетворенности предприятия в каждом виде энергоресурсов. Для удобства применения выразим эти величины в процентах (т. е. значение Y_j принадлежит интервалу 0–100).

Зависимость функционирования предприятия от наличия j -го энергоресурса опишем с помощью частной функции полезности d_j .

Очевидно, что по мере увеличения значения величины Y_j качество работы предприятия будет улучшаться. Будем считать, что увеличение значения величины Y_i в первой половине отрезка ($b = 0, c = 100$) оказывает слабое влияние на повышение качества функционирования потребителя, а ее изменение во второй половине данного отрезка оказывает гораздо большее влияние на качество, поэтому используем для вычисления значений d_i формулы (1, 2), взятые нами из [3, с. 248–252] для 3-го вида кривой.

Кривая данного типа является S-образной, возрастающей, асимметричной с медленным начальным возрастанием и рассчитывается по формуле:

$$d = 1 - \exp \left\{ - \exp \left\{ - \left[9 \left(\frac{c - Y}{c - b} \right)^{a^{\text{III}}} - 2 \right] \right\} \right\}, \quad (1)$$

где показатель степени a^{III} можно найти по единственной заданной нами точке ($Y^{\text{III}}; d^{\text{III}}$) используя формулу:

$$a^{\text{III}} = \frac{\ln \left(2 - \ln \ln \frac{1}{1 - d^{\text{III}}} \right) - \ln 9}{\ln(c - Y^{\text{III}}) - \ln(c - b)}. \quad (2)$$

Пример графика кривой 3-го типа представлен на рис. 1.

Сформируем список энергоресурсов, используемых предприятием, и представим его в виде табл. 2.

Нами была проведена работа по оценке энергетической безопасности одного из предприятий ПМР. Выдержки из полученных результатов приведены ниже. Значения $Y^{\text{III}}, d^{\text{III}}$, использованные нами для

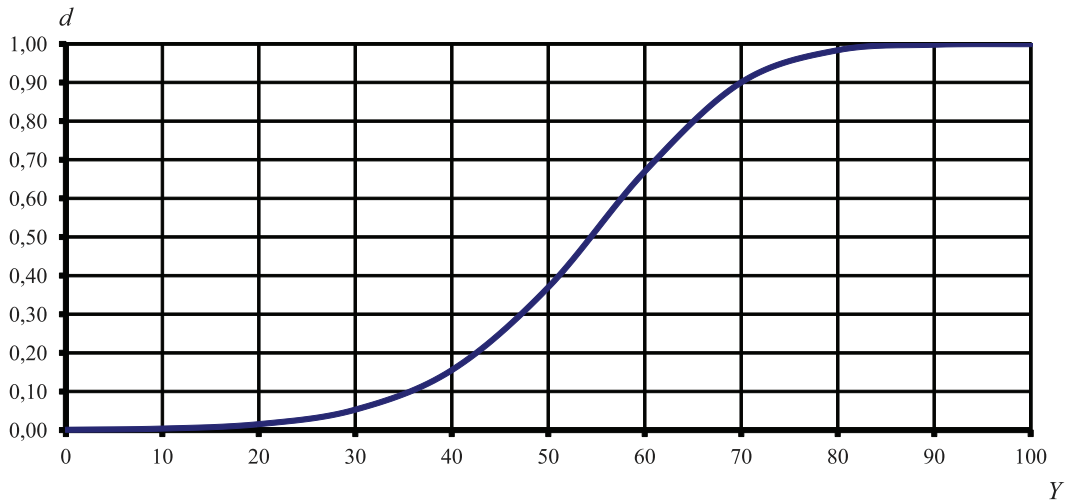


Рис. 1. Пример графика 3-го типа кривой функции полезности ($b = 0, c = 100, Y^{\text{III}} = 50, d^{\text{III}} = 0.8$)

вычисления показателя степени a^{III} , представлены в табл. 3.

Здесь представлены значения заданных нами точек (Y^{III} ; $d^{III} = 0,37$) – это граница областей «плохое качество функционирования потребителя» и «удовлетворительное функционирование потребителя» для различных конечных потребителей энергоресурсов. Поскольку величина Y_{ij} выражена в процентах, то границы ее существования (b , c) заданы выражением $b = 0$; $c = 100$.

Зададим вес для вычисленных значений частных функций полезности. Используемые нами значения представлены в табл. 4.

Чтобы получить обобщенную функцию полезности D , которая описывает зависимость функционирования предприятия от наличия всех видов энергоресурсов, используем выражение:

$$D = \sum_{i=1}^m \beta_i \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i^{\beta_i}} \quad (3)$$

Здесь d_i – это частная функция полезности, описывающая функционирование предприятия в зависимости от степени удовлетворенности его потребностей в энергоресурсе номер i . Пример результатов, полученных при вычислении величины D , представлен в табл. 5.

Производя расчеты, результаты которых приведены в табл. 5, мы исходили из следующих соображений:

1) потребности предприятия в электроэнергии всегда удовлетворяются в полном объеме;

2) потребности в других видах энергоресурсов не всегда могут быть удовлетворены в полном объеме по различным, не зависящим от предприятия причинам;

3) значения весов различных видов энергоресурсов α нами определены заранее, например, с помощью экспертных

Таблица 2

Список энергоресурсов, используемых предприятием

Обозначение энергетического ресурса	Название энергетического ресурса
Y_1	природный газ
Y_2	твердое топливо
Y_3	жидкое топливо
Y_4	электроэнергия
Y_5	теплоэнергия
Y_6	сжиженный газ

Таблица 3

Значения Y^{III} для различных видов энергетических ресурсов, используемых предприятием ($d^{III} = 0,37$)

Энергетические ресурсы				
Природный газ	Твердое топливо	Жидкое топливо	Электроэнергия	Теплоэнергия
80 %	30 %	70 %	95 %	70 %

Таблица 4

Значения весов β_i частных функций полезности

Природный газ	Твердое топливо	Жидкое топливо	Электроэнергия	Теплоэнергия
0,8	0,3	0,7	0,95	0,7

методов [3, с. 85–105], и являются постоянными.

Рассмотрим содержимое табл. 5.

Значения функций полезности, которые соответствуют области «плохо», выделены жирным. Видно, что когда данное предприятие испытывает недостаток практически всех энергоресурсов (1, 2 строки таблицы), его функционирование можно охарактеризовать как плохое или очень плохое. Если же количество одного энергоресурса находится на границе областей «плохо» и «удовлетворительно», то функционирование всего предприятия можно охарактеризовать как удовлетворительное (5 строка таблицы) или даже хорошее (4 строка таблицы).

Результаты вычисления обобщенной функции полезности
функционалирования предприятия D , в зависимости от наличия энергоресурсов

№ п/п	Природный газ	Твердое топливо	Жидкое топливо	Электроэнергия	Теплоэнергия	Сжиженный газ	α						D
							0,8	0,6	0,7	0,9	0,6	0,4	
							d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	
1	30	30	40	100	100	30	0,05	0,05	0,03	1,00	1,00	0,05	0,141
2	40	40	50	100	100	40	0,16	0,16	0,07	1,00	1,00	0,16	0,275
3	50	50	60	100	100	50	0,37	0,37	0,17	1,00	1,00	0,37	0,469
4	60	60	70	100	100	60	0,67	0,67	0,37	1,00	1,00	0,67	0,702
5	70	70	80	100	40	70	0,90	0,90	0,68	1,00	0,16	0,90	0,677
6	80	80	90	100	50	80	0,98	0,98	0,94	1,00	0,37	0,98	0,844
7	90	90	95	100	60	90	1,00	1,00	0,99	1,00	0,67	1,00	0,940
8	100	100	100	100	70	100	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	0,984
9	100	100	100	100	80	70	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,90	0,987
10	100	100	100	100	85	80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,996
11	100	100	100	100	90	90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000
12	100	100	100	100	95	95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000

Разумеется, представленный нами выше пример в случае применения к другому конкретному предприятию даст иные весовые коэффициенты, иные значения величин Y^{III} , но сам подход не изменится.

Полученную нами имитационную модель можно использовать для анализа ряда возможных ситуаций, связанных со снабжением того или иного предприятия энергоресурсами.

Выводы

1. Подход, предложенный в данной статье, является универсальным и позволяет оценить энергетическую безопасность любого предприятия.

2. Для реализации данного подхода надо знать для каждого индикатора значение одной точки на графике частной функции полезности.

3. Необходимо заранее найти вес каждого индикатора.

4. Предложенный подход может быть использован в качестве математической основы программного продукта, позволяющего оценить энергетическую безопасность предприятия.

Цитированная литература

1. Harrington E. C. The desirability function. Industrial quality control. – 1965. – № 10. – p. 494–498.

2. Обобщенная функция полезности и ее приложения. / С. Г. Федорченко, Ю. А. Долгов, А. В. Кирсанова [и др.]; Под ред. С. Г. Федорченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2011. – 196 с. – Текст : непосредственный.

3. Долгов, Ю. А. Статистическое моделирование. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2002. – 352 с. – Текст : непосредственный.

УДК 004.67

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПУНКТА ПРОПУСКА

С. Г. Федорченко, Н. Н. Кошеру

Рассмотрены вопросы разработки методики оценки эффективности работы пропускного пункта, основанной на использовании функции Харрингтона-Менчера. Приведен числовой пример, иллюстрирующий предлагаемую методику.

Ключевые слова: контрольно-пропускной пункт, эффективность работы, функция Харрингтона-Менчера

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE CROSSING POINT

S. G. Fedorchenko, N. N. Koshery

The issues of developing a methodology for evaluating the effectiveness of the checkpoint, based on the use of the Harrington-Mencher function, are considered. A numerical example illustrating the proposed methodology is given.

Keywords: checkpoint, efficiency, Harrington-Mencher function

Актуальность темы

При функционировании любого региона, государства, межгосударственного образования на его границе располагается сеть пропускных пунктов. В данной статье рассматривается подход, предложенный авторами, который позволяет «в числах» оценить эффективность функционирования одного пропускного пункта. Для этого предлагается использовать обобщенную функцию полезности Харрингтона-Менчера.

1. Обобщенная функция Харрингтона-Менчера

Функция полезности предложена американским ученым Харрингтоном в 1965 году [1]. Он назвал ее функцией желательности (*desirability function*), мы будем ее называть функцией полезности.

Шкала желательности задает соответствие между физическими значениями па-

раметра исследуемого объекта и его восприятия потребителем. Чтобы получить шкалу желательности, удобно пользоваться готовой разработанной таблицей, представленной ниже (табл. 1) [2, с. 8].

Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_i = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому значению данной величины, а значение $d_i = 1$ – самому лучшему значению величины [2, с. 8]. Как известно, формулы, позволяющие вычислить значения частной функции полезности d , представлены в [3,

Таблица 1

Связь между количественными значениями безразмерной шкалы и психологическим восприятием человека

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00–0,80
Хорошо	0,80–0,63
Удовлетворительно	0,63–0,37
Плохо	0,37–0,20
Очень плохо	0,20–0,00

с. 246–252], их всего 6 видов, и выбирают конкретную формулу, исходя из априори нам известного поведения исследуемого показателя качества.

2. Пример нахождения функции полезности для одного пункта пропуска

Рассмотрим пункт пропуска, эффективность работы которого описывается величинами $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6$. Описание этих величин приведено в табл. 2.

Под эффективностью работы пункта пропуска будем понимать отсутствие ошибок при проверке документов. Тогда качество обработки документов людей, пересекающих пункт пропуска «на вход», будет описываться величиной d_1 , которую назовем частным показателем качества d_1 .

Рассмотрим алгоритм вычисления частной функции полезности на примере показателя y_1 . Обозначим эту частную функцию полезности как d_1 .

Пусть наиболее оптимальное количество людей, пересекающих пункт пропуска в течение часа – это 25 человек, причем максимально возможное – 50, а минимальное – 0. Таким образом, мы можем считать число $y_1 = 25$ границей между областями полезности «очень хорошо» и «хорошо», и ему будет соответствовать значение функции полезности d_1 , равное 0,8 (табл. 1).

Будем считать, что по мере увеличения значения величины y_1 эффективность функционирования пункта пропуска будет ухудшаться, причем сначала это ухудшение будет медленным, затем резким, что соответствует кривой VI-го типа.

Тогда для перевода величины y_1 в значение частной функции полезности d_1 можно использовать формулы для кривой VI-го типа, которые в нашем случае принимают следующий вид:

$$d = \exp \left\{ -\exp \left\{ -\left[9 \left(\frac{f-Y}{f-e} \right)^{a^{VI}} - 2 \right] \right\} \right\}, \quad (1)$$

Показатель степени a^{VI} можно найти по формуле:

$$a^{VI} = \frac{\ln \left(2 - \ln \frac{1}{d^{VI}} \right) - \ln 9}{\ln(f - Y^{VI}) - \ln(f - e)}. \quad (2)$$

При этом $e = 0; f = 50; Y = 25; d^{VI} = 0.8$.

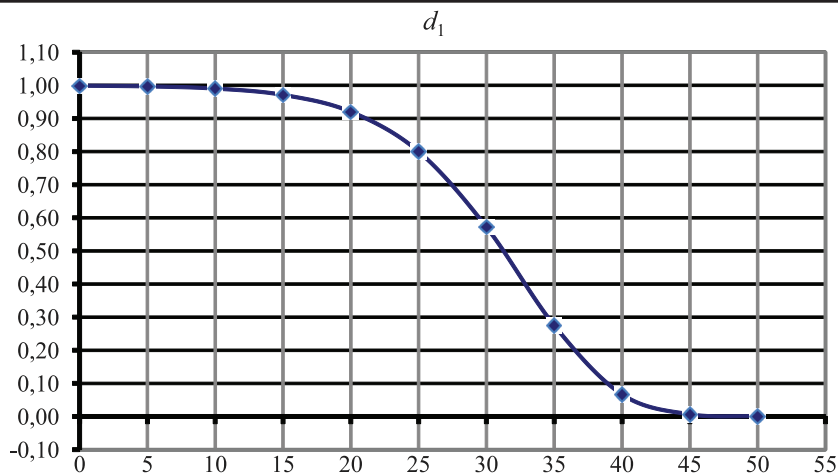
Кривая частной функции полезности, построенная нами по формулам (1, 2) для изменения величины y_1 в интервале от 0 до 50, представлена на рис. 1.

Из графика, изображенного на рис. 1 видно, что при количестве людей, пересекающих пункт пропуска, более 32 человек в час, эффективность работы данного пункта в части пропуска людей «на вход» будет неудовлетворительной.

Таблица 2

Величины, описывающие работу пропускного пункта

Величина	Описание величины	$Y_{\text{опт}}$	Y_{max}
y_1	Количество людей, пересекающих пункт пропуска «на вход» за час	25	50
y_2	Количество людей, пересекающих пункт пропуска «на выход» за час	25	50
y_3	Количество автомобилей, перевозящих пассажиров, пересекающих пункт пропуска «на вход» за час	20	40
y_4	Количество автомобилей, перевозящих пассажиров, пересекающих пункт пропуска «на выход» за час	20	40
y_5	Количество автомобилей, перевозящих грузы, пересекающих пункт пропуска «на вход» за час	10	20
y_6	Количество автомобилей, перевозящих грузы, пересекающих пункт пропуска «на выход» за час	10	20

Рис. 1. График частной функции полезности d_1

Повторим наши действия для остальных параметров, характеризующих работу пропускного пункта. Будем считать, что частные показатели качества d_1, d_2, \dots, d_6 также описываются кривой VI-го типа, и для вычисления их значений можно использовать формулы (1, 2). Присвоим каждому показателю $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6$ свой вес: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$.

Тогда можно найти значение обобщенной функции полезности D , которая описывает эффективность функционирования всего пункта пропуска, используя формулу (3):

$$D = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 d_i^{\alpha_i}} \quad (3)$$

Возьмем некий абстрактный пункт пропуска, зададим значения параметров его функционирования в течение суток и представим это в виде табл. 3.

Зададим значения весов для каждого показателя y_i и, выполнив вычисления по формулам (1, 2, 3) для данных, представленных в табл. 3, получим результаты, представленные в табл. 4.

Для нахождения значений весов $\alpha_1-\alpha_6$ можно использовать экспертные методы [3, с. 85–105].

Таблица 3

Параметры функционирования пункта пропуска в течение суток

t	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
0–1	1	1	3	4	2	4
1–2	2	1	5	6	2	6
2–3	3	2	3	4	3	5
3–4	4	4	3	5	3	6
4–5	4	5	2	3	4	7
5–6	5	5	3	4	4	8
6–7	6	3	5	6	3	9
7–8	8	4	6	8	5	10
8–9	12	5	7	15	6	12
9–10	16	6	8	20	6	15
10–11	18	7	10	21	6	12
11–12	20	8	13	24	8	14
12–13	22	9	15	26	9	15
13–14	24	10	18	28	10	16
14–15	25	11	22	27	11	19
15–16	26	12	25	29	12	18
16–17	27	9	20	28	14	19
17–18	28	10	24	30	15	20
18–19	30	8	21	24	17	19
19–20	31	6	20	19	16	18
20–21	18	7	15	17	14	18
21–22	12	8	12	18	10	19
22–23	11	5	9	14	8	16
23–24	9	3	8	11	5	10

Пример оценки функционирования работы пункта пропуска

t	α						D
	0,8	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	
0–1	0,999	0,999	0,998	0,997	0,997	0,990	0,996
1–2	0,999	0,999	0,996	0,995	0,997	0,971	0,992
2–3	0,998	0,999	0,998	0,997	0,995	0,983	0,994
3–4	0,998	0,998	0,998	0,996	0,995	0,971	0,991
4–5	0,998	0,997	0,998	0,998	0,990	0,952	0,986
5–6	0,997	0,997	0,998	0,997	0,990	0,920	0,979
6–7	0,996	0,998	0,996	0,995	0,995	0,872	0,968
7–8	0,994	0,998	0,995	0,990	0,983	0,800	0,948
8–9	0,985	0,997	0,993	0,938	0,971	0,572	0,872
9–10	0,965	0,996	0,990	0,800	0,971	0,150	0,639
10–11	0,946	0,995	0,983	0,754	0,971	0,572	0,834
11–12	0,920	0,994	0,963	0,572	0,920	0,275	0,672
12–13	0,883	0,992	0,938	0,424	0,872	0,150	0,552
13–14	0,832	0,990	0,872	0,275	0,800	0,067	0,419
14–15	0,800	0,988	0,700	0,348	0,700	0,002	0,191
15–16	0,764	0,985	0,499	0,208	0,572	0,007	0,215
16–17	0,723	0,992	0,800	0,275	0,275	0,002	0,154
17–18	0,677	0,990	0,572	0,150	0,150	0,001	0,096
18–19	0,572	0,994	0,754	0,572	0,024	0,002	0,104
19–20	0,514	0,996	0,800	0,839	0,067	0,007	0,175
20–21	0,946	0,995	0,938	0,898	0,275	0,007	0,265
21–22	0,985	0,994	0,971	0,872	0,800	0,002	0,245
22–23	0,988	0,997	0,987	0,952	0,920	0,067	0,550
23–24	0,992	0,998	0,990	0,978	0,983	0,800	0,945

Рассмотрим результаты расчетов, представленные в табл. 4. Для удобства анализа значения частных функций полезности, которые принадлежат области «плохо», выделены жирным. Очевидно, что чаще всего в области «плохо» находятся значения d_6 , которые характеризуют обработку автомобилей, перевозящих грузы, пересекающих пункт пропуска «на выход». Гораздо реже в этой области оказываются значения d_4 и d_5 , которые описывают обработку автомоби-

лей, перевозящих пассажиров, пересекающих пункт пропуска «на выход» и автомобилей, перевозящих грузы, пересекающих пункт пропуска «на вход», соответственно.

Именно низкие значения частных функций полезности d_4 , d_5 , d_6 являются причиной того, что с 14-00 до 22-00 работа пункта пропуска признана неудовлетворительной, в основном из-за очень большого числа грузового транспорта, на который данный пункт пропуска не рассчитан.

Выводы

1. Предложенный подход может быть использован в качестве математической основы программного продукта, позволяющего оценить эффективность функционирования отдельного пропускного пункта.

2. В рассмотренном примере получена имитационная модель, которая описывает эффективность функционирования пункта пропуска.

3. Предложенный подход может быть распространен на систему пунктов пропусков, обслуживающих некоторый регион.

Цитированная литература

1. Harrington, E. C. The desirability function. Industrial quality control. – 1965. – №10. – р. 494–498.

2. Обобщенная функция полезности и ее приложения / С. Г. Федорченко, Ю. А. Долгов, А. В. Кирсанова [и др.]; Под редакцией С. Г. Федорченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2011. – 196 с. – Текст : непосредственный.

3. Долгов, Ю. А. Статистическое моделирование / Ю. А. Долгов. – Тирасполь : РИО ПГУ, 2002. – 352 с. – Текст : непосредственный.

УДК: 612.014.42; 615.841. 53.072.13

**ФИЗИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
АКУПУНКТУРНОЙ СИСТЕМЫ МЕРИДИАН ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

С. П. Маручек

Предлагается технология физико-информационного моделирования электрофизиологических процессов, происходящих в системе меридианов (СМ) организма биообъектов. Описывается порядок идентификации электрофизиологических процессов функционирования системы меридианов, моделируемой электродинамическим процессом в физико-информационной модели (ФИМ) СМ. Описывается порядок создания приборного комплекса ФИМ СМ акупунктуры «ФИМАС», который предоставит возможность разработать новые способы междисциплинарных исследований и проводить их физическими приборами характеристик «энергии ци», циркулирующей в СМ, определить величину и направления движения «энергии ци» в меридиане, моделировать электрофизиологические процессы, происходящие в биологической СМ при нормальном функционировании организма и при изменении состояния органов и систем биообъекта в результате воздействия на них различных биологических и техносферных повреждающих факторов.

Ключевые слова: меридиан акупунктуры, биологически активная точка, система меридианов, физическая модель замещения меридиана акупунктуры, приборный комплекс физико-информационной модели системы меридианов, акупунктура, гомеостаз.

**PHYSICO-INFORMATIONAL MODEL OF THE MERIDIAN
ACUPUNCTURE SYSTEM OF THE HUMAN BODY**

S. P. Maruchek

The technology of physical and informational modeling of electrophysiological processes occurring in the meridian system of the organism of biological objects is proposed. The order of identification of

electrophysiological processes of functioning of the meridian system, modeled by the electrodynamic process in the physical-information model of the meridian system, is described. The procedure for creating an instrument complex of a physico-informational model of an acupuncture meridian system is described, which will provide an opportunity to develop new methods of interdisciplinary research and conduct them with physical devices of the characteristics of "qi energy" circulating in the meridian system, determine the magnitude and directions of movement of "qi energy" in the meridian, simulate electrophysiological processes, occurring in the biological meridian system during the normal functioning of the organism and when the state of the organs and systems of the biological object changes as a result of the impact of various biological and technosphere damaging factors on them.

Keywords: *meridian of acupuncture, biologically active point, meridian system, physical model of meridian replacement of acupuncture, instrument complex of physical and informational model of meridian system, acupuncture, homeostasis.*

Организм человека обладает естественными системами компенсации, обеспечивающими его защиту при воздействии опасных и вредных факторов окружающей среды. К ним относятся, во-первых, **иммунная система**, обеспечивающая защиту от патогенных микроорганизмов (бактерий, вирусов, токсинов) и злокачественных новообразований; во-вторых, **система покровных тканей** (кожа и слизистые), защищающая внутреннюю среду организма от внешних агентов различной природы (физических, химических, биологических); в-третьих, **система гомеостаза**, обеспечивающая относительное динамическое постоянство внутренней среды организма (температура; рН, уровень глюкозы и осмотическое давление крови; водно-солевой баланс организма в целом и др.) [1]. Систему меридианов (СМ) с уверенностью можно отнести к системе гомеостаза, обеспечивающей электрофизиологическое постоянство внутренней среды биообъектов, являющейся главной естественной системой защиты организма, так как в ней имеются меридианы иммунной системы, кожи, нервной системы и др., функционирующие которых она регулирует. Сложные системы высших организмов (чувствительная, двигательная и др.), а также система меридианов акупунктуры обеспечивают безопасную жизнедеятельность организма

человека при изменении состояния внутренней и внешней среды, позволяя приспособиться к этим изменениям.

По представлению врачей древнего Востока, в организме человека циркулирует некая энергия, которую называют чи или ци. Поток энергии циркулирует по системе проводящих путей, получивших название каналов или меридианов. Двенадцать таких каналов, соединенных в определенном порядке, причем последний соединяется с первым, образуют замкнутую систему меридианов (рис.1). Каждый из них связан с одним из внутренних органов и носит название этого органа: меридиан легких, сердца, печени и т. д. [2].

Доказано, что каналы (меридианы) имеют анатомическую основу. Демонстрация линии канала была получена инъекцией радиоактивного трассера ^{99}Tc (технеция) в истинную и ложную биологически активные точки. Происходило быстрое движение трассера по каналу (расстояние в 30 см он проходил за 4–6 мин) и случайное распространение его вокруг ложной БАТ, что доказало реальность каналов [3, с. 5].

В настоящее время на практике чаще используется эмпирический метод акупунктурного лечения, когда не учитывается движение «энергии ци» по меридианам, а главным считается познание терапевти-

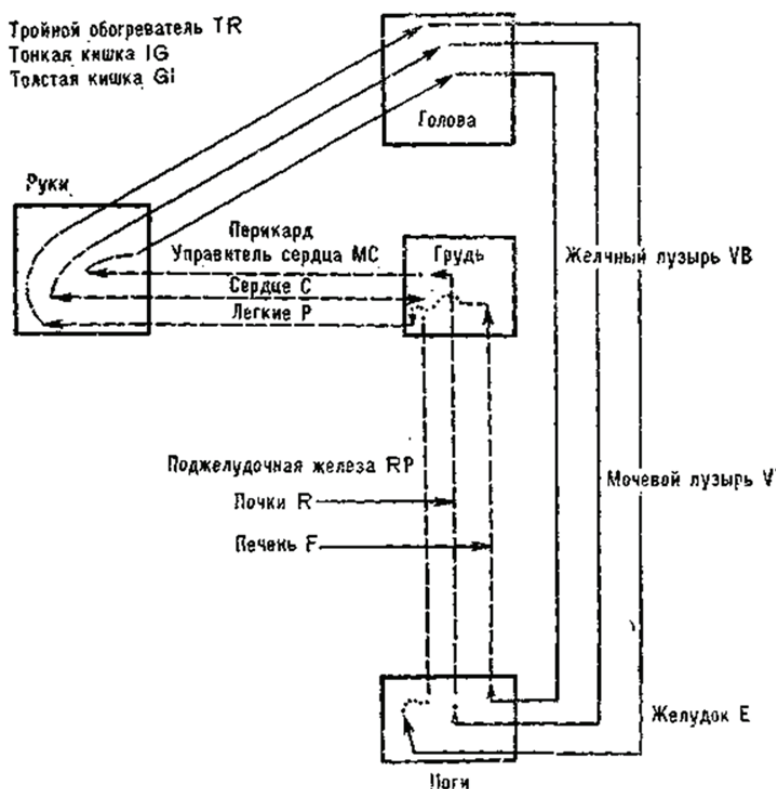


Рис. 1. Система меридианов согласно китайской народной медицине (КНМ)

ческих свойств акупунктурных точек, информация о которых собиралась столетиями. В полной мере энергетический способ лечения не всегда используется, потому что воздействие на «седативные» и «тонизирующие» точки энергетическими способами, согласно китайской народной медицине (КНМ), не всегда восстанавливает энергетический баланс в организме, а иногда еще больше нарушает его, ухудшая состояние организма. Это происходит потому, что в настоящей СМ большее количество меридианов, соединяются они в другом порядке, следовательно, взаимодействие между меридианами иное, чем описывается в КНМ. Поэтому при лечении энергетическим способом иногда со-

стояние организма не улучшается, а ухудшается.

«Акупунктурные точки поглощают электроны. ... эффективность акупунктуры (чжэнь-цзю терапии) возрастет в десятки раз после того, как будут точно установлены биохимические аспекты генерации и поглощения электричества внутри нашего организма. Особую роль в жизнедеятельности живых существ играют акупунктурные точки, которые поглощают балластные биотоки... Иглотерапия относится к энергетическим методам лечения человека. Вот почему для иглотерапевта необходимо знать весь цикл движения биотоков в человеческом организме от начала до конца» [4].

Среди исследователей традиционной медицины до настоящего времени не сложилась единая точка зрения на физиологию процессов, происходящих в системе меридианов человека при лечении иглоукалыванием, но большинство согласны с тем, что она относится к регулирующим видам терапий. «Одни исследователи, представляющие западную науку, настойчиво ищут объяснения феномена регуляции состояния организма с позиций нервного, т. е. основываются на теории Павлова (отсюда – рефлексотерапия); другие, стоящие на фундаментальных древнекитайских философских принципах, продолжают искать подтверждение энергетическому подходу (и для них понятие «рефлекс» неприемлемо), хотя регуляция, по их мнению, не только имеет место, но и первична по отношению к нервной системе» [5].

Б. П. Холодный и его соавторы придерживаются энергетической концепции и считают, что основные физиологические функции, на которые влияет СМ, происходят в органах и системах организма, с которыми связаны меридианы. Величина циркуляции «энергии ци» в меридианах акупунктуры в большей мере зависит от электрохимических и электродинамических процессов, происходящих в органах и системах организма, и в меньшей степени зависит от сопротивления биологически активных точек (БАТ).

В публикациях по данной теме имеются примеры построения электрических схем замещения БАТ при осуществлении фундаментальных исследований процессов, происходящих в живом организме при применении адаптивной акупунктуры. «Исследования иглоукалывания и в классическом, и в электропунктурном вариантах строго в системном представлении (именно как систем автоматической регуляции) пока, к сожалению, не получают и проводятся только лишь на уровне

изолированных элементов. Исследования же живого биообъекта или хотя бы его функционально законченных фрагментов (как системы или хотя бы звена автоматической регуляции) до анатомических и физиологических элементов фактически не доводятся» [5].

Цели работы:

– разработать технологию моделирования физиологического функционирования биологической СМ электродинамическими процессами, происходящими в приборном комплексе ее физико-информационной модели (ФИМ);

– разработать электрическую схему физической модели замещения меридиана акупунктуры (прибора «ЭММА») и электрическую схему ФИМ СМ (приборного комплекса «ФИМАС»);

– по разработанным электрическим схемам создать приборный комплекс физико-информационной модели системы меридианов «ФИМАС».

Материалы и методы

Физическое моделирование является эффективным методом проведения фундаментальных исследований, позволяющим путем решения обратной задачи оценить биоинформационные параметры состояния органов и систем организма. Технология становится наукой о процессах в живой и неживой природе. Иногда невозможно сделать эксперимент, провести измерения, потому что при этом неизбежно произойдет изменение функционального состояния системы. Это относится и к СМ организма. «Современная наука становится технологичной, а технология становится естественнонаучной. Взаимодействие естественных процессов и технологий неизбежно. В связи с этим биосфера превращается в технобиосферу» [6]. Технология становится наукой о процессах в живой

и неживой природе. Поэтому для более глубокого понимания биологических процессов создаются искусственные системы соответствия, естественные объекты моделируют в виде сложноустроенных физических систем. Трудности возникают при анализе электрических процессов в организме, поэтому этот вопрос один из наиболее актуальных. В настоящее время электрофизиологическим методам исследования уделяется большое внимание, потому что эти методы позволяют получить четкие показатели состояния и функционирования органов и систем организма человека и других биообъектов. Развитие теоретической электрофизиологии происходит параллельно с развитием прикладной электрофизиологии.

Сложные и многообразные процессы, происходящие в биообъектах, связаны с потоками вещества, энергии и информации. В зависимости от того, на какие именно процессы обращается основное внимание при решении задач анализа и синтеза биотехнических систем, используется материально-энергетическая или кибернетическая (управленческая, информационная) концепция количественного описания биообъекта [7]. Удачность процесса моделирования зависит от того, насколько верно и полно данная модель отражает объект. Система меридианов, как и другие сложные системы (чувствительная, двигательная и др.) высших организмов, обеспечивает организму реагирование на изменения состояния внутренней и внешней среды, позволяет приспособиться к этим изменениям. Непрерывно реагируя на внешние воздействия, живые организмы способны поддерживать свое внутреннее постоянство (гомеостаз) за счет активной реакции внутренних сред, их температуры, содержания кислорода и углекислого газа, а также путем регулирования основных электрофизиологических процессов. Нормальное функционирова-

ние всех клеточных структур зависит от указанных факторов, и сдвиг их показаний может привести к нарушению жизненных функций.

В представляемой работе рассматриваются энергетическая (физическая) и кибернетическая (управленческая, информационная) функции СМ. Выясняются процессы, лежащие в основе функционирования биологической СМ и параметры, которые необходимы для описания ее состояния. Физической (энергетической) составляющей процессов функционирования СМ являются наличие и движение «энергии ци» в меридианах. Информационными составляющими являются: 1) характеристика изменения величины и направления движения «энергии ци» в определенном меридиане в зависимости от функционального состояния соответствующего ему органа или системы организма; 2) характеристика отличия величины и направления биотока «энергии ци» в определенном меридиане в сравнении с другими меридианами.

Параметром для описания состояния органа или системы организма является величина и направления движения «энергии ци» в соответствующем меридиане, измеряемая в микроамперах.

Вследствие того, что в меридианах акупунктуры имеет место не переменный, не импульсный, а постоянный динамический, плавно изменяющийся биоток «энергии ци», в экспериментах исследуется только величина тока электропроводности, емкостная составляющая не учитывается. Поляризационные процессы в здоровом организме малозаметны и начинают проявляться при значительных заболеваниях, когда защитные функции электрофизиологических процессов СМ не справляются, – количество поступающей в органы и системы «энергии ци» не хватает. Поляризационные процессы требуют отдельных, дополнительных исследова-

ний. Моделирование процессов движения «энергии ци» в меридианах акупунктуры производится по определению величины ее биоэлектрической составляющей, при условии идентичности величины электропроводности в физической модели и в биологическом меридиане.

«В истории биологического знания всегда присутствовали две линии, которые сегодня обозначаются как редукционизм и холизм. Редукционизм утверждает, что для понимания биологических систем нам не нужно ничего, кроме законов физики... С другой стороны, холизм всегда опирался на идею качественного отличия биологических систем от физико-химических. Одних только законов физики недостаточно для понимания феномена жизни...» [8, с. 1]. Можно предполагать, что в общем случае активность биологических систем строится на основе органических потенциалов, имеющих разный вид и привязку к реальности в зависимости от конкретных задач и потребностей биосистемы. «Если физический потенциал существует в реальности и случайным образом совпадет с органическим потенциалом, то организму в этом случае не имеет смысла использовать процессы сопряжения, – он может вполне положиться на активность неорганических процессов, используя их для своих целей. Но в подавляющем большинстве случаев физические потенциалы отличаются от органических потенциалов, и тогда биосистемам приходится в той или иной форме использовать схему процессов сопряжения, реализуя органический потенциал несомого процесса...» [8, с. 3].

Автор исходит из открытия того, что в каждом меридиане происходят два сопряженных процесса:

1. Движение «энергии ци» по замкнутому кругу СМ (рис. 1).

2. Движение «энергии ци» с поверхности тела и окружающей среды в органы

или системы организма (существование этого процесса доказывает тот факт, что все БАТ имеют физическую связь с определенным органом или системой организма, и тот факт, что сопротивление в БАТ меридиана меняется в зависимости от состояния соответствующего органа).

Местом сопряжения является общая часть меридиана, где происходит объединение этих двух процессов. Первый процесс – движение «энергии ци» по замкнутому кругу в СМ можно отнести к физическим процессам. Исходя из этого, функционирование СМ можно исследовать на основе редукционизма, используя физические законы, и создать ФИМ СМ. Второй процесс – доставка «энергии ци» с поверхности тела и окружающей среды в органы или системы организма – можно отнести к органическим процессам. Он является, в основном, несущим и поэтому поддерживает существование СМ.

Моделирования меридиана акупунктуры

Создание физической модели замещения биологического меридиана акупунктуры (МА) начинается с разработки ее электрической схемы, которая будет иметь следующий вид (рис. 2).

A–D – модель внутренней части меридиана. В точке D он связан с предыдущим меридианом, в точке A – с последующим. «Энергия ци» в меридиане движется из точки D в точку A. В точках B, C, D меридиан через БАТ связан с внешней средой. БАТ имеют определенные электросопротивления, которые моделируются переменными сопротивлениями R4, R5, R6. Переменное сопротивление R7 является моделью части меридиана, связывающей меридиан с моделью соответствующего органа – прибором «ЭМО» (электрическая модель органа). Сопротивления внутренних частей меридиана между БАТ (отрезки AB, BC, CD) моделируются перемен-

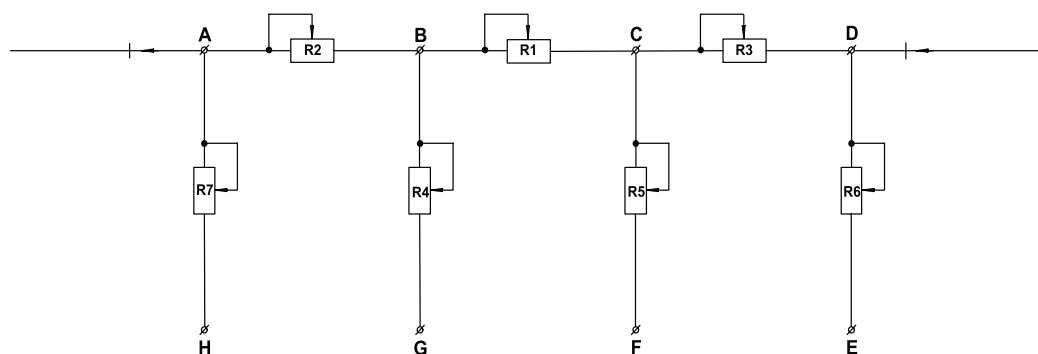


Рис. 2. Принципиальная схема физической модели замещения меридиана акупунктуры организма человека – физического прибора «ЭММА»

ными сопротивлениями R1, R2, R3. Точки E, F, G – места связи БАТ с внешней средой, места подключения измерительных приборов к моделируемым БАТ. Точка H – место подключения измерительных приборов к модели органа, с которым связан этот меридиан. Прибор, созданный по принципиальной электрической схеме (рис. 2) автор назвал «ЭММА» (электрической моделью меридиана акупунктуры).

Моделирования СМ

Приборный комплекс модели соответствия системы меридианов акупунктуры можно назвать и генераторным, и параметрическим. Создание приборного комплекса начинается с разработки принципиальной электрической схемы физической модели замещения системы меридианов акупунктуры организма человека, которая будет иметь следующий вид (рис. 3).

Приборный комплекс, названный автором «ФИМАС», состоит из четырех блоков (приборов).

Первый представляет собой физическую модель меридиана акупунктуры, прибор «ЭММА», (рис. 2), представляющую собой электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных переменных сопротивлений R1, R2, R3, R7, эмитирующих внутренние части ме-

ридиана между БАТ, и переменных сопротивлений R4, R5, R6, имитирующих биологически активные точки.

Второй – задающий прибор (ЗП), для имитации функционирования меридиана в СМ, по сути являющийся токовым генератором, который выдает для проведения экспериментов постоянный ток разной полярности величиной 0–300 мкА, напряжением 0–16 В, эмитирующий биоток в СМ. Представляет собой электронный прибор «ВИЛАС-2», (его устройство и принцип работы описаны в журнале «Вестник Приднестровского университета», № 3(63) 2019 года [9]), работающий в режиме «Воздействие», который подключается к конечной и начальной БАТ модели соответствия меридиана. Состоит из источника электропитания, переменного сопротивления, микроамперметра.

Третий – диагностический прибор (ДП), второй авторский прибор «ВИЛАС-2», переключенный в режим «Диагностика». Работает в качестве диагностического прибора при электрическом токе, поступающем в измеряемую поверхность тела или БАТ, величиной 0–1,5 мкА, напряжением 0–0,5 В. Может подсоединяться как к биологическим БАТ, так и к моделируемым БАТ ФИМАС – к клеммам E и F или E и A для проведения измерений

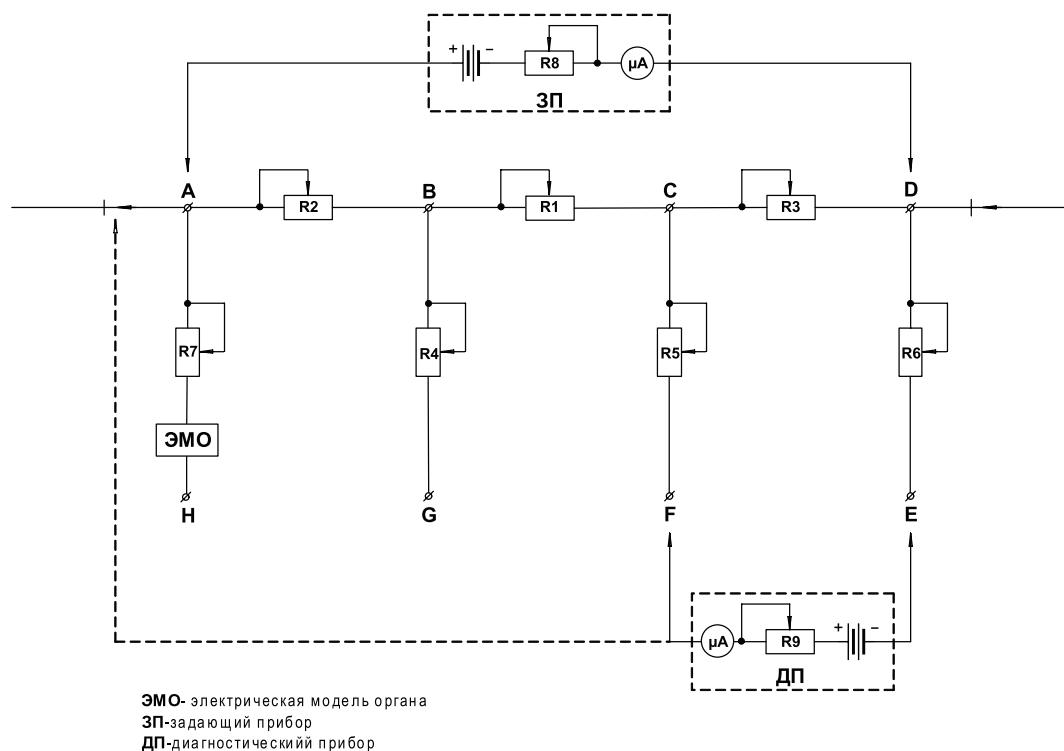


Рис. 3. Принципиальная схема ФИМ системы меридиан в акупунктуре организма человека – приборного комплекса «ФИМАС»

величины биотока. При переключении прибора в режим «Воздействие» предоставляется возможность имитировать электропунктурное воздействие на биологический меридиан.

Четвертый – прибор «ЭМО», физическая модель органа или системы организма биообъекта. Его устройство, принцип работы и порядок подключения будут описаны в последующей статье, при описании технологии функционирования акупунктурной системы (АС).

Создание ФИМ СМ – приборного комплекса «ФИМАС» – начинается с подбора радиодеталей. Не углубляясь в расчеты электрических цепей резисторных схем постоянного тока, порядок сборки и регулировки приборного комплекса в

упрощенном варианте можно описать следующим образом. Вначале подбираем величину сопротивлений, замещающих БАТ, – R4, R5, R6. Известно, что электрокожное сопротивление составляет от 1–2 МОм и более, в то время как в области ТА оно равно 150–250 кОм [10]. Поэтому переменные сопротивления, замещающие БАТ, устанавливаются величиной 0–2(3) МОм.

«Образно тело человека можно представить, как токопроводящую массу, окруженную несовершенным диэлектриком – кожным покровом. Следовательно, рассматривая сопротивление человеческого организма, следует различать внешнее сопротивление (сопротивление кожного покрова) и сопротивление внутренних ор-

ганов. Сопротивление внутренних органов не зависит от величины приложенного напряжения и в среднем может быть принято равным 1000 Ом, хотя следует заметить, что электропроводность отдельных органов и тканей в живом организме человека различная» [11]. Поэтому переменные сопротивления, замещающие сопротивления внутренних частей меридиана между БАТ R1, R2, R3, R7, можно установить номиналом 0–15 кОм.

Сопротивления в ФИМ СМ устанавливаем переменными, а не постоянными потому, что точная величина электросопротивления внутренних частей меридиана неизвестна, а величина электросопротивления БАТ – изменяющаяся. Переменные сопротивления предоставляют возможность налаживать физический комплекс и, моделируя процессы в СМ, определить точные величины сопротивления внутренних частей меридиана и БАТ на биологическом меридиане. Регулировкой величины переменных сопротивлений осуществляется возможность наиболее полного отражения биологического меридиана акупунктуры в его модели.

Способ использования приборного комплекса «ФИМАС»

Исследования биомедицинских технологий жизнеобеспечения и защиты организма биообъектов системой меридианов проводится как с помощью прямых электрических измерений на организме человека, так и с применением моделирования электрофизиологических процессов, происходящих в СМ, на приборном комплексе «ФИМАС».

В эквивалентную электрическую цепь МА (прибор «ЭММА») одним задающим прибором (ЗП) «ВИЛАС-2», включенным на режим «Воздействие», запускается постоянный, изменяющийся по величине и направлению электроток, эмитирующий биоток в СМ. Другим измерительным

диагностическим прибором (ДП) «ВИЛАС-2», включенным на режим работы «Диагностика», регистрируется изменение величины тока между моделируемыми БАТ (возможно между клеммами E, F) в зависимости от изменения величины переменных сопротивлений, эмитирующих внутренние части меридиана (1, 2, 3), БАТ (4, 5, 6) и величины тока ЗП, эмитирующего биоток в СМ.

Определяется величина изменения электротока в моделируемых меридианах: 1) при увеличении или уменьшении сопротивлений, имитирующих БАТ; 2) при увеличении или уменьшении сопротивлений, имитирующих внутренние части меридиана; 3) при изменении величины тока ЗП, эмитирующего ток в СМ и при изменении электродинамического состояния прибора «ЭМО», имитирующего состояние органа или системы, с которыми связан меридиан.

Появляется возможность изменением величины сопротивления в моделируемых меридианах и БАТ, изменением величины тока в ЗП, изменением показателей в приборе «ЭМО» (имитирующем энергетическое влияние органа или системы на соответствующий меридиан) получить величины показателей ДП на ФИМ, равные величинам показателей ДП при измерениях на биологическом меридиане акупунктуры.

Идентичность изменения получаемых результатов при проведении диагностики биологических меридианов изменениям измерений проведенной диагностики на моделируемых меридианах физического комплекса «ФИМАС», доказывает, что электродинамические процессы в ФИМ СМ идентичны электрофизиологическим процессам, происходящим в биологической СМ.

Порядок практического использования приборного комплекса «ФИМАС» будет подробно описан в последующих статьях.

Проведение исследований будет способствовать разработке новых способов электропунктурной диагностики и лечения, обеспечению защиты и безопасной жизнедеятельности организма человека, улучшению способности противостоять биологическим, техноферным и другим повреждающим факторам, оказывающим отрицательное влияние на состояние органов и систем организма человека.

Выводы

Предлагаемая технология физико-информационного моделирования электрофизиологических процессов, происходящих в системе меридианов акупунктуры организма биообъектов, и создание приборного комплекса физико-информационной модели системы меридианов открывают возможность проводить междисциплинарные, неинвазивные исследования и моделирование биомедицинских технологий функционирования системы меридианов, раскрыть биофизику получения лечебного эффекта при иглокалывании, электропунктуре и других физиотерапевтических воздействиях, будут способствовать внедрению инноваций в доказательную, комплементарную и восстановительную медицину для повышения жизненных ресурсов организма, а также продление жизни человека. Доказано, что система меридианов является отдельной, открытой, равновесной, саморегулирующейся системой, включающей и регулирующей защитные функции, играющие огромную роль в жизнеобеспечении и защите организма биообъектов.

Автор выражает благодарность за помощь в написании статьи и поддержку И. В. Толмачевой, проректору по научно-инновационной работе ПГУ им. Т.Г. Шев-

ченко; канд. экон. наук, А. С. Белявской; подполковнику милиции И. И. Майдановскому, ст. преп. кафедры «Техносферная безопасность» ПГУ им. Т. Г. Шевченко и Начальнику ГОУ «ТЮИ МВД ПМР им. М. И. Кутузова».

Цитированная литература

1. **Марченко, Б. И.** Медико-биологические основы безопасности / Б. И. Марченко. – Текст : электронный // ЛитРес. – URL : https://bookz.ru/authors/boris-mar4enko/mediko-b_158/1-mediko-b_158.html
2. **Еханин, С. Г.** Электропунктурные исследования организма человека: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». – URL : <https://lib.eu/book/3362819/9480e5?regionChanged>
3. **Лиманский, Ю. П.** Научные основы акупунктуры / Ю. П. Лиманский, С. А. Гуляр, И. З. Самосюк // Рефлексотерапия. – 2004. – № 4.
4. **Молостов, В. Д.** Акупрессура. Добавлен: 10.02.2016 Одесский национальный политехнический университет Научно-популярное издание.
5. **Холодный, Б. П.** Элементы анализа физической модели акупунктурной точки как звена системы автоматической регуляции биологического объекта / Б. П. Холодный, А. Я. Уклейн, С. Г. Брянцев. – Текст : непосредственный // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия : Физико-математические науки. – 2004 г.
6. **Уголев, А. М.** Естественные технологии биологических систем. – Ленинград. – 1987. – С. 5–20, 250–278. – Текст : непосредственный. – 1998, 2008 by Donna Eden and David Feinstein © Перевод. Издание на русском языке. Оформление. ООО «Попурри», 2015.
7. **Ершов, У. А.** Основы анализа биотехнических систем. Теоретические основы БТС /

У. А. Ершов, С. И. Щукин. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – Текст : непосредственный.

8. **Моисеев, В. И.** В направлении к гуманитарной биомедицине: минимальная холистическая модель / В. И. Моисеев. – Текст : электронный // Credo New [Журнал]. – URL : <http://credo-new.ru/archives/569>

9. **Маручек, С. П.** Прибор для электропунктурного исследования организма человека, проведения электрофизиологических исследований биомедицинских технологий жизнеобеспечения и защиты биообъектов системой акупунктуры / С. П. Маручек, А. С. Белявская. – Текст : непосредственный // Вест-

ник Приднестровского государственного университета, 2019. – № 3(63). – С. 178.

10. **Любовцев, В. Д.** Роль акупунктурной системы во взаимодействии организма человека с межпланетным электромагнитным полем / В. Б. Любовцев, Н. В. Спасов, А. Н. Разумов. – Текст : непосредственный // Вестник Чувашского университета. Область наук : Фундаментальная медицина. – 2008.

11. **Духанин, Ю. А.** Техника безопасности и противопожарная техника в машиностроении : учебное пособие для техникумов / Ю. А. Духанин, Д. Ф. Акулин. Изд. 2-е, переработ и доп., Москва : Машиностроение, 1973, 304 с. – Текст : непосредственный.

УДК 377.1: 621

МОТИВАЦИЯ НА ОБУЧЕНИЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

И. И. Иванов, С. А. Устименко

Анализируются пути повышения мотивации студентов с целью увеличения эффективности обучения через сочетание учебной и производственной деятельности в рамках профессионального образовательного стандарта. Приводится пример применения нетрадиционной методики освоения видов деятельности учащимися организации среднего профессионального образования по техническим направлениям. Показаны результаты применения методики.

Ключевые слова: *мотивация, образовательный стандарт, технология машиностроения, изделие, проектирование, изготовление.*

MOTIVATION TO STUDY FOR THE SPECIALTY "ENGINEERING TECHNOLOGY"

I. I. Ivanov, S. A. Ustimenko

The article analyzes the ways to increase the motivation of students in order to increase the effectiveness of training, through a combination of educational and production activities within the framework of a professional educational standard. An example of the application of a non-traditional methodology for mastering types of activity by students of the organization of secondary vocational education in technical areas is given. The results of applying the technique are shown.

Keywords: *motivation, educational standard, engineering technology, product, design, manufacturing.*

Мотивация – это общее название процессов, методов, средств побуждения учащихся к познавательной деятельности, активному освоению содержания образования. Она основывается на мотивах, под которыми имеются в виду конкретные побуждения, стимулы, заставляющие личность действовать и совершать поступки. Мотивация для студентов является наиболее эффективным способом улучшить процесс обучения. Мотивы являются движущими силами процесса обучения и усвоения материала. Мотивация к обучению – достаточно непростой и неоднозначный процесс изменения отношения личности как к отдельному предмету изучения, так и ко всему учебному процессу [1].

С каждым годом подготовка специалиста в области металлообработки и машиностроения осложняется тем, что объем знаний и умений расширяется в силу развития техники и технологий, а интерес молодежи снижается в силу непривлекательности специальности. В 2016 году утвержден обновленный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.15 «Технология металлообрабатывающего производства», который предусматривает увеличение срока обучения на год по сравнению с другими стандартами данного уровня [2].

Факультет среднего профессионального образования (Технический колледж им. Ю. А. Гагарина) более 20 лет ведет подготовку техников по специальности «Технология машиностроения». За это время неоднократно изменялся образовательный стандарт, учебные планы и программы подготовки. А абитуриент при этом существенно не изменялся, все тот же школьник, окончивший девять классов, который не имеет ни малейшего понятия о черчении, не говоря уже о машиностроении в целом.

Чтобы специалист в области технологии машиностроения был конкурентоспо-

собен, от него требуется сочетание глубокой теоретической подготовки и хороших практических навыков для реализации теоретических постулатов в реальном производстве изделий машиностроения.

Современная молодежь не склонна к освоению теории, так как надеется на возможность получения ответов на теоретические, да и практические вопросы в интернете. Вследствие этого мотивация к обучению существенно снижается в последние годы. Поэтому педагоги находятся в постоянном поиске приемов, мотивирующих обучаемого. Одним из мотивирующих факторов выступает получение реального осязаемого результата от деятельности, однако при изучении теории данный фактор отсутствует, он активно проявляется в практической деятельности – при выполнении лабораторных работ, прохождении учебной и производственной практик.

Факультет располагает технической базой для подготовки специалистов среднего звена в плане освоения навыков практической работы на металлорежущих станках токарной, фрезерной и сверлильной групп, а также слесарной обработки деталей машин. Даже несмотря на устаревшее оборудование, его плохое техническое состояние и отсутствие надлежащего материально-технического снабжения для осуществления полноценного практического обучения можно решить многие задачи, связанные с качественной подготовкой специалиста в области машиностроения.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта техник по специальности «Технология машиностроения» должен быть готов к следующим видам деятельности:

- 1) разработка технологических процессов изготовления деталей машин;
- 2) организация производственной деятельности структурного подразделения;

3) внедрение технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля;

4) выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

Многолетний опыт показал, что максимальный уровень мотивации появляется у обучаемых в процессе дипломного проектирования, где необходимо проявить навыки по всем перечисленным видам деятельности, чтобы получить результат. Однако это уже слишком поздняя мотивация, многим студентам-выпускникам приходится заново изучать то, на что они не хотели обращать внимание, это сказывается на качестве проектов и результатах их защиты, и, к сожалению, они сами признают этот факт.

Несколько лет назад в рамках квалификационных испытаний на присвоение

разряда рабочей профессии обучаемым было предложено изготовить не отдельные детали, а изделие целиком. Таким изделием выступил орехокол (рис. 1).

Данное изделие было выбрано из следующих соображений:

- в нем присутствуют детали, требующие обработки на токарном, фрезерном и сверлильном станках, что позволяет сформировать навыки работы на указанном оборудовании;
- детали имеют невысокую сложность и точность, что дает технологическую возможность изготовления их в условиях производственных мастерских;
- при изготовлении изделия необходимо выполнить слесарную обработку и провести ряд операций по соединению деталей;

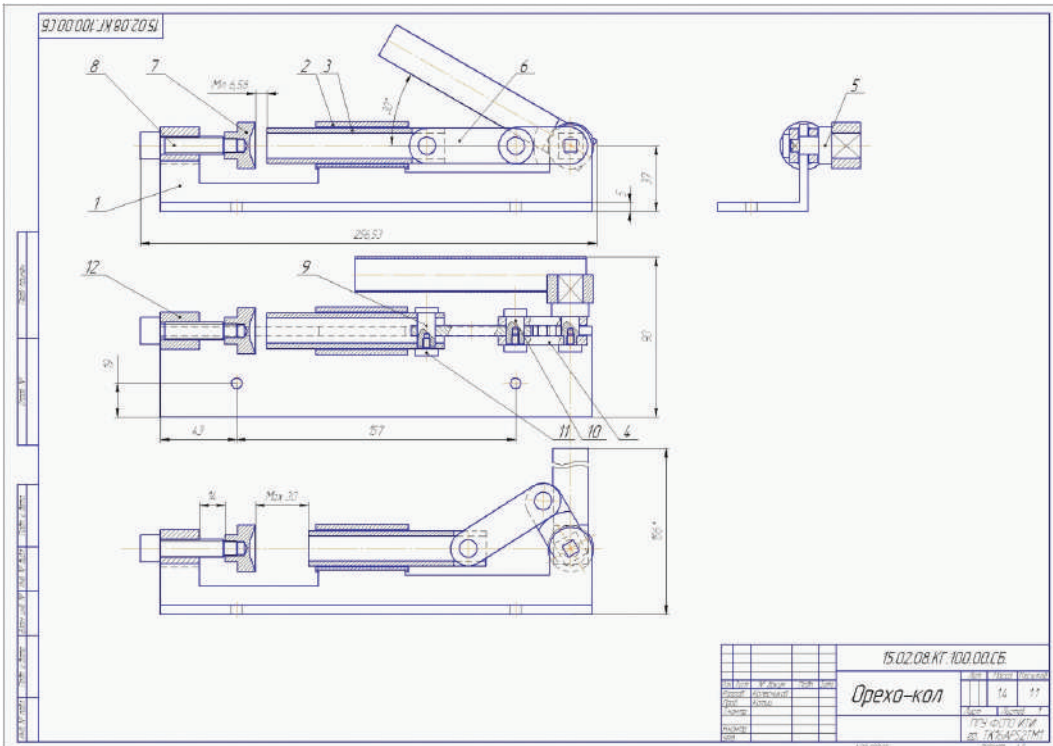


Рис. 1. Сборочный чертеж

– при изготовлении деталей применяется стандартный режущий и мерительный инструмент;

– конструкция деталей позволяет студентам самостоятельно разработать технологический процесс в соответствии с уровнем их подготовки;

– конструкция изделия не требует применения дорогих и дефицитных материалов;

– изделие будет полезно в быту и может выступать в качестве товара, годного для реализации в торговых сетях.

Изделие (рис. 2) было изготовлено студентами за 22 рабочих часа, при том, что конструкторской документации изначально на него не было. Работа по конструированию и изготовлению осуществлялась параллельно. Первая группа работала, как говорится, по интуиции.

При выполнении данного задания у обучаемых наблюдалась высокая мотивация к работе и заинтересованность в результатах своей деятельности. Оперативно решались вопросы по подготовке производства, хорошо проявлялась коллективная деятельность, наблюдалась четкая работа в команде исполнителей, даже не в полной мере успевающие старались выполнить работу на соответствующем уровне, появился соревновательный дух, что не отмечалось с 90-х годов прошлого

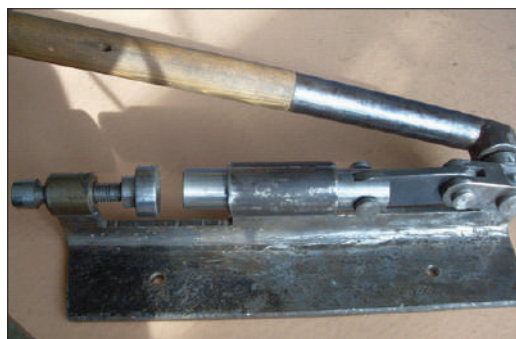


Рис. 2. Общий вид изделия

века. При этом за три недели квалификационной практики обучаемые получили комплексные навыки, необходимые для реализации технологических процессов изготовления изделий, что не всегда достигается даже в условиях производственной практики.

Среди обучаемых произошла некоторая дифференциация по видам выполняемых действий. Более грамотные и организованные учащиеся осуществляли не только изготовление собственного изделия, но и во многом общее руководство производственным процессом, старались мотивировать других, оказывали посильную помощь в выполнении различных операций, распределяли обучаемых по рабочим местам как с учетом необходимости получения общих навыков, так и с учетом индивидуальных особенностей обучаемых по виду выполняемых действий.

Также разделение произошло по предпочтению к профессии. Одни обучаемые предпочитали работать на токарных станках, другие – на фрезерных, третьи – выполнять слесарные и сборочные операции. У одного из студентов особо проявилась способность к материально-техническому обеспечению процесса производства.

Таким образом, уже на ранней стадии подготовки специалиста имеется возможность как самоопределения обучаемого по выполнению определенных более узких функций в общей подготовке, так и дальнейшего более грамотного и точечного распределения специалистов по определенным видам деятельности с учетом их когнитивных, психоэмоциональных и интеллектуальных особенностей.

Проанализировав виды деятельности, предпочитаемые обучаемым во время данной стадии подготовки, можно скорректировать программу дальнейшего обучения учащегося в направлениях, которым он отдавал предпочтения. Данная корректи-

ровка призвана расширить объем знаний и навыков по дисциплинам, изучаемым по учебному плану, а также предоставить возможность факультативного и самостоятельного обучения по индивидуальному плану в направлении повышения уровня подготовки более узкого сегмента, который проявился в ходе выполнения вышеуказанных работ.

С учетом первых результатов полученного опыта подготовку к изготовлению орехокола начали со второго курса обучения. В рамках курсов «Инженерная и компьютерная графика» обучаемые разрабатывают комплект конструкторской документации на изделие. Причем каждая группа вносит в конструкцию изменения, которые улучшают эксплуатационные характеристики изделия и повышают его технологичность. При совершенствовании конструкции вырабатываются навыки проектирования позиции теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [4]. Часто студенты предлагают свои конструкции, принципиально отличающиеся от первоначальной. Выполненные работы неоднократно представлялись на ежегодной студенческой конференции и вызвали интерес учащихся других специальностей.

Затем на третьем курсе в рамках профессионального модуля «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин» подготавливается комплект технологической документации, с учетом сырьевой и производственной базы. Далее предлагается профессиональный модуль «Внедрение технологических процессов изготовления деталей машин», в рамках которого производится апробация спроектированного технологического процесса и его коррекция. Интересным моментом может быть приобщение студентов старших курсов в качестве технологов в мастерских при прохождении учебной практики младшими курсами,

при этом старшекурсники сами не выполняют станочные работы, а руководят ими, таким образом осваивая навыки по профессиональному модулю «Организация производственной деятельности структурного подразделения».

В настоящее время уже отмечается положительный результат внедрения данного подхода к мотивированному освоению видов деятельности, заявленных в образовательном стандарте. Однако еще требуется согласовать содержание программы подготовки с целью последовательного и обоснованного включения изготовления реального изделия в учебный процесс, чтобы не получить узконаправленного специалиста.

Таким образом, с учетом проведенной работы данную методику можно рекомендовать к внедрению на постоянной основе. Для полной реализации этого направления необходимо обновить станочный парк современным оборудованием, улучшить материально-техническое снабжение производственных мастерских, прежде всего инструмент и заготовки, предложить ряд изделий, которые могут быть изготовлены в условиях производственных мастерских, разработать экономическую модель, позволяющую сочетать учебный процесс и изготовление изделий с последующей реализацией. К этой работе необходимо привлечь и предприятия, нуждающиеся в кадрах данного направления.

Это позволит направить средства от реализации готовых изделий на улучшение материально-технической базы, повысит мотивацию студентов при обучении, так как они будут видеть реальное применение знаний, полученных в ходе теоретической подготовки. И в конечном итоге мы получим более грамотного специалиста, готового не только поддерживать производство, но и совершенствовать его на основе современных достижений техники и науки.

Цитированная литература

1. **Мормужева, Н. В.** Мотивация обучения студентов профессиональных учреждений / Н. В. Мормужева. – Текст : электронный // Материалы IV Международной научной конференции, декабрь 2013 года, Челябинск. «Педагогика: традиции и инновации». – Челябинск : Два комсомольца, 2013. – С. 160–163. – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/98/4633/> (дата обращения: 13.04.2021).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.15

Технология металлообрабатывающего производства». Приказ Минобрнауки РФ №1561 от 09.12.2016. – Текст : непосредственный

3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения». Приказ Минобрнауки РФ №350 от 18.04.2014. – Текст : непосредственный.

4. Поиск новых идей: от озарения к технологиям / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев : Карта Молдовеняскэ, 1989. – С. 381. – Текст : непосредственный.

УДК 377.133.8 (73)

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОРГАНИЗАЦИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е. Н. Аксенов, О. М. Фурдуй

Рассмотрены особенности образовательных программ США в области электротехники и электроники, показана роль исследовательской деятельности студентов в формировании профессиональных компетенций, приведены примеры имплементации исследовательской деятельности в наших условиях. Сформулированы общие выводы.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, исследовательская деятельность, образовательная система.

RESEARCH ACTIVITY AS A TOOL FOR THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION ORGANIZATIONS

E. N. Aksenov, O. M. Furduy

The features of US educational programs in the field of electrical engineering and electronics have been investigated, the role of students' research activities in the formation of professional competencies has been shown, examples of the implementation of research activities in our conditions have been given. General conclusions have also been formulated.

Keywords: professional competencies, research activities, educational system.

Электротехника и электроника – это профессии, предполагающие широкие возможности по трудоустройству. По этой причине многие учебные заведения по всему миру предлагают образовательные программы для людей, которые хотят изучать электротехнику. Программы подразумевают изучение, проектирование и применение оборудования, устройств и систем, использующих электричество, электронику и электромагнетизм.

Для наглядности рассмотрим особенности обучения по данному направлению в США [1, с. 152]. Выбор США объясняется широким выбором специализаций, современной оснащённостью кампусов учебных заведений, каждый из которых представляет собой центр научных исследований, а также профессионализмом и репутацией преподавательского состава учебных заведений.

Школы электротехники и электроники в США являются одними из самых известных исследовательских институтов в мире [2]. В топе США есть хорошо известные электротехнические школы с опытным персоналом, и там применяются новейшие технологии, позволяющие учащимся получать знания и опыт.

В настоящее время в США существует 426 школ электротехники и электроники. Выпускники этих школ трудоустраиваются в The Boeing Company, Lockheed Martin Corporation, International Business Machines Corporation (IBM), Shell Oil Company, BMW Group и другие ведущие компании.

Многим работодателям требуется степень бакалавра в качестве начального уровня в электротехнической фирме. Бакалаврская работа включает проектирование цифровых систем, теорию электрических цепей и дифференциальные уравнения. Однако и профессиональное образование – вполне достаточный уровень для работы.

Рассмотрим образовательную систему США.

Дети начинают обучение в яслях и детских садах с трех лет. При этом основное обучение начинается с шести лет. В начальных школах образование заканчивается в 13-летнем возрасте. Затем учащиеся переходят в средние школы различных типов. В них учатся в среднем до 18 лет. Государственные школы в США дают качественное образование, однако выбор факультативных предметов в них невелик, а базовые предметы преподаются в ограниченном объеме (по сравнению с частными школами). А это означает, что обучение в университете для выпускников государственных школ обойдется дороже, чем для их сверстников, закончивших частные школы. К тому же частные школы-пансионы обладают хорошо оснащенной материально-технической базой, что делает возможным преподавание предметов на самом высоком уровне.

После школы большинство выпускников поступают в колледжи. В США есть несколько типов колледжей: технические – в которых учатся два года; Junior Colleges – для младших возрастных групп; Community Colleges – обучение в которых студенты могут проходить независимо от возраста; колледжи четырехлетнего обучения (в России аналогом такого учебного заведения является техникум). Последние могут быть как частью университета, так и отдельным высшим учебным заведением. В двухгодичных колледжах академическая нагрузка меньше, чем в университете, гораздо скромнее материальная база, часто намного меньше кампусы по сравнению с университетами, отсутствуют общежития от колледжа.

Надо отметить, что в США законодательно не регламентировано, какой вуз должен называться университетом, а какой – колледжем.

Самыми привлекательными для студентов являются Community Colleges, так как в них можно получить практически любую специальность. В некоторых из них есть и академические программы, соответствующие первым двум курсам американских университетов. То есть, завершив их, можно поступать сразу на третий курс университета. При этом требования на вступительных экзаменах в колледжах ощутимо ниже.

После двух лет обучения в колледже студенты получают Associate Degree. Эта степень позволяет продолжать учиться в университете на третьем курсе или работать на младших должностях в любой компании США.

Обучение в колледже начинается с прочного фундамента в науке и технике. В течение двух лет проводятся лекции и базовые уроки по инженерному проектированию, на которых изучается электротехника и электроника, информационные технологии.

Учебный план позволяет студентам получить практический опыт. Часто изучаются передовые технологические инновации, такие как робототехника и др.

Рассмотрим особенности преподавания в некоторых учебных заведениях США.

Стоит отметить малое количество обучающихся в группах. Так, количество студентов в Стэнфорде насчитывает 7 студентов на факультет. Это позволяет студентам иметь шанс на получение персональных тренерских лекций.

Кроме того, факультет электроники предоставляет возможность студентам бакалавриата работать непосредственно с преподавателями и их исследовательскими группами по продвинутым темам исследований.

Больше всего информации по исследовательским проектам можно найти на ресурсах Корнеллского университета.

Корнеллский университет – один из крупнейших и известнейших университетов США, входит в Лигу плюща.

Кампус данного университета находится в Итаке, штат Нью-Йорк. Университет был основан в 1865 году Эзрой Корнеллом, бизнесменом и одним из создателей телеграфной индустрии. Университет является частным, но спонсируется и штатом Нью-Йорк. Университет состоит из семи колледжей, рассчитанных на бакалавриат, и семи отделений постдипломного образования, находящихся в его основном кампусе. В каждом колледже свои требования к абитуриентам и самостоятельные учебные программы [3, с. 1].

В Корнеллском университете применяется достаточно инновационный подход в обучении – исследовательские проекты, которые ведутся группами студентов.

Проектные группы, полностью возглавляемые и руководимые студентами, совместно решают сложные проблемы, получая при этом реальный инженерный опыт. Участие проектной группы дополняет классные и лабораторные занятия мирового уровня, предоставляя студентам возможность оттачивать лидерские и профессиональные навыки вместе с товарищами по команде со всего колледжа и университета. Инновации и командная работа обеспечивают успех этой беспрецедентной программы.

В дополнение к глубине и мультидисциплинарному подходу проектные группы состоят из студентов с разным академическим образованием, включая все инженерные дисциплины, бизнес и искусство. Каждая команда разделена на несколько подгрупп, поэтому студенты могут не только оттачивать технические навыки, но и приобретать опыт и знания в области бизнеса, дизайна, маркетинга, сбора средств и логистики. Консультанты факультета и специальный персонал проектной группы оказывают техническую и административную

поддержку каждой команде и программе в целом.

Факультет Cornell Engineering в настоящее время поддерживает 31 проектную группу. Это самая крупная программа такого рода в стране, в ней участвует более 1200 студентов из всех 14 инженерных специальностей и из семи колледжей / школ Корнелла. Проектные команды ежегодно получают более миллиона долларов финансирования от университета, корпоративных и индивидуальных спонсоров. В дополнение к экспериментальной лаборатории обучения, специализированному «дому» для проектных групп в Апсон-Холле, команды имеют доступ к современным лабораториям, мастерским и другим специализированным рабочим зонам на территории кампуса и за его пределами [4, с. 1].

К сожалению, в наших условиях применить опыт проектных команд будет очень сложно, но технический колледж уже много лет вовлекает своих студентов в исследовательские проекты, начинающиеся на третьем году обучения и воплощающиеся в жизнь в виде дипломных проектов в конце обучения.

Стоит отметить выпускные квалификационные работы 2020 года.

Так, студент Дмитрий К. заинтересовался звуковыми интерактивными системами после посещения нескольких крупных российских музеев. В начале третьего года обучения он обратился за консультацией по устройству голосовых информаторов. После консультаций он принял решение продолжить изучение данного вопроса. Исследование началось с поиска существующих аналогов. В дальнейшем студент рассмотрел основные особенности работы существующих интерактивных систем. В рамках кружка микропроцессорной техники были изучены основные принципы воспроизведения голосовых сообщений.

В дальнейшем исследовательская работа была вынесена на курсовое проектирование по модулю «Проектирование цифровых устройств» в 7 семестре, по модулю «Микропроцессорная техника» в 8 семестре. В 7 семестре студент проектировал цифровую электронную схему информатора, а в 8 семестре – использовал микропроцессорные технологии. В дальнейшем на дипломном проектировании был разработан готовый интерактивный информатор для приемной комиссии. Интерактивный информатор был опробован во время приемной кампании 2020 года, и было выявлено, что он позволяет значительно разгрузить занятость секретарей приемных комиссий.

Также в 2020 году студент Виктор П. защищал дипломный проект, связанный с ультразвуковой левитацией. Эффекты левитации заинтересовали его еще на втором курсе обучения. В дальнейшем это вылилось в научное исследование с результатами, отраженными в курсовых проектах в 7 и в 8 семестре и сопровождалось докладами на студенческой конференции. Дипломный проект Виктор представил в виде установки, на которой можно было увидеть эффект ультразвуковой левитации.

В настоящее время студент 3 курса Станислав Я. занимается исследованием новых методик измерения уровня насыщения кислородом крови. Актуальность исследования заключается в том, что измерение насыщения крови кислородом в период пандемии является необходимым средством диагностики состояния человека. Цели исследования заключаются в разработке новой методики измерения насыщения крови кислородом и создании конструкции измерителя.

Все работы проводятся в рамках занятий кружка микропроцессорной техники. С соответствующим докладом и разработанным датчиком студент участвовал

в студенческой научной конференции 2021 года. В дальнейшем студент планирует представить в качестве выпускной квалификационной работы новый метод измерения и готовую модель пульсоксиметра.

Исследовательская работа – это один из способов формирования профессиональных компетенций специалиста. Она позволяет актуализировать знания по теме, сформировать умение работать с информацией, расширить способы деятельности, развивать самостоятельность, контроль и самоконтроль.

Работа над исследованием включает в себя несколько этапов: подготовительный, непосредственная работа над исследованием; подведение итогов, оформление результатов; презентация результатов исследования.

Организуя проведение исследовательских работ, в первую очередь выделяется проблема, ставится цель, определяются задачи для ее достижения, объект и предмет исследования, выдвигается гипотеза.

При выборе темы учитываются интересы учащихся, волнующие их проблемы, подбираются посильные задачи, максимально способствующие развитию и становлению личности. Затем вместе формулируется тема исследования.

Студент, принимая участие в научно-исследовательской работе, учится видеть проблемы, ставить задачи, воплощать решение в реальность путем сбора необходимой информации, проведения анализа имеющихся данных, синтеза и оценки; нарабатывает навык публичных выступлений, становится компетентным в тех вопросах, которые изучает, учится управлять своим временем и собой для достижения поставленных целей.

Подводя итоги, можно отметить, что вовлекая студентов в исследовательскую деятельность, мы получаем специалиста, который может поддерживать полный цикл создания готового продукта, начиная изучением теории в определенной области, разработки и адаптации новых методик и заканчивая созданием готового продукта, адаптированным под выпуск промышленными предприятиями.

При этом важно перевести студента от пассивного потребителя знаний в активного творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность.

Для успешной реализации исследовательской деятельности студентов необходимо внедрение грантовых программ с активным привлечением большего числа учащихся.

Цитированная литература

1. **Барбашин, М. Ю.** Институты высшего образования и социальные дилеммы (компаративный анализ российской и американской систем) / М. Ю. Барбашин. – Текст : непосредственный // Педагогика и просвещение. – 2013. – № 2(10). – С. 151–158.
2. **Гребнев, А.** Об организации высшего технического образования в США / А. Гребнев. – Текст : непосредственный // Высшее образование в России. – 2004. – № 1.
3. **Корнеллский университет.** – Текст : электронный // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Корнеллский_университет (дата обращения: 09.12.2020).
4. **Корнеллский университет :** [официальный сайт]. – URL: <https://www.cornell.edu/> (дата обращения: 09.12.2020). – Текст : электронный.

УДК 377.1:51

МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. В. Деткова

Представлен педагогический опыт обучения студентов среднего профессионального образования дискретной математике в условиях дистанционного обучения. Предложена структурная модель обучения основам алгебры логики с использованием интерактивных методов обучения и обратной связи.

Ключевые слова: математическое образование, среднее профессиональное образование, цифровая дидактика, педагогическая модель, элементы алгебры логики, дистанционное обучение.

A MODEL OF TEACHING THE BASICS OF ALGEBRA OF LOGIC IN THE SYSTEM OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION

A. V. Detcova

The article presents the pedagogical experience of teaching discrete mathematics to students of secondary vocational education in discrete mathematics in the conditions of distance learning. A structural model of teaching the basics of logic algebra using interactive teaching methods and feedback has been proposed.

Keywords: mathematical education, secondary vocational education, digital didactics, pedagogical model, elements of logic algebra, distance learning.

Специальность «Компьютерные системы и комплексы» среднего профессионального образования готовит техникув широкого профиля, будущая профессиональная деятельность которых связана с эксплуатацией, техническим обслуживанием, настройкой компьютерных систем и комплексов, а также обеспечением функционирования программно-аппаратных средств защиты информации.

Дискретная математика входит в государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования информационного направления, играя фундаментальную роль в формировании современной методологии математического моделирования с использованием компьютера. Изучение разделов дискретной математики развивает индивидуальные особенности личности, формирует научное мышление, логику, что помогает в дальней-

шем успешно заниматься профессиональной деятельностью. Когнитивное поведение обучающегося определяется степенью его амбиций (побуждений) к учению, математической эрудицией и профессиональной позицией будущего выпускника.

Как показывает опыт педагогической работы в системе среднего профессионального образования технического профиля (факультет СПО ИТИ ПГУ им. Т. Г. Шевченко), использование интеграционного потенциала современной дискретной математики при реализации междисциплинарных связей приводит к высоким результатам при количественном оценивании качества знаний.

Компьютерные технологии постепенно внедряются во все сферы деятельности человека, ориентируя людей на постоянное развитие, совершенствование своих знаний, умений и навыков. Этот процесс не обошел стороной и педагогику, так как система образования должна обеспечить обществу

уверенный переход в цифровую эпоху. Современный человек должен обладать информационной культурой, как обязательным условием комфортного существования в социуме и профессиональной деятельности.

В условиях дистанционного обучения перед преподавателем остро встала задача мотивации обучающегося, выбора средств и способов подачи изучаемого материала, полной обратной связи и возможности контроля, прежде всего, понимания полученных знаний, умений и навыков.

Интерес к основам цифровой дидактики объясняется «непредсказуемыми технологиями», которые являются частью развития информационно-образовательного пространства современного мира (рис. 1).

Понятие *цифровой дидактики* может рассматриваться в различных аспектах, таких как:

– педагогическая теория обучения, «органично включающая потенциал компьютера со всеми его возможностями получения, хранения, переработки и передачи информации»; при этом необходимо

учитывать особенности информационных технологий, определяющих структуру цифрового обучения как ориентированную на «заданную семиотическую систему», знания человека вместе с тем являются подструктурой личности и ориентированы на их практическое применение [1];

– система использования цифрового потенциала социальных сетей для удовлетворения потребностей субъектов образовательной информационной среды в условиях адаптации к непредсказуемым технологиям (электронные образовательные курсы, онлайн-обучение) [2];

– раздел цифровой педагогики, предметом которой является цифровое обучение как единая система преподавания и учения, предполагающая конструирование и усвоение обучаемыми содержания образования, управление и контроль которого осуществляется с учетом генерированных знаний.

E-дидактика трактуется как отрасль применения информационных компьютерных технологий (ИКТ), позволяющих в сфере образования оптимизировать про-

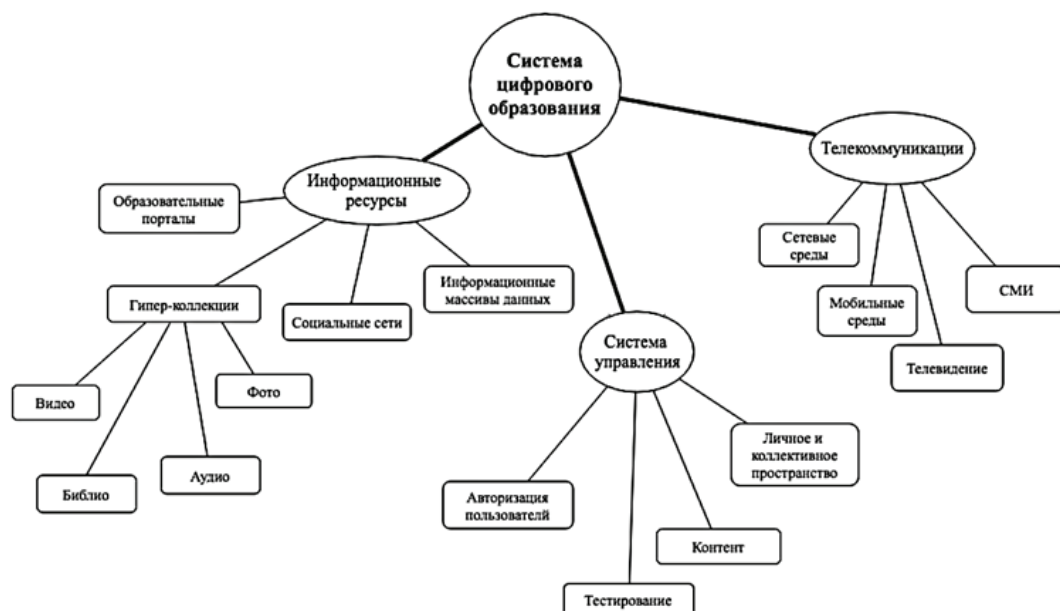


Рис. 1. Система цифрового образования

цессы проектирования, конструирования и моделирования педагогических процессов и ситуаций, содержания и видов деятельности, системы контроля и оценки. Кроме того, Е-дидактика позволяет рассматривать педагогическую деятельность в трех ракурсах: наука о педагогическом мастерстве, педагогическая инженерия и искусство обучения (А. В. Хуторской, М. А. Чошанов, С. Д. Якушева).

Использование образовательных платформ (Moodle, GoogleKlass и др.), мессенджеров (Skype, Viber, Zoom, Discord и др.) решает некоторые задачи по коммуникации и взаимодействию основных участников образовательного процесса, предоставляет возможность выбора способа подачи изучаемого материала и проверки знаний.

Образовательная платформа не замещает учителя, но меняет его роль, становится инструментом модернизации учебного процесса, позволяя прежде всего развивать его собственные компетенции. Это расширяет инструментальный потенциал учителя и может в дальнейшем найти применение для дистанционного обучения студентов с ограниченными возможностями.

Однако при такой форме обучения отсутствует элемент личностного дифференцированного подхода к каждому обучающемуся, возникают трудности в формировании практических навыков (ремонт, настройка, техническое обслуживание компьютерных систем и другие виды работ), ограничения по форме контроля (только письменные, где задействован только один тип памяти).

Интеграционный потенциал дискретной математики реализуется в частности при изучении алгебры логики, формируя в сознании обучающихся аналитический стиль мышления. Ниже представлена следующая модель изложения данного раздела при дистанционной форме обучения студентов среднего профессионального образова-

ния с использованием интерактивных методов обучения и обратной связи (рис. 2).

Основопологающим компонентом модели является понятие «высказывания». Необходимо акцентировать внимание обучающихся на том, что объектами алгебры логики, или булевой алгебры, являются высказывания. Даем точную формулировку данного термина, приводим примеры, также просим составить самостоятельно предложение, которое является высказыванием.

Примеры высказываний:

1) {Город Москва – столица России} (истинное высказывание);

2) {Число 2 является делителем числа 7} (ложное высказывание);

3) $\{3 + 5 = 2\}$ 4) (истинное высказывание);

4) $\{x + 6 > 10\}$ (не является высказыванием).

Далее вводим понятие высказывательных форм и их видов. Термин «сложное высказывание» формирует понятие *логической связи* и позволяет переходить к изучению логических операций. Необходимо акцентировать внимание обучающихся на приоритете выполнения логических операций.

Сложные высказывания часто называют *формулами логики высказываний*. Для любой формулы алгебры логики достаточно просто построить таблицу истинности. Далее переходим к изучению алгоритма построения таблиц истинности. При построении таблиц истинности формул логики высказываний при дистанционной форме обучения удобно использовать табличный процессор Excel. Рассмотрим фрагмент цифрового урока (рис. 3).

Так как занятия проводятся в дистанционном формате на платформе Zoom, курс лекций доступен студентам в электронном виде, записи в тетрадях имеют вид краткого конспекта. После каждого занятия студенты выполняют практическое домашнее задание, основная цель которого – закрепление полученных теоретических

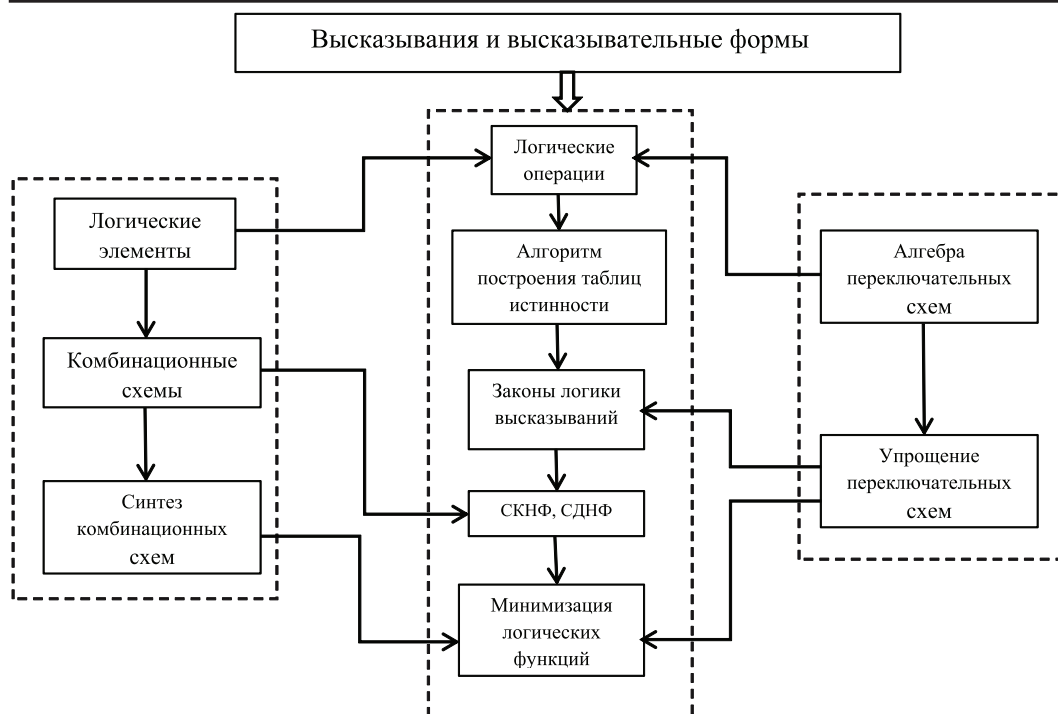


Рис. 2. Модель изучения элементов математической логики

	A	B	C	\bar{B}	\bar{C}	$\bar{B} \wedge \bar{C}$	$B \vee \bar{B} \wedge \bar{C}$	$A \wedge (B \vee \bar{B} \wedge \bar{C})$
1	A	B	C	\bar{B}	\bar{C}	$\bar{B} \wedge \bar{C}$	$B \vee \bar{B} \wedge \bar{C}$	$A \wedge (B \vee \bar{B} \wedge \bar{C})$
2	0	0	0	1	1	1	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0
4	0	1	0	0	1	0	1	0
5	0	1	1	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	1	1	1	1
7	1	0	1	1	0	0	0	0
8	1	1	0	0	1	0	1	1
9	1	1	1	0	0	0	1	1

$$F = A \wedge (B \vee \bar{B} \wedge \bar{C})$$

Рис. 3. Построение таблицы истинности в Excel

знаний и формирование практических навыков. Задания предпочтительно выполнять в электронном виде с использованием возможностей Word и Excel, это позволит улучшить навыки работы с редактором формул. Выполненные задания проверяются, ошибки исправляются красным цветом, студенту выставляется оценка, и работа отправляется обратно. В случае отправки фотографии выполненного домашнего задания становится невозможным указать на допущенные ошибки, таким образом нарушается процесс обратной связи.

Рассмотрим пример домашнего задания.

1. Какие из данных предложений являются высказываниями. Определить их истинность, составить отрицание:

– Динозавр – насекомое;

– Рим – столица Китая;

– $3x + 5 = 28$;

– Озеро Байкал;

– Земляника – не овощ.

2. Составить таблицы истинности для формул:

$$F = (X \vee Z) \rightarrow \bar{Y} \& (X \Leftrightarrow Y);$$

$$F = (\overline{A \& B}) \Leftrightarrow B \vee \bar{C}.$$

3. Докажите с помощью таблицы истинности равносильность:

$$A \Leftrightarrow B \equiv A \& B \vee \bar{A} \& \bar{B}.$$

Изучение данного раздела дискретной математики студентами специальности «Компьютерные системы и комплексы» согласно предложенной модели подразумевает применение совокупности методических средств, систематическое использование которых поможет обучающимся сформировать логико-математический образ мышления как инструмент качественного освоения специальных дисциплин и в будущей профессиональной деятельности.

По мнению Б. Н. Иванова, «сегодня наиболее значимой областью применения методов дискретной математики является область информационных технологий. Это объясняется необходимостью создания и эксплуатации электронных вычислительных машин, средств передачи и обработки информации, автоматизированных систем управления и проектирования» [3, с. 6]. Такие разделы дискретной математики, как теория множеств, алгебра логики, теория автоматов и графов являются фундаментальными основами совершенствования информационных технологий.

Цитированная литература

1. **Вербицкий, А. А.** Проблемы и риски цифровизации обучения / А. А. Вербицкий. – Текст : электронный // Сборник материалов международной конференции «Психотехнология в бизнесе и образовании». – Москва, 2019. – С. 17–24. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37198608> (дата обращения: 5.08.2020).

2. **Щербина, Е. Ю.** Цифровая дидактика профессионально-педагогического образования: основные компоненты / Е. Ю. Щербина, О. В. Шмурыгина, С. Н. Уткина. – Текст : непосредственный // Бизнес. Образование. Право. – 2020. – № 2 (51). – С. 411–418.

3. **Иванов, Б. Н.** Дискретная математика. Алгоритмы и программы: учебное пособие / Б. Н. Иванов. – Москва: Лаб. базовых знаний, 2002. – 288 с. – Текст : непосредственный.

4. **Деткова, А. В.** Роль математики при освоении профессиональных дисциплин в системе среднего профессионального образования: специальность 532.02 «Дидактика математики»: диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Деткова Анна Васильевна; Тираспольский государственный университет. – Кишинев, 2019. – 218 с. – С. 115–128. – Текст : непосредственный.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Т. В. Боунегру, Е. И. Андрианова, А. Г. Майстренко

Начертательная геометрия – важная часть дисциплины «инженерная графика», которая участвует при подготовке специалистов по разным инженерным направлениям. Проведена структуризация курса «начертательная геометрия» с целью оптимизации ее преподавания, повышения качества обучения студентов в связи с дефицитом учебного времени за счет самоподготовки.

Ключевые слова: *начертательная геометрия, учебно-методический комплекс, инженерная графика.*

DESCRIPTIVE GEOMETRY AS A THEORETICAL BASIS FOR SOLVING SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROBLEMS

T. V. Bounegry, E. I. Andrianova, A. G. Maistrenko

Descriptive geometry is an important part of the discipline "engineering graphics", which is involved in the training of specialists in various engineering areas. The structuring of the course "descriptive geometry" was carried out in order to optimize its teaching, to improve the quality of students' education due to the lack of study time due to self-training.

Keywords: *descriptive geometry, educational-methodical complex, engineering graphics.*

Лекция – это одна из форм получения знаний в вузе. На лекции преподаватель излагает материал, который углубленно изучается на практических и лабораторных занятиях. Этот метод обучения, донесения знаний до студента является основным и имеет большое преимущество перед другими. Преимущество его в том, что лекцию слушает большое количество студентов, которым лектор за короткое время успевает дать достаточно полные сведения по изучаемому вопросу. Но лектор – обычный человек, не всегда, в силу различных причин, может донести до студента необходимый, запланированный материал, и слушатели – студенты – не всегда воспринимают этот материал в должном объеме, кто-то понимает, кто-то просто слушает.

Начертательную геометрию в технических вузах начинают преподавать с первого семестра обучения. Это одна из основных инженерных дисциплин. Освоившие разделы начертательной геометрии имеют пропуск в инженеры. К сожалению, в наше время такая форма обучения, как лекция, где студенту необходимо составить конспекты, непривычна. Начертательная геометрия – техническая дисциплина. Она предполагает наличие у студента логического мышления и пространственного воображения, которое по словам выдающегося русского геометра Н. А. Рынина «является... таинственной и мало поддающейся изучению точными науками способностью человеческого духа» [1, с. 134]. Начертательная геометрия помогает развить и соединить логическое мышление и пространственное воображение – создать пространственное мышление, необходимое для работы с образами в пространстве,

то есть для инженерного творчества и технического прогресса. Изучение начертательной геометрии начинается с усвоения понятий (точка, прямая, плоскость, поверхность и т. д.), и создания графической базы данных изображений геометрических объектов, изучения способов построения пространственных форм на плоскости, умения представить изображенные формы и предметы, а также с изучения способов решения практических метрических и позиционных задач на плоскости. Основной момент в преподавании начертательной геометрии – доведение до студента важности развития пространственного мышления и мышления геометрическими образами, из-

учения правил и методов проецирования, с помощью которых возможно образование изображений геометрических объектов на плоскости. Это позволяет по чертежу увидеть в пространстве предметы, определить их размеры и взаимное расположение [2, с. 21]. Задачи, которые решают инженеры в своей профессиональной деятельности – выполнение чертежей, чтение чертежей, моделирование.

Графический синтез изображений предмета на чертеже на основе графической базы данных позволяет считывать с помощью графического анализа заданную информацию и включает работу пространственного воображения, объединяя

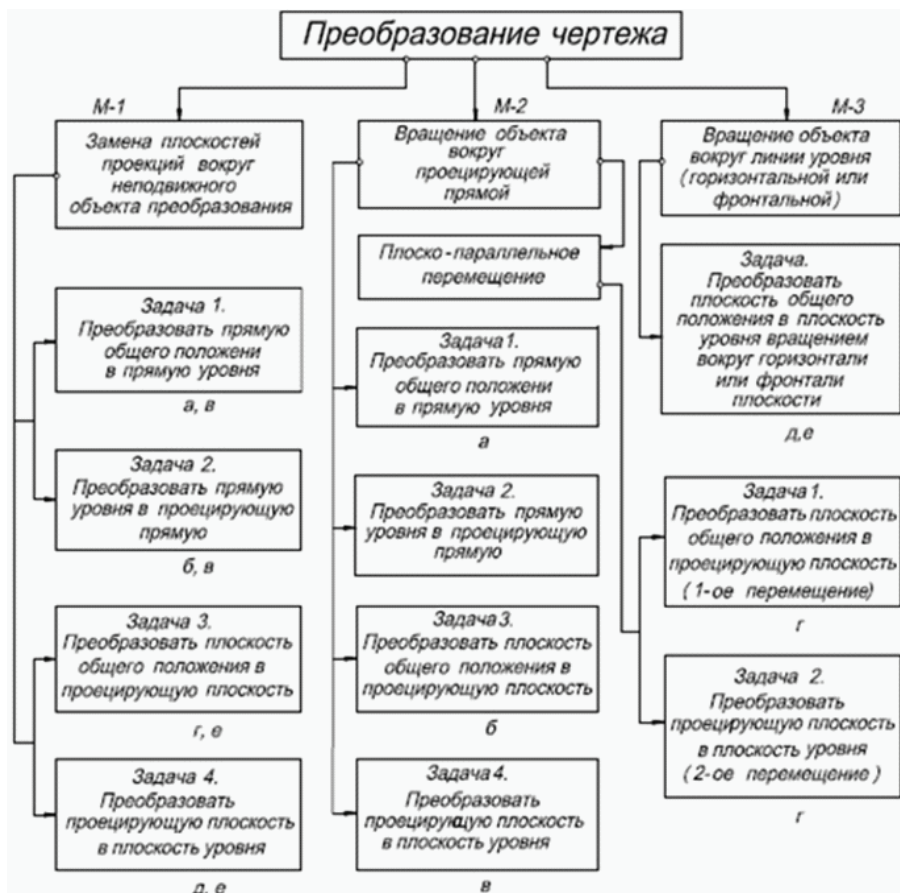


Рис. 1. Образец структурной тематической схемы к теме «Преобразование чертежа»

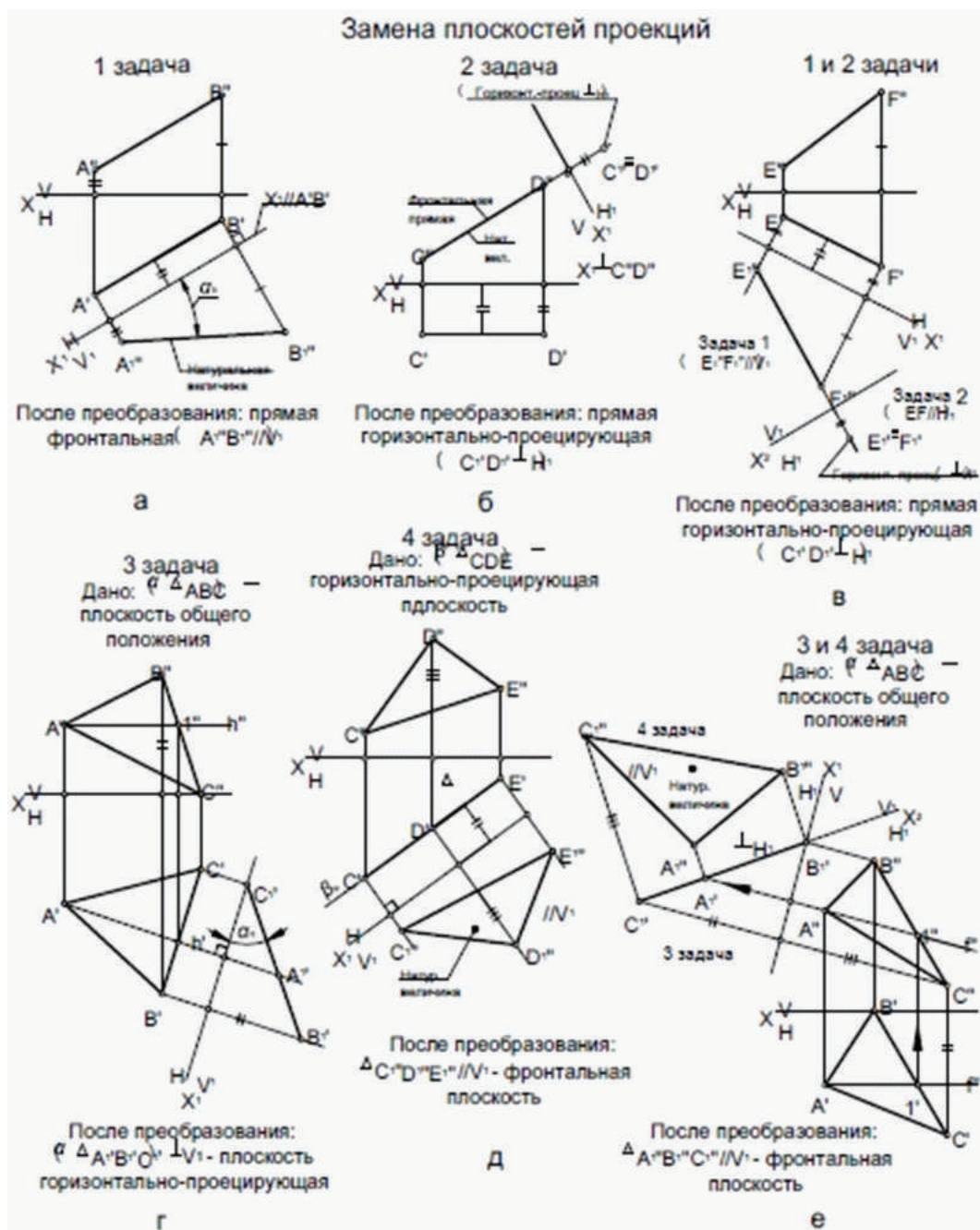


Рис. 2. Четыре задачи преобразования чертежа заменой плоскостей вращения

плоские проекции предмета в его объемный цельный образ. Эта сложнейшая умственная работа и называется пространственным мышлением, развитие которого происходит в процессе изучения начертательной геометрии [3, с. 86].

Чтобы помочь студенту освоить эту дисциплину, рекомендуется весь материал структурировать с четкими графическими характеристиками геометрических эле-

ментов и алгоритмизацией графических действий по задачам каждой темы: определение модульной структуры каждой темы начертательной геометрии; определение графических характеристик каждого модуля; построение графических алгоритмов для выполнения чертежей и решения типовых задач по каждой теме; разработка модульных графических структурных схем по каждой теме (сказанное проиллю-

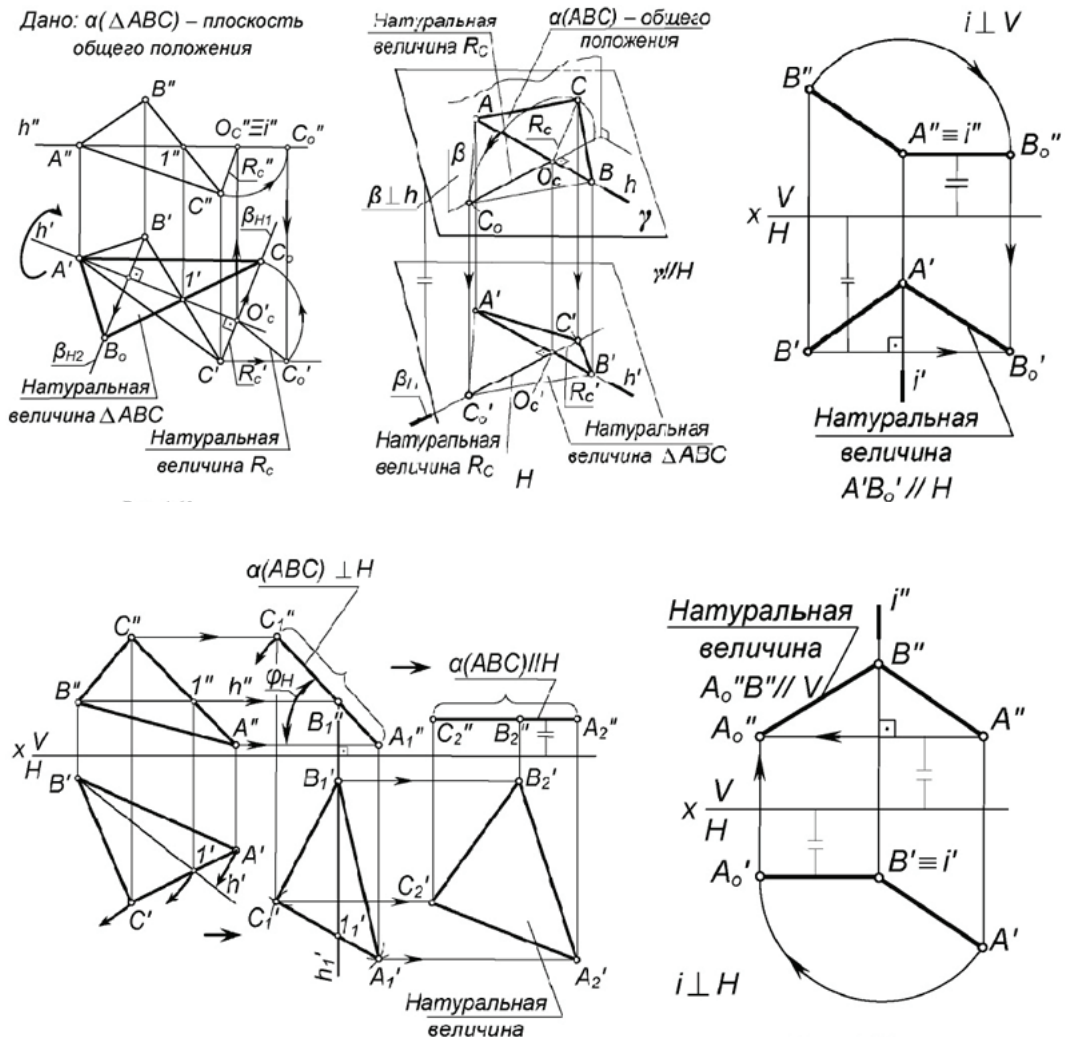


Рис. 3. Вращение объекта вокруг проецирующей прямой, вокруг линии уровня

стрировано, например, применительно к теме «Преобразование чертежа» [4]).

Эти схемы можно выдавать студентам, что сократит время на конспектирование лекции, больше времени будет на выполнение чертежей, записей, пояснений. Очевидно, результативность обучения повысится, повысится качественный уровень усвоения начертательной геометрии и развитие пространственного мышления, это необходимо для усвоения разделов инженерной графики [5], при изучении специальных технических дисциплин, а также для дальнейшей профессиональной деятельности.

Изучение такой дисциплины, как начертательная геометрия, которая отличается практической направленностью, большой трудоемкостью, должно сопровождаться постоянной связью теории и практики. Не должно быть отрыва графических построений от теории [6, с. 2]. Это связано еще и с тем, что студент приступает к изучению начертательной геометрии совершенно неподготовленным, имеет минимум знаний по проецированию и слабое пространственное мышление. Поэтому рекомендуется начертательную геометрию изучать пошагово: теория одной темы и практическое закрепление.

По другим предметам это не является обязательным моментом, возможен отрыв теории от практики. При изучении начертательной геометрии это нежелательно [7, с. 171].

Конечно, более эффективны лекции по начертательной геометрии с применением компьютерных технологий, а именно мультимедийных средств. С их помощью получается максимально сжать учебный материал и провести лекцию так же просто, как с доской и мелом. Студенты любят такие лекции. Многие из студентов воспринимают лекцию как фильм – посмотрел, послушал. Лектор, разработав лекцию, не всегда и готовится к ней [8, с. 390]. Технические средства обучения необходимы и оказыва-

ют большую помощь в усвоении материала, но только преподаватель способен доходчиво объяснить материал.

Таким образом, изучение начертательной геометрии пошагово с применением структурных схем наряду с уже известными методами позволит повысить уровень усвоения предлагаемого материала, развить пространственное мышление геометрическими образами.

Цитированная литература

1. **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии: учебное пособие для вузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; под редакцией В. О. Гордона. – Москва : Высшая школа, 2004. – 272 с. – Текст : непосредственный.
2. Инженерная графика. Типовая учебная программа для высших учебных заведений. – Минск, 2011. – 53 с. – Текст : непосредственный.
3. **John Daintith** Oxford dictionary of computing / Под общ. ред.. 5-е изд. – Oxford: Oxford University Press, 2004.
4. **Крылова, Н. Н.** Начертательная геометрия: учебное пособие для вузов / Н. Н. Крылова [и др.]. – [изд. 8-е, испр.]. – Москва : Высшая школа, 2002. – 224 с. – Текст : непосредственный.
5. **Бубенников, А. В.** Начертательная геометрия. Задачи для упражнений: учебное пособие для студентов всех специальностей вузов / А. В. Бубенников. – Москва : Высшая школа, 1981. – 296 с. – Текст : непосредственный.
6. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения.
7. **Климухин, А. Г.** Начертательная геометрия: учебник для вузов / А. Г. Климухин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1978. – с. 334. – Текст: непосредственный.
8. **Норенков, И. П.** Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И. П. Норенков. – [изд. 4-е, перераб. и доп.]. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с. – Текст : непосредственный.

УДК 377.1:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ, ОБРАБОТКИ И ПУБЛИКАЦИИ ЦИФРОВОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИИ»

Е. В. Андриян, Т. С. Новакова

Рассмотрены особенности применения системно-деятельностного подхода в области обработки мультимедийной информации, показана роль применения мультимедийных технологий в формировании профессиональных компетенций, приведены примеры разнообразных программных продуктов.

Ключевые слова: *системно-деятельностный подход, профессиональные компетенции, мультимедийные технологии, контент, образовательный процесс.*

APPLICATION OF A SYSTEM-ACTIVITY APPROACH IN TEACHING THE DISCIPLINE "TECHNOLOGY OF CREATION, PROCESSING AND PUBLICATION OF DIGITAL MULTIMEDIA INFORMATION"

E. V. Andriyan, T. S. Novakova

The features of the application of the system-active approach in the field of processing multimedia information have been investigated, the role of the use of multimedia technologies in the formation of professional competencies has been shown, various software products have been given, and the results have been summed up.

Keywords: *system-activity approach, professional competence, multimedia technologies, content, educational process.*

Профессиональный модуль (ПМ.04) «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы ФГОС по специальности 2.09.02.01 Компьютерные системы и комплексы и включает в себя междисциплинарный курс «Технология создания, обработки и публикации цифровой мультимедийной информации» [1]. Методическое обеспечение данной дисциплины содержит полный пакет документов, включающий в себя: рабочую программу, календарно-тематический план, фонд оценочных средств, методические материалы, тестовые задания.

Данная дисциплина особенно актуальна в настоящее время, так как в сов-

ременном мире уровень цифровой компетенции сильно возрос, а повсеместная цифровизация всех сфер деятельности человека позволяет эффективно и гибко применять новейшие технологии для перехода к персонализированному и ориентированному на результат образовательному процессу.

В различные сферы деятельности человека внедряются инновации, что ориентирует его на новое развитие, совершенствование своих знаний, умений и навыков, направленных на овладение новыми видами деятельности.

Цифровые технологии в современном мире – это не только инструмент, но и среда формирования новых возможностей: например, обучение в любое удобное время. Главная цель системы образования – создание условий, помогающих обучаю-

шимся из потребителей цифровой информации стать создателями.

Приобретение цифровых компетенций, позволяющих работать с различными техническими и программными мультимедийными средствами, использование интерактивных систем мультимедиа для решения научно-технических задач в различных сферах обработки информации и управления позволяет подготовить специалистов, которые гарантированно востребованы на рынке труда, легко и свободно владеют современными информационными технологиями [2, с. 191].

Изучение дисциплины «Технология создания, обработки и публикации цифровой мультимедийной информации» формирует в сознании обучающихся знания об основных направлениях и понятиях мультимедиа технологий, позволяющих сформировать следующие профессиональные компетенции [3, с. 98]:

ПК 4.1. Создавать на персональном компьютере текстовые документы, таблицы, презентации баз данных и управлять ими.

ПК 4.2. Осуществлять навигацию по ресурсам, поиск, ввод и передачу данных с помощью технологий и сервисов Интернета.

ПК 4.3. Создавать и обрабатывать цифровые изображения и объекты мультимедиа.

ПК 4.4. Обеспечивать меры по информационной безопасности.

В результате изучения дисциплины формируются следующие навыки:

- обработка визуального и мультимедийного контента с помощью специализированных программ-редакторов;
- конвертирование медиафайлов в различные форматы;
- создание и воспроизведения видеороликов, презентаций, слайд-шоу;
- публикация мультимедиа контента в сети Интернет.

Для реализации поставленных целей используются разнообразные программные продукты: ABBYY FineReader, Adobe

Photoshop, MS PowerPoint, Audacity, Adobe Audition, Swiftturn Free Audio Editor, Sony Vegas Pro и сервисы в сети Интернет для публикации аудио- и видеоконтента.

Формирование указанных профессиональных компетенций происходит с использованием системно-деятельностного подхода в ходе выполнения лабораторных работ. Каждая лабораторная работа посвящена изучению конкретного программного продукта и содержит информацию о программе, ее функциональных возможностях и назначении, а также пошаговую инструкцию по выполнению требуемых заданий. В результате выполнения работы у обучающегося формируются не только профессиональные навыки, но и аналитический стиль мышления для решения задач будущей профессиональной деятельности.

Особое внимание следует уделить современным визуализируемым программам для создания, обработки звуковой и видеoinформации и публикации аудио- и видеоконтента с помощью сервисов сети Интернет.

Одной из популярных программ для создания интерактивных презентаций является Microsoft PowerPoint.

Интерактивные презентации – это презентации, чей ход выполнения определяется в зависимости от выбора объекта на экране [4]. К каждому объекту из слайда, такому как изображение, художественный текст, кнопка, графичная форма можно прикрепить действие, которое выполняется при нажатии на объект в режиме представления.

Наиболее популярными и актуальными являются интерактивные презентации в форме теста, игры, кроссворда. Они создаются как с использованием готовых шаблонов, так и на основе оригинальных идей автора [5].

Рассмотрим создание интерактивной презентации в MS PowerPoint на примере игры «Поле Чудес».

Для создания игры используется готовый шаблон презентации с применением

триггеров и анимации. Для добавления нового вопроса дублируем слайд и меняем название вопроса, переходим в меню *Анимация* и на панели инструментов выбираем *Область анимации*. Для каждой буквы настраиваем анимацию и триггер в зависимости от ответа на вопрос. Когда триггеры и анимация для каждой буквы вопроса настроены, переходим к созданию следующего слайда с вопросом и т. д. После завершения настройки слайдов необходимо сохранить презентацию, выбрав тип файла *Демонстрация PowerPoint*.

Переходим к демонстрации игры «Поле Чудес». Нажимаем левой кнопкой мыши на барабан для его запуска и остановки. Приступаем к выбору букв для ответа на вопрос. При верном выборе буквы она заполняется в соответствующую ячейку слова, при неверном выборе буквы появляется сообщение «Этой буквы нет». Когда угадали слово, переходим к следующему слайду.

Для приобретения навыков по обработке аудиофайлов могут использоваться разнообразные специализированные программы. Рассмотрим обработку аудиофайлов на примере программы Audacity – это бесплатная программа, которая обладает простым и доступным интерфейсом. Программа позволяет добавлять, импортировать и редактировать аудиофайлы различных форматов, записывать звук с микрофона, подавлять статический шум при записи звука, применять и настраивать различные эффекты, экспортировать обработанный аудиофайл в требуемом формате и сохранять его в виде проекта [6].

Запускаем программу Audacity и добавляем аудиофайл в проект. Приступаем к работе с аудиодорожкой, для этого выделяем фрагмент и с помощью инструментов производим необходимые действия (вырезать, удалить, копировать, вставить и др.). Производим импорт следующего аудиофайла в проект для дальнейшей работы с дорожками. В зависимости от поставленной задачи

выполняем редактирование аудиодорожек. После этого применяем различные эффекты. Производим экспорт выбранных аудиодорожек в необходимый формат аудиофайла или сохраняем его в виде проекта.

В рамках изучения дисциплины для создания видеороликов в учебном процессе могут быть использованы разнообразные специализированные программы. Наиболее популярной является программа Sony Vegas Pro, имеющая интуитивно понятный интерфейс и широкий функционал. Данная программа позволяет создавать и настраивать проект видеоролика, импортировать в него видео, графические и аудиофайлы, осуществлять нарезку и монтаж видео и аудиодорожек, добавлять видеоэффекты и видеопереходы, создавать титры и надписи, конвертировать и сохранять готовое для публикации видео в требуемом формате [7].

Интерфейс программы Sony Vegas Pro содержит меню и панель инструментов, окно с функциональными вкладками, окно предварительного просмотра видео, микшер для работы со звуком и монтажный стол, на котором производится редактирование аудио- и видеодорожек.

Создаем новый проект в Sony Vegas Pro и настраиваем основные параметры проекта. Далее с помощью вкладки *Проводник* добавляем видеофайл на монтажный стол, вырезаем ненужный фрагмент видео и объединяем видеофрагменты на видеодорожке. К выделенной дорожке применяем видеоэффекты и полученный результат просматриваем в окне предпросмотра. Добавляем еще одно видео на монтажный стол, вставляем видеопереход между фрагментами видео и просматриваем полученный результат. Для дальнейшей работы с видео сохраняем его в виде проекта в формате VEG (*.veg).

Для завершения работы с проектом необходимо сохранить видеоролик, для этого выбираем в меню *Файл* вкладку «Визуализировать как», устанавливаем формат и шаблон для сохраняемого видео-

ролика и нажимаем кнопку *Render*. После завершения визуализации можем просмотреть сохраненный видеоролик.

Разработанный видеоролик публикуется на личном YouTube канале, что является не только профессиональной компетенцией, но и признаком цифровой культуры современного человека. Формирование навыков публикации мультимедиа контента обучающимися в дальнейшем может использоваться не только в образовательной сфере, но и в профессиональной деятельности.

Для формирования указанных профессиональных компетенций в области публикации мультимедиа контента обучающимся необходимо:

- 1) создать Google аккаунт;
- 2) создать и настроить YouTube канал;
- 3) разместить и опубликовать видео на YouTube канале.

Для публикации видео на YouTube канале нажимаем *Добавить видео*, выбираем видеоролик, который необходимо разместить, и нажимаем *Открыть*. Пока происходит обработка видеоролика, заполняем необходимую информацию: название, описание, возрастные ограничения видео, параметры доступа к видео и другую информацию. Видеоролик можно сохранить и опубликовать сразу или запланировать публикацию. После основных настроек к видеоролику нажимаем *Опубликовать*. При необходимости можно изменять настройки загруженного видеоролика.

Результатом освоения данной дисциплины является дифференцированный зачет, который выставляется по накопительному принципу. Он предусматривает своевременную защиту лабораторных работ, выполнение тестовых заданий по теоретическому материалу в соответствии с календарно-тематическим планом, а также демонстрацию индивидуальных самостоятельных работ.

Применение системно-деятельностного подхода при изучении данной дисциплины

позволяет выделить основные результаты обучения, такие как обработка и публикация мультимедийного контента в сети Интернет в контексте ключевых задач и универсальных учебных действий. Обучение организовано таким образом, чтобы целенаправленно вести за собой развитие личности, помогая отследить ценностные ориентиры, которые встраиваются в новое поколение современного общества.

Цитированная литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 компьютерные системы и комплексы. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/t15F/46XENYoqc>. – Текст : электронный.
2. **Могилев, А. В.** Технологии обработки текстовой информации. Технологии обработки графической и мультимедийной информации. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/158341/tehnologii-obrabotki-tekstovoi-informatsii-tehnologii-obrabotki-graficheskoi-i-multimediinoi-informa>. – Текст : электронный.
3. Основной профессиональный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/t15F/46XENYoqc>. – Текст : электронный.
4. Интерактивные презентации. – Текст : электронный. – URL : <https://prezi.com/hg2frp-swgqrc/presentation>.
5. Интерактивные и мультимедийные презентации. – URL: <http://www.pozdravlenie-sozdat-prosto.ru>. – Текст : электронный.
6. Обработка звуковой информации. – URL : <https://audacity.ru.uptodown.com/windows>. – Текст : электронный.
7. Обработка видеoinформации. – URL: <https://sony-vegas.ru.uptodown.com/windows>. – Текст : электронный.

УДК 377.112.4

РОЛЬ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ»

Н. С. Цыкалюк, Т. С. Новакова

Рассмотрены принципы создания оценочных средств для проверки качества формирования компетенций по дисциплине «Операционные системы и среды». Рассмотрены недостатки традиционной аналитической педагогики. Изучены трактовки понятий «компетенция», «компетентность» и «компетентностный подход» различных авторов. Данная статья является актуальной, так как создание оценочных средств является одним из способов формирования профессиональных компетенций специалиста.

Ключевые слова: операционные системы, педагогика, компетенции, оценочные средства, тесты, тестирование.

THE ROLE OF THE EVALUATION FUND IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES IN THE DISCIPLINE "OPERATING SYSTEMS AND ENVIRONMENTS"

N. S. Tsykalyuk, T. S. Novakova

The principles of creating evaluation tools for checking the quality of the formation of competencies in the discipline "Operating systems and environments" have been considered. The disadvantages of traditional analytical pedagogy have been considered. The interpretations of the concepts of "competence", "competence" and "competence approach" by various authors have been studied. This article is relevant, since the creation of evaluation tools is one of the ways to form professional competencies of a specialist.

Keywords: operating systems, pedagogy, competencies, evaluation tools, tests, testing.

Приступая к разработке комплекса оценочных средств в условиях введения государственного образовательного стандарта третьего поколения, необходимо осознать два принципиальных момента:

1. Оценочные средства, сопровождающие реализацию каждой основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), должны быть разработаны для проверки качества формирования компетенций.

2. Оценочные средства как неотъемлемая часть образовательных технологий (прежде всего инновационных) должны стать действенным средством не только оценки, но и, главным образом, обучения.

Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации разрабатываются и утверждаются образовательным учреждением самостоятельно, а для государственной (итоговой) аттестации – разрабатываются и утверждаются образовательным учреждением после предварительного положительного заключения работодателей.

Образовательным учреждением должны быть созданы условия для максимального приближения программ текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплинам и междисциплинарным курсам профессионального цикла к условиям их будущей профессиональной деятельности – для чего, кроме преподавателей конкретной дисциплины (междисциплинарного курса), в качестве внешних

экспертов должны активно привлекаться работодатели и преподаватели, читающие смежные дисциплины.

Традиционная педагогика требует выработки у обучающихся знаний, умений и навыков (ЗУН). Обучающийся должен, во-первых, обладать необходимой теоретической информацией (знания), во-вторых, быть в состоянии применять ее на практике (умения), в-третьих, довести это применение до автоматизма (навык).

Можно сказать, что если традиционная педагогика аналитична, потому что предполагает разделение на части единого процесса профессиональной деятельности, выделяя в нем прежде всего теоретический и практический аспекты, то «педагогика компетенций», не отрицая необходимости аналитического разделения при обучении, выступает за дальнейший синтез, объединение теории и практики, что достигается в процессе непосредственной профессиональной деятельности.

Сегодня в научной литературе существует разнообразная трактовка понятий «компетенция», «компетентность» и «компетентностный подход». Некоторые исследователи полагают, что основателем компетентностного подхода был Аристотель, который изучал возможности состояния человека, обозначаемого греческим «*atere*» – «сила, которая развивалась и совершенствовалась до такой степени, что стала характерной чертой личности» [1].

Термин «компетентность» означает круг вопросов, в которых человек обладает определенным уровнем знаний. Принято считать, что понятие «компетентность» впервые стало употребляться в США в 60-е годы XX века в контексте деятельности образованного человека (*performance-based education*), целью которого было готовить специалистов, способных успешно конкурировать на рынке труда.

В работах зарубежных авторов компетентность рассматривается как:

– способность эффективного выполнения конкретных действий в предметной области, включая узкопредметные знания, особого рода предметные навыки, способности мышления, понимание ответственности за свои действия (J. Raven) [2];

– фундаментальные способности и умения, необходимые для успешной работы (A. Furnham);

– любые индивидуальные характеристики, которые поддаются надежному измерению и которые могут продемонстрировать разницу между эффективным и неэффективным исполнением (L. Spencer, D. McClelland, S. Spencer);

– поведенческие показатели, влияющие на исполнение работы (C. Woodruff);

– способность добиваться определенных достижений (M. Mulder);

– способность и желание выполнять задачу (J. Burgoyne);

– способность применять имеющиеся знания и умения в новых ситуациях профессиональной жизни, проявляющаяся в организации и планировании работы, в необычных ситуациях и нововведениях (R. Boyatzis; *Standard Methodology*);

– способность выполнить специфическую деятельность по предписанному стандарту (T. Hyland).

Существует множество различных подходов к пониманию терминов «компетентность» и «компетенция». Например, Н. И. Алмазова определяет компетенции как знания и умения в определенной сфере человеческой деятельности, а компетентность – как качественное использование компетенций [2]. Другое определение компетентности дал Н. Н. Нечаев: «Доскональное знание своего дела, существа выполняемой работы, сложных связей, явлений и процессов, возможных способов и средств достижения намеченных целей» [2].

Основная особенность образовательных стандартов среднего профессионального образования третьего поколения –

ориентация на результат образования, выраженный через компетентности. Структура и содержание дисциплины, образовательные технологии, включая планирование и оценку качества подготовки обучающихся, должны быть нацелены на формирование и достижение заявленного результата обучения. Оценивание должно быть направлено на систематическое установление соответствия между планируемыми и достигнутыми результатами обучения.

В классической отечественной триаде ЗУН основное внимание уделяется знаниям, тогда как умения и навыки нередко играют вспомогательную роль.

Соответственным образом строятся и традиционные формы контроля, которые, в основном, проверяют знания (реже умения и навыки), приобретенные в результате изучения конкретных учебных курсов. Отсюда и приоритет таких процедур оценивания, как зачет и экзамен, завершающих блок семинарских занятий или курс лекций.

Традиционные методы, позволяющие оценивать знания, умения и навыки, не всегда годятся для определения уровня компетенции обучающегося и выпускника.

Оптимальный путь формирования систем оценки качества подготовки студентов при реализации государственного образовательного стандарта (ГОС-3) заключается в сочетании традиционного подхода, выработанного в истории образования, в том числе при реализации государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ГОС СПО) 1-го и 2-го поколений, и инновационного подхода, который опирается на экспериментальные методики ведущих педагогов и современный зарубежный опыт.

Соответственно, в процессе оценки будущих студентов и выпускников необходимо использовать как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля.

При этом постепенно традиционные средства следует совершенствовать в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптировать для повсеместного применения на практике.

Необходимо осознавать тесную взаимосвязь двух сторон учебного процесса – образовательных технологий (путей и способов выработки компетенций) и методов оценки степени сформированности компетенций (соответствующие оценочные средства).

Формы контроля должны еще более, чем раньше, стать своеобразным продолжением методик обучения, позволяя студенту более четко осознать его достижения и недостатки, скорректировать собственную активность, а преподавателю – направить деятельность обучающегося в необходимое русло.

Акцент образовательного процесса переносится на контрольно-оценочную составляющую, которая позволяет систематически отслеживать и корректировать процесс обучения.

На современном этапе основной задачей контрольно-оценочной деятельности становится выявление способности обучающихся использовать освоенное содержание для решения практических, познавательных, ценностно-ориентационных и коммуникативных задач.

Компетентностная ориентация образовательных программ определяет необходимость изменения не только самого образовательного процесса, его содержания и технологий реализации, но и соответствующей переориентации оценочных процедур, технологий и средств оценки качества подготовки обучающихся. Поэтому актуальность в формировании и использовании фонда оценочных средств (ФОС) связана с новым этапом становления и развития оценки результата образования в контексте компетентностного подхода и представляет собой сложную проблему,

решение которой зависит от правильности постановки задач и процессов оценивания качества образования как системы в целом, так и оценивания реализации ОПОП и ее элементов, в частности [3].

Первоначально в качестве контроля знаний по дисциплине «Операционные системы и среды» использовались письменные работы и ответы на вопросы по определенным темам, однако результат контроля не отражал степень сформированности компетенций. Возникла необходимость пересмотра и переработки ФОС.

На основе нормативных документов были определены знания и умения, которые должны быть сформированы в рамках дисциплины «Операционные системы и среды» общих и профессиональных компетенций. Подобрана система оценочных средств, включающая тесты, индивидуальные задания, конспекты, позволяющая более полно оценить уровень сформированности компетенций.

Под тестированием понимают метод педагогической диагностики, представляющий собой стандартизированную процедуру применения тестов для выявления уровня освоения содержания обучения с целью содействия управлению процессом обучения [4].

Традиционно представители сферы образования отмечают следующие преимущества тестирования перед другими формами оценивания:

- повышение скорости проверки качества усвоения знаний по дисциплинам;
- осуществление полного охвата всего учебного материала;
- минимизация субъективного фактора при оценивании; оперативное получение результатов проверки;
- эффективное использование учебного времени; полный охват всей группы обучающихся, что способствует более высокой накопляемости оценок;
- удобное использование при самопроверке; высокая объективность и, как

следствие, большее позитивное стимулирующее воздействие на познавательную деятельность обучающегося.

Высокий методологический статус тестирования обуславливается возможностью этого инструментария гибко вписываться в контекст личностно-ориентированного обучения и развивающей информационной среды колледжа [6].

Выделяется два типа тестов: 1) закрытые, в которых есть готовые ответы; 2) открытые, которые не имеют готовых ответов, их нужно самостоятельно дополнить, закончить, составить [5].

Задания закрытого типа, в свою очередь, делятся на:

– тесты, в которых можно выбрать один вариант ответа (множественный выбор). Ответ засчитывается, если учащийся выбрал его правильно.

Варианты:

- а) простой выбор – один ответ из 4–5;
- б) простой выбор из множества – один ответ из 6–15;
- в) выбор наиболее точного ответа из предоставленных.

А также:

– тесты, в которых можно выбрать несколько вариантов ответа – поставить галочки, но правильным может быть как один, так и несколько вариантов ответа (альтернативный выбор). Ответ за тест засчитывается только если все ответы даны правильно (нет ни лишних, ни недостающих) или начисляется балл за каждый правильный ответ и вычитается балл за каждый неправильный ответ.

Варианты:

- а) сложный выбор – два и более правильных ответов из 4–5;
- б) сложный выбор из множества – два и более правильных ответов из 6–15 представленных ответов.

– установить соответствие (слева и справа даются связанные понятия, например, слова в предложении, родовые и ви-

довые понятия и др.), обучаемому нужно провести линии соответствия, друг с другом и т. п. Сюда же можно отнести задания на сортировку и классификацию.

Варианты соответствия между:

- а) понятиями и определениями;
- б) текстом и изображением;
- в) списком авторов и цитатами;
- г) датами и событиями;
- д) списком понятий и их характеристиками и др.

– определить последовательности (обучаемому предлагается ряд понятий, слов, которые ему предстоит установить в правильной последовательности).

Варианты:

- а) установление хронологической последовательности событий;
- б) установление логической последовательности;
- в) расстановка чисел по возрастанию / убыванию;
- г) альтернативный ответ (обучаемому предлагается установить Да-Нет или Правда-Ложь по каждому приведенному утверждению).

Задания открытого типа:

– вписать небольшую фразу, слово или символы – как дополнение к контексту. Например, вставить пропущенное слово и т. д.;

– свободное изложение – обучаемому выделяется место для свободного изложения ответа на вопрос. Место может быть ограничено по количеству символов, например, не более 100 или 500 символов, 10 слов и т. п.

Для оценки уровня сформированности компетенций целесообразно использовать тесты, включающие открытые задания и творческие задания с разделением тестов по уровням сложности:

Первый уровень – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств). Задания на опознание, различные или классификацию объектов, явле-

ний и понятий. Вопросы задаются в открытой и закрытой формах по основным дидактическим единицам дисциплины.

Второй уровень – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством преподавателя) – тесты-подстановки, в которых намеренно пропущено слово, фраза, формула или другой какой-либо существенный элемент текста, и конструктивные тесты, в которых обучающимся в отличие от теста-подстановки не содержится никакой помощи даже в виде намеков и требуется дать определение какому-либо понятию, указать случай действия какой-либо закономерности и т. д. В качестве тестов второго уровня могут использоваться и типовые задачи, условия которых позволяют «с места» применять известную разрешающую их процедуру (правило, формулу, алгоритм) и получать необходимый ответ на поставленный в задаче вопрос.

Третий уровень – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач). Тестами третьего уровня могут стать нетиповые задачи на применение знаний в реальной практической деятельности. Условия задачи формулируются близкими к тем, которые имели место в реальной жизненной обстановке. Его можно проводить в форме решения комплексных ситуационных заданий, выполнение заданий на составление технической документации, исследовательской или проектной работы обучающегося.

При разработке задачи, близкой к практической профессиональной ситуации, в электронном или текстовом виде формируется модель, имитирующая профессиональную ситуацию. Совокупность таких ситуационных моделей называют кейсом. Работа обучающегося над кейсом осуществляется в самостоятельном режиме, с привлечением различного рода аргументов и литературных источников для обосно-

вания собственных аргументов и выбора оптимального решения. Несомненным достоинством кейс-измерителей является их важная мотивирующая роль, побуждающая обучающегося к формированию собственных профессиональных позиций и самостоятельному приобретению знаний, формированию умений и навыков мыслительной деятельности, развитию способностей и умению самостоятельно перерабатывать большие массивы информации.

Высокий методологический статус тестирования обуславливается возможностью этого инструментария гибко вписываться в контекст личностно-ориентированного обучения и развивающей информационной среды колледжа. Как отмечает Н. Ф. Ефремова, введение технологий тестирования, с одной стороны, выводит обучающегося в открытое образовательное и контрольно-оценочное пространство, создает условия для более гибкого обучения и в то же время способно задать единый уровень подготовки [7]. С другой, это связано со способностью системы тестирования ориентироваться на современные технические средства, на использование в среде компьютерных обучающих и контролирующих систем.

Вследствие проведенных нами исследований, были изменены и формы тестирования дисциплины «Операционные системы и среды» таким образом, чтобы тестирование более полно отражало уровень усвоения теоретических знаний, но при этом снизилась вероятность «угадывания» и «запоминания» верных ответов при прохождении тестов. Были разработаны тесты комбинированного типа, в которых присутствуют вопросы с готовыми ответами, а также задание по типу – написать определение или нарисовать схему (открытый тип тестирования).

Были разработаны задания для самостоятельной работы обучаемых, дополняющие лабораторные работы, закрепляю-

щие полученные знания. При выполнении самостоятельной работы обучающийся должен работать с уже имеющимся теоретическим материалом, с практическими заданиями, а также с материалом лабораторных работ, таким образом развивая и закрепляя знания и навыки.

В качестве примера можно представить результаты работы по сформированности у учащихся профессиональной компетенции: «Принимать участие в отладке и технических испытаниях компьютерных систем и комплексов; инсталляции, конфигурировании программного обеспечения».

В результате обучающийся должен знать:

- основные функции операционных систем;
- принципы построения операционных систем;
- сопровождение операционных систем.

Обучающийся должен уметь:

- использовать средства операционных систем и сред для решения практических задач;
- использовать сервисные средства, поставляемые вместе с операционными системами;
- устанавливать различные операционные системы.

Базовый материал представлен теоретически, дополняется лабораторными работами и закрепляется с помощью самостоятельной работы, например, параллельно с теорией по организации операционных систем обучаемый на лабораторных работах устанавливает операционную систему Linux Ubuntu, а на практических занятиях изучает работу с консолью данной операционной системы, в качестве самостоятельной работы анализирует структуру файловой системы, применяемой в Linux Ubuntu.

Подобный подход позволяет нам говорить о возможности более эффективно-

го формирования профессиональной компетенции у обучаемого.

Результатом освоения учебной дисциплины является овладение обучающимися профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями.

Контроль знаний учащихся является неотъемлемой частью любого учебного процесса. Существует достаточно большое количество форм и методов контроля, у каждого из которых имеется своя методика проведения, достоинства и недостатки, а следовательно, и область определения (применения). Для оценки качества подготовки обучающихся необходимо создание многокомпонентных систем, соответствующих новой парадигме образовательных программ среднего профессионального образования (СПО). Эти системы должны решать следующие задачи: контроль (с помощью набора оценочных средств) и управление (с помощью элементов обратной связи) процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, определенных ФГОС СПО по соответствующему направлению подготовки в качестве результатов освоения учебных дисциплин [5].

Необходимо также учитывать следующие индикаторы компетентности:

1) применение в учебном процессе практико-ориентированных и ситуационных заданий, интегрированных задач профессиональной направленности, публичных защит учебно-исследовательских и творческих проектов, увеличение количества практикумов, позволяющих студентам продемонстрировать свою компетентность;

2) приоритетное использование комплексных методов оценки достижений студентов [6].

При формировании компетентностной модели подготовки специалиста необходимо активно использовать инновационные оценочные средства, позволяющие вести

непрерывное отслеживание качества учебных достижений и формирование личных качеств, творческих характеристик обучающегося. Средства оценивания должны выявлять как содержательный, так и деятельностный компоненты подготовленности выпускника, что предполагает демонстрацию компетенций или их применение в конкретной ситуации.

Следовательно, контроль получаемых знаний в компетентностной модели подготовки специалиста должен иметь многоуровневую структуру. В настоящее время имеется хороший научно-методический задел, приобретенный образовательным сообществом при разработке оценочных диагностических средств оценивания обучающихся, однако его использование для контроля качества компетенции требует принципиальной доработки.

Цитированная литература

1. ФЗ Российской Федерации «Об образовании» от 10 июля 1992 г. № 3266–1. ст. 15.
2. **Богачева, Л. С.** Компетентность и компетенция как понятийно-терминологическая проблема / Л. С. Богачева. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы II международной научной конференции (г. Уфа, июль 2012 г.). – Уфа : Лето, 2012.
3. **Зимняя, И. А.** Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И. А. Зимняя. – Текст : непосредственный // Высшее образование. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
4. **Циммерман, Н. В.** Организационно-методическое обеспечение подготовки будущих учителей к использованию тестирования в профессиональной педагогической деятельности: автореферат канд. пед. наук / Н. В. Циммерман, ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена». – Санкт-Петербург, 2012. – Текст : непосредственный.

5. **Ефремова, Н. Ф.** Методические указания по разработке оценочных средств / Н. Ф. Ефремова. – Ростов-на-Дону, 2014. – Текст : непосредственный.

6. **Караваева, Е. В.** Принципы оценивания уровня освоения компетенций по образовательным программам ВПО в соответствии с требованиями ФГОС нового поколения / Е. В. Караваева, В. А. Богословский, Д. В. Харитонов. – Текст : непосредственный //

Вестник Челябинского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Культурология. – 2009. – № 18 (156). Вып. 12. – С. 155–162.

7. **Ефремова, Н. Ф.** Тестовый контроль в образовании: учебное пособие для студентов, получающих образование по педагогическим направлениям и специальностям / Н. Ф. Ефремова. – Москва : Логос, 2007. – 368 с. – Текст : непосредственный.

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Л. А. Тягульская, Е. С. Гарбузняк

Продемонстрированы возможности разработанной информационной системы в виде web-сайта для тестирования студентов по дисциплинам математического блока. Описаны структура, принцип и особенности работы сайта, а также инструменты и технологии, использованные при его разработке.

Ключевые слова: информационная система, web-сайт, тестирование по дисциплинам математического блока, шаблон, фреймворк.

INFORMATION SYSTEM FOR EVALUATING STUDENT'S LEARNING ACTIVITIES

L. A. Tyagulskaya, E. S. Garbuznyak

The article demonstrates the capabilities of the developed information system in the form of a web site for testing students in the disciplines of the mathematical block. The structure, principle and features of the site, as well as the tools and technologies used in its development are described.

Keywords: information system, web site, testing in the disciplines of the mathematical block, template, framework.

Мир информационных технологий развивается с невероятной скоростью. В наше время легко получить интересующую информацию с помощью информационных систем в виде web-сервиса или web-сайта.

Оценка результатов учебной деятельности студента – это определение степени усвоения знаний, навыков и умений в соот-

ветствии с требованиями образовательных стандартов и программ. Для качественного проведения оценки результатов учебной деятельности студента используют различные автоматизированные системы, с помощью которых гораздо удобнее проводить тестирование, так как сохранение тестов на web-сервисах предполагает возможность производить различную сортировку и быстрый поиск.

В рамках группового проекта со студентами направления «Программная инженерия» (профиль «Разработка программно-информационных систем») на кафедре информатики и программной инженерии Рыбницкого филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко разработан сайт оценки знаний по дисциплинам математического блока с использованием инструментов *CSS 3*, *HTML 5*, *JQuery*, *PHP*, web-сервера *XAMPP* и онлайн-редакторов для создания шаблонов контейнеров.

Перед разработкой собственного web-сайта выполнен обзор существующих аналогов по проведению тестирования по дисциплинам, среди которых можно выделить: *I-exam.ru*, *Intuit.ru* и *Distant.ru* [1–3]. Одни просты в использовании (удобный интерфейс, простой дизайн), но сделан акцент на сам процесс тестирования. Другие же сайты уделяют внимание дизайну страниц (приятная анимация, красивые анимированные таблицы, специально подобранные цвета, призванные успокаивать). Однако все работают по одному принципу, структурно похожи, так что можно сделать вывод, что они строятся по одному шаблону.

Разработанный web-сайт размещен на сервере Рыбницкого филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко (<http://mathtest.rfpgu.ru>) и обладает следующими возможностями:

1. Регистрация и авторизация пользователей (преподавателей и групп студентов) с разграничением прав.

2. Возможность преподавателю создавать приглашение для студентов с целью последующего прохождения тестов по дисциплинам математического блока.

3. Создание и редактирование преподавателями различных видов тестовых заданий с использованием разработанного редактора формул и подключением графиков в виде рисунков.

4. Создание каталога тестов с разграничением по дисциплинам математического блока, прохождение тестов студентами с анализом результатов тестирования.

На рис. 1 представлен вид основного шаблона контейнера разработанного web-сайта. Элементы, которые отображаются на нем, были добавлены в отдельные контейнеры и обведены границей для удобства работы. Границы помогали увидеть блок в полную высоту и ширину, что позволяло редактировать не только содержимое бло-

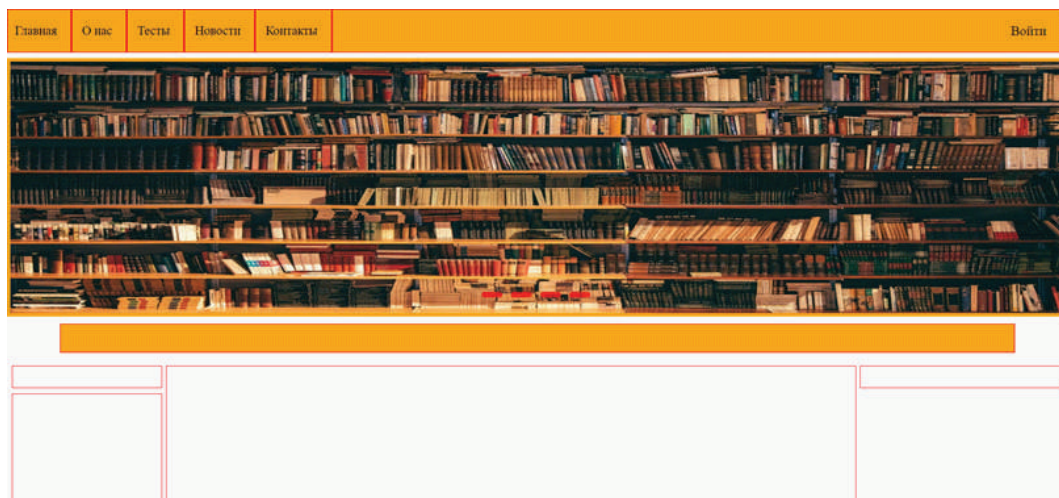


Рис. 1. Основной шаблон контейнера web-сайта по тестированию студентов

ка, но и сам блок. От границ отталкивались и остальные элементы на сайте.

Web-сайт для тестирования студентов по дисциплинам математического блока должен предоставлять преподавателю информацию о том, какую оценку получил студент за пройденный тест. По этой причине необходимо идентифицировать каждого студента.

При регистрации пользователь сначала вводит имя, фамилию и выбирает свою роль – преподаватель или студент, а затем вводит логин и пароль, после чего сможет зарегистрироваться и в дальнейшем авторизоваться.

На сайте добавлена возможность создания приглашения для прохождения тестов. Для этого у преподавателя должна быть возможность добавлять студентов в друзья. Для начала следует осуществить поиск нужного студента (рис. 2) с помощью файла *searchPeople.js*, главная особенность которого – возможность асинхронно получать и отправлять данные без перезагрузки страницы. Эту технологию предоставляет метод *ajax()* глобального объекта *\$* фреймворка *jQuery*, разработанный на *JavaScript*. Функция асинхронно запускает *PHP*-скрипт на сервере, где осуществляется обработка данных.

С помощью указанной технологии асинхронно запускается скрипт *searchForPiece.php*, который по шаблону ищет пользователей, удовлетворяющих шаблону. Затем вся необходимая информация отправляется пользователю, осуществлявшему поиск. Полученный список пользователей сопровождается кнопкой «+ В друзья», при нажатии на которую запускается файл *friendsControl.js*, асинхронно запускающий *addFriends.php*, который отправляет другому пользователю заявку в друзья. Затем человеку, которому была послана заявка в друзья, приходит оповещение (согласно файлу *notifs.js*), и он может принять эту заявку. Функцию принятия в друзья осуществляет файл *acceptApp.php*. После описанной процедуры преподаватель сможет отправить приглашение студентам для прохождения тестов.

Информационная система в виде web-сайта предоставляет возможность осуществлять набор формул с помощью разработанного редактора и создавать тесты. Основная роль в создании формул



Рис. 2. Создание приглашения

принадлежит фреймворку *JavaScript* под названием *MathJax*. Особенность данного фреймворка – использование синтаксиса языка *LaTeX* в *HTML*-документах, который используется для создания текстовых документов, в том числе и содержащих математические формулы. Загрузить *MathJax*

можно по адресу <https://cdn.jsdelivr.net/npm/mathjax@3/es5/tex-mml-autoload.js>.

Для поддержания актуальности сайта был создан *API*, позволяющий пользователю создавать 4 вида тестовых заданий:

– задания закрытого типа с простым (рис. 3) и множественным (рис. 4) выбором;

The screenshot shows a web interface for a test question. At the top, there is a header bar with the word "Задание" (Question) in the center. Below the header, there are two tabs: "Задание" (Question) and "Презент" (Presentation). The main content area contains a large empty text input field. Below it, there is a file upload section with a "Выберите файл" (Choose file) button and a "Файл не выбран" (File not selected) status. To the right of the file upload section is a dashed orange box with a red plus sign, indicating a single-choice selection. Below the file upload section, there is another header bar with the word "Варианты ответов" (Answer options) in the center. Underneath, there are two tabs: "Задание" (Question) and "Презент" (Presentation). The main content area contains a large empty text input field. At the bottom, there is a label "Введите количество баллов за данное задание:" (Enter the number of points for this question:) followed by a small input field.

Рис. 3. Задания закрытого типа с простым выбором

The screenshot shows a web interface for a test question, similar to the one in Figure 3. It has a header bar with "Задание" (Question) and tabs for "Задание" (Question) and "Презент" (Presentation). The main content area contains a large empty text input field. Below it, there is a file upload section with a "Выберите файл" (Choose file) button and a "Файл не выбран" (File not selected) status. To the right of the file upload section is a dashed orange box with a red plus sign, indicating a multiple-choice selection. Below the file upload section, there is another header bar with the word "Варианты ответов" (Answer options) in the center. Underneath, there are two tabs: "Задание" (Question) and "Презент" (Presentation). The main content area contains a large empty text input field. Below the input field, there are two orange buttons with upward and downward arrows. At the bottom, there is a label "Введите количество баллов за данное задание:" (Enter the number of points for this question:) followed by a small input field.

Рис. 4. Задания закрытого типа с множественным выбором

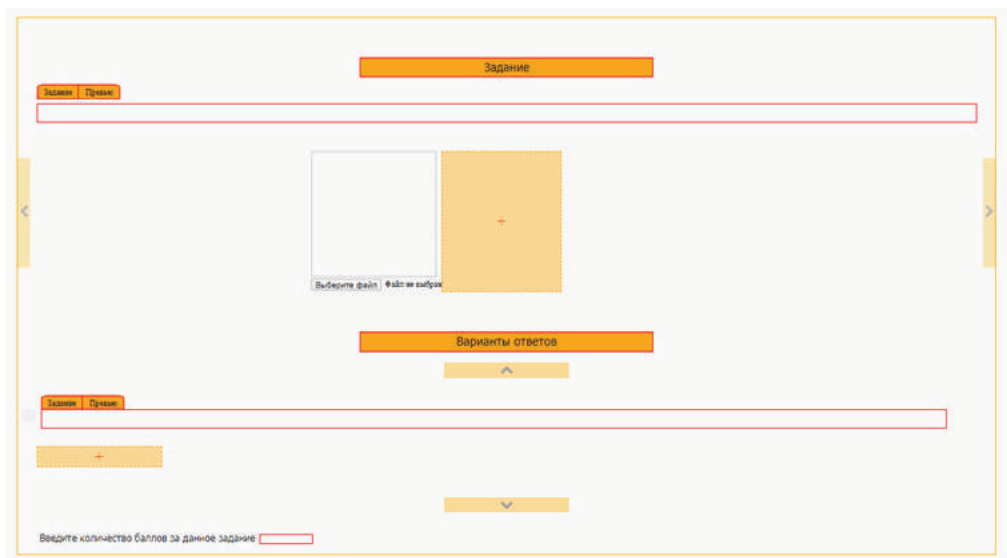
– задания открытого типа, где в качестве ответа вводится слово или число (рис. 5) или используется развернутый ответ (рис. 6).

Особенность заданий открытого типа состоит в том, что короткий ответ проверяется системой автоматически, а развернутый отправляется преподавателю на проверку. Указанная особенность также повлияла на необходимость разграничить роли поль-

зователей информационной системы, чтобы преподаватель мог не только создать тестовые задания, но и проверить, какой именно студент дал развернутый ответ.

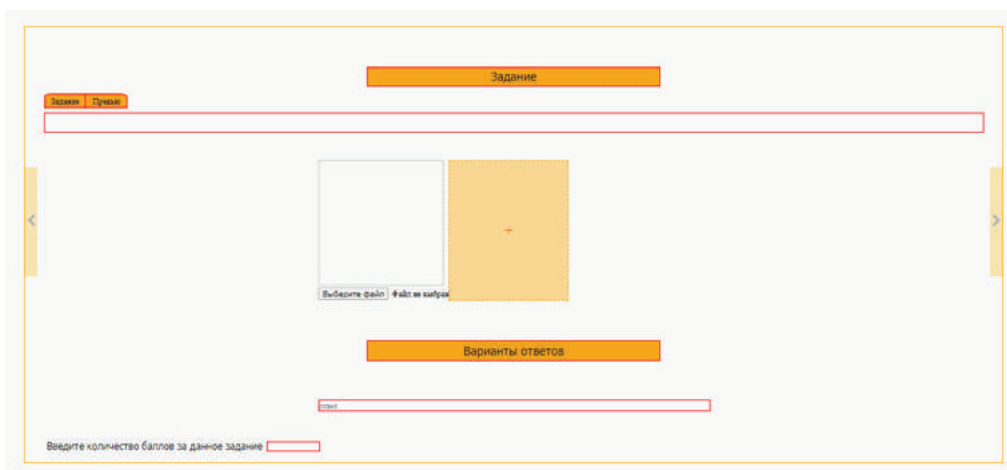
Любой зарегистрированный пользователь может пройти тест, обращаясь к каталогу тестов, созданных пользователями или администраторами сайта.

Для того, чтобы создать новые тестовые задания, необходимо воспользоваться



The screenshot shows a web interface for a test question. At the top, there is a header bar with the word "Задание" (Question) in the center. Below the header, there are two tabs: "Задание" (Question) and "Правки" (Edit). A large, empty text input field is positioned below the tabs. In the center of the page, there is a file upload area consisting of a white box on the left and a yellow box on the right with a red plus sign. Below the white box, the text "Выберите файл" (Choose file) and "или из загрузки" (or from upload) is visible. Below the file upload area, there is another header bar with the word "Варианты ответов" (Answer options). Below this header, there is another large, empty text input field. At the bottom of the page, there is a label "Введите количество баллов за данное задание:" (Enter the number of points for this question:) followed by a small input field.

Рис. 5. Задания открытого типа с коротким ответом



The screenshot shows a web interface for a test question, similar to the one in Figure 5. It features the same header bar with "Задание" (Question) and tabs for "Задание" (Question) and "Правки" (Edit). Below the tabs is a large, empty text input field. The file upload area in the center is identical to the one in Figure 5. Below the file upload area, there is a header bar with the word "Варианты ответов" (Answer options). Below this header, there is a large, empty text input field. At the bottom of the page, there is a label "Введите количество баллов за данное задание:" (Enter the number of points for this question:) followed by a small input field.

Рис. 6. Задания открытого типа с развернутым ответом

шаблоном, представляющим собой меню тестов (рис. 7).

В правом контейнере содержатся кнопки с изображениями тех символов, которые пользователь хочет представить в задании (рис. 8).

Если навести курсор на одну из кнопок, то фон кнопки станет темнее. После использования контейнера с кнопками для работы с формулами в области выбранного вида тестового задания можно увидеть,

как это задание будет отображаться при тестировании (рис. 9).

Для вывода заданий теста по выбранной математической дисциплине был создан шаблон в виде книги с закладками, которые расположены в левой части страницы отображения теста (рис. 10). Для выбора задания необходимо нажать на соответствующую закладку. Каждое задание находится в контейнере. Все, кроме первого контейнера, отключены и не отображаются.

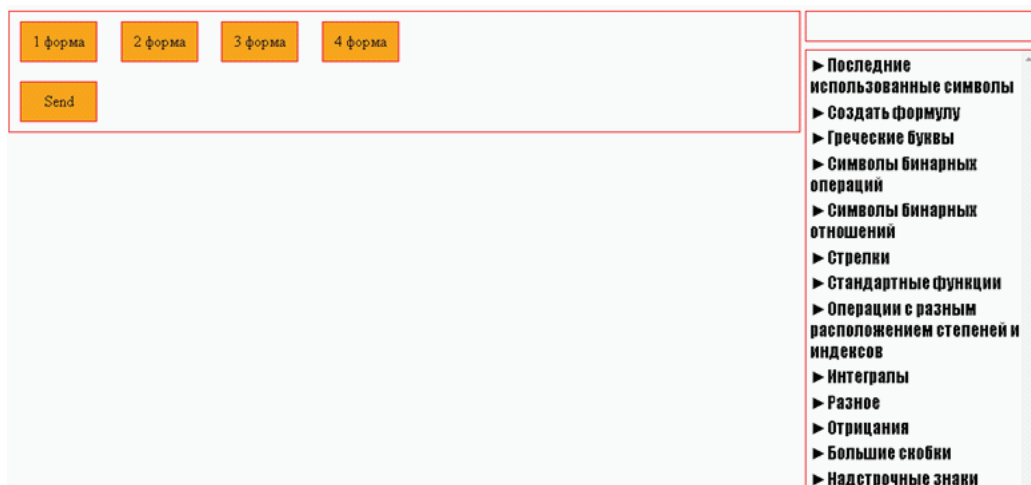


Рис. 7. Меню создания тестов



Рис. 8. Контейнер с кнопками для работы с формулами

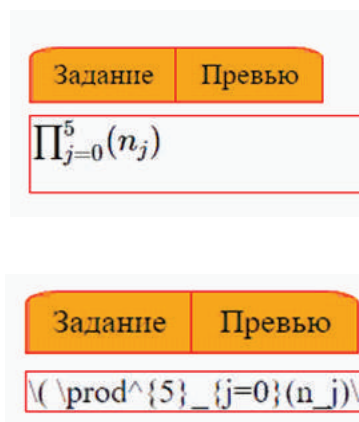


Рис. 9. Виды представления заданий

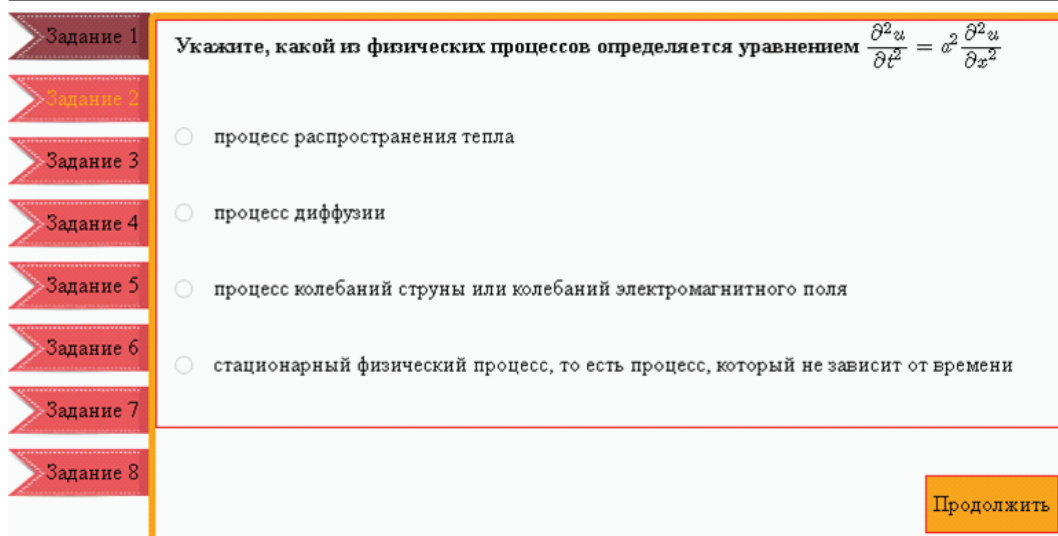


Рис. 10. Страница отображения теста

Для тестирования студентов необходимый файл нужно выбрать из каталога тестов. Данный каталог представлен файлом *TestList.php*. Его задача – загрузить краткую информацию о всех тестах на сайте из базы данных и отобразить ее пользователю.

Пользователь может выбрать соответствующий тест и перейти к его прохождению. Данные о конкретном тесте получает файл *book_control.php* и передает их файлу *book.html.php* для отображения теста, который не даст студенту отправить ответы, если нет ответов на все вопросы теста.

Результаты прохождения тестов передаются файлу *result_of_test_handler.php*, который загружает правильные ответы из базы данных, сравнивает их с ответами студента и подсчитывает количество правильных ответов. Результат отправляется файлу *result_of_test.html.php*, который показывает студенту, на какие вопросы он ответил правильно, а на какие нет, и выдает ему соответствующую оценку.

Таким образом, при помощи разработанной информационной системы оценки

учебной деятельности студента можно провести срез текущих знаний по дисциплине посредством тестирования. На данный момент работа над этим проектом по совершенствованию и добавлению функциональных возможностей web-сайта продолжается.

Цитированная литература

1. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования: [сайт]. – Йошкар-Ола, 2008. – URL: <https://i-exam.ru> (дата обращения: 11.02.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
2. Национальный открытый университет ИНТУИТ: [сайт]. – Москва, 2003. – URL: <http://Intuit.ru> (дата обращения: 13.02.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
3. Информационно-образовательный портал Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева: [сайт]. – Москва. – URL: [http:// Distant.ru](http://Distant.ru) (дата обращения: 15.02.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

УДК 377.278

КОНКУРС ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА КАК МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕСТИЖА РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ

Т. И. Боровик, Н. И. Боровик, А. В. Костантиновская

Анализируется применение системы оценивания результатов конкурса профессионального мастерства, повышение популяризации рабочих профессий, улучшение профессиональных навыков, усиление конкурентоспособности выпускников факультета среднего профессионального образования.

Ключевые слова: конкурс профессионального мастерства, профессиональные навыки, традиции, разряд рабочей профессии, конкурентоспособность.

PROFESSIONAL SKILLS COMPETITIONS AS A MECHANISM OF ENHANCING THE PRESTIGE OF WORKING PROFESSIONS

T. I. Borovik, N. I. Borovik, A. V. Konstantinovskaya

The article analyzes the application of the system for evaluating the results of the professional skills competition, increasing the popularization of working professions, improving professional skills, strengthening the competitiveness of graduates of the faculty of secondary vocational education.

Keywords: professional skills competition, professional skills, traditions, category of working profession, competitiveness.

На предприятиях Приднестровья ощущается нехватка профессиональных рабочих. Средний возраст рабочих приближается к пенсионному. Подготовка молодых высококвалифицированных рабочих для промышленности ПМР – сложная задача учебных заведений. Решению этой задачи способствует подготовка и проведение конкурсов «Лучший по профессии». Конкурсы способствуют развитию профессиональных компетенций, повышению рейтинга рабочих профессий и квалификации специалистов.

Проведение конкурсов «Лучший по профессии» на факультете среднего профессионального образования (СПО) является традиционным. Конкурсы на выявление самых талантливых и трудолюбивых мастеров проводились еще в 60–90-х годах

прошлого столетия. Проводились не только внутренние конкурсы среди студентов училища, но и республиканские конкурсы. Не единожды студенты училища имени Ю. А. Гагарина становились призерами республиканских конкурсов «Лучший по профессии».

Большую помощь в становлении рабочих-профессионалов оказывали заводы «Электромаш», «Литмаш». Руководство заводов помогало училищу с приобретением нового оборудования, давало заказы на разработку и изготовление деталей, запасных частей и станков. Студенты проходили практику на оборудовании завода, в качестве наставников выступали самые опытные работники, учащиеся вливались в рабочий ритм, ощущали свою причастность к трудовой славе коллективов заводов.

Ежегодные конкурсы «Лучший по профессии» проводились на территории предприятий, студенты выполняли зада-

ния на оборудовании цехов, для оценивания приобретенных профессиональных навыков формировалось жюри из кадрового состава завода, победители награждались грамотами и денежными премиями.

Начиная с 2010 года в Техническом колледже им. Ю. А. Гагарина ежегодно проводились внутренние конкурсы «Лучший по профессии». В жюри конкурса приглашались высококлассные специалисты предприятий ПМР: НП ЗАО «Электромаш», АО «Литмаш», АО «Завод Молдавизолит». Студенты показывали практические умения и профессиональные навыки владения рабочей профессией. Выставление баллов происходило по специально разработанной программе, где оценивались теоретические знания, без которых невозможна работа специалистов различных направлений, профессиональные навыки при выполнении практической части задания, умение находить допущенные ошибки и исправлять их.

Обучающиеся механическим специальностям демонстрировали навыки работы на станках, устанавливали нужные параметры, налаживали работу оборудования и выполняли практические задания.

Свое умение собирать электрические схемы, обслуживать электрическое и электромеханическое оборудование показывали студенты направления «Тепло- и Электроэнергетики».

Соревновались в умении поддерживать в рабочем состоянии и ремонтировать компьютерное оборудование студенты направления «Вычислительные машины, комплексы и сети».

Члены жюри – руководители главных служб предприятий, цехов, мастера производственного обучения, преподаватели – оценивали правильность, аккуратность выполнения практической части конкурса, соблюдение техники безопасности, поддержание порядка и уборку рабочего места по окончании работы.

Теоретический этап соревнований выявлял знания обучающихся. Представители предприятий высоко оценивали теоретические знания и профессиональные навыки студентов. Отмечали слаженность работы студентов, правильное владение техническими приемами, инструментами и приспособлениями.

Проведение конкурсов способствовало повышению рейтинга, более глубокому пониманию специфики и социальной значимости выбранной специальности, развивало у обучающихся желание работать в команде, быть лучшим. При этом выполнялись задачи конкурса: выявление и поощрение талантливых студентов, стимулирование творческого потенциала обучающихся, распространение передовых форм и методов работы.

По результатам конкурса участникам присваивался разряд рабочей профессии с выдачей удостоверения.

В 2015 году в соответствии с приказом министра просвещения «Об организации и проведении республиканского конкурса профессионального мастерства «Лучший по профессии – 2015» и приказом ректора ПГУ № 289-ОД от 16.02.2015 среди обучающихся организаций профессионального образования Приднестровской Молдавской Республики был проведен республиканский конкурс профессионального мастерства в номинации «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования» на базе ФСПО ИТИ ПГУ им. Т. Г. Шевченко. Главной целью конкурса стало повышение престижа рабочих специальностей. Особая роль отводилась молодежи [1]. Участие приняли образовательные учреждения республики, выпускающие специалистов соответствующего профиля.

Конкурс проводился после значительного перерыва. Необходимо было возродить традиции, внедрять новые формы проведения конкурса, привлекать студен-

тов не только к участию, но и к организации мероприятия.

Учащиеся с энтузиазмом готовились к проведению республиканского конкурса: монтировали учебные стенды, учились на них работать, проходили тестирование в компьютерных классах инженерно-технического института. Обучающимся других образовательных учреждений была предоставлена возможность ознакомиться с оборудованием, программой проведения конкурса, системой оценивания результатов конкурса.

Для проведения конкурса организационным комитетом, состоящим из заведующего кафедрой и декана факультета среднего профессионального образования были разработаны и утверждены Министерством Просвещения ПМР следующие документы:

1. Распоряжение о проведении республиканского конкурса.
2. Положение о республиканском конкурсе.
3. Программа республиканского конкурса.
4. Выписка из протокола (утверждение программы конкурса, жюри, кандидатуры студентов).
5. Явочный лист.
6. Контрольный лист инструктажа.
7. Инструкция по технике безопасности. Выписка.
8. Протоколы практической части конкурса.
9. Протокол теоретической части конкурса.
10. Протокол оценки результатов конкурса.
11. Итоговый протокол результатов конкурса.
12. Задачи теоретического конкурса.
13. Бланки для практического конкурса.
14. Критерии оценки.

Во все учебные заведения, выпускающие специалистов соответствующего про-

филя, были направлены программы, вопросы для тестирования и материалы по содержанию практической части конкурса, критерии оценивания.

Участников конкурса от каждого образовательного учреждения сопровождали преподаватели и мастера производственного обучения.

Теоретический конкурс был разбит на две части. В первой оценивалось прохождение теста на основные знания в области электротехники, электрических машин и техники безопасности. Электронный тест оценивался в 20 баллов. Задачи по расчету трехфазных цепей оценивались в 30 баллов. При оценке решения задачи баллы снижались, если: были правильно применены расчетные формулы, а в вычислениях допущена ошибка – на 10 баллов; написаны только формулы, а вычисления не производились – на 20 баллов; были написаны не все формулы – на 25 баллов.

Практическая часть состояла в разработке и сборке схемы, подключении к источнику питания, при этом учитывалось соблюдение правил соединения схемы, техники безопасности, оценивалась аккуратность расположения инструментов и материалов на рабочем столе конкурсанта, уборка рабочего места по окончании сборки схемы.

При подведении результатов практической работы оценивались: составление электрической принципиальной схемы – 10 баллов; организация рабочего места – 2 балла; соблюдение правил техники безопасности – 5 баллов; выполнение монтажа силовых цепей в распределительных и установочных коробках – 10 баллов; выполнение монтажа цепей учёта электроэнергии – 10 баллов; выполнение монтажа розеток и выключателей – 10 баллов; включение и проверка работы прибора учёта электроэнергии – 3 балла.

При выборе критериев оценки выполнения конкурсных заданий было учтено,

что целью конкурса являлось оценивание профессиональных навыков, приобретенных студентами в процессе обучения, но студенты электротехнических направлений всегда в своей работе применяют навыки расчета мощности того или иного прибора, включаемого в схему, сопротивления или тока, проходящего через него [2]. Поэтому практическому и теоретическому этапам конкурса были присвоены одинаковые 50 баллов. Кроме того, при подведении итогов в протоколе учитывалось время выполнения задания.

Представители предприятий особо отметили систему оценивания результатов конкурса, при которой исключались предвзятое отношение к конкурсантам и неправильная оценка знаний и умений. Было отмечена хорошая теоретическая и практическая подготовка конкурсантов, важность и своевременность возрождения старых традиций, интерес молодого поколения к приобретаемой профессии. Со стороны предприятия НП ЗАО «Электромаш» было предложено заключить договор о сотрудничестве при проведении следующих конкурсов, практической помощи при подготовке специалистов.

Конкурсы профессионального мастерства проходят по всем специальностям, которым обучают на факультете СПО. Как показывает практика, это хороший способ создать здоровую конкуренцию в молодежном коллективе и в итоге воспитать хороших специалистов [3]. Конкурс стимулирует студентов качественнее выполнять свою работу, стремиться к самосовершенствованию, дает возможность проявить свои возможности [4].

Оценивая результаты проведения конкурсов «Лучший по профессии» (респуб-

ликанских и внутренних), можно отметить, что конкурсы способствуют:

- получению профессиональных навыков;
- популяризации рабочих профессий;
- развитию профессиональной гордости;
- развитию соревновательного духа студентов, побуждая их активно совершенствоваться в выбранной профессии – развивать профессиональные навыки, овладевать новыми знаниями;
- усилению конкурентоспособности выпускников факультета СПО;
- развитию связей со специалистами предприятий.

Цитированная литература

1. ГЛОБУС: Геология и бизнес : [сайт]. – Красноярск, 2015 – . – URL: <https://www.vnedra.ru/novosti/molodye-rabochie-kazhroma-oderzhali-3777> (дата обращения: 5.04.2021). – Текст : электронный.
2. ПГУ им. Т. Г. Шевченко : [официальный сайт]. – Тирасполь, 2020 – . – URL: <http://spsu.ru/news/883-konkurs-luchshij-po-professii-proshel-v-iti-pgu> (дата обращения: 23.03.2021). – Текст : электронный.
3. ПГУ им. Т.Г. Шевченко : [официальный сайт]. – Тирасполь, 2020 – . – URL: <http://spsu.ru/news/981-na-fakultete-spo-iti-proshel-konkurs-luchshij-po-professii> (дата обращения: 5.04.2021). – Текст : электронный.
4. Семёнова, О. Не подвести предприятие. Зачем нужны конкурсы «Лучший по профессии» / О. Семёнова. – Текст : электронный // Аргументы и факты. Пермь. – 2018. – 23 мая. – URL: https://perm.aif.ru/economic/industry/ne_podvesti_predpriyatie_zachem_nuzhny_konkursy_luchshiy_po_professii (дата обращения: 15.03.2021).

УДК 371.126.3:004

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ В ХОДЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Е. А. Васильева, Е. Б. Лукашевич

Проверка и оценка знаний, умений и навыков является очень важной и необходимой составной частью учебного процесса в Техническом колледже им. Ю. А. Гагарина. Внедрение информационных технологий в процесс обучения помогает улучшить методы объяснения материала на основании анализа полученных результатов проверки учащихся по каждой теме.

Ключевые слова: электронные средства, ЭСУН, формирование умений и навыков, электроустановки.

ELECTRONIC EDUCATIONAL TOOLS FOR THE FORMATION OF SKILLS AND ABILITIES DURING THE EDUCATIONAL PROCESS

Е. А. Vasilyeva, E. B. Lukashevich

Verification and evaluation of knowledge, skills and abilities is a very important and necessary part of the educational process at the Technical College named after Y. A. Gagarin. The introduction of information technology in the learning process helps to improve the methods of explaining the material based on the analysis of the test results obtained by students on each topic.

Keywords: electronic means, electronic educational tool, formation of skills and abilities, electrical installations.

Возможность непосредственного доступа студента к компьютеру позволяет ему наглядно и быстро усвоить материал. При этом он приобретает знания, которые оцениваются, контролируются и анализируются машиной в ходе выполнения работы.

Проверка понимания теоретического материала и практических навыков, осуществляемая с помощью автоматических средств проверки знаний, дает возможность просмотра результатов тестирования и оценки степени усвоения материала каждого учащегося колледжа.

Применение электронных средств учебного назначения имеет много косвенных положительных эффектов. Полученные баллы показывают преподавателю,

на что обращать внимание по результатам проделанного на прошлом этапе. Это помогает значительно усовершенствовать качество и продуктивность обучения.

Примером использования информационных технологий в Техническом колледже им. Ю. А. Гагарина может служить Электронное средство учебного назначения (ЭСУН). На рис. 1 показан практикум электромонтера для использования в системе начального профессионального образования при подготовке учащихся специальности «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования», а также для самостоятельного использования учащимися.

ЭСУН обеспечивает получение знаний, умений и практических навыков по надзору, уходу, монтажу, дефектации и ремонту электрооборудования.

Содержание электронного издания по разделам показано на рис. 2 [1]:

1. Электропроводки.
2. Монтаж кабельных линий.
3. Электрическое освещение.
4. Воздушные линии электропередачи.
5. Ремонт электрических машин.
6. Ремонт электрической аппаратуры напряжением до 1000 В.
7. Распределительные устройства.

8. Силовые трансформаторы.

9. Техника безопасности.

Средства навигации ЭСУН «Практикум электромонтера» обеспечивают быстрый и простой доступ учащихся к необходимой учебной информации. Кроме этого, выбранная форма представления средств навигации в виде графических меню несет дополнительную учебную нагрузку и позволяет учащемуся получить



Рис. 1. Практикум электромонтера



Рис. 2. Содержание электронного издания

сведения о составе и структуре предметной области электронного издания (ЭИ).

Поиск предназначен для нахождения необходимого учебного материала по заданным условиям. Поиск может производиться или по целой фразе, или по любому из заданных ключевых слов, или по всем заданным словам. Выбор соответствующей формы поиска может быть сделан нажатием на нужное поле. После нажатия на кнопку «Искать» программа представит

список названий разделов, удовлетворяющих условиям поиска (рис. 3).

Раздел *Библиотека изображений* служит для передачи учебных данных из числа электронного сборника для применения в самостоятельных работах преподавателей и студентов. В библиотеке изображений имеется около 360 видов учебных материалов. Изображения подразделяются на каталоги: «Видео», «Фото», «Графика», «3D-объекты», «Анимация» (рис. 4).

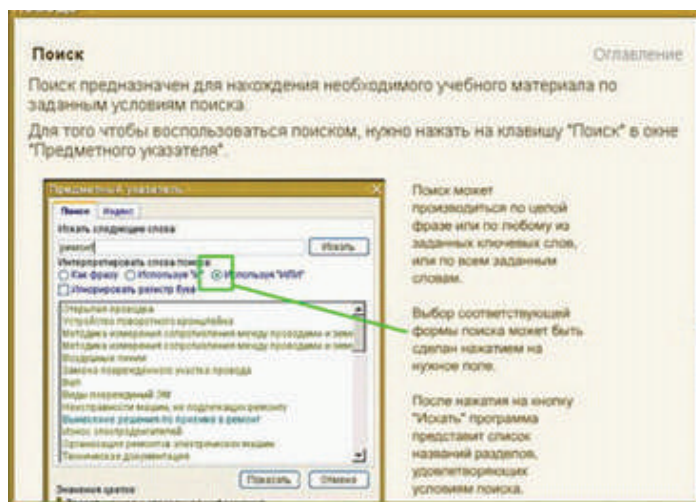


Рис. 3. Поисковая панель



Рис. 4. Библиотека изображений

При показе типичных действий заменяют фотографии и видео подходящего оборудования, инструменты, которые используют при монтаже и ремонтных работах, показанных средствами компьютерной графики. Все учебные части имеют ссылки на теорию и справочную литературу, подходящую данному учебному разделу.

В каталоге «Видео» собраны все видеосегменты, демонстрирующие технологические процессы электромонтажа (рис. 5).

Фотографии, которые отражают предметы, оборудование и инструменты, применяемые при выполнении электромонтажных работ и при обслуживании электрических устройств, находятся в каталоге «Фото» (рис. 6).



Рис. 5. Использование видео для обучения

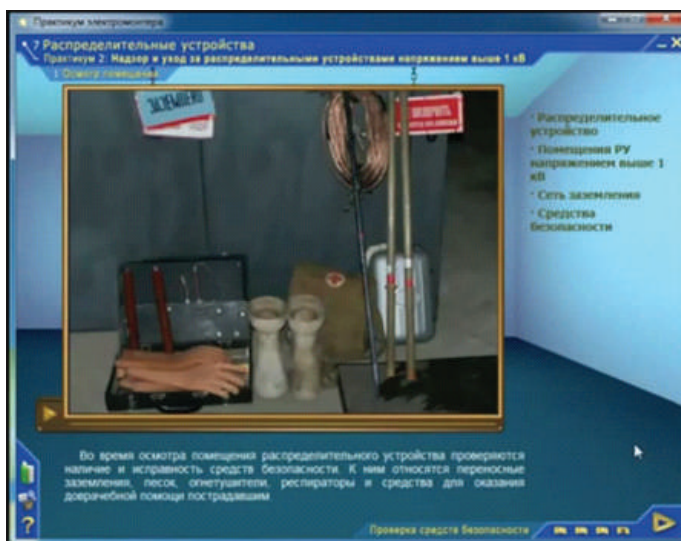


Рис. 6. Каталог «Фото»

В каталоге «Графика» имеются собранные образы оборудования, линий электропередач и других электрических устройств (рис. 7).

Модели в трехмерном пространстве электрических машин и устройств находят-

ся в каталоге «3D-объекты». Ученик сможет увидеть модели со всех сторон, двигая курсором в окне 3D-объекта и удерживая левую клавишу мыши (рис. 8).

Аниматорские видеоролики, которые входят в состав «Анимация», объясняют

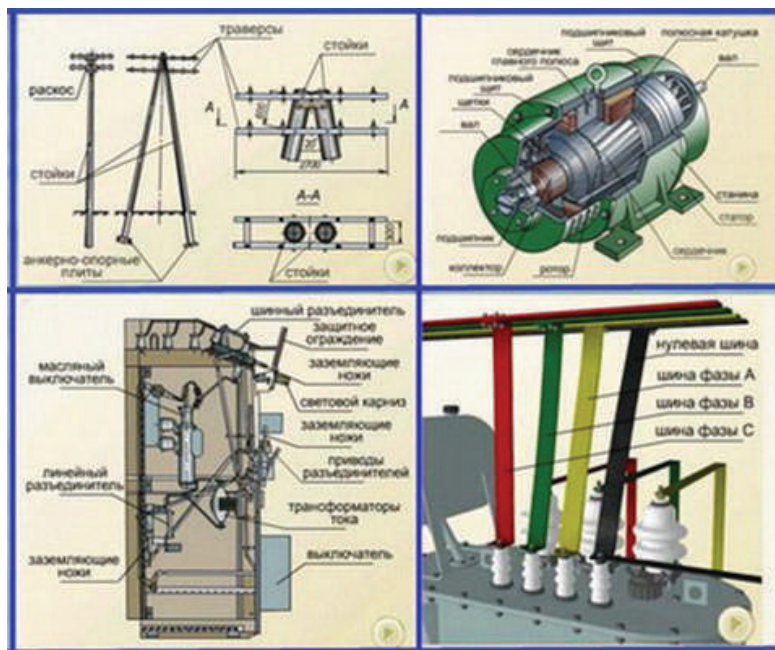


Рис. 7. Каталог «Графика»



Рис. 8. 3D-объекты

приемы электромонтажа, а также показывают части и принцип работы электрических устройств.

Для проверки изученного материала после каждого раздела необходимо выполнить практическую работу и пройти тест. Практическая работа поможет овладеть навыками и последовательностями действий при выполнении электромонтажных работ, обслуживании, нахождении дефектов и во время ремонта электроустановок.

В каждом практикуме имеются учебные задания и тесты.

При выполнении учебных заданий на компьютерах студенты овладевают навыками по ремонту, обслуживанию и электромонтажу основного электрооборудования.

При выполнении интерактивных учебных заданий учащиеся получают практические навыки за счет взаимодействия с интерактивной образовательной средой, обеспечивающей моделирование действий обучаемого в реальных условиях монтажа, эксплуатации.

При необходимости можно менять параметры учебных заданий, что позволит студентам более глубоко изучить материал. При выполнении учебного задания

студент может производить манипуляции с двухмерными и трехмерными предметами. Процесс выполнения учебного задания контролируется программой. О неправильных действиях учащегося сообщает анимированный трехмерный персонаж «Мастер». Кроме этого, персонаж «Мастер» дает необходимые рекомендации по ходу выполнения учебного задания.

Тестирование по практикуму проходит последовательно и содержит по десять вопросов, касающихся материала соответствующего раздела. Каждый вопрос относится к какому-либо подразделу. Тесты считаются пройденными, если было получено более 75 % правильных ответов (рис. 9).

Реализация тестов осуществлена с использованием нескольких мультимедиа типов тестовых вопросов. При прохождении теста учащийся видит затраченное время на каждый вопрос, оставшееся время, номер текущего вопроса и результаты ответа на предыдущие вопросы (рис. 10). Тесты выполняются последовательно, учащемуся недоступны подсказки и теоретические материалы. После выполнения тестов на экран выводится оценка результата, после

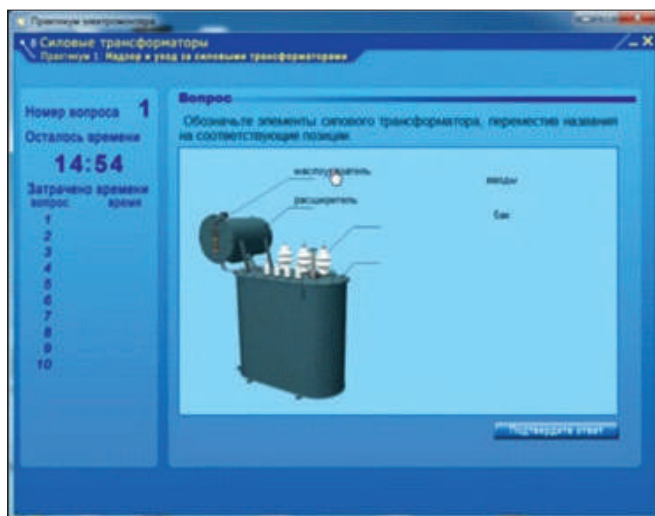


Рис. 9. Пример тестового задания

чего информация записывается в специальный файл.

При выполнении практических и учебных заданий студент получает весь необходимый теоретический материал. Выполняя задания можно воспользоваться помощью «Мастера» или, нажав на вопросительный знак в левом нижнем углу экрана (рис. 11).

Проанализируем использование электронного средства учебного назначения «Практикум электромонтера» для специаль-

ностей «Электроснабжение» и «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» Технического колледжа им. Ю. А. Гагарина.

Раздел ЭСУН «Техника безопасности» используется в изучении МДК.03.01 «Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения». Раздел «Техника безопасности» состоит из одного учебного задания и двух практикумов.

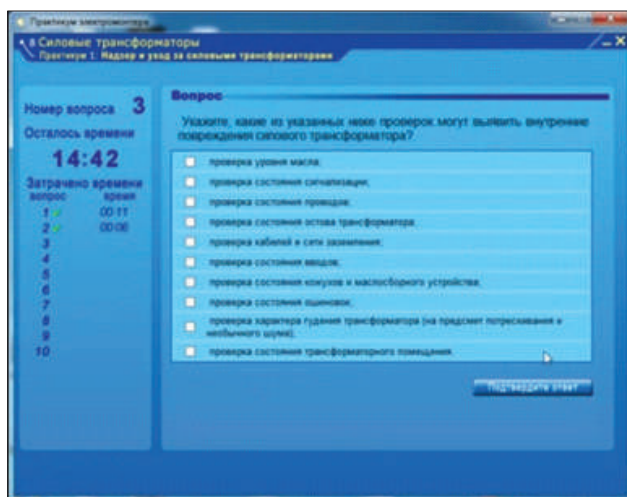


Рис. 10. Вид тестового задания

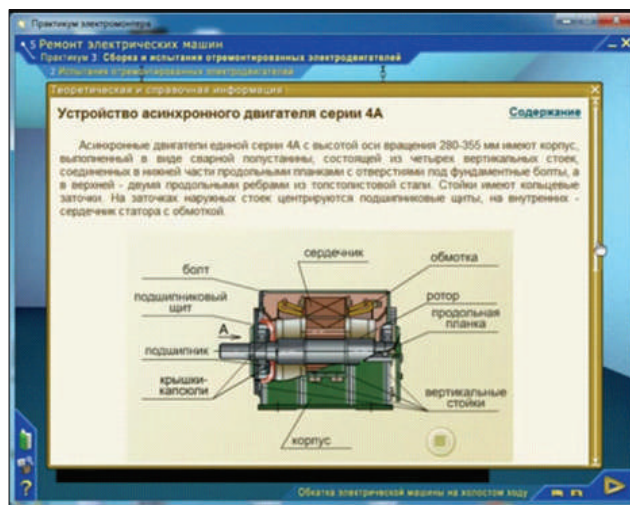


Рис. 11. Кнопка «Мастер»

В учебном задании «Техника безопасности при работе с мегаомметром» рассматриваются правила работы с мегаомметром в различных типах электроустановок. Задача – выполнить последовательность действий по подготовке рабочего места и выполнению работы с мегаомметром в выбранном типе электроустановки. Необходимо, выбрав правильную последовательность действий, используя соответствующий электротехнический инструмент и средства обеспечения безопасности, произвести необходимые измерения. В ходе выполнения задачи происходит знакомство с правилами безопасности при работе в электроустановках, обучение правильному использованию электроинструмента применительно к конкретной ситуации.

В практикуме «Обеспечение безопасности при работе с электроустановками» рассматривается порядок организации работ в действующих электроустановках и меры безопасности при выполнении этих работ.

Представлена информация о проведении работ со снятием напряжения в электроустановках напряжением до 1 кВ и выше.

Учащиеся в ходе выполнения практикума знакомятся со справочной информацией: порядок и условия производства работ; организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ [2, с. 147], характеристика помещений по степени опасности [3, с. 2], работы с электроизмерительными клещами и измерительными штангами и т. д.

В практикуме «Первая помощь пострадавшим от электрического тока» представлена информация о приемах проведения непрямого массажа сердца, способах и правилах проведения искусственного дыхания. Практикум содержит справочную информацию о воздействии тока на организм человека, опасных напряжени-

ях, токе, частоте, о причинах поражения электрическим током; об опасных факторах на производстве; о мерах безопасности при освобождении от действия электрического тока и т. д. [4, с. 2]

Практикумы завершаются тестированием.

Практика показывает, что применение электронных средств учебного назначения с полным основанием можно считать существенной частью учебного процесса в Техническом колледже им. Ю. А. Гагарина. ЭСУН играет важную роль средства формирования навыков и умений в ходе учебного процесса. Именно поэтому потенциальные возможности адекватного использования ЭСУН в учебном процессе для образовательных целей весьма значительны.

Цитированная литература

1. Практикум электромонтера. Электронное учебное издание / М. Н. Морозов, А. И. Танаков, Д. А. Быстров, А. В. Герасимов. – Текст : электронный // Министерство образования Российской Федерации. – 2003. URL: https://trigada.ucoz.com/load/praktikum_ehlektromontera/1-1-0-401.
2. Сибикин, Ю. Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: учебник для начального профильного образования / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – С. 147–157. – Текст : непосредственный.
3. Гострудпромнадзор ПМР информирует. – Текст : непосредственный // Информационно-аналитический правовой журнал. – № 1. – 2010. – 2 с.
4. Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве // Министерство здравоохранения Приднестровской Молдавской Республики. – 2016. – № 523/350. – С. 2–5. – Текст : непосредственный.

УДК 004.45

ОБЛАЧНАЯ РАЗРАБОТКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ

С. В. Зинченко, Ю. В. Балашова

Рассматриваются понятия облака, облачных вычислений, облачной разработки и отличие облачной разработки от стандартной модели разработки. Рассматриваются ключевые преимущества и разновидности облачной разработки программного обеспечения.

Ключевые слова: облако, облачные вычисления, облачная разработка, фреймворки, гибкость, конвейеры

CLOUD DEVELOPMENT: BENEFITS AND FEATURES

S. V. Zinchenko, Y. V. Balashova

This article discusses the concepts of cloud, cloud computing, cloud development, and various cloud development standard development models. The key advantages and varieties of cloud software development are considered.

Keywords: cloud, cloud computing, cloud development, frameworks, flexibility, pipelines

В последние годы в различные сферы деятельности общества проникает понятие «облако» (The cloud). Облако – это модель работы, при которой данные хранятся на распределенных серверах. Доступ к ним осуществляется через интернет. Таким образом, облачные серверы могут быть расположены географически в разных частях мира, но для пользователя являться единым целым. Они могут быть снабжены необходимым программным обеспечением и базами данных. При использовании облачных технологий у пользователей и компаний нет необходимости содержать собственные серверы, управлять ими физически и запускать приложения на своих компьютерных мощностях. Типичная организация облака показана на рис. 1 [1].

Облачные технологии предоставляют ряд преимуществ:

1. **Экономия денежных средств.** Используя облачные вычисления, пользователь не тратится на покупку и содержание

серверов, специализированного программного обеспечения. Исключаются и затраты на содержание серверов и их инфраструктуры (электроснабжение, охлаждение и персонал для обслуживания).

2. **Гибкость.** За считанные минуты можно увеличивать и уменьшать выделенные вычислительные ресурсы.

3. **Производительность.** Облачные сервисы, как правило, регулярно обновляют аппаратные технологии и повышают мощность своих серверов.

4. **Надежность.** Резервное копирование, зеркалирование, обеспечение непрерывности работы экономически выгоднее содержания собственных серверов.

5. **Безопасность.** Многие поставщики облачных услуг предоставляют широкий спектр технологий безопасности, шифрования и защиты данных.

Существует три типа архитектуры облачных вычислений:

1. **Публичное облако (public cloud).** Такие облака могут использоваться несколькими организациями одновременно,

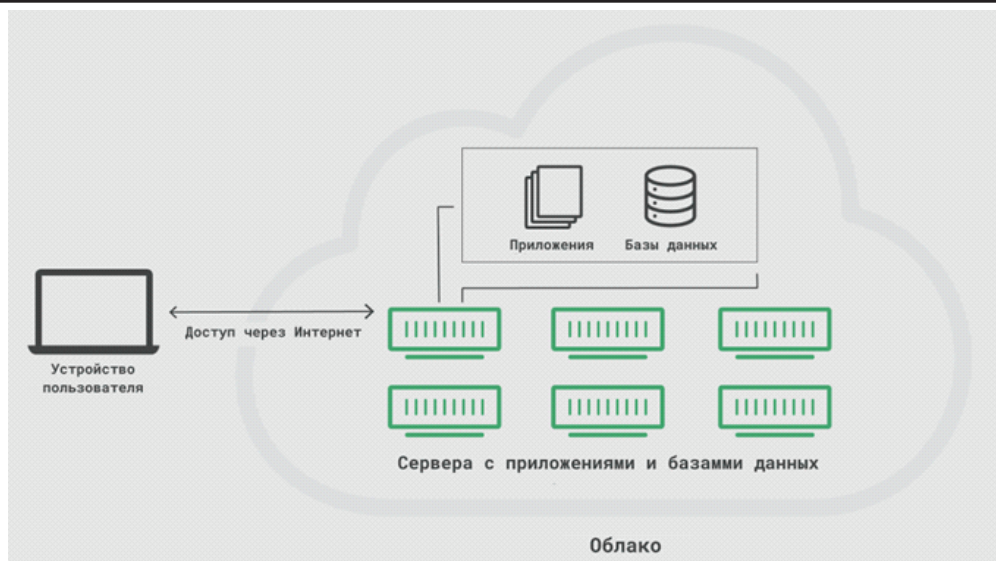


Рис. 1. Организация облака

т. е. виртуальные машины и отдельные сервера используются разными клиентами. Это называется мультиарендность, поскольку несколько арендаторов занимают пространство на одном сервере.

2. **Частное облако (private cloud)** – это сервер, дата-центр или распределенная сеть, полностью выделенная одной организацией.

3. **Гибридное облако (hybrid cloud)**. Гибридные облака могут объединять публичные и частные облака, а также локальные серверы организации. Например, можно использовать частное облако для одного вида услуг, а общедоступное – для других целей.

Помимо перечисленного облачные технологии находят все более широкое применение в области разработки программного обеспечения. Облачная разработка (cloud development) – это создание программного обеспечения, предназначенного для работы внутри облачной среды вычислений. Традиционный подход к разработке программного обеспечения, как правило, подразумевает разработку, тестирование и запуск приложений на компью-

тере или физических серверах. В то же время при облачной разработке программное обеспечение создается, тестируется и запускается в облачной среде [2].

Технология облачной разработки, существующая уже около 10 лет, только недавно стала стандартом разработки. На это повлияли следующие тенденции:

1. Распространение **Software-as-a-Service (SaaS)** (программное обеспечение как услуга) продуктов, являющихся по сути облачными программными приложениями.

2. Рост количества организаций, запускающих программное обеспечение в облачной среде.

3. Использование контейнерных технологий, таких как **Kubernetes** и **Docker**. В этом случае программное обеспечение не зависит от среды его выполнения.

4. Появление более сложного программного обеспечения и использование **AI/Machine Learning** (искусственный интеллект/машинное обучение) требует больших вычислительных мощностей, которые, как правило, превосходят возможности обычных персональных компьютеров.

5. В последние годы стоимость облаков и облачных вычислений значительно снизилась, что позволяет использовать эти технологии не только крупному и среднему бизнесу, но и небольшим компаниям, отдельным разработчикам и пользователям.

Развитие облачных вычислений способствовало развитию параллельной архитектуры программного обеспечения. Приложения разделялись на более мелкие компоненты и «строительные блоки». Распределенные клиент-серверные системы и браузерные веб-приложения стали применять модульный принцип (приложения разделяются на функциональные блоки). В то же время ряд фреймворков, таких как **Angular** и **React** для **JavaScript**, начали набирать популярность, что также стандартизировало блоки кода с общими функциями. В результате появились стандартизированные блоки как на браузерной (**front-end**), так и на серверной (**back-end**) составляющей.

Повышение возможностей и качества облачной разработки привело к появлению новых форм взаимодействия разработчиков и применению **DevOps** – методологии активного взаимодействия специалистов по разработке со специалистами по информационно-технологическому обслуживанию и их взаимной интеграции для обеспечения качества продукта (рис. 2).

Облачная среда способствует развитию подхода **DevOps**. Разработка в облаке для облака означает, что аналогичная среда будет использоваться на протяжении всего жизненного цикла продукта и это позволит уменьшить количество возможных ошибок и других проблем в производственной среде.

Использование облачной разработки позволяет создавать более качественное программное обеспечение при меньших затратах на создание и запуск. Облачная разработка также связана с гибкой мето-



Рис. 2. Методология DevOps

дологией (**agile methodology**) разработки программного обеспечения благодаря использованию конвейеров **CI/CD (continuous integration/continuous delivery)**, т. е. непрерывной интеграции/непрерывной доставки. Выпуск программного обеспечения в виде небольших итераций функциональности заметно снижает затраты ресурсов и времени за счет избегания разработки ненужных или неэффективных функций. Также облачная разработка позволяет автоматизировать тестирование продукта.

Глобально облачные разработки можно разделить на 2 вида:

1. Cloud development (облачная разработка). В общем смысле облачная разработка требует наличия только браузера или онлайн-интерфейса, соединенных с облачной инфраструктурой.

2. Cloud-native development (особый вид облачной разработки). В этом случае важно не **как** создается программное обеспечение, а **что** создается. Сообществами **Kubernetes** и **Cloud Native Computing Foundation (CNCF)** это определяется как динамически управляемая разработка программного обеспечения на основе архитектуры микросервисов. Иногда для лучшего понимания термин **cloud-native** заменяет-

ся на **container-native development**, буквально означающий «разработка с использованием контейнеров». Стандартная архитектура облачной разработки не использует контейнеры и полагается на саму облачную инфраструктуру для обеспечения масштабируемости и высокой доступности [3].

Различия между традиционным и облачными методами разработки выглядят следующим образом:

1. Традиционная разработка приложений (**traditional app development**):

- виртуальные машины;
- хранилища данных;
- мониторинг безопасности;
- каскадная модель;
- миграции данных.

2. Облачная разработка приложений (**cloud-based app development**):

- «озеро данных» (**data lake**);
- автоматизация безопасности;
- гибкая разработка (**agile**).

3. Особый вид облачной разработки приложений (**cloud-native app development**):

- контейнеры;
- «озеро данных» (**data lake**);
- автоматизация безопасности;
- гибкая разработка (**agile**);
- конвейеры **CI/CD (continuous integration/continuous delivery)**.

Таким образом, облачная разработка в первую очередь рассматривает управляемую облачную среду как прямую замену локальному серверу. Это уменьшает финансовые вложения в связи с отсутствием необходимости использования локальных серверных мощностей и обеспечивает масштабируемость вычислительной мощ-

ности и объема хранилища данных. Но в целом базовая архитектура облачного приложения во многом такая же, как и в традиционных приложениях.

Разработка с использованием контейнеров, или особый вид облачной разработки (**cloud-native development**), в полной мере использует облачную среду (облачные сервисы и функции), позволяя унифицировать среды разработки, тестирования и развертывания и использовать конвейеры **CI/CD**.

Облачная разработка является будущим стандартом для большинства проектов нового программного обеспечения и миграции стандартного программного обеспечения. Преимущества облачной инфраструктуры и **DevOps** очевидны.

Цитированная литература

1. Cloudflare : [официальный сайт]. – Сан-Франциско. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://www.cloudflare.com/learning/cloud/what-is-the-cloud> (дата обращения: 3.04.2021). – Текст : электронный.

2. Microsoft Azure : [официальный сайт]. – Редмонд. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/#cloud-computing-models> (дата обращения: 28.03.2021). – Текст : электронный.

3. Kruschecompany : [официальный сайт]. – Мюнхен. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://kruschecompany.com/cloud-development/#~:text=Cloud%20development%20simply%20means%20writing,to%20a%20cloud%2Dbased%20infrastructure> (дата обращения: 21.03.2021). – Текст : электронный.

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

УДК 336.77.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА МОЛОДЫХ СЕМЕЙ В ПРИОБРЕТЕНИИ ЖИЛЬЯ В ПМР

Л. Г. Сенокосова, А. А. Остроухова

Исследуется важнейшая нерешенная проблема – жилищная. Анализируется жилищный фонд ПМР. Рассматривается поддержка Правительством ПМР молодых семей бюджетной сферы в приобретении жилья. Отмечаются достоинства и недостатки ипотечного кредитования, и предлагаются пути его совершенствования и внедрения в Приднестровье.

Ключевые слова: *жилищный фонд, жилищная проблема, ипотека, ипотечное жилищное кредитование, государственная поддержка, государственные субсидии, кредитные риски.*

STATE SUPPORT FOR YOUNG FAMILIES IN PURCHASING HOUSING IN THE PMR

L. G. Senokosova, A. A. Ostrouhova

The article examines the most important unsolved problems – housing. The housing stock of the PMR has been analyzed. The support of the Government of the PMR of young families of the budgetary sphere in the purchase of housing has been considered. The advantages and disadvantages of mortgage lending have been noted and ways of its improvement and implementation in PMR have been proposed.

Keywords: *housing stock, housing problem, mortgage, mortgage lending, government support, government subsidies, credit risks.*

Право на жилище – одно из важнейших прав человека. Жилище представляет собой высшую ценность, без удовлетворения которой немислимо нормальное существование и функционирование человеческого общества. Обеспеченность жильем – один из основных показателей, характеризующих уровень жизни населения страны.

Жилище необходимо человеку не только как жизненное пространство, место по-

кой и отдыха, творческой работы и учебы, но и как важнейшая часть материальной базы для создания семьи, рождения детей, иначе, без жилища – нет и не может быть достойной полноценной жизни человека.

В современном обществе жилищем обладает далеко не каждый человек. В ПМР жилищная проблема – одна из наиболее насущных и давно уже вышла за рамки тех, которые можно не замечать. Поэтому обеспечение здоровых жилищно-бытовых условий – необходимая материальная пред-

посылка для превращения каждого человека в активного участника общественной жизни, вовлечения его в творческую созидательную деятельность и отсутствия желания миграции в другие страны.

Рассматривая жилищную проблему, необходимо дать определение понятия жилищного фонда. Жилищный фонд включает совокупность всех жилищных единиц: жилых домов, жилых помещений различных форм собственности. В жилищный фонд не входят места общего пользования, лестничные клетки, чердаки, подвалы, холлы. Характеристика жилищного фонда ПМР за период с 2010 по 2019 год представлена в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что жилищный фонд республики медленно, но возрастает. При этом наблюдается улучшение качества жилищного фонда, что можно наблюдать по данным в табл. 2.

Однако жилищный фонд в республике распределен крайне несправедливо: у одних есть возможность жить в шикарных апартаментах, а другим приходится жить в общежитиях, на съемных квартирах или

делить квадратные метры с родственниками. Кроме того, часть жилищного фонда Приднестровья находится в плохом состоянии в результате физического износа, поскольку значительная часть домов республики эксплуатируется более 30 лет.

К сожалению, в связи с низкой покупательной способностью большая часть населения Приднестровья не может позволить себе строительство нового жилья, покупку индивидуального дома или квартиры. Необходимость решения жилищной проблемы обусловлена в том числе высокой платой за аренду жилья. Эксплуатация домовладельцами своих жильцов стала одной из причин желания скорее купить собственную квартиру.

Задачи, направленные на реализацию права на жилище предлагаем решить путем реализации комплекса нормативных, правовых, организационных, финансовых мер и мероприятий по четырем основным направлениям:

- развитие жилищного строительства;
- совершенствование жилищно-коммунального комплекса;

Таблица 1

Данные жилищного фонда ПМР, тыс. кв. м [1]

Показатель	2010	2015	2018	2019
Жилищный фонд – всего	12903	12598	12826	12861
Из него – государственный	162	127	117	115
Городской жилищный фонд	8463	8355	8431	8452
Из него – государственный	123	88	79	76
Сельский жилищный фонд	4440	4343	4395	4409
Из него – государственный	39	39	38	39

Таблица 2

Благоустройство жилищного фонда, %

Удельный вес жилой площади оборудованной:	2010	2015	2018	2019
водопроводом	71,5	72,7	72,8	72,9
канализацией	66,6	68,1	68,8	68,8
отоплением	74,2	76,4	76,5	76,6
газом	85,2	87,0	87,0	86,9
горячим водоснабжением	60,9	59,8	61,5	61,7
ванными (душевыми)	61,7	63,3	64,4	64,6

- развитие ипотечного жилищного кредитования населения и рынка жилья;
- исполнение государственных обязательств по обеспечению жильем категорий граждан, выполняющих малооплачиваемую работу, обеспечивая предоставление им жилых помещений социального использования.

Из перечисленных оснований наиболее важным и проблемным является ипотека (от греч. *hypothēke* – залог), залог недвижимости (земли, строений) с целью получения долгосрочной ссуды.

Предполагается, что система ипотечного жилищного кредитования в ПМР в своем законченном виде должна стать саморазвивающейся и самодостаточной системой, не требующей дополнительного государственного финансирования. Однако без вмешательства государства она не может начать работать в полную силу, так как низкий уровень средней заработной платы не позволяет желающим гражданам принимать участие в программе ипотечного жилищного кредитования. Позволить себе ипотечный кредит могут только достаточно обеспеченные по средним приднестровским меркам граждане. Молодым семьям, да еще и с маленькими детьми, не потянуть выплату процентов по кредиту. Одним из существенных условий современной ипотеки является либо залог уже имеющегося в собственности семьи имущества (машины, квартиры, дачного участка), либо совокупный доход членов семьи, равный не менее 4 тыс. руб. в месяц.

Таким образом, к моменту обращения за кредитом по ипотеке в банк у молодой семьи уже должны быть свои частичные накопления на первоначальный взнос. Хотя в зарубежной практике некоторые банки заявляют о том, что выдают кредиты под нулевой первоначальный взнос. Получить такие кредиты достаточно проблематично (двойной залог, наличие поручителей и т. п.), поэтому лучше изначально

рассчитывать на наличие первоначального взноса для приобретения жилья в кредит.

Возникает вопрос, сможет ли молодая семья, а также семья государственных служащих взять ипотечный кредит? Для помощи молодым семьям и молодым специалистам государство Приднестровской Молдавской Республики разработало закон «О государственной поддержке молодых семей по приобретению жилья». Данный закон вступил в силу 5 февраля 2020 года и определяет правовые, организационные и экономические основы государственной поддержки молодых семей в виде предоставления им государственных субсидий на полную или частичную оплату кредита и процентов по нему на приобретение жилья на территории Приднестровья.

В законе указывается, кто может являться получателем государственной субсидии, а точнее, им может выступать гражданин Приднестровской Молдавской Республики, соответствующий следующим требованиям:

а) постоянно проживающий на территории Приднестровской Молдавской Республики на основании регистрации по месту жительства или временно проживающий на территории Приднестровской Молдавской Республики на основании регистрации по месту пребывания сроком 1 (один) год и более;

б) работающий по трудовому договору в организациях, финансируемых за счет средств бюджетов различных уровней на территории Приднестровской Молдавской Республики или проходящий государственную службу на этой территории;

в) достигший возраста не более 35 (тридцати пяти) лет в день обращения за получением государственной субсидии;

г) отсутствие у него в частной или общей с иными лицами собственности жилья на протяжении предшествующих дню обращения за государственной субсидией 3 (трех) лет, а также невыплаченного кредита на покупку жилья;

д) супруг (супруга) не должен (не должна) иметь в частной или в общей с иными лицами собственности жилья на протяжении предшествующих дню обращения за государственной субсидией 3 (трех) лет, а также невыплаченного кредита на покупку жилья;

е) являющийся членом молодой семьи в соответствии с настоящим Законом [2].

По закону прописывается, что источником финансирования мероприятий по предоставлению государственной поддержки будут средства из республиканского бюджета. Обязательным условием по получению субсидии является обязательство получателя государственной субсидии самостоятельно выплатить не менее 5 процентов от стоимости приобретаемого жилья в качестве первоначального взноса за счет собственных средств. По закону также оговаривается, что государственная субсидия предоставляется в Приднестровских рублях:

а) не имеющим детей – в сумме, эквивалентной 10 000 (десяти тысячам) долларов США по официальному курсу Центрального банка Приднестровской Молдавской Республики на момент заключения трехстороннего договора на получение кредита на приобретение жилья, но не более стоимости приобретаемого жилья, равными ежемесячными платежами в течение 10 (десяти) лет;

б) с одним ребенком – в сумме, эквивалентной 12 000 (двенадцати тысячам) долларов США по официальному курсу Центрального банка страны на момент заключения трехстороннего договора на получение кредита на приобретение жилья, но не более стоимости приобретаемого жилья, равными ежемесячными платежами в течение 10 (десяти) лет;

в) с двумя и более детьми – в сумме, эквивалентной 14 000 (четырнадцать тысячам) долларов США по официальному курсу Центрального банка Приднестровской Молдавской Республики на момент

заключения трехстороннего договора на получение кредита на приобретение жилья, но не более стоимости приобретаемого жилья, равными ежемесячными платежами в течение 10 (десяти) лет.

Обобщив вышеизложенное необходимо подчеркнуть, что государство стремится поддержать молодые семьи и молодых специалистов и пытается сделать все возможное, чтобы у каждого гражданина был шанс на приобретение собственного жилья, поэтому выдача субсидий может способствовать решению жилищной проблемы.

В соответствии со статьей 76-6 Конституции Приднестровской Молдавской Республики, статьей 25 Конституционного закона Приднестровской Молдавской Республики от 30 ноября 2011 года № 224-КЗ-V «О Правительстве Приднестровской Молдавской Республики» (САЗ 11-48) в действующей редакции, Законом Приднестровской Молдавской Республики от 14 февраля 2020 года № 22-3-VI «О государственной поддержке молодых семей по приобретению жилья» (САЗ 20-7), в целях определения порядка оказания государственной поддержки молодым семьям в приобретении жилья Правительство Приднестровской Молдавской Республики постановляет:

1. Утвердить Положение о порядке оказания государственной поддержки молодым семьям в приобретении жилья согласно Приложению к настоящему Постановлению.

2. Органам государственной власти Приднестровской Молдавской Республики, предоставляющим государственную субсидию и ответственным за реализацию настоящего Постановления (далее – уполномоченные органы государственной власти), в течение 5 рабочих дней со дня опубликования настоящего Постановления утвердить состав ведомственной комиссии под председательством руководителя уполномоченного органа государственной власти.

3. Уполномоченные органы государственной власти ежегодно, в срок до 20 числа второго месяца, следующего за отчетным периодом, представляют в Правительство Приднестровской Молдавской Республики отчеты о количестве молодых семей, заключивших трехсторонний договор на получение кредита на приобретение жилья, плановых и фактических расходах на выплату государственных субсидий, о количестве молодых семей, стоящих в очереди на получение кредита на приобретение жилья.

4. Настоящее Постановление вступает в силу со дня официального опубликования и распространяет свое действие на правоотношения, возникшие со дня вступления в силу Закона Приднестровской Молдавской Республики от 14 февраля 2020 года № 22-3-VI «О государственной поддержке молодых семей по приобретению жилья» (САЗ 20-7) [3].

Премьер-министр ПМР отметил, что обеспечение специалистов доступным жильем реализуется в рамках стратегии развития государства, утвержденной Президентом ПМР Красносельским Вадимом

Николаевичем. Однако, в связи с пандемией, решение этого вопроса перенесли на 2021 год, поскольку денежные средства, рассчитанные на решение жилищной проблемы, ушли на борьбу с COVID. Вместе с тем уже 3 февраля 2021 года Председатель Правительства ПМР Мартынов Александр Владимирович вручил 5 сертификатов на жилье работникам бюджетной сферы.

В программе льготного кредитования участвуют два банка: Сберегательный и Эксимбанк.

С переходом к рыночным отношениям государственное жилье в стране было передано в муниципальную собственность, включая ведомственный жилищный фонд, преобразованный в процессе приватизации государственных предприятий в частную собственность, что можно наблюдать по данным рис. 1.

При этом приватизация проводилась бесплатно. Сегодня в Приднестровье бесплатное жилье предоставляется только нуждающимся в нем малоимущим и некоторым другим категориям граждан на условиях социального найма и не подлежит приватизации.

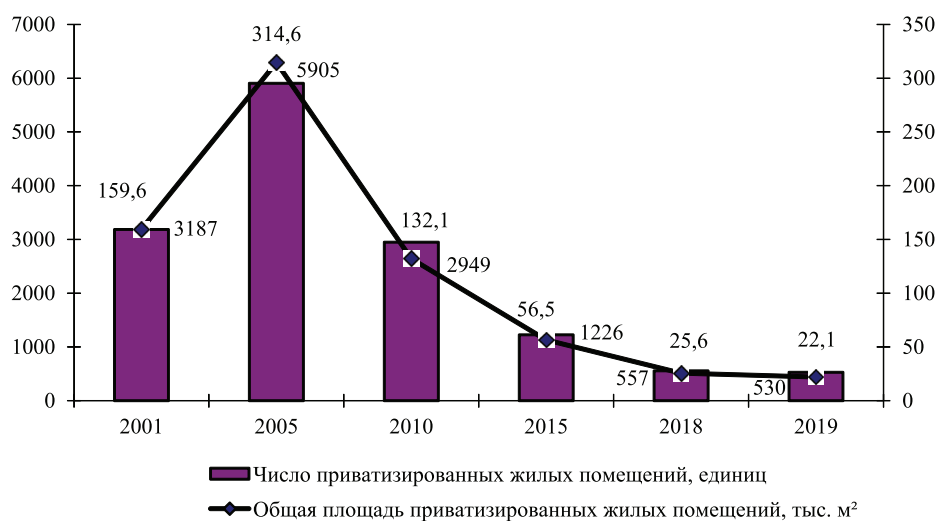


Рис. 1. Приватизация жилья в ПМР за период 2001–2019 г.

В связи с тем, что далеко не каждый приднестровец способен улучшить свои жилищные условия за счет собственных накоплений или государственного бюджета, в этом случае наиболее оптимальным способом решения покупки жилья является ипотечный кредит. В США ежегодно более 90 % жилищного фонда приобретается на условиях ипотечного кредитования. Во Франции, Великобритании, Германии также активно используется ипотечный кредит в качестве инструмента решения жилищной проблемы. В Приднестровье ипотечное кредитование развито крайне слабо.

Сегодня получить ипотечный жилищный кредит в Приднестровских банках достаточно сложно. Дело в том, что, во-первых, еще очень мало банков, практикующих ипотечное жилищное кредитование, во-вторых, не отработана сама схема кредитования, в-третьих, для получения кредита требуется собрать большое количество документов, чтобы оценить кредитоспособность клиента. Оценка кредитоспособности клиента проводится в кредитном отделе банка на основе информации, характеризующей способность заемщика получать доход, достаточный для своевременного погашения полученной ссуды, а также постоянная проверка имущества, которое может служить материальным обеспечением выданной ссуды. В целях своевременного погашения полученного кредита рекомендуем банковскому работнику анализировать рыночную конъюнктуру, тенденции ее изменения, риски, которые испытывает банк и его клиент и прочие факторы. По нашему мнению, информацию об индивидуальном заемщике банк должен получать с места его работы и места жительства.

Особое внимание кредитор обязан обратить на стабильность трудовой деятельности клиента и платежеспособность организации, в которой он работает. Сумму кредита, которая может быть выдана заемщику, целесообразно рассчитывать на

основе стабильного и подтвержденного официальными документами дохода.

Ипотечное кредитование осуществляется в банках ПМР на недостаточно высоком уровне еще в силу отсутствия достаточной квалификации специалистов, работающих с клиентами. Ипотека для ПМР – это сравнительно новый и весьма сложный вид кредитования. Специалист, занимающийся вопросами ипотечного кредитования, должен знать банковское дело, гражданское и семейное право, нотариальную деятельность, работу регистрирующих органов, страхование, а также должен быть опытным психологом.

В настоящее время в развитых капиталистических странах займы на приобретение собственных квартир или домов предоставляются на следующих условиях: первоначальный взнос наличными составляет – 25–30 % от цены приобретаемого объекта; срок погашения кредита – 24–30 лет; процентная ставка от 6 до 10 % от невыплаченного долга.

Как показывают расчеты, ипотечный кредит на таких условиях в ПМР могут получить лица, доходы которых выше среднего уровня. В семьях с низким и среднестатистическим доходом воспользоваться ипотечным кредитом сложно. При предоставлении ипотечных кредитов возможно возникновение кредитных рисков. Предлагаем снижение рисков ипотечного кредитования осуществлять путем введения обязательного страхования ипотечного кредита. На наш взгляд, выдачу кредита следует производить лишь после оформления страхового договора и уплаты страхового взноса, иначе банк теряет контроль за исполнением обязательств страховщиком. Страховщики предпочитают заключать договор страхования с банками, а не с конкретными их заемщиками. В этом случае выгоды страхователя зависят от финансовой устойчивости банка. Страховые организации заинтересованы заключать

страховые договоры на более длительный срок, так как это менее рискованно.

Особое место в системе ипотечного кредитования в ПМР должно занимать корпоративное ипотечное кредитование, которое имеет ряд преимуществ в предоставлении целевых ипотечных кредитов, сочетая их с различными льготами государства. Основными видами материальной поддержки молодых семей при корпоративном ипотечном кредитовании могут быть:

- частичная или полная компенсация первоначального взноса;
- частичная компенсация рыночной стоимости приобретаемого жилья;
- частичная или полная компенсация годовых процентов по предоставленному кредиту.

Систему корпоративного ипотечного кредитования предлагаем реализовывать путем введения выдачи субсидий по ипотечному кредиту, выплату которых можно осуществить за счет доходных статей консолидированного бюджета ПМР.

Важно отметить, что в условиях пандемии и растущей миграции населения государство сможет обеспечить снижение оттока молодых специалистов, частично решив жилищную проблему.

Одним из основных условий создания системы ипотечного жилищного кредитования в ПМР является обеспечение доступности ипотечного кредита для населения со средним и низким доходом. Эти мероприятия включают предоставление гражданам целевых адресных субсидий, субсидирование банков в предоставлении кредитов молодым семьям с невысокими доходами, страхование рисков ипотечного кредитования с целью снижения цены ипотечного кредита, создание специальных организаций, реализующих программы жилищного финансирования граждан с невысокими доходами.

К главным условиям, которые будут способствовать в Приднестровье развитию ипотечного кредитования, на наш взгляд, целесообразно отнести создание в стране благоприятной экономико-политической обстановки, разработку необходимой законодательно-нормативной базы. Одним из центральных вопросов остается стандартизация процедур выдачи и обслуживания ипотечных кредитов, правил оценки платежеспособности заемщиков, а также финансовых инструментов для привлечения средств.

По нашему мнению, в Приднестровье необходимо создать такую систему ипотечного жилищного кредитования, которая содержит в себе огромный потенциал экономического развития, а также влияет на повышение стабильности и эффективности функционирования банковской системы государства. Сегодня для улучшения благополучия населения и развития жилищного фонда республики следует создать надежную институциональную основу ипотечного жилищного кредитования, которая обеспечит условия для расширения возможности приобретения гражданами жилья на первичном и вторичном рынках, доступных для различных категорий граждан.

Цитированная литература

1. Ежегодник государственной службы статистики ПМР. – 2020 г. – С. 79. – Текст : непосредственный.
2. Закон Приднестровской Молдавской Республики «О государственной поддержке молодых семей по приобретению жилья» № 22-3-VI (CA320-7) от 14 февраля 2020 года.
3. Приложение к Постановлению Правительства Приднестровской Молдавской Республики «Положение о порядке оказания государственной поддержке молодым семьям в приобретении жилья» № 61 от 12 марта 2020 года.

СИСТЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ЕГО УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ: КРАТКИЙ ОБЗОР

Н. Ю. Муравьева, Т. А. Албук

Уделено внимание проблемам налогообложения и его учетно-аналитического обеспечения в части понятийного аппарата. Проведен обзор сложившихся в мировой практике подходов к определению понятий «налог», «налоговые издержки», «налоговые затраты» и «налоговые расходы». Рассмотрена смысловая нагрузка понятия «качество учетно-аналитической информации». Обобщены отличия между налоговой оптимизацией и уклонением от уплаты налогов. Выделены особенности налоговой системы Приднестровья и связанные с ней налоговые риски.

Ключевые слова: налог, сбор, налоговые издержки, налоговые затраты, налоговые расходы, учетно-аналитическое обеспечение, оптимизация, риск.

SYSTEM PROBLEMS OF TAXATION OF ORGANIZATIONS AND ITS ACCOUNTING AND ANALYTICAL SUPPORT IN PRIDNESTROVIE: A BRIEF OVERVIEW

N. Yu. Muraviova, T. A. Albuk

In this article, attention has been paid to the problems of taxation and its accounting and analytical support in terms of the conceptual apparatus. The review of the approaches developed in the world practice to the definition of the concepts of "tax", "tax costs", "tax spending" and "tax expenses" has been carried out. The semantic load of the concept "quality of accounting and analytical information" has been considered. The differences between tax optimization and tax evasion have been summarized. The features of Pridnestrovian tax system and the tax risks associated with it have been highlighted.

Keywords: tax, collection, tax costs, tax spending, tax expenses, accounting and analytical support, optimization, risk.

Изменение количественных и качественных параметров коммерческой деятельности требует соответствующего управления налоговыми отношениями. Неправильный или недостаточный учет налогового фактора может привести к весьма неблагоприятным последствиям, включая банкротство предприятия. От рациональной организации бухгалтерского учета и своевременного анализа расчетов с бюджетом зависит четкость, полнота расчетных взаимоотношений с государством, формирование достоверной учетной информации о расчетах по налогам и сборам для

использования в качестве базы при принятии управленческих решений. При этом решения в области налогообложения будут эффективными только в том случае, если будет обеспечена полнота и достоверность учетно-аналитической информации. Обеспечение таких характеристик учетно-аналитической информации неразрывно связано с правильной трактовкой действующего законодательства и понятийного аппарата в области налогообложения, что предъявляет достаточно жесткие требования к квалификации менеджеров организации и к законотворчеству. Финансовые потери на микро- и макроуровне по причине некорректных управленческих решений в обла-

сти налогообложения или несовершенства законодательной базы могут существенно ухудшить финансовое положение экономических субъектов и государства.

Вместе с тем изучение теоретических работ и законодательных актов в области налогообложения позволяет сделать вывод, что о совершенстве законодательной базы в области налогообложения на макроуровне и методологического обеспечения разработки учетно-аналитической информации на микроуровне пока говорить рано. Потребность компоновки и освещения проблем законодательного регулирования налогообложения в Приднестровье и управления учетно-аналитическим обеспечением решений в налоговой сфере предопределила выбор темы настоящей работы.

Проведем краткий обзор системных проблем налогообложения и его учетно-аналитического обеспечения.

По итогам проведенного обзорного анализа понятия «налог» можно отметить, что к его определению ученые подходят с различных позиций. В таблице приведены некоторые мнения о понятии «налог».

Таким образом, в нормативно закреплённом Законом «Об основах налоговой системы в ПМР» определении понятие «налог» подводится под понятие «платеж» или специфическую форму платежа. Налог, будучи платежом, есть процесс или действие, протяженное во времени. Однако протяженность такого действия невелика. Время осуществления платежа по представленному определению – есть протяженность существования налога. Следовательно, налог не существует до начала процедуры платежа и не существует после завершения платежа. Отметим, что при безналичной форме расчетов время существования налога – есть период совершения банковской операции по перечислению суммы налога с расчетного счета клиента на иной банковский счет. Современные банковские технологии позволяют произвести эту операцию в считанные минуты. Получается, что именно такое время должен существовать налог. Кроме того, платеж представляет собой способ погашения долга. Возникает вполне естественный вопрос: что это за долг? Законодательно закреплённое в Приднестровье определение

Некоторые подходы к определению понятия «налог»

Автор	Определение
Э. Селигман	Налог – принудительный сбор, взимаемый государством с отдельного лица для покрытия расходов, вызванных общегосударственными нуждами, без всякого отношения к специальной выгоде плательщика [1, с. 89].
А. В. Сидорова	Налог – один из важнейших элементов экономики государства, служащий источником дохода государственного бюджета и регулирующий не только экономические, правовые, но и социальные, демографические и иные процессы [2, с. 32].
К. С. Черноусова	Налог – это обязательный индивидуально-безвозвратный платеж, взимаемый с организаций и физических лиц в форме отчуждения, принадлежащий им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежными средствами в целях финансового обеспечения деятельности государства и иных муниципальных образований [3, с. 94].
Закон ПМР «Об основах налоговой системы в ПМР» от 19.07.2000 г. № 321-ЗИД (тек. ред. на 01.01.2021 г.).	Налог – это обязательный, индивидуально безвозмездный платеж, взимаемый с организаций и физических лиц в форме отчуждения принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципальных образований [4, ст. 1].

при этом отвечает на этот вопрос: «...обязательный, индивидуально безвозмездный платеж...» [4, ст. 1]. Возникает противоречие: налог – это долг (платеж за что-либо) или же, согласно определению, это безвозмездное обязательство.

Обратимся к определению понятия «сбор». В соответствии с Законом ПМР «Об основах налоговой системы в ПМР», под сбором понимается обязательный взнос, уплачиваемый организациями и физическими лицами или взимаемый с организаций и физических лиц, уплата которого предусмотрена налоговыми законами либо является одним из условий совершения органами государственной власти, органами местного самоуправления, иными уполномоченными органами и должностными лицами в отношении плательщиков сборов определенных действий, в том числе юридически значимых, включая предоставление определенных прав или выдачу разрешений (лицензий) [4, ст. 1]. Следовательно, в соответствии с нормативно закрепленным определением, сбор, в отличие от налога, представляет собой форму возмездной сделки между государством, представленным соответствующими органами и определенными организациями или физическими лицами.

По мнению Э. Селигмана, налог – это принудительный сбор (но не платеж), то есть сделка, которая, по нашему мнению, как раз в обязательном порядке подлежит уплате экономическим субъектом в обмен на возможность функционировать [1, с. 89]. Таким образом, нужно признать, что нормативно установленное определение налога видится не вполне удовлетворительным с экономических позиций. Определение налога должно дать достаточно полную характеристику (исчерпывающее отображение) данному социально-экономическому явлению. Полная формулировка определения налога должна иметь не только теоретическое, мето-

дологическое, но и существенное практическое значение.

В этой связи заслуживает внимание определение В. М. Пишулова, который детально проанализировал характеристики налоговых взаимоотношений и предложил признать налог, как «... долговое отношение между налогоплательщиком, несущим налоговое (долговое) обязательство, и государством, предъявляющим налоговое (долговое) требование» [5, с. 38]. При этом налоговое обязательство установлено законом для обеспечения платежеспособности государства, в основе чего лежит индивидуальная безвозмездность и безвозвратность. Обязательство гасится имуществом экономического субъекта и, соответственно, долговые отношения между субъектами прекращаются.

Немаловажным выступает и интерпретация понятия «налоговые издержки». В экономической литературе «налоговые издержки» очень часто заменяются такими понятиями, как «налоговые затраты» и «налоговые расходы». Разобраться в правильности применения данных понятий может помочь мнение Е. Г. Дедковой, согласно которому понятие «налоговые издержки» шире категории «налоговые затраты» и «налоговые расходы», поскольку включает в себя не только налоговые затраты, но и транзакционные издержки (рис. 1). В свою очередь, налоговые затраты – это совокупность расходов предприятия, связанных с возникновением, обслуживанием и исполнением обязанностей налогоплательщика (плательщика сборов) перед бюджетом. Налоговые расходы – это сумма исполненных (уплаченных) обязательств налогоплательщика [6, с. 50].

На рис. 1 в виде ситуаций под номерами 1–4 показаны разные соотношения между налоговыми расходами, подлежащими уплате по плану, и фактически уплаченными: ситуация 1 – фактическая уплата меньше плановой; 2 – фактическая уплата

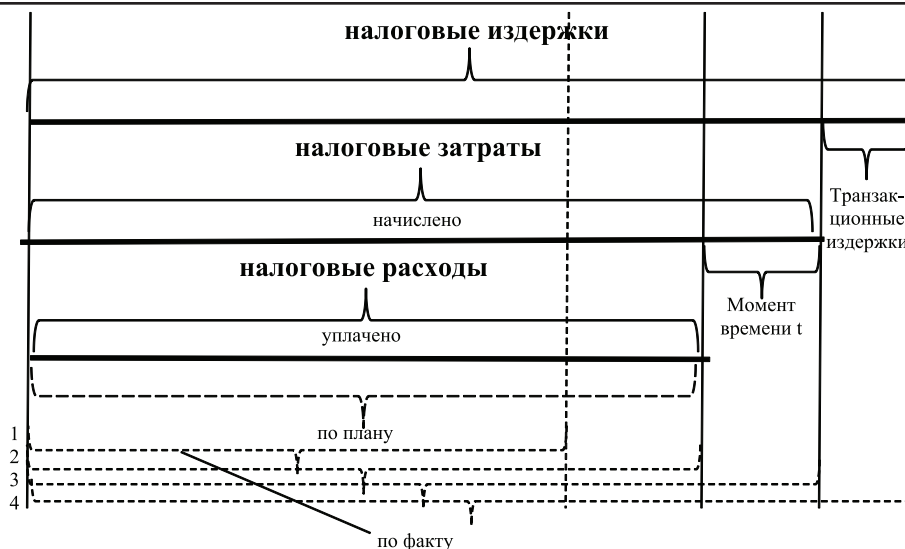


Рис. 1. Соотношение понятий налоговые затраты, налоговые издержки и налоговые расходы

равна плановой; 3 – фактическая уплата больше плановой; 4 – фактическая уплата с учетом транзакционных издержек.

По мнению Г. А. Артеменко, к транзакционным издержкам, возникающим в ходе соблюдения налогового законодательства, относятся:

а) затраты на получение информации, связанные с приобретением всех документов, необходимых для предоставления в налоговый орган;

б) затраты на переговоры – финансовые ресурсы и время, необходимое для создания «хороших» отношений с представителями налоговых органов;

в) затраты измерения – заработная плата бухгалтера или иного специалиста, выполняющего подготовку пакета документов для представления в налоговую инспекцию;

г) затраты на защиту прав собственности – расходы, связанные с наймом юристов или других профессиональных сотрудников, связанных с защитой прав собственности субъектов хозяйствования во время судебных и налоговых процессов [7, с. 133].

Итак, если учесть обоснованное мнение Е. Г. Дедковой, то становится понятно, что подмену понятий допускать нельзя хотя бы потому, что показатели «налоговые издержки», «затраты» и «расходы» различны по своему значению и по-разному влияют на финансовые результаты. При расчете финансового результата необходимо брать в расчет сумму налоговых издержек.

В современной практике прослеживается также проблема, связанная с обеспечением соответствия учетно-аналитической информации в области налогообложения такому требованию, как качество. Несмотря на широкое использование понятия «качество учетно-аналитической информации», в настоящее время отсутствует его общепринятая трактовка. Воспользуемся определением обозначенной категории Е. В. Зверевой: «Качество учетно-аналитической информации – это свойство информации учитывать степень ее практической пригодности, возможность использования в бухгалтерском учете и отчетности, экономическом анализе для достижения целей развития предпри-

ятия в процессе управления и принятия успешных решений при осуществлении хозяйственной деятельности» [8, с. 9]. Из определения следует, что качество учетно-аналитической информации – это, прежде всего, качество системы нормативного регулирования бухгалтерского и налогового учета и анализа. Без знания и строгого соблюдения общеустановленных правил, принципов организации, методики и техники ведения учета нельзя рационально организовать работу предприятия и правильно отражать хозяйственные операции. Наряду с этим, отсутствие четкого определения и требований к качеству учетно-аналитической информации сказывается на качестве информации.

Возникает вопрос: зачем экономическому субъекту обладать качественным учетно-аналитическим обеспечением в рамках налоговых отношений? Во-первых, низкая оперативность, недостаточная структуризация учетных данных, а также отсутствие комплексного механизма аналитического обеспечения обработки данных делает процесс принятия управленческих решений практически неосуществимым. Во-вторых, в результате неверных управленческих решений налогоплательщиков могут быть нарушены финансовые интересы государства, что также отразится и на экономическом субъекте. И в-третьих, хозяйствующий субъект не будет обладать той информацией, которая необходима для оптимизации (минимизации издержек) налогообложения.

В продолжение перечисления проблем в области понятийного аппарата коснемся и понятия «налоговая оптимизация». Грань между законной и незаконной оптимизацией налогообложения довольно размыта, в связи с чем и государство, и его экономические субъекты могут понести серьезные потери.

На законодательном уровне в Приднестровье рассматривается налоговая опти-

мизация в большей части как оптимизация налоговой политики на макроуровне. Экономические субъекты (микроуровень) также проявляют активность, пытаясь уменьшить издержки по налогообложению. И зачастую смешивают воедино меры по оптимизации и уклонению от уплаты налогов по причине того, что для микроуровня нет законодательно закрепленных пояснений об отличительных особенностях законной и незаконной налоговой оптимизации. Это ставит организации в невыгодное положение, так как любое решение по уменьшению налоговой нагрузки, принимаемое на основе учетно-аналитической системы, может трактоваться по-разному, и в некоторых случаях может быть признано уклонением от уплаты налогов.

Ученые-экономисты придерживаются практически единого мнения о сути налоговой оптимизации. Например, мнения Д. А. Черненко [9, с. 270] и Е. В. Ивановой [10, с. 41] совпадают с точкой зрения М. А. Пахомова, считающего, что оптимизация налогообложения подразумевает под собой «...использование возможностей, предоставленных налоговым законодательством, и является грамотной системой ведения бухгалтерского и налогового учета с использованием всех аспектов налогового законодательства» [11, с. 98]. Л. А. Агузарова, по нашему мнению, подходит к определению налоговой оптимизации более системно и рассматривает ее, как «...процесс, связанный с достижением определенных пропорций абсолютно всех аспектов деятельности хозяйствующих субъектов в целом, а также осуществляемых ими различных сделок и проектов» [12, с. 105].

Уклонение от уплаты налогов является незаконным методом сокращения расходов организации посредством занижения налогооблагаемой базы, фальсификации бухгалтерской и налоговой отчетности. Результатом непродуманных и неосторожных действий «налоговых опти-

мизаторов» стало то, что о налоговой оптимизации сейчас принято говорить, как о явлении полукриминальном. При этом варианты уклонения от уплаты налогов детально описаны административным и уголовным правом. Если ориентироваться только на нормы законодательных актов и применить принцип исключения, то можно признать меры по оптимизации налогообложения, не прописанные в административном и уголовном праве, законными. На практике такой подход к распределению мер по налоговой оптимизации на законные и незаконные не оправдывает себя, что требует законодательного закрепления понятия «налоговая оптимизация на микроуровне».

Принятие определенных решений по оптимизации налогообложения без использования учетно-аналитической информации может привести к возникновению налогового риска у экономического субъекта. Налоговый риск, с точки зрения налогоплательщика, – это «... вероятность (угроза) доначисления ему налогов (сборов), пеней и штрафов в ходе налоговой проверки из-за возникших разногласий между налогоплательщиками и налоговиками в трактовке налогового законодательства, которая может обернуться для хозяйствующего субъекта действительным возрастанием налогового бремени» [13, с. 10]. Под налоговым риском, с точки зрения государства в лице его уполномоченного органа, можно понимать вероятность недополучения налогов в бюджет из-за задерживания налогоплательщиками методов минимизации налогообложения, возможных в силу тех или иных недостатков в налоговом законодательстве.

Для приднестровских экономических субъектов есть вероятность реализации налогового риска, связанного с изменением налоговой системы. Отметим, что в Приднестровье в 2000 году произошло упразднение 5 видов налогов – налога на

добавленную стоимость, налога на прибыль организаций, налога на имущество юридических лиц, а также налога на пользователей автомобильных дорог и налога на реализацию горюче-смазочных материалов в составе налогов, служащих источниками образования дорожных фондов, и введение налога на объем реализации, который с 1 апреля 2002 года был переименован в налог на доходы.

На протяжении применения налоговой системы с налогом на доходы споры относительно ее эффективности возникали не один раз. На сегодняшний день наблюдается стабильная тенденция в применении системы с налогом на доходы, отличной от классической с налогом на добавленную стоимость (НДС), налогом на имущество и налогом на прибыль. Применение налога на доходы существенно упрощает всю систему налогообложения, а также помогает предприятиям в кризисном положении удержаться на рынке. При этом отрицательным побочным эффектом налога на доходы является то, что при единой ставке налога налоговое бремя для однородной продукции является различным, если количество производственных этапов отличается. Это бросает вызов налоговой справедливости. Мнение о том, что налоговая система с применением НДС и налога на прибыль наиболее эффективна, существует. Ему оппонирует мнение о том, что возврат к применению НДС может усугубить положение граждан, отрицательно сказаться и на их доходах, и на уровне инфляции. А также, ввиду непризнанности Приднестровья, введение НДС стало бы ударом, прежде всего, по внутреннему потребителю и населению, так как производители, работающие на внутреннем рынке, включили бы НДС в себестоимость производимой продукции, соответственно, цена данной продукции увеличилась бы, а оплачивать налоговые нововведения пришлось бы покупателю.

Таким образом, поскольку система налогообложения Приднестровья отличается от общепринятой классической налоговой системы, то для экономических субъектов существует риск изменения налоговой нагрузки при возврате на применение классической системы.

Итак, при кратком обзоре экономической литературы и нормативных актов в области налогообложения в Приднестровье выявлены некоторые пробелы в части несовершенства понятийного аппарата, а именно, необходимость уточнения понятий «налог», «качество учетно-аналитической информации» и разграничения таких понятий, как «налоговые затраты», «налоговые издержки» и «налоговые расходы», а также «налоговая оптимизация» и «уклонение от уплаты налогов». В связи с имеющимися разногласиями по вопросу применения налоговой системы (классическая или с налогом на доходы) обозначен возможный к реализации на территории Приднестровья налоговый риск, связанный с изменением налоговой системы.

Отметим, что расчеты по налогам являются частью финансовых операций предприятия по выполнению обязательств перед государством. Суммы начисленных налогов и сборов отражают для налогоплательщиков реальные размеры налоговых издержек, а для государственных налоговых служб – налоговые доходы. Налоги играют важнейшую роль в механизме формирования прибыли предприятия, а учетно-аналитическое обеспечение позволяет оперативно принимать эффективные управленческие решения. В свою очередь, государство на сегодняшнем этапе экономического развития отечественной и мировой экономики придает сбору налогов большое значение. В этой связи крайне важно отработать механизм жесткого и своевременного контроля над правильностью начисленных налоговых издержек и налоговых доходов, над сво-

временностью расчетов с бюджетом. При этом необходимо отслеживать тенденции развития экономических процессов для своевременного приведения понятийного аппарата системы налогообложения и его учетно-аналитического обеспечения в соответствие с новыми веяниями.

Цитированная литература

1. Селигман, Э. Этюды по теории обложения / Э. Селигман; перевод В. Гефдинга и Б. Никольского. – Санкт-Петербург: Типография «Правда», 1908. – 516 с. – Текст : непосредственный
2. Сидорова, А. В. Становление и развитие понятия «Налог» / А. В. Сидорова. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. Серия: Право. – 2017. – № 1. – С. 32–39.
3. Черноусова, К. С. История происхождения налогов и налогообложения / К. С. Черноусова. – Текст : непосредственный // Экономические науки. – 2020. – № 4–2 (43). – С. 94–98.
4. Закон ПМР «Об основах налоговой системы в Приднестровской Молдавской Республике» от 19.07.2000 г. № 321-ЗИД (тек. ред. на 01.01.2021 г.).
5. Пищулов, В. М. Определение налога – налог как долговое отношение / В. М. Пищулов. – Текст : непосредственный // Дайджест-финансы. – 2012. – № 3. – С. 36–44
6. Дедкова, Е. Г. Информационное обеспечение анализа налоговых затрат / Е. Г. Дедкова. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестровского университета. Серия: Экономика. Управленческий учет. – 2010. – № 8 – С. 49–56.
7. Артеменко, Г. А. Методы сокращения транзакционных издержек налогового администрирования в условиях рыночной трансформации / Г. А. Артеменко. – Текст : непосредственный // Экономика и управление: Проблемы, решения. – 2017. – № 3. – С. 133–140.

8. **Зверева, Е. В.** Учетно-аналитическое обеспечение и аудит деятельности малых производственных предприятий: автореферат / Е. В. Зверева. – Тольятти, 2012. – 20 с. – Текст : непосредственный.
9. **Черненко, Д. А.** Пути снижения налоговой нагрузки организации / Д. А. Черненко. – Текст : непосредственный // Экономика и Бизнес. – 2020. – № 6 (64). – С. 270–272.
10. **Иванова, Е. В.** Методика и методы оптимизации налогообложения как способа снижения налоговой нагрузки предприятия / Е. В. Иванова. – Текст : непосредственный // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2016. – №3 (19). – С. 41–45.
11. **Пахомов, М. А.** Понятие оптимизации налогообложения в условиях современной экономики России / М. А. Пахомов. – Текст : непосредственный // Социально-экономические явления и процессы. – 2012. – № 1 (036). – С. 98.
12. **Агузарова, Л. А.** Уклонение от уплаты налогов / Л. А. Агузарова. – Текст : непосредственный // Теоретическая экономика. – 2019. – № 2. – С. 105.
13. **Арженовский, С. В.** Концептуальный подход к интегральной оценке риска в аудите / С. В. Арженовский. – Текст : непосредственный // Материалы I Международной научно-практической конференции «Бухгалтерский учет, анализ и аудит, налогообложение и статистики «История развития от древнейших цивилизаций до наших дней». – Ростов на Дону : Издательство РГЭУ. Ч. 2, – 2012. – С. 7–12.

УДК 336.22

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАЛОГОВОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ

Н. Н. Дмитриева, В. Ю. Желаяк

Рассмотрено определение налогового консультирования, как неотъемлемой составляющей в системе налоговых отношений в ПМР. Проанализированы состав доходов аудиторских фирм, где большую часть занимают консультационные услуги. Раскрываются возможности развития налогового консалтинга как наиболее перспективного направления формирования превентивного воздействия в налоговой сфере.

Ключевые слова: налоговый консалтинг, налоговый консультант, аудиторская фирма, услуги, налогоплательщик, взаимодействие, закон, профессионализм.

CURRENT STATE AND MAIN PROBLEMS OF TAX CONSULTING

N. N. Dmitrieva, V. Y. Jelauk

The article examines tax consulting as an integral component in the system of tax relations in the PMR. The composition of the income of audit firms, where consulting services occupy a large part, has been analyzed. The possibilities of the development of tax consulting as the most promising direction of the formation of preventive impact in the tax sphere have been revealed.

Keywords: tax consulting, tax consultant, auditing firm, services, taxpayer, interaction, law, professionalism.

Услуги консультирования все больше востребованы на рынке услуг, и спектр их направления довольно широк. Это могут быть услуги в сфере финансовой, коммерческой, юридической, технологической, экспертной деятельности, которые принимают определенную форму консультирования. Покупателями таких услуг в основном являются представители бизнеса. Они обращаются за консультацией в первую очередь с целью достижения увеличения эффективности бизнеса [7].

Одной из форм консультирования является налоговое консультирование, которое имеет некоторое преимущество перед другими формами. Оно состоит в том, что востребовано более широким кругом клиентов: от простых граждан, до организаций разных масштабов и форм собственности. К сожалению, проблема налоговой безграмотности актуальна и сейчас. Физические лица сталкиваются с такими понятиями, как подоходный налог, налоговые вычеты, многие граждане Приднестровской Молдавской республики работают по патенту и т. д. Для многих людей взаимодействие с налоговыми органами равно стрессу и сильному потрясению, а знания в сфере налогообложения ограничиваются несколькими терминами.

Развитие рыночной экономики, выделение различных экономико-правовых отношений и общая недостаточная грамотность населения в сфере налогов и налогообложения стали катализатором в становлении системы налогового консалтинга в странах СНГ в 90-е годы XX века. Именно перестройку многие ученые считают точкой отсчета в становлении налогового консалтинга в России и странах СНГ, тогда как в Европе данная система зарождается еще с конца XIX века. С каждым годом растет популярность различных консультантов, «коучей», бизнес-тренеров, которые оказывают помощь в различных областях консультирования.

Основоположником налогового консалтинга считается Франц Финдейзен, который еще в 1919 году отмечал постоянное усложнение налогового законодательства, в связи с чем выделял потребность рядового налогоплательщика в индивидуальной помощи в своих налоговых делах со стороны профессиональных налоговых консультантов. Финдейзен стал первым исследователем, кто в своих работах поднимал проблему недостаточной подготовки кадров, отмечал важность обучения специалистов конкретно по данной специализации.

Актуальность этого находит отражение в формулировке самого понятия. Так, консультирование – это форма оказания услуг, выражающаяся в предоставлении помощи, рекомендаций и советов лицом с достаточной квалификацией. Если говорить о понятии «налоговое консультирование», то здесь нет единого определения. Обобщив точки зрения разных экономистов на данное понятие, сформулировано определение.

Налоговое консультирование (налоговый консалтинг) – вид профессиональной деятельности по оказанию консультируемому лицу на платной основе услуг, содействующих должному исполнению налогоплательщиками, плательщиками сборов, налоговыми агентами и иными лицами обязанностей, предусмотренных законодательством о налогах и сборах [1, с. 180].

Налоговое консультирование – одна из наиболее сложных и многогранных областей юридической практики. Многие ученые до сих пор не могут определить, к какой отрасли корректнее отнести данное направление консалтинга: к экономике или юриспруденции. Ряд исследователей выделяют данный предмет в отдельную нишу, подчеркивая, что исследуемый объект – симбиоз двух вышеперечисленных наук. Кроме комплексного владения принципами налогообложения и

бухгалтерского учета, досконального знания действующего законодательства и, что немаловажно, судебной практики, профессиональный налоговый консультант должен постоянно отслеживать все изменения в законодательстве и иметь регулярную судебную практику по налоговым спорам [3, с. 5–18].

Отдельно нужно выделить необходимость владения консультантом навыками проведения аудиторских и других проверок [2, с. 123–124].

Стоит обратить внимание, что в последние годы в аудиторских фирмах снижается процент прибыли от проведения проверок, и все больший удельный вес в структуре доходов занимают доходы от консультационных услуг, а именно 76,5 процентов от общей суммы дохода (рис. 1).

К услугам налогового консалтинга в первую очередь относится оптимизация налоговой нагрузки, которая включает в себя и консультации по выбору системы налогообложения, и разработку учетной политики, и сопровождение в период проведения налоговой проверки.

На сегодняшний день в Приднестровской Молдавской Республике существует две крупные компании по оказанию кон-

сультационных услуг в сфере бухгалтерского и налогового учета: ЗАО «Бухгалтерия. Налоги. Учет» и ООО «АП Баланс и К».

Для Приднестровья, как и для России, ценность налоговых консультантов в следующем:

- оказание консультационных услуг в сфере налогообложения всем, кому это необходимо, независимо от формы собственности и других факторов;

- предоставление рекомендаций по формированию налоговой базы по всем видам налоговых платежей, соблюдению установленного порядка исчисления и уплаты налогов, правомерности использования льгот и различных вычетов;

- консультирование по вопросам бухгалтерского учета и составление бухгалтерской отчетности;

- информирование клиентов об изменениях в налоговом законодательстве.

Для Приднестровской Молдавской республики можно выделить две ключевые проблемы в становлении системы налогового консалтинга:

- 1) отсутствие регулирующего и определяющего законодательства;

- 2) недостаточная профессиональная подготовка кадров.

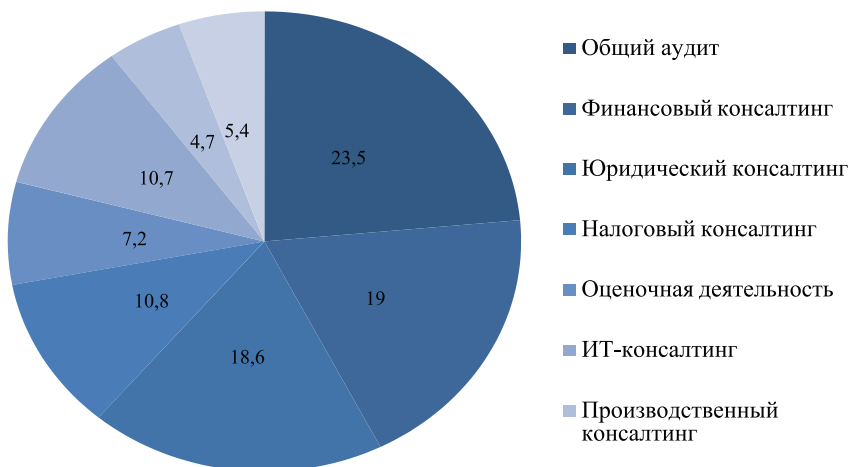


Рис. 1. Структура выручки участников рейтинга аудиторских фирм АЦ «Эксперт», 2020 год

Так, в республике подготовка кадров ограничивается выпуском бакалавров по профилю «Налоги и налогообложение».

В Российской Федерации ситуация немного лучше, чем в ПМР: специальность налогового консультанта в России с каждым днем приобретает огромную популярность и востребованность.

В настоящее время на территории Российской Федерации рассматривается проект Федерального закона «О налоговом консультировании», который подготовлен с целью определения правового статуса налогового консультанта и консультируемых лиц, регулирования деятельности по налоговому консультированию. Последнее затрагивает вопросы подготовки и аттестации специалистов, ответственности за результаты консультирования. Также проект определяет перечень возможных контрагентов, права, обязанности и ответственности сторон.

В 2002 году в Российской Федерации была создана Палата налоговых консультантов, взявшая на себя функции по обеспечению аттестации налоговых консультантов и разработавшая специальные

учебные программы. Данная организация не просто подготавливает кадры, но и выдает сертификаты лицам, успешно прошедшим курс. По данным официального сайта Палаты налоговых консультантов в 2016–2017 годах сертификат налогового консультанта получили 717 человек, в 2018–2019 – 1507 человек, а в 2020, в связи со сложной эпидемиологической ситуацией, – 701 человек (рис. 2).

Необходимо отметить, что 80 % из всех аттестованных консультантов проживают и, как следствие, осуществляют свою деятельность на территории Москвы и Санкт-Петербурга, а остальные 20 % – в других городах и регионах страны.

Важно то, что перед Палатой налоговых консультантов стоит задача не только грамотно оказывать свои услуги, но и создавать положительный имидж профессии. Также ключевым моментом является то, что в налоговом консалтинге заинтересованы не только налогоплательщики, но и сами налоговые органы, так как налоговые консультанты – это, своего рода, посредники между налогоплательщиками и налоговыми органами в сфере контроля за

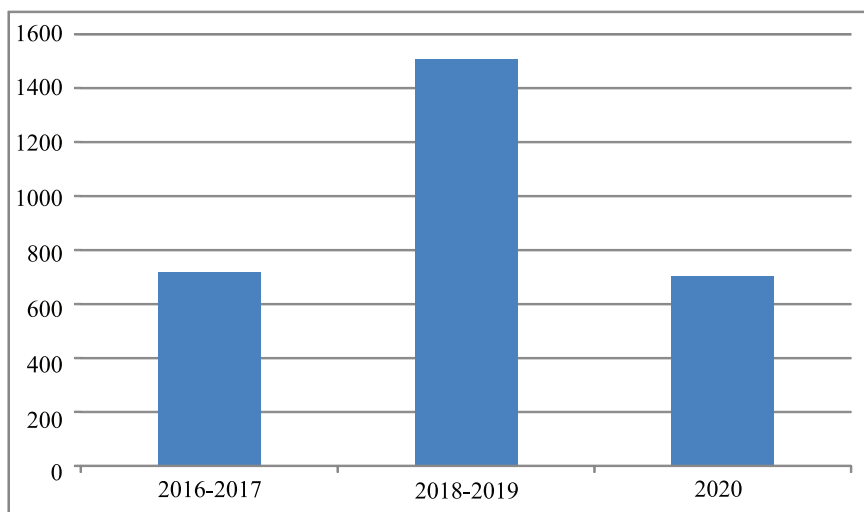


Рис. 2. Численность аттестованных налоговых консультантов в период с 2016 по 2020 гг. на территории Российской Федерации

выполнением налоговых обязательств. В ПМР роль налоговых консультантов возлагается на самих работников налоговой службы. Налоговые инспекторы консультируют заинтересованных граждан по вопросам налогообложения и электронной отчетности, которая в Приднестровской Молдавской Республике станет обязательной в 2022 году. Это может отрицательно сказываться на работе инспекторов. Например, ежедневно принимается около 10–20 звонков налогоплательщиков, что часто отвлекает сотрудников от выполнения основных должностных обязанностей. Именно поэтому, например, в Великобритании в налоговой службе существует особый отдел, который занимается конкретно консультированием населения по вопросам налогообложения. Обязанности специалистов данного отдела схожи с обязанностями специалистов колл-центров, но только ограничены сферой налогообложения. Наша республика сейчас находится на этапе активного внедрения и тестирования ГИС «Электронная отчетность», что является еще одной предпосылкой к формированию системы налогового консалтинга.

Стоит упомянуть, что в мировой практике есть два варианта налогового консалтинга:

- саморегулируемый налоговый консалтинг;

- регулируемый государством налоговый консалтинг.

Первый тип используют следующие страны: Великобритания, Нидерланды, Бельгия, Швейцария, Российская Федерация, ПМР и др.

К странам, где налоговое консультирование проводится государством, относятся Германия, Австрия, Франция, Италия, Польша и др.

Не стоит полагать, что отсутствие закона равно отсутствию порядка в налоговом консультировании. В странах, где нет

закона о налоговом консалтинге, есть профессиональные организации, прописывающие в своих уставах и стандартах не только права и обязанности консультантов, но и так называемые кодексы этики [8].

Как отмечалось ранее, в Приднестровье налоговый консалтинг – саморегулирующаяся система, для которой характерно следующее:

- налоговые консультанты (организации) вправе сами устанавливать цены на свои услуги, что, к сожалению, может привести к монополизации рынка данных услуг;

- налоговые консультанты не обязаны состоять в профессиональных объединениях и, как следствие, платить членские взносы и другие необходимые платежи;

- осуществлять консалтинговую деятельность, по сути, может любой желающий, что может отрицательно сказаться на качестве оказываемых услуг.

В качестве примера можно рассмотреть опыт Германии в сфере налогового консультирования. Деятельность налоговых консультантов позволяет прийти к выводу, что это многогранный вид деятельности, значимость которого для государства и общества велика до такой степени, что эффективное функционирование экономической системы практически невозможно без него. В Германии каждый налогоплательщик может обращаться за помощью к налоговым консультантам, а коммерческие организации обязаны иметь в штате налогового консультанта или налоговый отдел. Официальное оказание помощи по налоговому консультированию разрешено специальной категории лиц, которые допускаются к этой деятельности на законных основаниях после сдачи квалификационных экзаменов. От сдачи экзаменов освобождаются:

- профессора финансовых учебных заведений со стажем свыше 15 лет;

- бывшие судьи налоговых судов со стажем не менее 10 лет;
- бывшие сотрудники финансовых органов со стажем не менее 10 лет;
- бывшие сотрудники высшего звена финансовых управлений, в том числе налогового розыска, со стажем не менее 15 лет.

Незаконная деятельность по оказанию помощи в налоговых вопросах в Германии карается денежным штрафом [4, с. 5].

В Польше, как в одной из стран, где налоговое консультирование закреплено на государственном уровне, к кандидатам на должность консультанта менее жесткие требования:

- наличие высшего образования (специальность при этом не важна);
- стаж работы в налоговом органе или помощником налогового консультанта не менее 2 лет;
- безупречная репутация и образцовое поведение;
- необходимость прохождения двухлетней профессиональной практики после сдачи экзамена [6].

В Приднестровье, как и в Российской Федерации, нет жестких требований к желающим работать по данной специальности. Единственное требование – высшее образование, в идеале – экономическое.

Отсюда можно сделать вывод, что по профессиональной подготовке наши соотечественники уступают своим европейским коллегам. В доказательство можно привести тот факт, что налоговый консультант, получивший диплом в Германии, может оказывать свои услуги и в ряде других стран, тогда как российским консультантам придется переучиваться и заново сдавать экзамены.

В Российской Федерации уже сейчас функционируют примерно полтора десятка общественных организаций и обществ защиты прав налогоплательщиков. В частности, функционирует партия налогопла-

тельщиков «Российская общественная организация содействия развитию налогового права «Российская ассоциация налогового права», Центр экономических экспертиз «Налоги и финансовое право» и примерно пять тысяч налоговых консультантов, зарегистрированных Палатой налоговых консультантов [5, с. 24].

Таким образом, можно сделать вывод, что решениями проблем налогового консультирования в Приднестровской Молдавской республике в настоящее время могут стать:

- разработка законопроекта «О налоговом консультировании»;
- учреждение республиканской независимой общественной организации для поддержки налоговых консультантов;
- разработка и создание нормативной базы в сфере налогового консультирования;
- создание института налогового консалтинга, в функции которого будет входить подготовка специалистов;
- издание профессиональной литературы.

Цитированная литература

1. **Милис, Н. И.** Налоговое консультирование: теория и практика: учебное пособие / Н. И. Милис, Д. И. Ряховский, Н. А. Назарова. – Москва : Магистр, 2020. – 416 с. – Текст : непосредственный.
2. **Новоселов, К. В.** Организация и методика проведения налоговых проверок: учебное пособие / К. В. Новоселов, Е. Е. Смирнова, А. С. Адвокатова. – Москва : Кнорус, 2020. – 242 с. – Текст: непосредственный.
3. **Романов, А. Н.** Налоги и налогообложение: учебное пособие / А. Н. Романов, С. П. Колчин. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 391 с. – Текст: непосредственный.
4. **Тютюрюков, Н. Н.** Налоговые системы зарубежных стран: учебник / Н. Н. Тютю-

рюков, А. В. Гурнак, А. В. Князева. – Москва : Прометей, 2019. – 280 с. – Текст : непосредственный.

5. **Эриашвили, Н. Д.** Налоговый процесс: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Юриспруденция», «Налоги и налогообложение» / Н. Д. Эриашвили, О. В. Староверова, И. В. Осокина. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 375 с. – Текст : непосредственный.

6. **Александрова, Л. А.** Организационные основы налогового учета / Л. А. Александрова, Е. В. Лаптева, Е. П. Огородникова. – Текст : электронный // Colloquium-journal. – 2019. – № 5 (29). – С. 49-50. – URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/up->

loads/2019/03/Colloquium-journal-529-chast-5.pdf (дата обращения : 15.04.2021).

7. **Корчагина, Я. Ю.** Роль и значение налогового консультирования в современных условиях / Я. Ю. Корчагина, А. А. Назарова, Ю. А. Педан, И. П. Терещенко. – Текст : электронный // Colloquium-journal. – 2019. – № 13–11(37). – С. 115–116. – URL: [Colloquium-journal-1337-chast-11.pdf](http://www.colloquium-journal-1337-chast-11.pdf)

8. **Чувашова, Е. А.** Проблемы налогового консультирования: экономический и правовой аспекты / Е. А. Чувашова. – Текст : электронный // Научный журнал. – 2018. – № 11(34). – С. 41–43. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-nalogovogo-konsultirovaniya-ekonomicheskij-i-pravovoy-aspekty>

УДК 336.6

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

И. В. Толмачева, Е. А. Бондаренко

Приводится краткая характеристика финансовой устойчивости, подчеркивается ее значение для хозяйствующего субъекта. Приведены показатели балансового отчета о финансовом положении предприятия. Рассчитаны и проанализированы основные показатели финансовой устойчивости НП ЗАО «Электромаш». Проведена оценка стоимости чистых активов НП ЗАО «Электромаш». Сформулированы выводы об уровне финансовой устойчивости предприятия.

Ключевые слова: анализ, финансовая устойчивость, коэффициент, собственный капитал, заемный капитал.

ASSESSMENT OF FINANCIAL STABILITY OF AN ECONOMIC ENTITY

I. V. Tolmacheva, E. A. Bondarenko

A brief description of financial stability has been given, its importance for an economic entity has been emphasized. The indicators of the balance sheet on the financial position of the enterprise have been presented. The main indicators of financial stability of the Scientific and Production Closed Joint-Stock Company "Electromash" have been calculated and analyzed. The valuation of the net assets of the enterprise has been carried out. Conclusions about the level of financial stability of the enterprise have been formulated.

Keywords: analysis, financial stability, coefficient, equity, borrowed capital.

Финансовая устойчивость характеризуется устойчивым превышением доходов над расходами, свободным маневрированием средств и эффективным их использованием в производственной и предпринимательской деятельности. Финансовая устойчивость предприятия является важнейшим показателем, характеризующим уровень его финансовой независимости от внешних источников финансирования.

Финансовая стабильность компании – это состояние ее денежных ресурсов, которое обеспечивает развитие компании в основном за счет собственных средств: при сохранении платежеспособности и кредитоспособности с минимальным предпринимательским риском [1, с. 79].

Используя теоретическую базу исследований по финансовой устойчивости, применим общеизвестные подходы к ее определению на материалах конкретного предприятия.

Изучив и проанализировав балансовые отчеты о финансовом положении НП ЗАО «Электромаш», можно выделить некоторые основные финансовые показатели [2, с. 135].

Приведем в табл. 1 основные показатели балансового отчета о финансовом положении предприятия, которые будут использованы при оценке финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта.

Рассчитаем и проанализируем коэффициенты финансовой устойчивости, данные приведем в табл. 2.

Таблица 1

**Основные показатели балансового отчета о финансовом положении
НП ЗАО «Электромаш» в 2016–2019 гг., руб.**

№ п/п	Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	Имущество организации (активы) или валюта баланса	118 798 374	115 386 307	99 372 303	102 074 743
2	Запасы	82 674 485	77 989 726	67 828 002	68 426 319
3	Кредиторская задолженность	17 547 020	14 313 641	13 670 858	12 185 698
4	Капитал и резервы	72 562 089	69 094 802	51 383 030	50 622 876
5	Собственный капитал	72 721 317	69 132 480	51 408 900	50 625 645
6	Краткосрочные активы	95 526 191	91 781 792	81 841 576	87 166 171
7	Оборотные (мобилизованные) средства	95 526 191	91 781 792	81 841 576	87 166 171
8	Имобилизованные оборотные средства	23 272 182	23 604 515	17 530 727	14 908 573
9	Собственные оборотные средства	49 449 135	45 527 965	33 878 173	35 717 072
10	Долгосрочные внеоборотные активы	23 272 182	23 604 515	17 530 727	14 908 573
11	Краткосрочные финансовые активы	10 000	10 000	10 000	10 000
12	Краткосрочная торговая и прочая дебиторская задолженность	9 763 834	9 706 615	13 615 154	18 074 780
13	Денежные средства и денежные эквиваленты	3 074 022	4 071 601	384 570	655 071
14	Заемный капитал	46 077 056	46 253 827	47 963 402	51 449 098
15	Долгосрочные обязательства	7 261 200	27 425 400	33 675 900	28 824 400
16	Краткосрочные обязательства	38 815 856	18 828 427	14 287 502	22 624 698
17	Быстроликвидные активы	12 847 856	13 788 216	14 009 724	18 739 851
18	Текущие обязательства	38 975 084	18 863 751	14 309 664	22 624 698
19	Нераспределенная прибыль	264 071	5 633 481	23 283 508	718 721
20	Общая сумма обязательств	46 236 284	46 291 505	47 989 272	51 451 867
21	Пассивы баланса	118 798 374	115 386 307	99 372 303	102 074 743

Показатели финансовой устойчивости НП ЗАО «Электромаш» за 2016–2019 гг.

Коэффициент	Нормативное значение	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Коэффициент автономии	$\geq 0,5$	0,61	0,6	0,52	0,5
Коэффициент соотношения заёмных и собственных средств	≤ 1	0,63	0,67	0,93	1,02
Коэффициент соотношения стоимости мобильных и иммобилизованных средств	≥ 1	4,1	3,89	4,67	5,85
Коэффициент мобильности оборотных средств	$\geq 0,1-0,17$	0,032	0,044	0,005	0,008
Коэффициент обеспечения собственными средствами	$\geq 0,1$	0,52	0,5	0,41	0,41
Коэффициент прогноза банкротства	≥ 0	0,48	0,63	0,68	0,63
Коэффициент финансовой независимости	$>0,5$	0,612	0,599	0,517	0,496

По результатам расчетов коэффициента автономии аналитическим методом можно сделать вывод, что коэффициент автономии превышает нормативное значение ($\geq 0,5 \geq 0,7$), 0,66-0,6, это свидетельствует о стабильной финансовой устойчивости и независимости организации с 2016 года по 2019 год, значение данного показателя отображает, что все обязательства предприятия могут быть покрыты собственными средствами.

По результатам расчетов коэффициента соотношения заемных и собственных средств можно сделать вывод, что с 2016 по 2017 год соотношения заемных и собственных средств находятся в пределах нормативного значения (≤ 1) 0,6-0,67, это свидетельствует о том, что состояние предприятия в этот период финансово устойчивое, на 2018 год коэффициент резко увеличился до 0,93, а в 2019 году коэффициент превысил нормативное значение на 0,02, следовательно, появился незначительный риск неплатежеспособности предприятия. Превышение значения коэффициента показателя 0,7, т. е. $K_{зс} > 0,7$, сигнализирует о том, что финансовая устойчивость предприятия вызывает сомнение.

Из расчетов коэффициента соотношения мобилизованных и иммобилизован-

ных средств можно сделать вывод, что все найденные результаты показателей превышают нормативное значение (≥ 1), это свидетельствует о том, что большое количество своих средств предприятие вкладывает в оборотные активы.

Рассчитав коэффициент мобильности оборотных средств с 2016 года по 2019, увидели, что все результаты ниже нормативного значения ($\geq 0,1-0,17$), данный коэффициент показывает долю абсолютно готовых к платежу средств в общей сумме средств, направляемых на погашение краткосрочных долгов.

Увеличение коэффициентов мобильности всего имущества и оборотных активов подтверждает тенденцию ускорения оборотности имущественных средств предприятия.

На основе расчетов коэффициента обеспечения собственных средств можно сделать вывод, что соотношение самокупающихся средств выше нормативного значения ($>0,1$).

Высокая нормативная стоимость свидетельствует о финансовой устойчивости предприятия и его способности быть активным даже в таких условиях, как отсутствие доступа к заемным средствам и внешним источникам финансирования предприятия [3, с. 68].

Рекомендуемое нормативное значение коэффициента прогноза банкротства ≥ 0 , следовательно, можно сделать вывод, что чем выше данный показатель, тем ниже вероятность банкротства у предприятия НП ЗАО «Электромаш».

По результатам расчета коэффициента финансовой независимости можно сделать вывод, что на предприятии значения данного коэффициента с 2016 года по 2018 год не были ниже нормативного, а в 2019 году показатель снизился.

Это свидетельствует о том, что компания с осторожностью относится к подходу организации к привлечению кредитных ресурсов и упущенным возможностям для повышения доходности собственного капитала, используя эффект финансового рычага.

Таким образом, НП ЗАО «Электромаш» является финансово неустойчивым предприятием, его деятельность зависит от внешних источников финансирования, а риск банкротства низок [4, с. 78]. Следует отметить, что на финансовое состояние компании также влияет небольшая доля высоколиквидных активов в общем объеме активов компании.

Стоимость чистых активов является основным показателем финансовой устойчивости компании. Чистые активы – это реальная стоимость имущества, доступного компании, которая определяется ежегодно за вычетом ее долгов.

Расчет чистых активов приведен в табл. 3.

Далее в табл. 4 проведем сравнительную характеристику чистых активов и

Таблица 3

Расчет оценки стоимости чистых активов НП ЗАО «Электромаш»

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Активы				
Нематериальные активы	2 379	3 353	8 044	6 231
Долгосрочные материальные активы	23 064 872	23 426 095	17 378 168	14 687 356
Долгосрочные финансовые активы	204 931	175 067	144 515	214 985
Деловая репутация (гудвилл)	–	–	–	–
Прочие долгосрочные активы	–	–	–	–
Запасы	82 674 485	77 989 726	67 828 002	68 426 319
Долгосрочные активы и (или) группы выбытия, удерживаемые для продажи	3 850	3 850	3 850	–
Краткосрочные биологические активы	–	–	–	–
Краткосрочная торговая и прочая дебиторская задолженность	9 763 834	9 706 615	13 615 154	18 074 780
Краткосрочные финансовые активы	10 000	10 000	10 000	10 000
Прочие текущие активы	–	–	–	–
Денежные средства и денежные эквиваленты	3 074 022	4 071 601	384 570	655 071
Итого активы принимаемые к расчету	118 798 373	115 386 307	99 372 303	102 074 742
Пассивы				
Долгосрочные финансовые обязательства	7 261 200	27 425 400	33 675 900	28 824 400
Прочие долгосрочные начисленные обязательства	–	2 354	3 708	2769
Долгосрочные оценочные обязательства (резервы)	–	–	–	–
Краткосрочные финансовые обязательства	20 400 276	3 996 000	–	9 916 149
Краткосрочная торговая кредиторская задолженность	11 536 276	9 402 606	10 996 794	9 324 316
Прочая краткосрочная кредиторская задолженность	6 010 744	4 911 055	2 674 064	2 861 382
Текущие обязательства по налогу на доходы	868 560	815 786	616 645	522 852
Краткосрочные оценочные обязательства (резервы)	159 228	35 324	22 162	–
Итого пассивы, принимаемые к расчету	46 236 284	46 291 505	47 989 273	51 451 868
Стоимость чистых активов организации	72 562 089	69 094 802	51 383 030	50 622 874

уставного капитала ЗАО «Электромаш» за 2016–2019 годы и проанализируем ее.

На рис. 1 отобразим динамику превышения чистых активов над уставным капиталом ЗАО «Электромаш» за 2016–2019 годы.

Как видно из табл. 4, наблюдается снижение стоимости чистых активов с неизменным капиталом, в то же время чистые активы превышают акционерный капитал, что положительно характеризует коммерческую деятельность ЗАО «Электромаш». [4, с.205]

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что финансовая устойчивость предприятия является важной характеристикой деятельности предприятия в части привлечения финансовых ресурсов из внешних источников. По результатам ана-

лиза основных показателей балансового отчета о финансовом положении отмечаем, что имущество предприятия или валюта баланса в 2017, 2018 годах уменьшается, а в 2019 году увеличивается, но не достигает значения 2016 года; капитал и резервы на протяжении анализируемого периода снижаются; долгосрочные активы также снижаются; дебиторская задолженность увеличивается. Но при этом краткосрочные обязательства в 2017 и 2018 годах уменьшаются, а в 2019 году увеличиваются; общая сумма обязательств на протяжении четырех лет увеличивается. По показателям финансовой устойчивости можно отметить, что имеются проблемы, которые необходимо разрешать; чистые активы предприятия показывают тенденцию снижения и превыше-

Таблица 4

**Сравнительный анализ чистых активов и уставного капитала
НП ЗАО «Электромаш» за 2016–2019 гг., руб.**

№ п/п	Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	Чистые активы	72 562 089	69 094 802	51 383 030	50 622 874
2	Акционерный (уставный) капитал	14 820 000	14 820 000	14 820 000	14 820 000
3	Превышение чистых активов над уставным капиталом	57 742 089	54 274 802	36 563 030	35 802 874

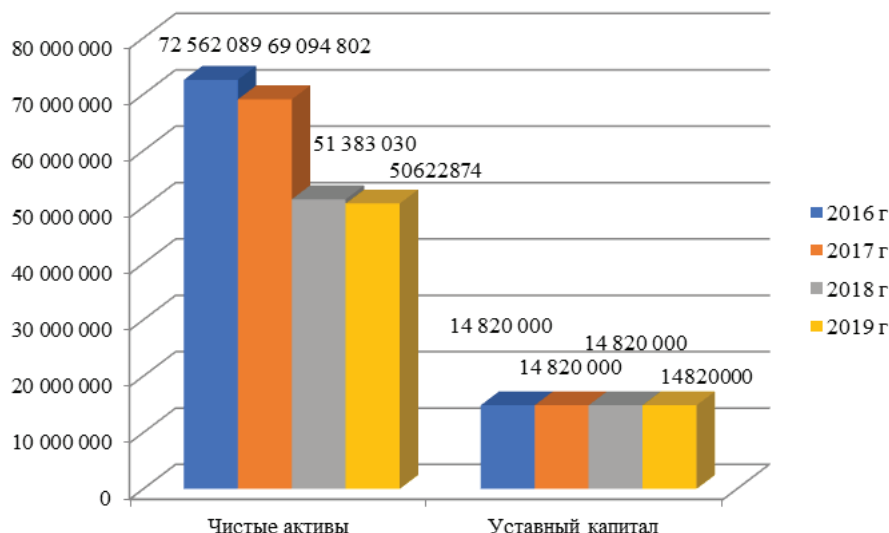


Рис. 1. Динамика превышения чистых активов над уставным капиталом ЗАО «Электромаш» за 2016–2019 годы

ния над суммой уставного капитала. Таким образом, финансовое состояние предприятия находится на нормальном уровне, но имеются финансовые проблемы, которые предприятию необходимо устранить для исправления ситуации.

Цитированная литература

1. **Басовский, Л. Е.** Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие / Л. Е. Басовский, Е. Н. Басовская. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 366 с. – Текст : непосредственный.

2. **Шермет, А. Д.** Финансовый анализ: Учебно-методическое пособие / А. Д. Шермет,

Е. А. Козельцева. – Москва: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2020. – 200 с. – Текст : непосредственный.

3. **Толмачева, И. В.** Финансовая устойчивость: теоретические и практические подходы / И. В. Толмачева. – Тирасполь: Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, 2019. – 104 с. – Текст : непосредственный.

4. **Колесов, Р. В.** Современные методики анализа ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости организации по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности / Р. В. Колесов; под ред. А. Д. Бурькина и А. В. Юрченко. – Текст : непосредственный // Сборник научных статей научно-педагогических работников и магистрантов. – Ярославль: ООО «ПКФ «СОЮЗ-ПРЕСС», 2020. – 318 с.

УДК 336.02

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

И. В. Толмачева, А. В. Кушниренко

Описывается важность разработки и проведения финансовой политики предприятия. Приводится сущность составных элементов финансовой политики предприятия, таких как инвестиционная политика, налоговая и учетная политика, ценовая политика, управление оборотными средствами, кредиторской и дебиторской задолженностью, дивидендная политика. Сформулированы основные выводы.

Ключевые слова: финансовая политика, инвестиции, налоги, цена, оборотные активы, дивиденды.

THE MAIN TYPES AND DIRECTIONS OF THE FINANCIAL POLICY OF A COMMERCIAL ORGANIZATION

I. V. Tolmacheva, A. V. Kushnirenko

The article describes the importance of the development and implementation of the financial policy of the enterprise. The essence of the constituent elements of the financial policy of the enterprise, such as investment policy, tax and accounting policy, pricing policy, working capital management, accounts payable and receivables, dividend policy, is given. The main conclusions are formulated.

Keywords: financial policy, investments, taxes, price, current assets, dividends.

Система финансов в экономических отношениях занимает приоритетное место. Это связано с тем, что она выступает и участвует в обороте в денежной форме, также носит характер распределения между различными областями и отражает формирование различных доходов и накоплений субъектов, участвующих в системе финансов. Субъектами системы финансов выступают государство, хозяйствующие субъекты на уровне образования юридического лица и граждане. Хозяйствующие субъекты формируют финансовую политику исходя из принципов, показателей финансовой политики государства, понимая важность и актуальность правильного ее формирования и эффективной реализации [1, с. 121]. Финансовая политика хозяйствующего субъекта формируется и реализуется по нескольким направлениям:

- инвестиции;
- налоги и учет на предприятии;
- цена на товарно-материальные ценности, находящиеся в обороте предприятия;
- оборотные активы и кредиторская задолженность;
- выплаты дивидендов.

Инвестиции в условиях конкурентной борьбы являются необходимым элементом, который предприятие должно использовать для удержания уровня конкурентоспособности, получения запланированной выручки от реализации, чистой прибыли. Инвестиционная политика формируется на предприятии исходя из направлений его развития, бизнес-плана. Предприятие с целью избегания реализации инвестиционных рисков заранее просчитывает суммы инвестиционных вложений, предполагаемый к получению эффект и реализацию определенных задач, в том числе и социального характера. Основными моментами в процессе формирования бизнес-плана являются источник и структура финансирования, то есть в каком объеме и

какие планируется использовать источники (собственные, заемные или привлеченные средства). Каждый источник финансирования имеет определенную стоимость, и предприятие выбирает наиболее оптимальный вариант, так как ему необходимо получить такой финансовый результат, который бы покрывал все издержки, в том числе и по источнику финансирования [2, с. 299].

Разработка инвестиционной политики включает три следующих этапа:

- выявление и определение наиболее выгодных для предприятия направлений его развития; для реализации этого этапа необходимо провести анализ и оценку потребительского сегмента по востребованию продукции, если будет выпускаться новый вид продукции, то необходимо спрогнозировать потребительский спрос на нее, оценить суммы денежных затрат по статьям учета для реализации и достижения целей бизнес-плана, проанализировать возможности производственного процесса предприятия;
- непосредственная разработка бизнес-плана по разделам (источники финансирования, организационная структура, производство, персонал, эффективность и рентабельность проекта, срок окупаемости), возможно формирование нескольких вариантов бизнес-плана;
- анализ и оценка каждого варианта бизнес-плана, выбор окончательного.

Другим направлением финансовой политики является ценовая. Цена на товар формируется исходя из статей затрат, рыночной цены. Предприятие исходит из принципов самофинансирования, покрытия необходимых издержек и получение запланированной выручки от реализации. Предприятие должно выбрать наиболее подходящий вариант и стратегию формирования рыночной цены. Рынок потребителя подвижен, соответственно и цена на товар изменяется в зависимости от различ-

ных факторов. В данной ситуации хозяйствующий субъект обязан систематически отслеживать ситуацию на рынке и правильно принимать решения относительно цены на товар. Неправильно принятое решение может вызвать реализацию финансовых рисков, которые принесут предприятию убытки, чего любой хозяйствующий субъект пытается всегда избежать.

Налоговая политика предприятия полностью зависит от нормативно-правовой базы государства относительно уплаты налогов и платежей. Предприятие выплачивает налоги в республиканский и местный бюджет, а также платежи в различные внебюджетные фонды.

Финансовая служба составляет график (план) уплаты налогов и платежей на финансовый год, таким образом осуществляя текущее финансовое планирование и бюджетирование. Учетная политика предприятия также является неотъемлемым элементом финансовой политики, так как она отражает выбранные предприятием способы ведения бухгалтерского учета.

Процесс управления оборотными активами для предприятия является достаточно сложным и неоднозначным. Это связано с участием в обороте нескольких форм капитала (денежная, сырьевая, производственная, товарная). Основной характеристикой управления оборотными активами является длительность операционного цикла, который включает все стадии изменения формы капитала. Чем меньше его длительность, тем лучше для предприятия. Хозяйствующий субъект в зависимости от планов отгрузки готовой продукции рассчитывает необходимый объем сырья, полуфабрикатов и различных материалов, взвешивая рыночные цены и надёжность в поставках со стороны контрагентов. Под этот объем предприятие выделяет сумму денежных средств, которая переходит в сырьевую, а затем и в следующие формы.

Немаловажным вопросом в процессе управления оборотными активами являются источники финансирования закупки сырья, материалов, полуфабрикатов. Если предприятие использует только собственные средства, с одной стороны, это придает его финансовому состоянию устойчивость, но при этом не всегда может хватать на закупку необходимого объема сырья, с другой стороны, предприятие лишает себя возможности при эффективном использовании заемных средств увеличивать рентабельность собственного капитала [2, с. 300].

Таким образом, предприятие должно выбрать, какой подход использовать для формирования источников финансирования с точки зрения критериев результативности, достижения поставленных задач и эффективности. Планируя привлечь заемный капитал, предприятие должно правильно определить эффективность такого действия при помощи расчета эффекта финансового рычага.

Основной проблемой для предприятия является вопрос: оформлять или не оформлять для потребителей товарный (коммерческий) кредит, то есть образовывать ли дебиторскую задолженность, в какой сумме? С одной стороны, предприятию необходимо выполнять плановые показатели по отгрузке товара и получению выручки от реализации, с другой стороны, при неоформлении дебиторской задолженности может образовываться заскладированность готовой продукции, следствием которой будет остановка производственного процесса и невозможность закупки необходимого сырья, материалов, полуфабрикатов. Для решения возможных неблагоприятных ситуаций руководство предприятия выбирает наиболее оптимальную для себя кредитную политику относительно потребителя.

Значение дебиторской задолженности всегда сопоставляется с кредиторской за-

долженностью. Такой подход используют для расчета длительности финансового цикла, в котором учитывают длительность производственного цикла, оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженностей.

По установленным научным правилам длительность одного оборота дебиторской и кредиторской задолженностей должна быть приблизительно одинаковой, в этом случае не будет возникать больших разрывов между их суммами и погашением. В практике могут встречаться ситуации, когда длительность финансового цикла может иметь отрицательное значение.

Такая ситуация отражает несвоевременный возврат суммы дебиторской задолженности и невозможности в обозначенные сроки погасить кредиторскую задолженность, либо направление денежных средств дебиторской задолженности не на погашение кредиторской, а на другие цели предприятия. Таким образом, увеличивается разрыв между суммами и длительностью оборота дебиторской и кредиторской задолженностей.

Последним направлением финансовой политики является политика дивидендов. В соответствии с нормативно-правовой базой выплата дивидендов производится по решению Правления акционерного общества, то есть может быть принято как положительное, так и отрицательное решение [3]. В области управления дивидендной политикой применяется пять подходов:

1) по остаточному принципу – руководство предприятия сначала направляет необходимые денежные средства на формирование необходимых резервов и фондов развития предприятия, а затем оставшиеся денежные средства, если такие будут иметь место, направляет на формирование фонда дивидендных выплат; такой подход в основном применяют предприятия на начальных этапах своего жизненно-

го цикла; этот подход не очень привлекателен для инвесторов, так как неизвестно, когда будут выплачены дивиденды;

2) постоянные минимальные выплаты – предприятие проводит политику постоянных выплат дивидендов, хотя их размер и минимальный; данный подход привлекает тех инвесторов, которые размещают капитал на долгий период с минимальными рисками и доходами;

3) в отдельные периоды производятся выплаты – руководство предприятия придерживается позиции, что выплачивать дивиденды, только если позволяет формирование фонда из чистой прибыли, причем размер дивидендов считается нормальным;

4) для постоянных выплат устанавливается определенный коэффициент относительно чистой прибыли для формирования фонда дивидендных выплат – такой подход реализует постоянные выплаты, систематические, но их размер в отдельные периоды разнится, что зависит от суммы получаемой чистой прибыли предприятия; такая политика более стабильна и интересна для инвесторов;

5) постоянно увеличивающиеся суммы дивидендных выплат – для привлечения инвесторов предприятие стремится в следующие временные периоды выплаты дивидендов обязательно увеличивать их размер, тем самым делая привлекательным вложение капитала в акции данного хозяйствующего субъекта; такие действия направлены на привлечение большего количества инвесторов и периодическое проведение эмиссии акций с целью увеличения собственного капитала.

Среди этих пяти политик самой либеральной и низко рискованной как для предприятия, так и для инвестора является первая политика. Получаемый инвесторами доход носит непостоянный и несистематический характер, так же, как и выплаты из чистой прибыли предприятия.

Наиболее рискованная политика для предприятия это пятая политика – предприятие постоянно повышает дивидендные выплаты вне зависимости от финансовой устойчивости. Предприятие, придерживаясь такого подхода, может увлечься выплатами дивидендов и сделать развитие предприятия, размещение инвестиций в новые проекты второстепенным.

Каждый хозяйствующий субъект выбирает тот подход в области дивидендных выплат, который ему удобен в конкретно складывающихся условиях.

Заключая все вышеизложенное, необходимо отметить самое главное. Финансовая политика предприятия является следствием финансовой политики, разрабатываемой на уровне государства. Формирование эффективной финансовой политики предприятия это процесс сложный и многогранный, так как включает разработку и реализацию нескольких направлений, таких как инвестиционная политика, налоговая и учетная, управление оборотными активами и кредиторской задолженностью, дивидендные выплаты [4, с. 37].

Инвестиционная политика связана с реализацией бизнес-плана, направленного на развитие предприятия, возможно расширение производства и выпуска новой продукции. Налоговая политика связана с периодическими выплатами в соответствии с законодательством. Учетная политика отражает подходы ведения бухгалтерского учета на предприятии.

Ценовая политика предприятия исходит из правильности формирования цены на готовую продукцию, которая будет покрывать все необходимые издержки и формировать запас финансовой прочности.

Процесс управления оборотными активами предприятия заключается в сокращении длительности операционного цикла и сопоставлении дебиторской и кредиторской задолженностей. Дивидендная политика предприятия связана с периодичностью начисления и выплат дивидендов предприятия.

Результатом правильной разработки и реализации финансовой политики предприятия является выполнение запланированных показателей финансовых результатов его деятельности.

Цитированная литература

1. **Филимонова, Е. А.** Оценка тенденций современной финансовой политики национального и регионального уровней / Е. А. Филимонова, Т. В. Фролова, Т. В. Сеницына. – Текст : электронный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 3 (ч. 1). – С. 121–130. – URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=1025> (дата обращения : 03.05.2021).
2. **Толмачева, И. В.** Содержание и виды финансовой политики современного государства / И. В. Толмачева, А. В. Ясенкова. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2019. – № 3 (63). – С. 299–303.
3. Закон ПМР «Об акционерных обществах», текущая редакция на 9.04.21 года.
4. **Суслова, И. А.** Финансовая политика предприятия / И. А. Суслова. – Текст : электронный // Экономика и управление. – 2018. – Т. 3. – № 7 (48). – С. 37–38. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32739244_32899300.pdf (дата обращения : 03.05.2021).

УДК 336.74(07)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ю. М. Сафронов, О. В. Якубов

Рассмотрены концептуальные основы формирования денежно-кредитной политики как таковой и ее основных постулатов, в частности. Описаны взгляды ведущих мировых экономистов на необходимость и эффективность денежно-кредитного регулирования, а также сделан вывод о наиболее приемлемой для современных реалий концепции денежно-кредитной политики.

Ключевые слова: концепции денежно-кредитной политики, денежно-кредитное регулирование, понятие денежно-кредитной политики, центральный банк, предложение денег, монетарные власти, политика, кейнсианство, монетаризм.

THEORETICAL CONCEPTS OF MONETARY POLICY FORMATION IN CONDITIONS OF INSTABILITY OF ECONOMIC SYSTEMS

Y. M. Safronov, O. V. Yakubov

The conceptual foundations of the formation of monetary policy as such and its main postulates, in particular, are considered. The views of the world's leading economists on the necessity and effectiveness of monetary regulation are described, and a conclusion is made about the most acceptable concept of monetary policy for modern realities.

Keywords: monetary policy concepts, monetary regulation, the concept of monetary policy, central bank, money supply, monetary authorities, politics, Keynesianism, monetarism.

В мировой экономической литературе существует множество теорий, предлагающих разные методы оценки эффективности страны в регулировании экономики. Некоторые теории (либеральный подход) выступают за полное исключение государства из экономической деятельности, иные – за поддержание жесткого уровня контроля государства над всеми макроэкономическими процессами (государственный подход, реализуемый в форме жесткого монетаризма). Следует отметить, что в странах с устоявшимися рыночными отношениями крайние подходы (либеральный и жесткий монетаризм) в чистом виде не наблюдаются.

Мировая практика разработки и реализации денежно-кредитной политики

(ДКП) показывает, что она базируется на некоторых концепциях, сформулированных в начале XX века и доказавших свою эффективность в определенных исторических условиях. Эти концепции описаны в экономической литературе как синтез кейнсианства, монетаризма и неоклассицизма. По мнению авторов, сравнение этих концепций в контексте взглядов на денежно-кредитную политику и ее реализацию необходимо проводить посредством сравнения общих и единичных взглядов на денежно-кредитную политику.

Для более глубокого и полного понимания указанных концепций рассмотрим подходы различных ученых-экономистов к самому понятию денежно-кредитной политики. В настоящее время в мировой банковской практике существует множество определений данного термина. Не-

которые экономисты рассматривают ДКП как управление денежной массой и процентными ставками на финансовом и денежном рынках. Так, например, в трудах известных американских экономистов С. Фишера, Р. Шмалензи, Р. Дорнбуш детально рассматривается денежно-кредитная политика, проводимая Федеральной резервной системой, методы и инструменты ее реализации [1, с. 55], однако нет четкого определения данному понятию. Согласно Э. Долану и Р. Кэмпбеллу, ДКП – это «политика правительства, которая влияет на количество денег в обращении» [2, с. 59].

В «Энциклопедии банковского дела и финансов» Чарльз Дж. Вульффер дает определение денежно-кредитной политики в широком смысле как одного из направлений государственной политики, связанного с объемом и использованием денег в обращении и включающего в себя формирование полномочий и функций органов контроля над денежным обращением через центральный банк. Целью этой политики является стабилизация цен путем принятия антициклических мер в сфере денежного обращения, что впоследствии должно способствовать будущему экономическому росту» [3, с. 89].

Некоторые исследователи полагают, что денежно-кредитная политика – это набор решений Центрального банка, влияющих исключительно на показатель денежной массы. Данное объяснение не отражает ни цели, ни характера управления экономикой, то есть разумными являются только технические аспекты этой политики.

Более подробное определение ДКП можно найти в отечественной литературе, где денежно-кредитная политика представляет совокупность мероприятий, направленных на изменение предложения денег в обращении, объема кредитных вливаний в экономику, уровня процентных

ставок и других показателей денежного рынка.

Б. К. Иришев трактует ДКП как совокупность взаимосвязанных мер, принимаемых денежными властями в денежно-кредитной системе для регулирования рыночной конъюнктуры и воспроизведения процесса [4, с. 17]. В позиции данного автора комплекс взаимосвязанных мер целесообразно заменить концепцией стратегии или механизма, позволяющей дать более глубокую оценку действий правительства.

С точки зрения авторов данной статьи, для успешного проведения ДКП ее согласованность с другими областями социально-экономического развития имеет жизненно важное значение для обеспечения интересов страны в системе мирохозяйственных связей и ее экономической безопасности. Без такой взаимосвязи невозможна долгосрочная финансовая стабильность страны.

Однако ни одно из приведенных выше определений не может претендовать на полноту и точность формулировок.

По мнению авторов, денежно-кредитная политика – это экономическая стратегия страны по управлению денежным обращением и денежной массой через специальные финансово-кредитные учреждения. Её целью является достижение наилучших положительных результатов социально-экономического развития, а также сдерживание процесса инфляции, что создает условия для экономического роста и формирует внешнеэкономический климат на каждом этапе общественного развития.

Сформулированное определение учитывает взаимосвязь между ответственностью государства и его денежных властей через призму ДКП, проводимой в экономической и социальной областях, во внешнеэкономической деятельности, учитывая при этом текущий уровень со-

циально-экономического развития страны и всего международного сообщества. Он отражает реальность мировых изменений, которые постоянно происходят во всех сферах жизни человека на почве глобализации.

Концепция ДКП начала формироваться еще в начале прошлого века. Поскольку она базируется на теории денег, изучающей, в том числе процесс денежного воздействия на состояние экономики, содержание конкретной концепции ДКП напрямую зависит от того, в рамках какого направления экономической мысли она возникла. На сегодняшний день теоретические проблемы денег и денежной политики являются областью интенсивных дискуссий и конкуренции между противоборствующими школами в западной политэкономической мысли. Основное противостояние в вопросе монетарного регулирования сложилось между кейнсианским подходом, воплощающим идеи оперативного применения денег в качестве инструмента повседневного управления экономической конъюнктурой и стимулирования темпов экономического развития, и монетаризмом, осуждающим такие манипуляции в денежной сфере, которые, по мнению сторонников этой доктрины, ведут к усилению хозяйственных противоречий и диспропорций, а также к усилению экономических противоречий и дисбалансов и усложнению действий естественных стабилизаторов рынка. Кейнсианство сформировалось в 30–40-х годах XX века и быстро заняло доминирующее положение в теоретической литературе и планах экономической политики; монетаризм появился немного позднее – в середине 50-х годов, и длительное время был объектом скептического отношения и нападков со стороны академических кругов государственной власти ведущих капиталистических стран.

Сформулировав направление данного учения под лозунгом «деньги имеют значе-

ние», монетаристы породили мощный импульс к развитию исследований в денежной сфере. Сторонники этого направления обвинили ортодоксальных кейнсианцев в игнорировании важной роли денежных факторов в воспроизводственном процессе и проведении политики, сознательно поддерживающей инфляцию. Особое внимание они уделили исследованию различных эффектов и экономических последствий денежных сдвигов, подчеркивая тот факт, что в развитии экономики динамика денежной массы является ключевым звеном. Однако, в конечном итоге, позиция монетаристов привела к гипертрофированию роли денег в экономическом механизме, как важнейшего детерминанта развития рыночной ситуации и динамики номинального (выраженного в текущих ценах) национального дохода.

В книге «Общая теория занятости, процента и денег» (1936) Дж. М. Кейнс обосновал необходимость постоянного и обширного государственного вмешательства в экономическую жизнь, в основном с помощью инструментов фискального регулирования, для предотвращения экономических кризисов и обеспечения занятости. На практике воплощением этих взглядов является так называемая политика «встроенных стабилизаторов». Согласно этой политике, когда возникает предпосылка для восстановления экономики, центральный банк должен насыщать экономику путем переучета обязательств экономических агентов посредством таких инструментов, как векселя или ипотечные ценные бумаги. При обнаружении признаков «перегрева» центральный банк должен начать сокращать денежную массу, что приведет к контролируемому замедлению экономического роста.

В 1970–1980-х годах основные идеи кейнсианства подверглись критике со стороны «монетаристской» школы экономики. М. Фридман (основоположник «моне-

таристской» школы) и А. Шварц в работе «Монетарная история Соединенных Штатов, 1867–1960 гг.» пишут о выявленной ими закономерности, в соответствии с которой темпы роста денежной массы, находящейся в обращении, неразрывно связаны с движением цикла, опережая общие темпы развития делового цикла. Исследования данных экономистов открыли взаимосвязь между темпами роста денежной массы и пиковыми точками делового цикла.

Монетаристы считают, что манипулирование денежной массой чревато большой опасностью. По их мнению, в процессе регулирования наблюдается определенный временной лаг между изменением денежной массы и соответствующим эффектом в сфере производства, который в условиях циклического кризиса длится от 5 до 21 месяцев и 13–14 месяцев – при циклическом подъеме. Из этого следует, что центральные банки должны проводить равномерное увеличение денежной массы – не более 3–5 % в год. По их мнению, именно такое увеличение денежной массы может привести к увеличению деловой активности в экономике. Этот эффект длится 6–8 месяцев, после чего значения макроэкономических показателей возвращаются к исходным уровням.

Сторонники монетаристской теории отстаивают приоритетность жесткой ДКП, которая не зависит от рыночной конъюнктуры и направлена на ограничение инфляции и главная функция которой – контроль за выпуском денег в обращении. Целью такого контроля является соответствие предложения денег долговременному темпу роста экономики. Считается, что такое внимание к долгосрочным тенденциям в сфере денежного обращения в наибольшей степени поможет поддерживать оптимальные темпы экономического роста. По мнению некоторых монетаристов, антициклическое регулирование рыноч-

ной экономики подрывает роль естественных рыночных сил, что приводит к усилению инфляционных тенденций.

В подтверждение данных выводов монетаристы ссылались на опыт 1970-х годов, когда многие промышленно развитые страны увеличили свою денежную массу (вызвав инфляцию), но не наблюдали экономического роста. Эта ситуация получила название «стагфляции», сочетание инфляции и стагнации. Последствия проведения жесткой ДКП привели к уходу с рынка неконкурентоспособных компаний, что послужило основой для «нового» экономического роста. Однако кейнсианцы тоже не отвергают необходимость рестрикционной политики. Фактически, противоречие между этими двумя тенденциями сводится к отрицанию монетаризмом идеи «вливания капитала для будущего экономического роста».

Современные кейнсианцы и монетаристы признают, что изменения в денежной массе будут влиять на величину ВВП, но они по-разному оценивают значимость и механизм этого эффекта: с кейнсианской точки зрения, в основу денежно-кредитной политики должен быть положен определенный уровень процентной ставки, а с точки зрения монетаристов – само предложение денег.

Подход к политике в значительной степени зависит от исходных идей и философских предпосылок различных политических и экономических течений и школ. Так, вывод кейнсианства определяется присущей этому направлению философией активизма: государство активно вмешивается в экономический процесс, чтобы уменьшить циклические колебания рыночной ситуации и добиться высокого уровня производства и занятости рабочей силы. Монетаристы отстаивают принцип невмешательства в экономическую жизнь. Они отрицательно относятся к идее «компенсационной» политики и

считают принцип стабилизации покупательной способности денег важнейшим условием поддержания общего экономического баланса.

Таким образом, монетаристы выступают против активной макроэкономической политики государства. Они считают, что капиталистическая экономика фундаментально стабильна, и вмешательство государства только разрушит естественный механизм адаптации экономики к меняющимся условиям.

В настоящее время наиболее популярным методом центральных банков является монетаристский, который фокусируется на обеспечении денежной массы для стабилизации цен. В то же время целый спектр новых явлений, таких как потоки капитала, финансовые инновации, фондовые «пузыри» и т. д. заставляют исследователей пересматривать основные идеи монетаризма.

Развитие экономики на рубеже XX–XXI веков характеризуется усиливающимися процессами глобализации экономических систем, которые разрушают границы национальных хозяйств; растущей либерализацией экономических режимов; возрастающим влиянием транснациональных корпораций в функционировании национальной экономики; растущей зависимостью государств от глобальных и финансовых рынков. Следовательно, денежно-кредитная политика не должна приспособливаться к экономической структуре, а должна формировать эту структуру посредством своего воздействия на экономику. Концепция монетаризма о невмешательстве государства в рыночную экономику оказалась несостоятельной.

В настоящее время монетаризм уже не является полной противоположностью кейнсианской концепции развития экономики. Сформировавшееся в результате противостояния данных школ течение можно охарактеризовать как синтез кейнсианства и монетаризма – самостоятельную теоретическую модель, аккумулирующую элементы обеих экономических теорий. С данной позицией соглашается большинство экспертов, разногласия, как правило, возникают в связи с выбором путей решения этих задач. Вследствие этого, главным направлением развития денежно-кредитных отношений должно быть обеспечение нормального денежного оборота, обеспечивающего эффективное функционирование реального сектора экономики.

Цитированная литература

1. **Фишер, С.** Экономика: учебник / С. Фишер, Р. Дорнбуш, Р. Шмалензи [пер. с англ.]. – Москва: Дело, 1999. – 829 с. – Текст : непосредственный.
2. **Долан, Эд. Дж.** Деньги, банковское дело и денежно-кредитная политика: учебник / Эдвин Дж. Долан, Колин Д. Кэмпбелл, Розмари Дж. Кэмпбелл; [пер. с англ.]. – Москва; Ленинград: Автокомп, 1991. – 446 с. – Текст : непосредственный.
3. **Вулфел, Ч. Дж.** Энциклопедия банковского дела и финансов / Чарльз Дж. Вулфел. – Москва : Корпорация Федоров, 2003 – 1584 с. – Текст : непосредственный.
4. **Иришев, Б. К.** Денежно-кредитная политика: концепция и механизм / Б. К. Иришев. – Алма-Ата : Гылым, 1990 – 176 с. – Текст : непосредственный.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ

И. В. Ватаман, А. С. Киприян

В статье рассматриваются теоретические основы формирования денежно-кредитной политики, а также независимость Центрального банка, играющего решающую роль в непосредственном осуществлении денежно-кредитной политики и в определении ее эффективности для развития реального сектора экономики.

Ключевые слова: денежно-кредитная политика, спрос и предложение денег денежная масса, процентная ставка, денежные агрегаты, таргетирование инфляции.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE FORMATION AND IMPLEMENTATION OF MONETARY POLICY

I. V. Vataman, A. S. Kyprisyann

The article discusses the theoretical foundations of the formation of monetary policy, as well as the independence of the Central Bank, which plays a crucial role in the direct implementation of monetary policy and in determining its effectiveness for the development of the real sector of the economy.

Keywords: monetary policy, money supply and demand, money supply, interest rate, monetary aggregates, inflation targeting.

Денежно-кредитное регулирование экономики является неотъемлемой частью макроэкономической политики любого современного государства. Одним из необходимых условий эффективного развития экономики является формирование четкого механизма денежно-кредитного регулирования, позволяющего воздействовать на деловую активность, совокупный спрос, состояние кредитного рынка, контролировать деятельность коммерческих банков, добиваться стабилизации денежного обращения. Таким образом, денежно-кредитная политика занимает одно из ключевых положений в макроэкономическом регулировании.

В мировой экономической практике выделяют две основные школы, положившие начало формированию теории монетарного регулирования: денежная и банковская.

Теоретическая точка зрения, представленная последователями денежной школы Дж. Лойда, Дж. Мак-Куллоха, Р. Торенса, Р. Пиля, берет свое начало в учении Д. Рикардо, который считал, что причиной инфляции является чрезмерное увеличение количества бумажных денег, а степень их обесценения определяется волатильностью количества банкнот. В своей работе «Начала политической экономии и налогового обложения» Д. Рикардо отмечал, что «при чисто металлическом денежном обращении, то есть при отсутствии бумажных денег в обращении, единственный способ восстановить нормальное соотношение денег в разных странах – это экспортировать металлические деньги».

Однако, если вместе с металлическими деньгами обращаются и бумажные деньги – для поднятия цены валюты до нормального уровня, необходимо умень-

шение количества бумажных денег, чтобы снизить цены на товары, увеличить экспорт и сократить импорт, тем самым восстановить равенство ценности в разных странах. Следовательно, его вывод таков: «Обращение чисто металлических денег является спонтанным, автоматическим и основано на внутренней стоимости денег». В смешанной системе денежное обращение необходимо контролировать искусственно, «задача состоит в том, чтобы не допустить отклонения стоимости валюты от уровня чистой металлической системы» [1, с. 68].

Представители банковской школы Т. Тук, Дж. Уильсон, Д. Жильбарт, Дж. Милль отвергали гипотезу теоретиков денежной школы, предполагая, что цены на товары совершенно не зависят от количества денег, а наоборот, количество денег зависит от товарных цен. По их мнению, количество банкнот всегда соответствует потребностям, так как при погашении кредита банкноты всегда возвращаются в банк. Необходимым условием для этого считали обменяемость денег на золото. Если эмиссия не приводит к росту обменного курса, значит, деньги нужны экономике, и это не приведет к кризису. Они считают, что свобода эмиссии увеличивает возможность валютного регулирования [2, с. 167].

Несостоятельность этой теории объясняется многими факторами. Во-первых, рост цен в экономике всегда является результатом несоответствия спроса и предложения. Во-вторых, как основной метод поддержания стабильности, денежный регулятор должен выводить лишние деньги из страны.

Таким образом, по мнению авторов, теория банковской школы основана на искаженной связи между уровнем цен и количеством денег в обращении, что неприменимо для объяснения экономических процессов, не говоря уже о регулировании экономики.

В целом можно сказать, что появление и развитие денежной и банковской

школы – это лишь первый значимый шаг в формировании денежно-кредитной политики.

После того как денежные средства стали обладать представительной стоимостью, необходимость регулирования денежной массы стала главной задачей страны. Стало возможным регулирование денежной массы в обращении с помощью кредитной политики, если институциональная структура страны позволяла это.

Денежный оборот складывается из отдельных каналов движения денег и других средств между:

- центральным и коммерческим банками;
- коммерческими банками;
- предприятиями и организациями;
- банками, предприятиями и организациями;
- банками и населением;
- предприятиями, организациями и населением;
- физическими лицами;
- банками и финансовыми институтами различного назначения;
- финансовыми институтами и населением [3, с. 57].

Организация и контроль денежного обращения в стране осуществляется центральным банком через косвенную роль организованной системы коммерческих банков в соответствии с поставленными целями по реализации определенной денежно-кредитной политики, сформулированной в рамках национальной экономической политики.

В соответствии с этим надзор за денежным обращением осуществляется на основе концепций денежной массы, денежных агрегатов, спроса и предложения денег и кредитного мультипликатора и т. д. Это, в свою очередь, делает необходимым рассмотрение концепции денежно-кредитного регулирования, изложенной в различных экономических школах, по-

скольку причина необходимости денежно-кредитной политики требует раскрытия ее внутренних механизмов и принципов ее реализации.

С точки зрения денежно-кредитного регулирования различают две школы – кейнсианскую и монетаристскую.

Учитывая, что денежно-кредитная политика основана на теории денег, кейнсианцы и монетаристы признают, что состояние денежной сферы и ее изменения под влиянием денежно-кредитной политики будут влиять на общую экономическую ситуацию, но важность этого эффекта оценивается по-разному. Расхождения во мнениях отражаются в оценке спроса и предложения денег.

Кейнс заменил термин «спрос на деньги» на «предпочтение ликвидности» и оценил спрос на деньги с точки зрения ожидаемых изменений процентных ставок. Важной частью анализа при этом являлся психологический момент предпочтения ликвидности, то есть предполагаемое прогнозируемое значение процентных ставок будет влиять на выбор индивида между наличными деньгами и акциями, предпочитая то одно, то другое.

Из вышеизложенного следуют два момента. Во-первых, в некоторых случаях процентные ставки могут быть негибкими, и денежно-кредитные органы могут столкнуться с определенными трудностями. Во-вторых, взаимосвязь между спросом на деньги и процентными ставками недостаточно стабильна, поскольку мнения о нормальных процентных ставках могут варьироваться в зависимости от условий и мнений экономических субъектов, поэтому денежно-кредитные органы не знают, как им нужно менять денежную массу для получения необходимых изменений процентных ставок.

Они полагают, что в конечном итоге страна предпочла бы использовать бюджет для эффективного влияния на эконо-

мическую ситуацию, изменяя размер бюджетных расходов, потому что изменение государственных расходов само по себе окажет прямое влияние на общие расходы физических лиц. Кейнс придавал большое значение спросу на деньги и не останавливался на вопросе предложения, считая, что денежные власти контролируют выпуск денег в обращение.

М. Фридмен в работе «Количественная теория денег: новый подход» доказывает два убеждения относительно предложения и спроса на деньги и уделяет больше внимания предложению. По его словам, спрос на деньги является стабильной функцией нескольких переменных, а функция денежного предложения включает параметры, которые отличаются от параметрической части функции спроса на деньги.

Фактически функция спроса Фридмена близка к кейнсианской, потому что она включает текущий доход и процентные ставки в качестве детерминантов, но процентные ставки имеют разные свойства – ожидаемые процентные ставки могут быть разложены на реальную и ожидаемую темпы инфляции, так что спрос на деньги становится убывающей функцией степени роста номинальных постоянных доходов, что позволяет нам объяснить циклические изменения скорости обращения денег. При этом необходимо исключить автоматическую реакцию изменения денежной массы на изменение спроса на деньги, поскольку существуют факторы, которые влияют на изменение предложения, но не влияют на спрос.

Согласно монетаристскому определению, количество денег в обращении зависит от трех факторов: количества денег, выпущенных центральным банком, нормы банковских резервов и соотношения наличных денег к банковским депозитам.

Монетаристы К. Бруннер и Х. Мелцер, продолжившие анализ предложения денег Фридмена, попытались охаракте-

ризовать поведение банков и общества в процессе эмиссии денег и установили определенные функции предложения, основанные на концепции кредитного мультипликатора, пытаясь доказать, что изменение предложения денег центральным банком играет ведущую роль [2, с. 183].

По мере расширения экономического взаимодействия между странами споры между эффективностью налогово-бюджетной и денежно-кредитной политики усиливаются. Анализ показывает влияние торгового баланса на спрос на деньги и, как следствие, изменение обменных валютных курсов.

Разница между кейнсианцами и монетаристами, их методами и определением позиции денежно-кредитной политики заключается в их различном отношении к степени вмешательства государства в экономику. Кейнсианцы считают, что рыночная экономика представляет собой довольно нестабильную систему со множеством внутренних противоречий, которые могут быть разрешены только посредством государственного вмешательства. Монетаристы считают обратное: рыночная экономика – это устойчивая система, а все негативные аспекты являются результатом некомпетентного государственного вмешательства в экономику, которое препятствует работе саморегулируемых рыночных механизмов.

Однако монетаристская теория предусматривает определенную степень вмешательства государства. Так, Фридмен сформулировал «денежное правило», которое жестко регулирует рост денежной массы в обращении – 3–5 % в год. Именно этот рост приводит к увеличению деловой активности в экономике. В случае неконтролируемого увеличения денежной массы более 5 % – инфляция будет увеличиваться, а темпы роста валового национального продукта страны снизятся.

Успех теории монетаризма привел к использованию денежных агрегатов в ка-

честве краткосрочной экономической стабильности. Факты доказали, что денежные агрегаты полезны, во-первых, как информационные переменные, во-вторых, они сигнализируют о намерениях денежных властей, и в-третьих, они используются в качестве инструментов денежно-кредитной политики.

Эффективность денежно-кредитной модели в переходной экономике в основном проявляется в снижении денежного предложения с целью снижения инфляции, что, в свою очередь, в соответствии с подходом монетаристов должно способствовать экономическому развитию при отсутствии инвестиционного развития. Однако в краткосрочной перспективе это не может дать явных положительных результатов в связи с тем, что экономика нуждается в финансировании для обновления основных фондов хозяйствующих субъектов.

Необходимо отметить, что для эффективного проведения денежно-кредитной политики необходимы соответствующие институты, через которые импульс, порождаемый использованием инструментов денежно-кредитной политики, должен передаваться экономике, однако, в настоящее время во многих странах с переходной экономикой механизм передачи этих импульсов недостаточно развит, из-за чего применение таких инструментов не всегда оправдывает ожидания.

В этой связи следует помнить, что для реализации денежно-кредитной политики, какое бы направление не использовали монетарные власти, необходимо сформировать определенную систему рыночных отношений.

В этой связи с течением времени монетаристская политика была заменена таргетированием инфляции, и она зародилась на пересечении этих двух теорий и стала ответом на потерю эффективности применения системы денежных агрегатов.

В настоящее время центральные банки развитых стран больше склонны использовать модель таргетирования инфляции. В такой модели процентная ставка становится инструментом центрального банка, направленным на минимизацию колебания цен и ВВП.

Однако теоретические основы и концептуальные знания денежно-кредитной политики не могут определить возможность ее эффективного влияния на уровень экономического развития страны. Невозможно сформулировать единую и оптимальную денежно-кредитную политику для всех стран, учитывающую конкретные обстоятельства, национальные особенности, уровень развития и структуру финансового рынка. Если определенные решения являются оптимальными для большинства стран, это не означает, что эти решения желательны и эффективны в другой стране.

На формирование денежно-кредитной политики влияет поведение участников рынка, их институциональная структура, предпочтения, конкретные условия стадии экономического цикла, политические изменения в стране и факторы валютного рынка. Поэтому денежно-кредитная политика не должна быть универсальной для каждой страны, а адаптироваться под условия каждой страны в зависимости от степени ее развития и поставленных целей.

Эффективность воздействия денежно-кредитной политики на экономику также зависит от степени независимости центрального банка от правительства.

На сегодняшний день существует большое количество экономической литературы, посвященной независимости центрального банка. К наиболее известным исследователям по данной проблеме можно отнести А. Азина, Л. Саммерса, А. Цукермана, С. Эйффингера, Э. Шалинга, В. Грили и др. Среди отечественных экономистов нельзя не отметить О. И. Ананьина, В. М. Усокина. Концепция не-

зависимости центрального банка имеет под собой как теоретическую, так и эмпирическую основу. Фактическая основа – многолетний опыт Бундесбанка, который продемонстрировал его удивительную способность поддерживать низкий и стабильный уровень инфляции во второй половине XX века. Многие экономисты считают, что этому способствовала высокая степень юридической независимости Бундесбанка.

Автономность целей денежно-кредитной политики – это теоретическая концепция, позволяющая центральному банку самостоятельно разрабатывать свои цели. Автономия означает, что если конечная цель денежно-кредитной политики четко не определена или набор целей не определен в законодательстве, то центральный банк должен иметь возможность самостоятельно определять цели своей деятельности.

Операционная автономия означает, что центральный банк сам выбирает список временных и операционных целей, которые будут использоваться для достижения окончательных целей денежно-кредитной политики. Автономия целей денежно-кредитной политики и операционная автономия центрального банка необходимы для компенсации «недалековидного» поведения правительства, поскольку правительство склонно проводить политику, способствующую инфляции.

Автономность денежных инструментов означает, что центральный банк полностью независим в выборе инструментов экономической политики для достижения своих целей. Автономность этих инструментов означает соглашение между правительством и центральным банком о делегировании полномочий денежно-кредитным органам принимать повседневные решения в области денежно-кредитной политики.

Кроме того, характер используемых инструментов денежно-кредитной поли-

тики и контроль центрального банка над кредитной системой, то есть основное использование рыночного или административного контроля, очень важны для функциональной независимости [3, с. 94].

Показателями функциональной независимости являются:

- достаточность и эффективность инструментов, которыми располагает центральный банк для проведения денежно-кредитной политики;

- применение механизмов, регулирующих принятие решений по использованию инструментов денежно-кредитной политики.

Функциональная независимость центрального банка приводит к необходимости понимать проблему дискреционной денежно-кредитной политики, а это означает, что текущая политика центрального банка, связанная с национальными и мировыми экономическими событиями, изменилась. Следовательно, денежно-кредитная политика должна позволять центральному банку реагировать на временные изменения в экономике. Жесткая политика, преследующая определенные цели, может оказать негативное влияние на экономику и стимулировать процесс инфляции [2, с. 104].

Примером давления со стороны властей на центральный банк является попытка привлечь его к участию в предоставлении льготных кредитов отдельным компаниям или отраслям и вынудить центральный банк предоставлять ссуды коммерческим банкам на определенный период времени без предоставления обеспечения, что сейчас и происходит.

Независимость центрального банка также была поставлена под угрозу из-за сочетания его функций банковского надзора и денежно-кредитной политики. Из-за стремления центрального банка не допустить ослабления банковской системы противоречивой задачей становится обеспечение стабильности национальной валюты.

Вопрос независимости актуален в нынешних реалиях, почти у всех стран есть проблемы с независимостью центрального банка. Общественность заинтересована в прозрачности деятельности центрального банка и должна гарантировать, что центральный банк реализует необходимую политику и помогает реализовать интересы экономических субъектов.

Примером независимого центрального банка, задачей которого является поддержание макроэкономического равновесия и стабильного развития государства, является Федеральная резервная система (далее – ФРС). Капитал федеральных резервных банков в полном объеме принадлежит банкам – членам ФРС, которые являются коммерческими банками. Данный фактор позволяет ФРС проводить независимую денежно-кредитную политику, адекватную рыночным условиям, своевременно применять необходимые инструменты воздействия на регулятор и даже влиять на денежно-кредитные политики других стран и мировые финансовые рынки.

Важность вопроса о влиянии денежно-кредитной политики на национальную экономику в последнее время определяется интернационализацией экономических отношений и глубоким участием каждой страны в мировой экономике. В связи с этим, когда центральный банк формулирует и реализует денежно-кредитную политику, он должен защищать не только национальные интересы, но и национальную экономическую и финансовую систему. Денежно-кредитная политика должна оказывать наибольшее влияние на экономику и отвечать текущим потребностям и сочетанию экономических характеристик.

Обобщая рассмотренные вопросы, можно сказать, что формирование и использование теории денежно-кредитной политики происходило в рамках структурных преобразований экономики и общего развития экономической мысли. Таким образом,

следует отметить, что эффективность реализации денежно-кредитной политики зависит от правильной оценки экономических условий в конкретной стране, а факторы для ее определения включают учет уровня независимости центрального банка. Потому что уровень независимости центрального банка определяет наиболее эффективный выбор денежно-кредитной политики.

Если раньше вопрос заключался в определении места денежно-кредитной политики в структуре национальной политики, то теперь никто не сомневается, что денежно-кредитная политика, хоть и не является главенствующей, это основная часть экономической политики в целом, с помощью которой осуществляется регулирование экономических процессов, а также влияние через систему коммерческих банков на развитие реального сектора экономики и уровень инвестиций.

Цитированная литература

1. **Рикардо, Д.** Начала политической экономии и налогового обложения / Давид Рикардо ; [пер. с англ.; предисл. П. Клюкина]. – Москва: Эксмо, 2016. – 1040 с. – Текст : непосредственный.
2. Бюджетно-налоговые и денежно-кредитные инструменты достижения финансовой стабильности и обеспечения экономического роста: монография / коллектив авторов; под общей ред. М. А. Абрамовой ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : КНОРУС, 2019. – 202 с. – Текст : непосредственный.
3. Об основных направлениях единой государственной денежно-кредитной политики на 2019 год и период 2020 и 2021 годов: мнение экспертов Финансового университета / М. А. Абрамова, С. Е. Дубова, О. В. Захарова [и др.]. – Текст : непосредственный // Экономика. Налоги. Право. – 2019. – № 1. – С. 6–19.

УДК 336.71

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ РЕСУРСОВ

И. В. Ватаман, В. О. Шарко

Рассмотрены теоретические аспекты формирования и использования банковских ресурсов, изучены различные определения понятия «банковские ресурсы». Изучены источники формирования банковских ресурсов и их использование, а также исследована нормативно-правовая база, регулирующая деятельность банка по формированию ресурсов.

Ключевые слова: банк, банковские ресурсы, капитал, заемные средства, привлеченные средства, формирование ресурсной базы, нормативно-правовая база.

THEORETICAL ASPECTS OF THE FORMATION AND USE OF BANKING RESOURCES

I. V. Vataman, V. O. Sharko

The article discusses the theoretical aspects of the formation and use of banking resources, various definitions of the concept of "banking resources" are studied. The sources of the formation of banking resources and their use are studied, as well as the regulatory framework regulating the bank's activities for the formation of resources is investigated.

Keywords: bank, banking resources, capital, borrowed funds, attracted funds, formation of the resource base, regulatory framework.

В современных экономических условиях ключевым фактором эффективной работы кредитной организации является наличие необходимой ресурсной базы.

Банковские ресурсы – это собственный капитал и средства, а также средства, привлеченные банками в результате пассивных операций и используемые для активных операций банков [1, с. 103].

В настоящее время существует множество различных трактовок определения банковских ресурсов. Основные из них представлены в табл. 1.

Подводя итог приведенным определениям, следует отметить единство взглядов исследователей, которые связывают банковские ресурсы только с финансами в классическом понимании, выступающими в качестве источника активных операций по получению дохода.

На основании представленных интерпретаций можно сформулировать наиболее детальное определение банковских ресурсов. Таким образом, банковские ресурсы коммерческого банка представляют собой средства юридических и физических лиц, размещенные на депозитных, расчетных и иных счетах, образованных кредитной организацией путем осуществления пассивных операций и необходимых для проведения активных операций.

Банковские ресурсы кредитной организации формируются за счет определенных источников.

Как отмечает Н. Бирин, «в соответствии с функциями, банковские ресурсы можно классифицировать по различным критериям, основным из которых является экономическое содержание» [2, с. 82].

В соответствии с данным признаком банковские ресурсы классифицируются на:

- собственные;
- привлеченные;
- заемные [5, с. 8].

Наиболее наглядно данную классификацию можно представить на рис. 1.

Банковские ресурсы состоят из собственных, заемных и привлеченных средств. Под собственными средствами банка следует понимать различные фонды, созданные банком для обеспечения его финансовой устойчивости, коммерческой и хозяйственной деятельности, а также прибыли, полученной по результатам текущего и предыдущих лет.

Собственные средства банка включают:

- уставный (акционерный) капитал;
- фонды банка (резервный, страховой и др.), созданные за счет прибыли;
- не распределенную в течение года часть прибыли коммерческого банка.

В мировой банковской практике все привлеченные ресурсы по способу их накопления сгруппированы следующим образом:

- депозиты;
- недепозитные привлеченные средства.

Таблица 1

**Определение экономического содержания ресурсов банка
в трактовке различных авторов**

Автор	Определение
А. А. Арцыбашева	Ресурсы банка – это совокупность средств, имеющихся в распоряжении кредитной организации и необходимых для ведения активных операций.
Г. Г. Коробова	Банковские ресурсы представляют собой средства юридических и физических лиц, которые размещены на депозитных, расчетных и прочих счетах, которые увеличивают ресурсную базу кредитной организации.
О. И. Лаврушин	Ресурсы банка представляют собой совокупность собственного капитала, а также денежные средства, привлеченные на возвратной основе и сформированные кредитной организацией посредством реализации пассивных операций.

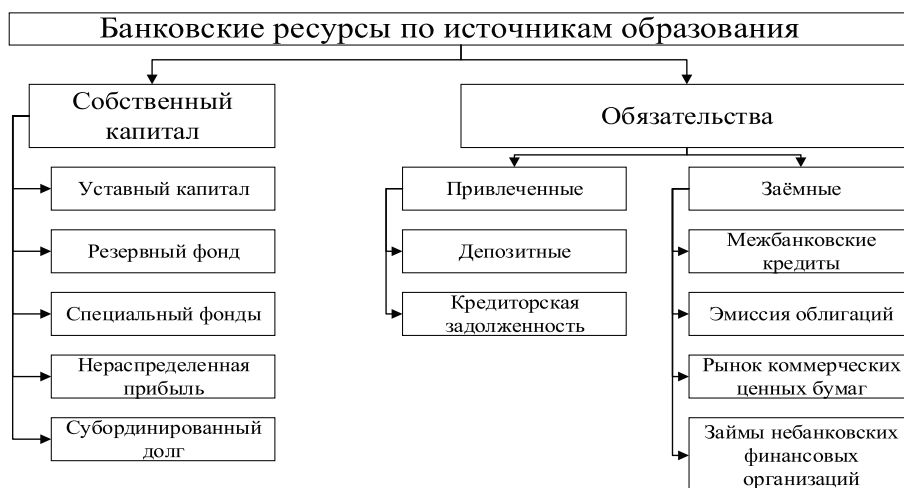


Рис. 1. Классификация банковских ресурсов по источникам образования [1, с. 7]

Основную часть привлекаемых ресурсов коммерческих банков составляют депозиты, то есть средства, размещенные в банке клиентами – физическими и юридическими лицами и используемые ими в соответствии с режимом счетов и банковским законодательством.

Классификация депозитных операций представлена на рис. 2.

Важнейшим источником банковских пассивов являются наличные деньги на руках у населения. Рассматривая денежные доходы населения и пути их движения в хозяйстве, английский экономист Джон Мейнард Кейнс отмечал, что склонность населения к сбережениям – одна из главных причин сокращения реализации товаров, объемов производства и рабочих мест [6, с. 72].

По источникам формирования пассивы неоднородны и состоят из собственного капитала и обязательств банка перед вкладчиками и кредиторами. Целью формирования банковского капитала является использование ресурсной базы путем ее последующего размещения от своего имени на условиях возвратности, срочности и платности в соответствии с целями и

задачами конкретного банка в рамках достижения генеральной цели любого банка – обеспечение защиты интересов клиента при получении максимальной прибыли с минимальными рисками.

Деятельность коммерческих банков имеет в своей основе обширную нормативно-правовую базу, включающую в себя законы Приднестровской Молдавской Республики, указы, инструкции и положения.

В банковском праве необходимо выделять общие и специальные законы.

В качестве общих законов применительно к банкам следует рассматривать следующие:

- Гражданский кодекс ПМР (тек. редакция 25.07.2020 г.);
- Закон Приднестровской Молдавской Республики «О рынке ценных бумаг»;
- Закон ПМР от 8 августа 1995 г. (СЗМР 95-3) «Об акционерных обществах».

В качестве специальных банковских законов выступает Закон ПМР «О банках и банковской деятельности» и Закон ПМР «О центральном банке Приднестровской Молдавской Республики».



Рис. 2. Классификация депозитных операций [4, с. 43]

Эти законы, с одной стороны, должны соответствовать общим требованиям правового регулирования хозяйственного оборота, конституционным принципам и гарантиям, а с другой стороны – вводят публично-правовые правила и требования, которые существенно отличаются от правил и требований частного правового регулирования, например, нормы порядка формирования уставного капитала.

Источниками информации для формирования показателей, характеризующих деятельность банковской системы ПМР, для экономики страны в целом являются баланс центрального банка ПМР, балансы кредитных организаций, отчеты банков по формам статистической отчетности, а также ряд основных макроэкономических показателей.

Основные показатели деятельности банковской системы Приднестровской Молдавской Республики за 2018–2020 годы приведены в табл. 2.

Данные, представленные в табл. 2, наглядно демонстрируют позитивные изменения величин основных показателей деятельности банковской системы Приднестровской Молдавской Республики за рассмотренный период.

За 2019 год произошло увеличение совокупных активов-нетто банковской системы. Так, совокупные активы увеличились по сравнению с 2018 годом на 1 218,30 млн. руб. и составили 9 740,0 млн. руб. Собственный капитал по состоянию на 01.01.2020 года составил 1 583,0 млн. руб., что на 95,90 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2019 года. Совокупные обязательства по состоянию на 01.01.2020 года составили 8 015,6 млн. руб., что на 1 063,20 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2019 года. Депозиты населения по состоянию на 01.01.2020 года составили 2 070,9 млн. руб., что на 192,60 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2019 года. Кредиты юридическим

Основные показатели деятельности банковской системы ПМР за 2018–2020 гг.

Показатели	01.01.2019 млн. руб.	01.01.2020 млн. руб.	01.01.2021 млн. руб.	Абсолютное отклонение, руб.		Темп прироста, %	
				2019/ 2018	2020/ 2019	2019/ 2018	2020/ 2019
Совокупные активы-нетто, банковской системы	8 521,7	9 740,0	11 167,2	1 218,30	1 427,20	14,30	14,65
Собственный капитал	1 487,1	1 583,0	2 064,5	95,90	481,50	6,45	30,42
Совокупные обязательства	6 952,4	8 015,6	9 067,8	1 063,20	1 052,20	15,29	13,13
Депозиты населения (срочные)	1 878,3	2 070,9	2 135,6	192,60	64,70	10,25	3,12
Кредиты юридическим лицам (без учета кредитных организаций), остаток задолженности	3 341,1	3 462,9	3 484,4	121,80	21,50	3,65	0,62
Кредиты физическим лицам, остаток задолженности	9 26,0	1 116,9	1 106,9	190,90	-10,00	20,62	-0,90

лицам (без учета кредитных организаций), остаток задолженности по состоянию на 01.01.2020 года составили 3 462,9 млн. руб., что на 121,80 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2019 года. Кредиты физическим лицам, остаток задолженности по состоянию на 01.01.2020 года составили 1 116,9 млн. руб., что на 190,90 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2019 года.

За 2020 год произошло увеличение совокупных активов-нетто банковской системы. Так, совокупные активы увеличились по сравнению с 2019 годом на 1 427,20 млн. руб. и составили 11 167,2 млн. руб. Собственный капитал по состоянию на 01.01.2021 года составил 2 064,5 млн. руб., что на 481,50 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2020 года. Совокупные обязательства по состоянию на 01.01.2021 года составили 9 067,8 млн. руб., что на 1 052,20 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2020 года. Депозиты населения по состоянию на 01.01.2021 года составили 2 135,6 млн. руб., что на 64,70 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2020 года. Кредиты юридическим лицам (без учета кредитных организаций), остаток задолженности по состоянию на 01.01.2021 года составили 3 484,4 млн.

руб., что на 21,50 млн. руб. больше, чем по состоянию на 01.01.2020 года. Кредиты физическим лицам, остаток задолженности по состоянию на 01.01.2021 года составили 1 106,9 млн. руб., что на 10,00 млн. руб. меньше, чем по состоянию на 01.01.2020 года.

Повышение величины основных показателей деятельности банковской системы Приднестровской Молдавской Республики за анализируемый период свидетельствует об увеличении клиентской базы банка, а также о влиянии различных позитивных внешних факторов.

Таким образом, коммерческие банки, как и другие субъекты рыночной экономики, должны иметь средства для обеспечения своей деятельности, то есть ресурсы. Банковские ресурсы – это совокупность денежных средств, находящихся в распоряжении банков и используемых для проведения активных операций.

По способу формирования ресурсы коммерческих банков можно разделить на собственные (капитал и средства, доходы будущих периодов, доходы и прибыль), привлеченные (остатки на счетах, сертификаты, векселя, банковские карты, вклады) и заемные (кредиты межбанковского рынка, кредиты ЦБ ПМР, облигации).

Объем и структура банковских ресурсов во многом определяют условия, формы и направления их использования. Общий объем средств коммерческого банка состоит из собственных средств, которые в среднем составляют 10–15 % в структуре всех ресурсов банка, привлеченных, их объем в среднем составляет 70–80 %, и заемных, размер которых в разных банках колеблется от 5 до 20 % [7, с. 54].

Нормативно-правовое регулирование формирования финансовых ресурсов коммерческих банков осуществляется посредством многих законодательных актов, в числе которых: «О банках и банковской деятельности», «О центральном банке Приднестровской Молдавской Республики», «Об акционерных обществах» и др.

Цитированная литература

1. Куликов, Н. И. Банковские ресурсы, их формирование и эффективное использование: монография / Н. И. Куликов, Н. П. Назарчук. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 108 с. – Текст : непосредственный.

2. Арцыбашева, А. А. Роль банковских вкладов в формировании ресурсной базы кредитной организации / А. А. Арцыбашева. –

Текст : непосредственный // Наука и практика регионов. – 2017. – № 1. – С. 41–45.

3. Банковское дело: учебник / под редакцией Г. Г. Коробовой. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – Москва: Магистр, ИНФРА-М, 2012. – 278 с. – Текст : непосредственный.

4. Лаврушин, О. И. Банковское дело: учебник / О. И. Лаврушин. – Москва: Финансы и статистика, 2010. – С. 234 – 245. – Текст : непосредственный.

5. Жуков, Е. Ф. Банки и банковские операции: учебник для вузов / Е. Ф. Жуков. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 425 с. – Текст : непосредственный.

6. Банковское дело: учебник / под редакцией Е. Ф. Жукова, Н. Д. Эриашвили. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – Москва: Юнити-Дана, 2015. – 654 с. – Текст : непосредственный.

7. Банковское дело / под редакцией Лаврушина О. И. – [8-е изд., стер.]. – Москва: 2009. – 768 с. – Текст : непосредственный.

8. Закон ПМР «О банках и банковской деятельности» (СЗМР 93-2) от 1 декабря 1993 года.

9. Закон ПМР «О Центральном банке» № 212-3-IV от 7 мая 2007.

10. Лаврушин, О. И. Банковское дело. Современная система кредитования / О. И. Лаврушин. – Москва: Кнорус. – 2016. – 360 с. – Текст : непосредственный.

УДК 339.133.017

ВЛИЯНИЕ СОВОКУПНОГО СПРОСА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

В. В. Лабунский, Л. Г. Сенокосова

Раскрываются теоретические аспекты экономического роста, факторы, влияющие на него, и пути преодоления экономического кризиса.

Ключевые слова: совокупный спрос, конечное и производственное потребление, предельная склонность к потреблению, предельная эффективность капитала, сбережения, предельная склонность к сбережению, инвестиционный спрос, парадокс бережливости, автономные и индуцированные инвестиции, мультипликатор, эффект акселерации.

THE IMPACT OF AGGREGATE DEMAND ON ECONOMIC GROWTH

V. V. Labunskiy, L. G. Senokosova

The article reveals the theoretical aspects of economic growth, the factors influencing it, and ways to overcome the economic crisis.

Keywords: *aggregate demand, final and production consumption, marginal propensity to consume, marginal efficiency of capital, savings, marginal propensity to save, investment demand, the paradox of thrift, autonomous and induced investments, multiplier, acceleration effect.*

Основные экономические цели современного общества – повышение эффективности производства, экономический рост, полная занятость, а также социально-экономическая стабильность. Что касается экономического роста, то здесь следует отметить расширение производственных возможностей. Посредством эффективного использования всех имеющихся в распоряжении ресурсов можно добиться повышения благосостояния народа.

Рыночная система весьма динамична, дает широкий простор для изменений, так как восприимчива к нововведениям, является саморегулирующейся, легко приспособляется к изменяющимся потребностям и способна обеспечить эффективный и быстрый рост. Источником этого роста выступают, прежде всего, активные и предприимчивые люди. Рынок побуждает проявлять энергию, амбиции, умения, идти на риск.

Рыночную систему не волнует социальный результат, здесь распределение дохода отнюдь не соответствует представлениям общества о социальной справедливости [6].

В связи с этим государство обязано вмешиваться в экономику, создавать условия для роста экономической эффективности и стремления к большей социальной справедливости. Так, исходя из кейнсианской теории, государство не должно решать исключительно экономические проблемы, его должны волновать и социальные. Кейнс (Джон Мейнард

Кейнс) объяснил необходимость государственного регулирования экономики так: «решение всех жизненно важных экономических проблем следует искать не на стороне предложения ресурсов (их редкости, ценности, вознаграждения факторов производства и т. п.), а на стороне спроса, обеспечивающего реализацию этих ресурсов». Основной причиной недостаточности эффективного спроса, по мнению ученого, является «прогрессивное сокращение предельной склонности к потреблению, понижение предельной эффективности капитала и чрезмерное предпочтение ликвидности».

Важнейшими факторами, влияющими на совокупный спрос, являются: изменение уровня доходов населения, динамика агрегатных цен, динамика процентной ставки, уровень благосостояния населения, величина чистого экспорта, трансферты и налоги, общее количество потребителей и т. д. Так, повышение агрегатных цен ведет к падению реальных денежных доходов граждан, уменьшению потребительского спроса и, соответственно, сокращению величины совокупного спроса. Кроме этого, повышение цен приводит к снятию денег с банковских счетов, при этом возможности банков по выдаче кредитов сокращаются, процентные ставки растут, кредит дорожает, уменьшается спрос на потребительский кредит, соответственно, сокращается совокупный спрос. Рост цен на товары внутри страны делает их недоступными для иностранцев, величина совокупного

спроса сокращается, сокращается экспорт, импортные товары становятся более привлекательными по цене, вследствие чего увеличивается объем импорта.

Сокращение совокупного спроса в экономической теории связывается также с тремя ценовыми эффектами:

- 1) процентная ставка;
- 2) материальные ценности, или реальные кассовые остатки;
- 3) импортные закупки.

Совокупный спрос определяют три составляющие: потребление населения, инвестиции предприятий и государственные расходы. С учетом того, что государственные расходы идут либо на потребление, либо на инвестирование, можно сделать вывод, что составляющими совокупного спроса выступают, в том числе, спрос потребительский, или расходы на потребление, и спрос инвестиционный, или расходы на производственные или капитальные товары и ресурсы [4].

Потребление представляет собой общее количество товаров, купленных и потребленных в течение некоторого периода. Следовательно, реальный платежеспособный спрос характеризует потребление.

Инвестиционный спрос состоит из двух частей:

- спрос на восстановление изношенного капитала;
- спрос на увеличение чистого реального капитала.

Как и потребительский, инвестиционный спрос зависит от субъективных и объективных факторов. Объективные факторы представлены доходами фирм и издержками (затратами) на инвестиции, имеющими долгосрочный характер. Причем, чем больше данные затраты и длиннее срок их окупаемости, тем меньше инвестиционных стимулов. Источниками инвестиций могут быть как собственные, так и заемные средства. Заемные средства надо оплачивать, поэтому высокая про-

центная ставка делает инвестиции дорогостоящими.

Современная экономическая наука увязывает инвестиционный спрос с теорией мультипликатора-акселератора. Так, теории макроэкономического равновесия под мультипликатором понимают коэффициент, показывающий зависимость изменения дохода от изменений инвестиций.

«Мультипликатор инвестиций находится в прямой зависимости от предельной склонности к потреблению и в обратной – от предельной склонности к сбережению». Он заканчивается в том случае, если прирост сбережения становится идентичным приросту дохода. В экономической теории прослеживается вывод, что мультипликационный эффект может быть вызван эндогенными факторами, такими как мультипликатор потребления, банковский, налоговый, кредитный и депозитный мультипликаторы.

Необходимо учитывать, что всякое экономическое явление внутренне противоречиво. Если, например, экономика находится в состоянии спада, депрессии, неполной занятости ресурсов, то при увеличении склонности к сбережению будет наблюдаться уменьшение склонности к потреблению, а при сокращении потребительского спроса – отсутствие возможности у предпринимателей продавать свою продукцию. Предприниматели начнут сокращать производство. Национальный доход и доходы различных слоев населения стремительно сократятся. Отсюда парадокс – рост сбережений приводит к уменьшению, а не увеличению инвестиций в условиях стагнации (от лат. *stagnum* – стоячая вода), кризиса и застоя.

Если же экономика находится в стадии оживления или подъема, то «парадокс бережливости» можно истолковать и так: высокое потребление, высокие инвестиции и низкие сбережения не противоречат, а помогают друг другу. Тем не менее, преобладание импорта над экспортом,

предельная склонность к сбережению, рост общего уровня цен, высокие налоги, другими словами, факторы, уменьшающие предельную склонность к потреблению, ослабляют влияние инвестиций на доходы.

С эффектом мультипликации тесно связан эффект акселерации (от лат. *acceleration* – ускорение). Его сущность заключается в следующем:

- изначальные инвестиции порождают рост дохода на основе мультипликационного эффекта;
- рост дохода приводит к увеличению спроса на потребительские товары;
- рост спроса на потребительские товары ведет к расширению производства в отраслях, производящих необходимые товары;
- увеличение скорости производства потребительских товаров приводит к еще большему спросу на товары производственного назначения;
- растущий спрос на ресурсы порождает увеличение их производства.

При этом особенностью воспроизводства основного капитала является то, что затраты на увеличение нового основного капитала превосходят стоимость выпускаемой продукции.

Акселерация в экономике – это «процесс, который показывает, как увеличение продаж и дохода вызывает рост инвестиций».

В целом механизм мультипликатора-акселератора таков: «научно-технический прогресс стимулирует автономные инвестиции, которые с мультипликационным эффектом оказывают воздействие на величину дохода (ВВП). В свою очередь, прирост ВВП порождает индуцированные (производные) инвестиции, которые превышают этот прирост (эффект акселерации)». Таким образом, изначальные инвестиции принимают характер умножающегося, кумулятивного процесса, который приводит к непрерывному росту объема национального производства.

В соответствии с кейнсианской теорией, главным направлением государственной политики должно быть стимулирование инвестиций. В ситуации экономического спада необходимо стимулировать расширение инвестиций путем:

- увеличения государственных расходов на покупку товаров и оплату услуг, строительство, выполнение общественных работ с целью компенсации недостающего частного спроса;
- влияния на норму банковского процента (резервирование, учетную ставку), а также компенсационную систему льготирования процентной ставки, что будет способствовать обеспечению расширения инвестиций;
- регулирования ставок налогообложения для повышения как производственного, так и потребительского спроса.

Таким образом, один из способов разрешения проблем экономики в период спада, в соответствии с кейнсианской теорией, – создание эффективного спроса в целом и стимулирование инвестиций (автономных и индуцированных) в частности [5].

Динамика инвестиций подвижна, тогда как тенденции изменения потребительского спроса гораздо меньше подвержены воздействию извне. Поэтому государственное регулирование рыночной экономической системы должно, прежде всего, базироваться на четырех основных аспектах: налоговом, денежно-кредитном, аспекте расходов государственного бюджета, а также протекционизме и перераспределении доходов.

В целом кейнсианцы создали достойную концепцию экономической системы, которую регулирует и рынок, и государство. Данная концепция базируется на следующих основных положениях:

- оценка причин государственного вмешательства в экономику и стихийный рыночный механизм;

- определение целей указанного вмешательства, методов и форм государственного регулирования экономики.

Главное внимание необходимо сосредоточить на «механизме переключения», обуславливающем поворот от экономического спада к подъему, а также на трактовке экономического цикла с опорой на три концепции:

1) концепция предельной эффективности капитала, согласно которой стимулы для инвестирования сохраняются до тех пор, пока предполагаемая норма прибыли превышает норму процента или равна ей;

2) концепция потребления, выражающая такую зависимость между доходом и потреблением, при которой доля потребления в силу более медленного роста дохода постоянно снижается, а потребность в капиталовложениях для поддержания нужного темпа роста увеличивается. Потребление определяет величину мультипликатора, который устанавливает зависимость изменения дохода от изменения инвестиций;

3) концепция акселератора, обосновывающая наличие некоторой взаимосвязи между приращением инвестиций и приращением дохода. Акселератор в данном случае выступает количественным выражением принципа акселерации, согласно которому каждый прирост (либо сокращение) дохода, спроса или потребления вызывает больший в относительном (процентном) выражении прирост (либо сокращение) «индуцированных» инвестиций. Индуцированные инвестиции образуют новый капитал посредством увеличения уровня расходов потребителей. При этом автономные инвестиции дают первоначальный импульс росту экономики, вызывая эффект мультипликации. Индуцированные инвестиции, которые, в свою очередь, являются результатом возросшего дохода, ведут к его дальнейшему росту и, соответственно, общественному благополучию.

Кейнс утверждал, что «государство, которое в состоянии взвесить предельную эффективность капитальных благ с точки зрения длительных перспектив и на основе общих социальных выгод, будет брать на себя все большую ответственность за прямую организацию инвестиций, может избежать всякого рода катаклизмов и кризисов».

Кроме этого, ученый рекомендовал проводить фискальную политику, направленную на наиболее равномерное распределение национального дохода, которая будет способствовать росту потребления, а следовательно, увеличению эффективного спроса.

В соответствии с неокейнсианской теорией темпы роста экономики определяют два основных фактора – величина капиталовложений, или доля накоплений в национальном доходе, и уровень капиталоемкости производства, который во многом определяется уровнем модернизации экономики в соответствии с доступностью достижений научно-технического прогресса.

Кроме прочего, выбор цели и путей ее достижения, а также организация непосредственно трудового процесса в современном обществе являются не только технологической, но и гуманитарной задачей. Необходимо также учитывать, что «единица благосостояния малоимущего в создании общественного благосостояния оценивается обществом весомее единицы благосостояния богатого». Это прослеживается в законе убывающей предельной полезности, исходя из которого предельная полезность выступает убывающей функцией дохода, отсюда приращение полезности бедного на единицу дохода оказывается выше, чем приращение богатого. Учитывая сказанное, общество должно стремиться уравнивать предельные полезности доходов малоимущего и состоятельного посредством передачи части доходов богатого бедному для увеличения общественного благосостояния. Прослеживается необходимость роста пенсий, зарплат, реально

располагаемых доходов населения, так как это будет способствовать росту совокупного спроса и, соответственно, являться драйвером экономического роста [2].

Мнение масс о социальной справедливости при этом должно трансформироваться в действующие законодательные нормы, «отражающие благосостояние общества как благосостояние составляющих его индивидов», и способствовать становлению общественного оптимума, т. е. такого распределения ресурсов, которое общество признает не только эффективным, но и социально справедливым [1].

В имеющихся кризисных условиях в социальной сфере главными должны стать преобразования, направленные на достижение следующих целей:

- обеспечение максимально эффективной защиты социально уязвимых членов общества, так как они не обладают возможностями для самостоятельного решения социальных проблем и нуждаются в господдержке;
- обеспечение всеобщей доступности базовых социальных благ (здравоохранение, образование и медицинское обслуживание) и общественно приемлемого их качества;
- создание таких экономических условий, которые позволят гражданам за счет собственных доходов обеспечивать высокий уровень социального потребления, в том числе комфортное жилье и достойный уровень жизни даже в пенсионном возрасте;
- осуществление социальной политики, основанной на модели субсидиарного государства, которая обеспечит перераспределение социальных расходов в пользу наиболее уязвимых групп населения при одновременном сокращении социальных трансфертов обеспеченным семьям;
- формирование в социально-культурной и экономической сферах институтов, позволяющих максимально полно мобилизовать средства населения и предпри-

ятий для увеличения инвестиционной и деловой активности.

Выделение приоритетных направлений позволяет максимально эффективно проводить социальную и экономическую политику. При этом первая должна быть политикой не «минимальных жизненных стандартов», а обеспечивающей, с одной стороны, поддержку и защиту «слабых», а с другой – благоприятные условия для развития «сильных». Стоит также отметить необходимость солидарности «сильных» и «слабых» для реализации концепции «социального рыночного хозяйства» [3].

Безусловно, между социальной и экономической эффективностью существует тесная взаимосвязь и взаимообусловленность. Так, повышение экономической эффективности производства как первопричина создает условия для повышения эффективности социальной. В свою очередь, динамика социальной эффективности, и положительная, и отрицательная, воздействует на динамику экономической эффективности.

На сегодняшний день популярной является концепция социальной ответственности, из которой следует, что целью крупного бизнеса выступает не только максимизация прибыли, но также и рост индивидуального благосостояния сотрудников предприятий и всех членов общества в целом.

Некоторые экономисты считают, что «современное расширенное понятие прибыли включает в себя не только экономическую, но и социальную прибыль, которая складывается из «просвещенной выгоды» от вложений в образование, квалификацию и переквалификацию работников, выгоды от улучшения окружающей среды, снятия социальной напряженности и т. д., за вычетом издержек на эти социальные цели».

Проводя структурную политику в кризисный период, необходимо, в первую очередь, решить следующие задачи:

– повышение совокупного спроса путем воздействия государства на инвестиционные решения экономических субъектов а также потребления и государственных закупок исключительно отечественных товаров;

– увеличение нормы сбережений и обеспечение превращения накоплений в инвестиции, стимулирование экспорта и импортозамещения;

– увеличение валовых инвестиций путем обеспечения благоприятного инвестиционного климата;

– преодоление структурных деформаций в отраслевом развитии и согласование структуры производства и платежеспособного спроса в стране;

– осуществление подготовки эффективных конкурентоспособных производств, а также инновационных направлений современного экономического развития;

– повышение социальной стабильности в обществе и недопущения роста социальной напряженности.

Реализацию указанных задач необходимо сопровождать справедливым, равномерным распределением времени кризисного периода между всеми слоями общества и экономическими субъектами.

Здесь стоит обратиться к необходимости корректировки мер, способов, методов, а также инструментов государственного влияния на экономику для решения насущных проблем с учетом их ранжирования по приоритетности. Так, главным приоритетом должно выступать благосостояние населения.

Вместе с увеличением материальной и социально-экономической мотивации особую роль в кризисный период играет государство, которое обязано обеспечить:

- достижение максимальной экономической результативности;

- устойчивый рост благосостояния граждан;

- повышение качества жизни населения.

Стоит также учитывать, что критерий развития цивилизованного общества заключается в том, что основой его развития выступают формирование и реализация потребностей каждого конкретного индивидуума и общества в целом.

Цитированная литература

1. **Лабунский, В. В.** Рыночная эффективность и социальная справедливость – составные части стратегии экономического развития / В. В. Лабунский, Е. В. Брынза. – Текст : непосредственный // Экономика Приднестровья. – 2019. – № 5. – С. 6.

2. **Лабунский, В. В.** Некоторые теоретические концепции формирования общественного благосостояния / В. В. Лабунский. – Текст : непосредственный // Экономика Приднестровья. – 2019. – № 7–8. – С. 8.

3. **Сенокосова, Л. Г.** Социальная политика государства как основа современного экономического развития общества / Л. Г. Сенокосова, В. В. Лабунский. – Текст : непосредственный // Экономика Приднестровья. – 2019. – № 3–4. – С. 6–7.

4. **Сенокосова, Л. Г.** Экономика для бакалавров : учебное пособие / Л. Г. Сенокосова; под общей редакцией Л. Г. Сенокосовой. – Тирасполь : Ликрис, 2014. – 156 с. – Текст : непосредственный.

5. **Сенокосова, Л. Г.** Макроэкономика : учебное пособие / Л. Г. Сенокосова; под общей редакцией Л. Г. Сенокосовой. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та, 2010. – 361 с. – Текст : непосредственный.

6. **Лабунский, В. В.** Совокупный спрос как фактор экономического роста. – Текст : электронный // Официальный сайт Верховного совета ПМР. – URL: <http://www.vspmr.org/information/expert-opinion/covokupniy-sproskak-faktor-ekonomicheskogo-rosta.html> (дата обращения: 10.02.2021).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМЫ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ

Ю. М. Сафронов, А. С. Демьянов

Представлен сравнительный анализ теоретических взглядов на составные элементы и содержание системы денежно-кредитного регулирования экономики. Систематизированы наиболее важные положения, определены цели денежно-кредитного регулирования, выявлены факторы, влияющие на выбор режимов денежно-кредитной политики, дополнен перечень инструментов, оказывающих влияние на денежную массу.

Ключевые слова: денежно-кредитное регулирование, денежно-кредитная политика, центральный банк, независимость, транспарентность, метод, инструмент, трансмиссионный механизм.

THEORETICAL ASPECTS OF THE SYSTEM OF MONETARY REGULATION OF THE ECONOMY

Yu. M. Safronov, A. S. Demyanov

This article presents a comparative analysis of theoretical views on the constituent elements and content of the system of monetary regulation of the economy. The most important provisions have been systematized, the objectives of monetary regulation have been defined, the factors influencing the choice of monetary policy regimes have been identified, the list of instruments influencing the money supply has been supplemented.

Keywords: monetary regulation, monetary policy, central bank, independence, transparency, method, instrument, transmission mechanism.

В современном мире денежно-кредитная политика любой страны является одним из самых мощных рычагов макроэкономического контроля национальной экономики. Исторически она была одной из самых ранних форм экономического регулирования. Теоретические исследования подтвердили зависимость макроэкономических показателей от монетарных переменных. Поэтому изменение количества денег в обращении влияет на процессы производства, обмена, потребления.

Осуществление скоординированной и сбалансированной денежно-кредитной политики является наиболее важным аспектом управления экономикой, от данного аспекта в значительной степени зависит устойчивое развитие экономической системы.

Управление и регулирование экономики основывается на существовании многих элементов, которые взаимосвязаны и представляют собой определенную систему. Это относится к любому методу регулирования экономики, в том числе и денежному. Система регулирования должна включать:

- объект;
- субъект;
- цели;
- инструменты;
- механизм воздействия;
- методы.

Наличие всех элементов обеспечивает более полное и точное определение характера подхода к государственному регулированию экономики.

Вопросы денежно-кредитного регулирования экономики и проблем проведения государственной денежно-кредитной по-

литики нашли широкое отражение в научных трудах как отечественных, так и зарубежных ученых.

Профессор О. И. Лаврушин считает, что денежно-кредитная политика является важнейшим направлением национальной экономической политики. В рамках национальной экономической политики она должна быть «интегрирована» в общие цели национальной экономики и способствовать достижению макроэкономического баланса. Валютное регулирование трактуется как реализация краткосрочных и долгосрочных мер по управлению динамикой валютного оборота. В то же время предполагается, что государство предпримет определенные меры, в основном в виде независимых центральных банков, что влияет на динамику денежного обращения [1, с. 68].

С одной стороны, содержание определения включает в себя цель, назначение и предмет регулирования. Однако механизм действия и используемые инструменты не упоминаются. Сфера применения денежно-кредитной политики также ограничена оборотом валюты. С другой стороны, преимущество такой интерпретации, несомненно, является фактором согласованности системы денежно-кредитного регулирования, а именно, независимости центрального банка.

Другие ученые использовали в своей работе более системный подход к определению денежно-кредитной политики. В частности, исследователи И. В. Данилов и А. В. Резепин отмечали, что «денежно-кредитная политика непосредственно направлена на поддержание стабильного функционирования финансовой системы страны с целью достижения банковской и финансовой стабильности. Денежно-кредитная политика представляет собой сложную систему макроэкономических отношений и социально-экономических систем» [2, с. 43]. Это определение не отражает конкретного состава элементов системы регулирования.

Более полное, по мнению авторов, определение денежно-кредитной политики представлено Г. Г. Фетисовым. По его мнению, «денежно-кредитная политика рассматривается как важнейшее направление национальной экономической политики, комплекс мер, совместно разработанных центральным банком и правительством в области организации денежно-кредитных отношений. Благодаря этим мерам обеспечивается влияние денежно-кредитного сектора на воспроизводственный процесс в целях регулирования экономического роста, повышения эффективности производства, обеспечения занятости населения, стабилизации внешнеэкономических связей, то есть решения важнейших экономических проблем и стратегических задач, стоящих перед экономикой каждой страны» [3, с. 156].

Данная трактовка представляет субъектный состав регулирования (без указания на факторы институциональной состоятельности регулирования), объект и достигаемые цели, но не раскрывает механизма воздействия и используемого инструментария.

Поскольку современные центральные банки не наделены законодательно закрепленными функциями, позволяющими обеспечить достижение целей обеспечения полной занятости и экономического роста, решение этих задач проводится опосредованно. В результате этого отдельные экономисты расширяют перечень стратегических целей, сделав акцент на стабильности процентных ставок на внутреннем валютном рынке, равновесии отдельных частей национального финансового рынка и стабильности валютного рынка внутри страны и за рубежом [1, с. 96].

Авторы предлагают классифицировать цели денежно-кредитной политики:

- по степени охвата экономической системы;
- по границам действия;

– по степени воздействия (достижения) центральным банком.

Цели денежно-кредитной политики по степени охвата экономической системы:

1) общие – характерные для всей экономической политики как совокупности методов государственного регулирования экономики: устойчивый рост производства, полная занятость, умеренные темпы инфляции, положительное сальдо платежного баланса;

2) специфические – применяются исключительно для данного метода государственного регулирования экономики: стабильность процентных ставок на внутреннем денежном рынке, равновесие определенных частей финансовых рынков страны, стабильность внутреннего и валютного рынков.

Цели денежно-кредитной политики в зависимости от границ действия:

1) внутренние – устойчивый рост производства, полная занятость рабочей силы, стабильность процентных ставок на внутреннем валютном рынке, внутренняя стабильность национального денежно-кредитного сектора, равновесие отдельных частей национального финансового рынка;

2) внешние – стабильность внутреннего валютного рынка, внешняя стабильность национальной валюты, положительный платежный баланс.

Цели денежно-кредитной политики по степени воздействия центральным банком:

1) прямые – низкий уровень инфляции, положительное сальдо платежного баланса, сбалансированный баланс отдельных частей национального финансового рынка, стабильные процентные ставки на внутреннем валютном рынке, стабильный валютный рынок в стране и за рубежом;

2) опосредованные – устойчивый рост производства, полная занятость рабочей силы.

Разграничение целей не должно рассматриваться как взаимоисключение одной

целью других. На самом деле существует только одна общая денежно-кредитная политика, предполагающая наличие между ними тесной связи.

Центральные банки стремятся достичь конечной цели, оказывая влияние на вторичные цели (промежуточные или среднесрочные). В последние годы широкое распространение получил специальный термин – «режим монетарной политики». Центральный банк выбирает базовую денежную переменную и таргетирует ее желательные значения на среднесрочный период.

Ниже приведены наиболее распространенные целевые варианты для различных переменных (режимы денежно-кредитной политики) в соответствии с международной практикой [4, с. 22–30]:

– таргетирование валютного курса: промежуточной целью является курс национальной валюты;

– таргетирование инфляции: промежуточной цели денежно-кредитной политики нет, она соответствует конечной цели или прогнозу инфляции;

– денежное таргетирование: промежуточной целью выступают денежно-кредитные агрегаты;

– таргетирование номинального дохода: промежуточная цель – рост номинального ВВП (система, которая существует только теоретически);

– таргетирование процентной ставки: промежуточной целью выступает процентная ставка денежного рынка.

Центральный банк имеет право выбрать одну или несколько целевых переменных. Среди экономистов до сих пор нет единого мнения о наилучшем режиме денежно-кредитной политики. Каждая модель имеет свои преимущества и недостатки [4, с. 30].

В случае информационной асимметрии центральные банки вынуждены выбирать наиболее подходящую цель для

своей политики, поскольку таргетирование цен и валют – это два аспекта одного и того же процесса. Выбор бизнес-целей определяется системой денежно-кредитной политики, которая, в свою очередь, определяет применение конкретных инструментов денежно-кредитной политики по бизнес-целям и степени развития национальной финансовой системы.

Определяющими элементами системы денежно-кредитного регулирования являются объекты регулирования. Специфика экономических основ денежно-кредитной политики определяется спецификой ее объектов.

По мнению большинства исследователей, объектом регулирования денежно-кредитной политики является спрос на деньги и их предложение.

Субъект денежно-кредитной политики можно интерпретировать как в широком смысле – страна (государство), так и в узком смысле – национальное правительство, правительство совместно с центральным и коммерческими банками.

Центральный банк может влиять на промежуточные цели денежно-кредитной политики через трансмиссионные механизмы имеющихся в его распоряжении инструментов. Эти механизмы представляют собой систему переменных показателей, через которую предложение денег влияет на экономическую активность.

Структура трансмиссионного механизма состоит из каналов, которые представляют собой цепочки макроэкономических переменных, по которым передается импульс изменений, генерируемых субъектами денежно-кредитного регулирования посредством инструментов регулирования.

Можно выделить несколько каналов трансмиссии [1, с. 105]:

– канал процентной ставки, включающий каналы замещения и дохода, потока наличных поступлений;

– канал валютного курса;

– канал благосостояния;

– канал издержек привлечения капитала или узкий канал кредитования;

– балансовый канал или широкий канал кредитования;

– монетаристский канал.

Последнее звено трансмиссионного механизма состоит из реальных секторов экономики: потребление, инвестиции, государственные расходы, чистый экспорт или валовой внутренний продукт, а источником импульса передачи (первое звено в цепи) являются различные финансовые переменные и рычаги. Характерной чертой развитых стран является использование финансового рычага в качестве источника власти под контролем центрального банка. В развивающихся странах и странах, которые сильно зависят от глобальной экономической среды, истинные коммуникационные изменения задаются экзогенными переменными.

Таким образом, структура экономики влияет на характер передаточного механизма: эндогенный (из-за антропогенных изменений ключевых финансовых показателей) и экзогенный (в контексте изменений макроэкономической среды).

Мероприятия денежно-кредитной политики влияют на экономику только через длительный период времени, при этом достаточно сложно оценить эффект такого воздействия. Воздействие денежно-кредитной политики на цены происходит с длительным и неопределенным отставанием от экономических изменений. Исследователи считают, что временной лаг составляет 2–3 года [2, с. 45]. Следовательно, корректирующий эффект денежно-кредитной политики на экономику может проявиться только тогда, когда экономическая система изменилась по сравнению с исходным состоянием.

Подытоживая проведенное исследование, можно заключить, что денежно-кре-

дитная политика является лишь одним из элементов национальной экономической политики. Следовательно, ее стратегические цели являются частью глобальной стратегии, которая определяется высшими органами страны. Будучи неотъемлемой частью системы, денежно-кредитная политика лишь способствует достижению установленных общих целей. Сама по себе она не может привести к желаемому результату. Органы денежно-кредитного регулирования могут преследовать только одну частную цель, которая в сочетании с другими частными целями, направленными на реализацию соответствующей части политики в других областях, может позволить государственным органам добиться успеха в реализации своей экономической политики.

При осуществлении денежно-кредитной политики центральные банки неизбежно сталкиваются с проблемой выбора между политикой, стимулирующей экономический рост, и антиинфляционной политикой. Сам денежный метод не может достичь приемлемого уровня. Поэтому

процесс выбора денежно-кредитной политики должен быть в равной степени интегрирован с другими направлениями национальной экономической политики.

Цитированная литература

1. **Лаврушин, О. И.** Деньги. Кредит. Банки: учебник / О. И. Лаврушин. – Москва : КноРус, 2016. – 448 с. – Текст : непосредственный.
2. **Восканян, М. А.** Институциональные аспекты монетарной политики: иллюзия или необходимость? / М. А. Восканян. – Текст : непосредственный // Банковское дело. – 2012. – № 4. – С. 43–48.
3. **Фетисов, Г. Г.** Монетарная политика и развитие денежно-кредитной системы России в условиях глобализации: национальный и региональный аспекты / Г. Г. Фетисов. – Москва : Экономика, 2006. – 492 с. – Текст : непосредственный.
4. **Моисеев, С. Р.** Формализация, макроэкономика и денежно-кредитная политика / С. Р. Моисеев. – Текст : непосредственный // Финансы и кредит. – 2007. – № 3. – С. 22–31.

УДК 51-7:334

ПРИМЕР АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА НА ТЕКУЩИЙ И ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОДЫ

Е. И. Белая, Т. И. Старчук, О. Ю. Запольская

В работе рассмотрен межотраслевой балансовый метод и реализация программных продуктов для расчета показателей межотраслевого баланса на текущий и плановый периоды. Для реализации программ на ЭВМ использовался язык программирования С# и пакет MS Excel.

Ключевые слова: *межотраслевой балансовый метод, показатели межотраслевого баланса на текущий и плановый периоды, прогнозирование экономического роста, анализ структуры национальной экономики.*

AN EXAMPLE OF AUTOMATION OF CALCULATIONS OF INDICATORS OF INTERSECTORAL BALANCE FOR THE CURRENT AND PLANNED PERIODS

E. I. Belaya, T. I. Starchuk, O. Yu. Zapolskaya

The article discusses the intersectoral balance method and the implementation of software products for calculating indicators of intersectoral balance for the current and planned periods. To implement computer programs, the C# programming language and the MS Excel package have been used.

Keywords: *intersectoral balance method, indicators of intersectoral balance for the current and planned periods, forecasting of economic growth, analysis of the structure of the national economy.*

Математические модели, описывающие межотраслевые связи национальной экономики, называются моделями *межотраслевого баланса* или моделями «*затраты–выпуск*». Эти модели были разработаны в 20-е–30-е годы прошлого столетия и в настоящее время нашли широкое применение в анализе экономики. Одним из создателей этих моделей является известный ученый–экономист В. Леонтьев [1, 2]. Поэтому такие модели часто называют моделями Леонтьева.

Модели Леонтьева позволяют объяснить, каким образом производственная система на деле создает продукцию конечного спроса: для потребления, инвестиций и экспорта. Эти модели достаточно просты и, в то же время, достаточно хорошо отражают реально происходящие экономические процессы и, тем самым, являются удобным и полезным рабочим инструментом для практических целей.

Модель межотраслевого баланса (МОБ) применяется для изучения макроэкономического равновесия трудовых ресурсов общества и объемов выпуска продукта, производства и распределения основных фондов [3].

Межотраслевой баланс характеризует процесс формирования и использования совокупного общественного продукта в детальном отраслевом разрезе и позволяет провести анализ взаимозависимости цен в макроэкономике, оценить материальные и трудовые издержки, определить добавленную стоимость.

Межотраслевой баланс может быть разработан как в денежном, так и в натуральном выражении.

Особенность модели В. В. Леонтьева состоит в том, что число основных материальных и стоимостных потоков национального хозяйства не ограничено, все зависит от объема информации и необходимых вычислительных средств.

Модели межотраслевого баланса весьма актуальны, так как они предоставляют информацию, которую практически невозможно получить, применяя другие методы и модели макроэкономического анализа. Несмотря на то, что ранее модели межотраслевого баланса использовались в основном для изучения структуры и анализа производственных связей между отраслями экономики [4, 5], в настоящее время рассматривается применение метода «затраты–выпуск» в вопросах модернизации предпринимательской деятельности и деловой среды, как одно из важных условий эффективного развития социально-экономического потенциала региона [2, 6, 7].

Доступность современных компьютерных языков программирования позволяет создавать программные приложения высокого качества с требуемым набором функций. В основе рассматриваемых моделей лежит межотраслевой баланс национальной экономики, который представляет собой таблицу, характеризующую производство и распределение продукции по отраслям, межотраслевые производственные

связи, использование материальных и трудовых ресурсов, создание и распределение национального дохода.

Для составления межотраслевых связей необходимо, прежде всего, составить список отраслей, которые будут фигурировать в межотраслевом балансе. Число отраслей в межотраслевом балансе обозначим через n . Принципиальная схема межотраслевого баланса приведена в табл. 1.

В межотраслевом балансе находит отражение совокупность всех отраслей, причем каждая из них фигурирует дважды: как производитель продукции и услуг и как их потребитель.

В основе классической математической модели межотраслевого баланса лежит следующая система соотношений:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} + y_i = x_i \quad (1)$$

При построении модели исходят из следующих основных предпосылок:

1) объемы производственного потребления прямо пропорциональны объемам x_j производства продукции потребляющих отраслей, то есть

$$x_{ij} = a_{ij}x_j; \quad (2)$$

2) один и тот же продукт производится только одной отраслью, и каждая отрасль производит только один продукт, что следует из использования понятия «чистой» отрасли.

Соотношение (1) (в денежном или натуральном выражении) с учетом (2) приобретает вид:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i, \quad (i = \overline{1, n}) \quad (3)$$

или в матрично-векторной форме,

$$x = Ax + y. \quad (4)$$

Система линейных равенств (3) связывает объемы валовых выпусков с объемами конечной продукции и может быть использована для их согласованного расчета.

Итак, межотраслевой баланс валового национального продукта в удобной для экономического анализа форме представляет информацию о важнейших сторонах процесса производства и распределения продукции во всей экономической системе.

Таблица 1

Общая схема межотраслевого баланса

Производственные отрасли	Потребляющие отрасли 1 2 ... j ... n	Конечная продукция	Валовая продукция
1	$x_{11} x_{12} \dots x_{1j} \dots x_{1n}$	y_1	x_1
2	$x_{21} x_{22} \dots x_{2j} \dots x_{2n}$	y_2	x_2
...	I квадрант	II квадрант	...
i $x_{i1} x_{i2} \dots x_{ij} \dots x_{in}$	y_i	x_i
...
n	$x_{n1} x_{n2} \dots x_{nj} \dots x_{nn}$	y_n	x_n
Амортизация	$s_1 s_2 \dots s_j \dots s_n$	s	
Оплата труда	III квадрант	IV квадрант	
Чистый доход	$v_1 v_2 \dots v_j \dots v_n$	v	
	$m_1 m_2 \dots m_j \dots m_n$	m	
Валовая продукция	$x_1 x_2 \dots x_j \dots x_n$		

Необходимо иметь в виду, что построение межотраслевого баланса требует строгой идентичности содержания показателей его одноименных строк и столбцов. Поскольку в качестве затрат по строкам межотраслевого баланса отражаются затраты определенных видов продукции, то в столбцах межотраслевого баланса должны быть отражены определенные виды продукции независимо от конкретных способов их производства.

В практике же статистического учета под отраслью понимается совокупность предприятий, которая характеризуется общностью выпускаемой продукции и технологии производства [5]. Эта совокупность и есть хозяйственная отрасль. В отличие от этого, в межотраслевом балансе под отраслью понимается совокупность технологических процессов по производству определенных видов продукции независимо от того, к какой хозяйственной отрасли они относятся [1, 2, 6]. Эту последнюю совокупность и называют «чистой» или технологической отраслью. В связи с этим продукция одного и того же предприятия может состоять из продуктов разных «чистых» отраслей, а продукция «чистой» отрасли может включать продукты, произведенные несколькими хозяйственными отраслями. Таким образом, строкам и столбцам таблицы межотраслевого баланса соответствуют «чистые» отрасли.

Ввиду существования людей в информационном обществе, уже практически невозможен отказ от пользования различными

программными средствами и информационными ресурсами. Идея автоматизации расчета показателей межотраслевого баланса нашла свою реализацию на языке объектно-ориентированного программирования C# на платформе .NET Framework в среде разработки Visual Studio 2010 компании Microsoft в программном продукте, носящем название «Межотраслевой баланс». Программирование на платформе .NET Framework в среде разработки Visual Studio 2010 позволяет разработчику использовать все удобства объектно-ориентированного программирования.

При расчетах по рассматриваемой модели были использованы стандартные функции MS Excel для работы с матрицами [8], краткое описание которых приведено в табл. 2.

Начальное окно программы предназначено для ввода пользователем нужного ему количества отраслей. Нажав кнопку «Далее», пользователь получает таблицу, в которой нужно ввести значения показателей (рис. 1). После нажатия на кнопку «Ок» пользователь заполняет таблицу нужными значениями. Если есть изменения на плановый период коэффициентов прямых материальных затрат, то заполняется и последний столбец, в противном случае он не заполняется. Если показатель увеличивается на некоторое количество процентов, то пользователь заполняет нужную ячейку со знаком «+», если уменьшается – со знаком «-».

Далее пользователь нажимает на кнопку «Построить решение», и автома-

Таблица 2

Описание стандартных функций MS Excel для работы с матрицами

Функция	Реализуемые действия
МОБР(Массив)	Вычисляет матрицу, обратную к матрице, которая задана в диапазоне ячеек Массив
МУМНОЖ(Массив1,Массив2)	Вычисляет произведение матриц, которые хранятся в диапазонах ячеек Массив1 и Массив2
ТРАНСП	Транспонирование матрицы

Межотраслевой баланс

Файл Поддержка

Ввод исходных данных:

Введите количество отраслей:

	Потребляющая отрасль №1	Потребляющая отрасль №2	Потребляющая отрасль №3	Конечный продукт:	Валовый продукт:	КП на плановый период:	Изменение отрасли, %
Производящая отрасль №1	20	25	18	137	200	120	
Производящая отрасль №2	10	15	15	110	150	200	
Производящая отрасль №3	15	20	10	135	180	150	
Основные фонды:	155	145	205				
<input checked="" type="checkbox"/> Труд:	150	180	100				

Решение:

Рис. 1. Исходные данные

тически строится таблица с результатами вычислений (рис. 2).

Для того, чтобы убедиться в правильности производимых данным программным продуктом расчетов, предлагается произвести расчет с помощью программы, разработанной в MS Excel, и сравнить результаты с результатами работы программы, разработанной в C#. Для этого выполняются следующие шаги:

1. Внесение пользователем исходных данных в таблицу-шаблон MS Excel (рис. 3).
2. Получение результатов выполнения промежуточных расчетов (рис. 4–6).

Используя полученные результаты, автоматически строится схема межотраслевого баланса на плановый период (рис. 7).

Таким образом, программа, написанная на языке программирования C#, позволяет

любому, даже весьма далекому от математики пользователю, рассчитать показатели межотраслевого баланса на плановый период. В то же время авторами разработан алгоритм проведения вычислений в пакете MS Excel, который позволяет не только проконтролировать точность конечных результатов, но и ознакомиться со всеми промежуточными вычислениями, что весьма полезно для более глубокого освоения метода.

Графический интерфейс программ представлен в виде окна, в котором имеется поле для ввода данных и для вывода результатов. Интерфейсы программ просты и удобны для использования, внесения и изменения исходных данных и выдачи ответов представлены в понятном пользователю виде. Визуальная простота пользовательского интерфейса позволяет

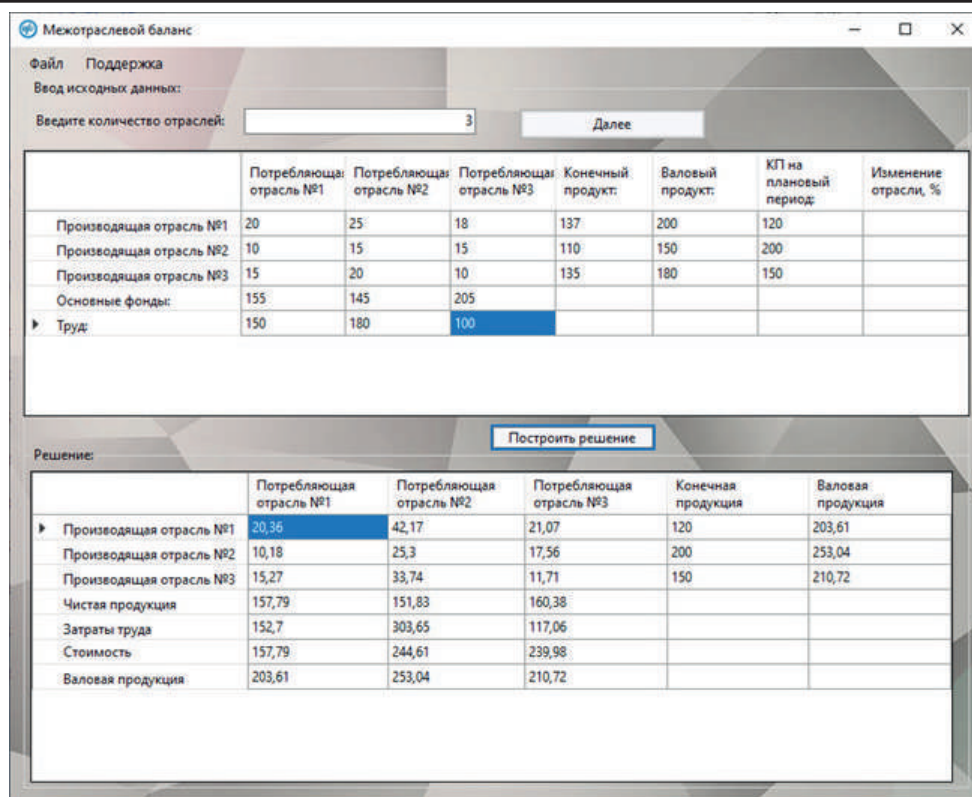


Рис. 2. Результаты вычислений

Введите данные:								
№ отрасли	Межотраслевые потоки					Стоимость проз-х фондов	Затраты труда	Плановые объемы конеч. прод.
	1	2	3	y_0	X			
1	20	25	18	137	200	155	150	120
2	10	15	15	110	150	145	180	200
3	15	20	10	135	180	205	100	150

Рис. 3. Таблица-шаблон MS Excel для ввода исходных данных

пользователю легко разобраться в последовательности действий. Программы могут быть использованы как при решении задач экономики, так и в учебном процессе.

Можно выделить следующие преимущества применения данных программ в решении практических задач: многократно ускоряются типовые, массовые расчеты, повышается точность и сокращается трудоемкость, а также можно существен-

но экономить время при проведении расчетов показателей межотраслевого баланса на текущий и плановый периоды.

Модель межотраслевого баланса В. Леонтьева – самое значимое открытие в области экономической науки XX века. В 1973 году В. Леонтьев был удостоен Нобелевской премии по экономике за разработку метода «затраты–выпуск» и его применение в решении важных эконо-

Решение:									
По данным задачи находим вектор объемов валовых выпусков									
$X_0 =$	20	+	25	+	18	+	137	=	200
	10	+	15	+	15	+	110	=	150
	15	+	20	+	10	+	135	=	180
Находим матрицу коэффициентов прямых затрат по формуле: $a_{ij} = x_{ij} / x_i$									
$A =$	$\frac{20}{200}$	$\frac{25}{150}$	$\frac{18}{180}$	=	0,1	0,1667	0,1		
	$\frac{10}{200}$	$\frac{15}{150}$	$\frac{15}{180}$	=	0,05	0,1	0,0833		
	$\frac{15}{200}$	$\frac{20}{150}$	$\frac{10}{180}$	=	0,075	0,1333	0,0556		
Матрица "затраты-выпуск" примет вид:									
$E - A =$	1	0	0	-	0,1	0,1667	0,1	=	0,9
	0	1	0	-	0,05	0,1	0,0833	=	-0,1667
	0	0	1	-	0,075	0,1333	0,0556	=	-0,1
									-0,0833
									-0,075
									-0,1333
									0,9444
Вектор конечного потребления найдем по данному вектору валовых выпусков X :									
$Y = (E - A) \cdot X =$	0,9	-0,1667	-0,1	·	200	=	137		
	-0,05	0,9	-0,0833	·	150	=	110		
	-0,075	-0,1333	0,9444	·	180	=	135		

Рис. 4. Результаты промежуточных расчетов

мических проблем. Модель В. Леонтьева основана на алгебре матриц и использует аппарат матричного анализа для расчета связей между отраслями через выпуск и потребление разного рода. С ней тесно связана модель равновесных цен и модель международной торговли, а также вопросы использования трудовых ресурсов [3]. По мнению В. Леонтьева, межотраслевой анализ может служить основным инструментом стратегического планирования [4, 6].

В настоящее время в национальной экономике существуют и продолжают возникать сложные проблемы, требующие межотраслевых обоснований [6, 7]. Использование метода «затраты–выпуск» межотраслевого баланса позволяет не только

изучить взаимозависимость между различными отраслями экономики, проявляющуюся во взаимовлиянии цен, объемов производства, капиталовложений и доходов, но и решать следующие задачи:

- прогноз основных макроэкономических показателей (выпуск валового и конечного продукта, чистая продукция, материальные затраты, производственное потребление продукции и др.) в зависимости от изменения как внешних, так и внутренних факторов;
- прогноз оптовых цен продукции отраслей материального производства;
- оценка эффективности межтерриториальных экономических связей и многие другие.

Найдем матрицу коэффициентов полных материальных затрат B :										
		1,1357	0,2311	0,1406						
$B = (E - A)^{-1} =$		0,0724	1,1406	0,1083						
		0,1004	0,1794	1,0853						
При заданном векторе Y_0 конечного продукта определим вектор X_0 валового выпуска:										
		1,1357	0,2311	0,1406	137	=	200			
$X_0 = (E - A)^{-1} \cdot Y_0 =$		0,0724	1,1406	0,1083	110	=	150			
		0,1004	0,1794	1,0853	135	=	180			
Вычислим коэффициенты прямой фондоемкости f :										
$f = (f_1; f_2; f_3) =$		0,775	0,9667	1,1389						
Вычислим коэффициенты полной фондоемкости F :										
$F =$	F_1									
	F_2	1,0645	1,486	1,4497						
	F_3									
Вычислим коэффициенты прямой трудоемкости t :										
$t = (t_1; t_2; t_3) =$		0,75	1,2	0,5556						
Вычислим коэффициенты полной трудоемкости T :										
$T =$	T_1									
	T_2	0,9944	1,6417	0,8384						
	T_3									

Рис. 5. Результаты промежуточных расчетов (продолжение)

Таким образом, на основе моделей В. Леонтьева разработан и продолжает совершенствоваться [6, 7] комплекс моделей функционирования экономики с целью определения рациональных стратегий управления социально-экономическим развитием региона и страны в целом.

Эффективность межотраслевого баланса зависит от качества полноты информации (об объемах производства, материалоёмкости и ее структуре, общей численности занятых и отраслевой струк-

туре занятости, объеме валовых инвестиций и их технологической структуре, объемах конечного потребления, экспорта и импорта и их отраслевой структуре), отражающей современное (стартовое для прогнозного периода) состояние экономики.

Основная сфера применения оптимизационных моделей межотраслевого баланса – это моделирование и анализ процессов межрегиональных экономических взаимодействий, оценка глобальных территориальных сдвигов в долгосрочной перспективе.

Найдем плановые объемы валовой продукции по формуле $X = B \cdot Y$:	
$X =$	203,61
	253,04
	210,72
Необходимое количество труда:	
$L_1 =$	152,7
$L_2 =$	303,65
$L_3 =$	117,06
Необходимое количество фондов:	
$\Phi_1 =$	157,79
$\Phi_2 =$	244,61
$\Phi_3 =$	239,98
Найдем плановые объемы межотраслевых потоков:	
$x_{11} =$	20,36
$x_{12} =$	42,17
$x_{13} =$	21,07
$x_{21} =$	10,18
$x_{22} =$	25,3
$x_{23} =$	17,56
$x_{31} =$	15,27
$x_{32} =$	33,74
$x_{33} =$	11,71
Найдем плановые объемы чистой продукции:	
$W_1 =$	157,79
$W_2 =$	151,83
$W_3 =$	160,38

Рис. 6. Результаты промежуточных расчетов (окончание)

В территориальных исследованиях модели межотраслевого баланса используются при прогнозировании основных территориальных пропорций на долгосрочную перспективу; при анализе перспектив

развития отдельных регионов в составе единого народнохозяйственного комплекса, для выявления их места и роли в общественном разделении труда; при прогнозировании развития отдельных отраслей

Схема межотраслевого баланса на плановый период					
№ отрасли	Межотраслевые потоки			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	20,36	42,17	21,07	120	203,61
2	10,18	25,3	17,56	200	253,04
3	15,27	33,74	11,71	150	210,72
Чистая продукция	157,79	151,83	160,38		
Затраты труда	152,70	303,65	117,06		
Производственные фонды	157,79	244,61	239,98		
Валовая продукция	203,61	253,04	210,72		

Рис. 7. Схема межотраслевого баланса на плановый период

и межотраслевых комплексов в системе народнохозяйственных межрегиональных взаимосвязей и для ряда других задач.

Подводя итоги данной работы, следует отметить, что межотраслевой балансовый метод отличает ясность, простота и глобальность, другими словами, пригодность для экономики отдельных стран и регионов, для мирового хозяйства в целом. Внедрение разработанного программного продукта в учебный процесс способствует повышению качества подготовки студентов как экономических, так и инженерных направлений, позволяет им получить профессиональную квалификацию, отвечающую требованиям современных стандартов высшего профессионального образования.

Цитированная литература

1. **Гамецкий, А. Ф.** Математическое моделирование макроэкономических процессов / А. Ф. Гамецкий, Д. И. Соломон. – Кишинэу : Штиинца, 1996. – Текст : непосредственный.
2. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 414 с. – Текст : непосредственный.

3. **Браила, А. М.** Экономико-математические методы и модели в экономике труда: Учебное пособие / А. М. Браила, А. Ф. Гамецкий, В. А. Слободенюк. – Кишинев : КГУ им. В. И. Ленина, 1989. – 83 с. – Текст : непосредственный.

4. **Гамецкий, А. В.** Математические методы и модели в планировании / А. Ф. Гамецкий, В. А. Слободенюк – Кишинев : КГУ им. В. И. Ленина, 1980. – Текст : непосредственный.

5. **Иванов, Ю. Н.** Основы национального счетоводства: учебник / Ю. Н. Иванов, С. Е. Казаринова, Л. А. Карасева. – Москва : ИНФРА-М, 2011. – 477 с. – Текст : непосредственный.

6. **Ризванова, М. А.** Применение модели межотраслевого баланса В. Леонтьева в прогнозировании экономики / М. А. Ризванова. – Текст : непосредственный // Вестник Башкирского университета. – 2015. – Т. 20, № 3. – С. 927–932.

7. **Иванов, Ю. Н.** Теоретическая экономика. Диапазонные оценки новшеств по балансовым моделям: монография / Ю. Н. Иванов, В. В. Токарев. – Едиториал УРСС, 2016. – 224 с. – Текст : непосредственный.

8. **Гетьман, И. А.** Решение экономических задач средствами электронных таблиц / И. А. Гетьман, В. Н. Черномаз. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 104 с. – Текст : непосредственный.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТАНОВКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В КОМПАНИЯХ

Т. П. Стасюк, Л. С. Логинова, Е. М. Пименова

В статье описаны основные проблемы внедрения систем управленческого учета в компаниях, решение которых позволит построить эффективную систему управленческого учета, а также поможет увеличить доходность организации путем совершенствования данной системы.

Ключевые слова: управленческий учет, система управленческого учета, проблемы систем управленческого учета, бюджетирование, управленческая отчетность, эффективность управленческого учета.

MODERN PROBLEMS OF SETTING MANAGEMENT ACCOUNTING SYSTEMS IN COMPANIES

T. P. Stasyuk, L. S. Loginova, E. M. Pimenova

The article describes the main current problems of implementing management accounting systems in companies, the solution of which will allow to build an effective management accounting system, and will also help to increase the profitability of the organization by improving this system.

Keywords: management accounting, management accounting system, problems of management accounting systems, budgeting, management reporting, efficiency of management accounting.

Качественная постановка и совершенствование системы управленческого учета как непосредственно специалистами компаний, так и аудиторами и финансовыми консультантами в рамках оказания обозначенной услуги предполагает предварительный анализ современных проблем в части внедрения и функционирования систем управленческого учета. Проанализировав эти проблемы, специалисты в области управленческого учета смогут обойти острые углы, не допустить ряд наиболее часто встречаемых ошибок в процессе построения системы управленческого учета и обеспечить эффективность ее функционирования, а аудиторы и финансовые консультанты смогут более качественно оказать обозначенную сопутствующую услугу.

Проблемам постановки и функционирования систем управленческого учета в компаниях посвящены труды ряда отечественных ученых – А. А. Адаменко, Л. В. Гольмакова, Д. А. Волошина, В. Б. Ивашкевича, Д. В. Петрова, С. А. Поташникова, Л. А. Семиной, В. П. Суйца, О. Е. Николаевой, А. Д. Шеремета.

Целью исследования является анализ существующей практики функционирования систем управленческого учета на конкретных экономических субъектах и формулировка проблем постановки, внедрения и работы системы управленческого учета, которые необходимо учитывать практикующим специалистам в данной области.

Практика показывает, что к числу таких проблем можно отнести нижеперечисленные.

1. Проблема разработки организационно-методических основ управленческого учета с учетом отраслевой специфики

компании. Суть обозначенной проблемы заключается в следующих аспектах: имеет место непонимание сущности управленческого учета и единой его трактовки всеми сотрудниками компании; отсутствие четких стратегических целей; неверная постановка задач [1]; отсутствие единой нормативной базы и единой терминологии; не определен формат функционирования системы управленческого учета (создание отдела, введение в штат одного сотрудника и т. д.); не разработана финансовая структура компании с обязательным выделением центров финансовой ответственности (ЦФО); отсутствие единых показателей различных ЦФО; отсутствие справочников ЦФО; отсутствие отраслевых методических рекомендаций по организации и ведению управленческого учета [2] и др.

2. *Проблема психологической неготовности сотрудников к внедрению системы управленческого учета.* Зачастую до сотрудников экономического субъекта не доводят предназначение, цели и задачи создаваемой системы управленческого учета и ожидаемые результаты ее организации. Ввиду данного факта сотрудники компании внутренне отторгают и тормозят процесс внедрения управленческого учета, имеют место внутренние конфликты на стадии внедрения. Кроме того, зачастую не разработаны подходы к оценке деятельности подразделений и работников. Часто эти проблемы возникают в связи с тем, что руководство принимает недостаточно активное участие в процессе разработки и внедрения системы. Поэтому при постановке управленческого учета необходима подготовка групп внедрения, которые будут осуществлять полный контроль процесса.

3. *Проблема разобщенности в действиях различных служб и руководителей компании при организации бизнес-процессов.* Заключается в том, что разные подразделения предприятия обособленно решают поставленные задачи в рамках ло-

кальных целей, при этом не обеспечив координацию действий в целом в интересах компании [3].

4. *Сложность постановки грамотной системы бюджетирования на экономическом субъекте.* Процесс бюджетирования сегодня является достаточно непростой задачей, которая оказалась не под силу многим хозяйствующим субъектам. На практике имеет место ряд проблем, которые сдерживают эффективное построение и функционирование системы бюджетирования. К числу таких проблем можно отнести:

- отсутствие разработанной финансовой структуры предприятия с выделением конкретных ЦФО и изданием локального нормативного акта;

- формирование бюджетов без учета внешних и внутренних факторов, влияющих на систему бюджетирования конкретного экономического субъекта;

- отсутствие разработанных перспективных направлений развития системы бюджетирования, бюджетное планирование не учитывает стратегические цели экономического субъекта;

- потребность в значительных трудовых затратах и дополнительных денежных средствах для построения эффективной системы бюджетирования;

- отсутствие высококвалифицированных специалистов для разработки бюджетов и организации бюджетного процесса;

- бюджеты не учитывают темпы развития бизнеса;

- отсутствует методика разработки и регламент разработки основных и вспомогательных бюджетов;

- не прописан четкий перечень бюджетов, включающий их статьи, не дублирующие друг друга;

- отсутствуют форматы бюджетов и методика формирования бюджетных показателей с учетом отраслевых особенностей;

– отсутствует специальное программное обеспечение для работы системы бюджетирования;

– отсутствует взаимосвязка бюджетов, либо они носят фрагментарный характер;

– отсутствует механизм последующей корректировки бюджетов в условиях динамичного бизнеса [2];

– не разработаны процедуры исполнения бюджетов, не прописана ответственность руководителей центров финансовой ответственности за подконтрольные им бюджеты;

– отсутствие системы оценки эффективности системы бюджетирования;

– не имеет места система мотивации персонала.

5. *Проблема разработки форм внутренней управленческой отчетности, учитывающих специфику деятельности конкретной компании.* Суть проблемы заключается в том, что нет какой-либо общепринятой методики формирования управленческой отчетности. Так, формы внутренней отчетности одной организации, полностью отвечающие запросам менеджмента, могут быть совершенно неприемлемы для другой организации. Это обусловлено тем, что управленческий учет не регламентирован законодательно. Разработка форм управленческой отчетности является достаточно сложным и ответственным процессом, который может выполняться только опытными специалистами в сфере управленческого учета. С одной стороны, разработанные формы управленческой отчетности должны содержать полезную для руководства информацию, а с другой стороны, стоимость получения данной информации была бы приемлемой для данной компании. Специалисты, разрабатывающие форматы управленческих отчетов должны: разработать локальный нормативный акт – Положение о внутренней управленческой отчетности, сформировать классификатор управленческих отчетов по целевым признакам, провести кодирование статей затрат

выбранных центров ответственности, соотнести содержание управленческих отчетов с применяемой управленческой учетной политикой, так как ряд план-фактных отклонений может возникать только из-за отличий в учетных политиках, которые использовались при планировании и учете [4].

6. *Проблема трудоемкости процесса набора и/или обучения высококвалифицированных сотрудников.* Именно на них ляжет основная ответственность за организацию и ведение управленческого учета в компании. При построении системы управленческого учета необходимо привлекать специалистов различных отделов и, при необходимости, новых сотрудников. Команда должна состоять не только из экономистов, бухгалтеров, аналитиков, но и технологов, технических работников, руководителей производств и тех структур, которые будут обеспечивать формирование необходимой информации.

7. *Сложность создания и внедрения автоматизированного программного обеспечения,* обеспечивающего сбор и получение информации о затратах, доходах, продажах, выручке, убытках в рамках создаваемой системы управленческого учета. Проблема заключается в отсутствии соответствующей информационной базы и необходимости создания современных автоматизированных информационных систем, позволяющих своевременно получать и обрабатывать информацию в рамках системы управленческого учета. Ввиду специфики деятельности каждой конкретной компании приобрести готовое программное обеспечение (ПО) сложно. Видится более актуальной разработка внутри компании адекватного ПО для функционирования системы управленческого учета, что в свою очередь достаточно трудоемко, требует квалифицированных кадров как в области программирования, так и в сфере управленческого учета, а также привлечения широкого спектра сотрудни-

ков компании, специализирующихся в разных областях деятельности.

8. *Отсутствие методики оценки эффективности системы управленческого учета компании.* Ключевым аспектом создания любой системы является оценка ее эффективности, то есть затраты на внедрение проекта не должны превышать тех выгод, которые получит компания от его внедрения и практического применения. Проблема заключается в том, что зачастую не проводится анализ эффективности функционирования системы управленческого учета, ввиду отсутствия разработанных критериев оценки эффективности ее работы и рекомендуемых норм критериев для эффективной системы управленческого учета.

Решение обозначенных проблем авторы видят в реализации на практике ряда мероприятий, а именно: проведение разъяснительной и консультационной работы с персоналом предприятия (организации) о сущности и значимости системы управленческого учета и о тех эффектах, которые получит предприятие и конкретно каждый работник в результате внедрения таковой в структуру управления компании; определение наиболее оптимальной формы организации управленческого учета; подготовка квалифицированных кадров в области управленческого учета; разработка локальных нормативных актов, регламентирующих работу системы управленческого учета; разработка, либо совершенствование финансовой структуры предприятия путем определения мест возникновения затрат и выделения центров финансовой ответственности; разработка форм управленческой отчетности с учетом отраслевой специфики; построение системы внутреннего контроля в организации; построение комплексной системы бюджетирования; выбор наиболее оптимальной системы автоматизации управленческого учета и отчетности, либо модификация действующей

системы автоматизации бухгалтерского учета для целей управленческого учета и другие. Раскрытие сущности обозначенных мероприятий являются темой отдельного научного исследования.

Обобщив вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что до начала процесса постановки и использования системы управленческого учета в компаниях необходимо изучить и предотвратить проблемы, сопровождающие данный процесс, так как успешное функционирование управленческого учета является залогом эффективности финансово-хозяйственной деятельности компании.

Цитированная литература

1. **Гольмакова, Л. В.** О методологических проблемах коммерческого учета в коммерческой организации / Л. В. Гольмакова, С. А. Поташникова. – Текст : непосредственный // Международный бухгалтерский учет 16 (148). – 2010. – С. 45–52.

2. **Стасюк, Т. П.** Современные проблемы организации и развития управленческого учета на предприятиях ПМР / Т. П. Стасюк. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы бухгалтерского учета, анализа, контроля и налогообложения в условиях цифровизации экономики: Материалы докладов 3-й международной научно-практической конференции в Государственном университете управления. – Москва : Издательство ГУУ. – 2019. – С. 202–206.

3. **Суйц, В. П.** Проблемы организации и технологии управленческого учета / В. П. Суйц. – Текст : непосредственный // Вестник Московского Университета. Серия 6. Экономика. – 2012. – № 3. – С. 94–102.

4. **Адаменко, А. А.** Актуальные вопросы формирования внутренней отчетности экономического субъекта / А. А. Адаменко, Д. В. Петров. – Текст : непосредственный // Всероссийский журнал: Вестник Академии знаний. – № 23(4). – 2017. – С. 11–16.

СУЩНОСТЬ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Ю. В. Каприян, Е. В. Мелека

В рамках данной статьи рассматриваются различные отечественные подходы к определению термина «финансовая устойчивость предприятия». Сформулировано авторское определение понятия «финансовая устойчивость». Рассмотрены основные показатели определения финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов Приднестровья. Даны характеристики типов устойчивости организации.

Ключевые слова: финансовая устойчивость, подходы, показатели.

ESSENCE OF THE FINANCIAL SUSTAINABILITY OF THE ORGANIZATION

Yu. V. Kapriyan, E. V. Meleka

Within the framework of this article, various domestic approaches to the definition of the term "financial stability of an enterprise" have been considered. The author's definition of the concept of "financial stability" has been formulated. The main indicators of determining the financial stability of economic entities of Pridnestrovie have been considered. The characteristics of the types of stability of the organization have been given.

Keywords: analysis, financial stability, coefficient, equity, borrowed capital.

В деятельности любого хозяйствующего субъекта приоритетным направлением дальнейшего развития и прогнозирования является определение и поддержание на нужном уровне его финансовой устойчивости. От ее состояния зависят и финансовые результаты деятельности предприятия.

Финансовая устойчивость предприятия определяется в рамках процедуры реализации оценки его общего финансового состояния. Поэтому для руководства предприятия очень важно определить реальный уровень финансовой устойчивости, возможные проблемы, угрозы, риски и меры предотвращения снижения финансовой устойчивости, а если она уже по факту снижена, то меры, направленные на ее повышение.

Рассмотрим теоретические основы исследований российских ученых отно-

сительно термина «финансовая устойчивость». Финансовая устойчивость рассматривается учеными с разных точек зрения и до сих пор является предметом рассуждений и различных дискуссий.

По мнению ученого В. Н. Алферова, финансовая устойчивость компании может быть определена как состояние и распределение финансовых ресурсов, которые направлены на ее развитие, обеспечение определенного уровня платежеспособности и инвестиционной привлекательности, но с учетом допустимого уровня финансового риска. Уровень финансовой устойчивости – это способность компании удерживать определенную структуру различных источников финансовых ресурсов [1, с. 59].

В. В. Бочаров термин «финансовая устойчивость» представляет как определенное состояние финансовых ресурсов, преимущественно собственные средства, которые используются в деятельности

предприятия, а также сохраняют на должном уровне платежеспособность и низкий уровень финансовых рисков [2, с. 156].

По мнению Г. В. Савицкой, финансовая устойчивость – это способность предприятия успешно вести свою деятельность, при этом удерживая равновесие структуры баланса с учетом влияния факторов внешнего и внутреннего характера, которое направлено на поддержание хорошей платежеспособности и инвестиционной привлекательности при низких финансовых рисках [3, с. 238].

В. В. Ковалев и О. Н. Волкова трактуют финансовую устойчивость как способность хозяйствующего субъекта системно и стабильно осуществлять свою деятельность в долгосрочной перспективе, что напрямую связано с его финансовой структурой, кредиторами и инвесторами [4, с. 154].

По мнению Е. Л. Беловой и Т. М. Попельшко, финансовая устойчивость определяется как состояние денежных ресурсов, которые направлены на обеспечение развития предприятия с учетом непосредственного роста капитала и прибыли при обеспечении необходимой платежеспособности и кредитоспособности при допустимом уровне риска [5, с. 116].

Е. Ю. Петрова и Е. В. Филатова понимают финансовую устойчивость как превышение доходов предприятия над его расходами, достаточный объем собственных средств для поддержания его производственного процесса [6, с. 379].

Анализируя определения, данные российскими учеными относительно финансовой устойчивости предприятия, формируем свое определение.

Финансовая устойчивость – это определенное состояние предприятия, при котором оно использует в большей степени собственный капитал для непрерывного функционирования, при этом учитывает влияние факторов внешней и внутренней

среды в процессе принятия решения относительно структуры капитала с учетом возможных угроз и рисков [7, с. 31].

Источниками для анализа и оценки финансовой устойчивости предприятия являются формы финансовой (бухгалтерской) отчетности, а методологической составляющей – рекомендации или инструкции органов исполнительной государственной власти и управления. В частности, в нашем государстве основная методика определения финансовой устойчивости указана в локальном акте, опубликованном на сайте Министерства экономического развития – приказ Министерства экономики ПМР от 02.12.2010 № 669 «Об утверждении Инструкции «По оценке финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов Приднестровской Молдавской Республики» [8].

В приведенной Инструкции определена методика расчета показателей платежеспособности, финансовой устойчивости и рентабельности для применения в процессе проведения оценки финансового состояния предприятия, являющегося резидентом ПМР. Проведение оценки финансового состояния предприятия необходимо руководству предприятия для того, чтобы правильно принимать решения в части эффективности финансового планирования. Периодическое оценивание финансового состояния предприятия вырабатывает у руководства представление об угрозах и финансовых рисках с целью разработки комплекса мер, направленных на предотвращение реализации финансовых рисков, которые выражаются в большинстве случаев в материальном ущербе.

Для определения финансовой устойчивости предприятия рассчитываются следующие показатели:

– коэффициент автономии (финансовой независимости) отражает насколько предприятие обладает собственными ресурсами для ведения своей деятельности, рассчитывается как отношение суммы

собственного капитала к имуществу предприятия, то есть к валюте баланса, рекомендуется использование капитала для формирования нормальной финансовой устойчивости не менее 0,5. Таким образом, с методологической точки зрения предприятию для избежания реализации финансовых рисков рекомендуется использование более 50 % собственного капитала в своей деятельности [9, с. 153];

– коэффициент соотношения заемных и собственных средств отражает сколько заемного капитала предприятия использовало в своей деятельности на один рубль собственного капитала. В современных условиях предприятия, в особенности предприятия крупного и среднего уровня, практически всегда привлекают заемные средства, которые дополнительно создают финансовый потенциал предприятия при эффективном их использовании. Рассчитывается данный показатель как отношение суммы заемного капитала к собственному. Рекомендуемое значение – меньше или равно единице. Это означает, что заемный капитал предприятия не может превышать сумму собственного капитала с целью избежания реализации финансовых рисков, связанных с заемным капиталом;

– коэффициент соотношения суммы краткосрочных к долгосрочным активам отражает сколько денежных средств краткосрочных активов приходится на один рубль долгосрочных активов, также полученное значение расчета данного коэффициента является ограничением для значения предыдущего коэффициента;

– коэффициент обеспеченности собственными средствами отражает степень финансирования за их счет оборотных средств предприятия, необходимых для производственного процесса; данный показатель рассчитывается как отношение разности суммы собственного капитала и долгосрочных (внеоборотных) активов к сумме оборотных средств; рекомендуемое

значение должно быть выше, чем 0,1. Таким образом, покрытие запасов и затрат для производства за счет собственных средств не должно быть меньше 10 %;

– коэффициент прогноза банкротства отражает, какое количество чистых оборотных средств приходится на один рубль имущества предприятия; если в динамике значение коэффициента снижается, то предприятие испытывает финансовые затруднения;

– коэффициент абсолютной ликвидности характеризует наличие у предприятия высоколиквидных средств для покрытия краткосрочных обязательств, рекомендуемое значение – не меньше, чем 0,25–0,3, то есть для покрытия этих обязательств и сохранения платежеспособности предприятие должно иметь денежные средства в количестве не меньше, чем 25–30 % от суммы обязательств;

– коэффициент критической (промежуточной) ликвидности отражает, какая часть средств покрывает сумму краткосрочных обязательств за счет среднеликвидных активов (запасы и дебиторская задолженность); рекомендуемое значение данного показателя – не меньше, чем 0,7–0,8, то есть запасы и дебиторская задолженность должны покрывать сумму краткосрочных обязательств не меньше, чем на 70–80 % для обеспечения нормального уровня платежеспособности предприятия;

– коэффициент текущей ликвидности или общий коэффициент покрытия отражает какая часть общей суммы оборотных активов покрывает сумму краткосрочных обязательств; рекомендуемое значение – ≥ 2 , то есть сумма оборотных активов (запасы, дебиторская задолженность, краткосрочные финансовые вложения, денежные средства, прочие оборотные активы) должна быть как минимум в 2 раза больше суммы краткосрочных обязательств для обеспечения неморального уровня платежеспособности предприятия;

– коэффициент рентабельности производственной деятельности отражает, сколько прибыли от производственной деятельности приходится на один рубль выручки от реализации предприятия; чем выше значение, тем лучше;

– коэффициент рентабельности хозяйственной деятельности отражает, сколько прибыли (балансовой) до налогообложения приходится на один рубль дохода от финансово-хозяйственной деятельности предприятия;

– коэффициент рентабельности реализованной продукции отражает, сколько прибыли от производственной деятельности приходится на один рубль совокупности расходов (себестоимость, коммерческие расходы, общие и административные расходы);

– коэффициент рентабельности всего капитала отражает, сколько чистой прибыли приходится на один рубль средней стоимости имущества;

– коэффициент рентабельности собственного капитала отражает, сколько чистой прибыли приходится на один рубль средней стоимости собственного капитала;

– коэффициент рентабельности используемого в производстве капитала отражает, сколько прибыли от производственной деятельности приходится на один рубль капитала предприятия (разность между средними величинами стоимости капитала и финансовых активов).

Проблема определения финансовой устойчивости заключается в том, что на сегодняшний день нет единой методики ее применения.

По мнению Т. А. Вишняковой, можно рассматривать совокупность методов анализа финансовой устойчивости предприятия и его проведение, используя следующие показатели:

- интегральные показатели;
- рейтинговая оценка;
- диагностика финансовых рисков;

– оценка операционного и финансового левеиджа;

– определение запаса финансовой устойчивости;

– абсолютные и относительные показатели;

– обеспеченность запасов необходимыми источниками финансирования;

– соотношение финансовых и нефинансовых активов;

– стоимость чистых активов;

– коэффициентный метод;

– алгоритм финансирования оборотных активов [10].

Перечень методов определения финансовой устойчивости достаточно обширен. Проводя анализ по всем указанным направлениям, возможно сделать вывод об уровне финансовой устойчивости предприятия.

Финансовая устойчивость предприятия разделяется на следующие типы:

– абсолютная, заключается в том, что предприятие использует только собственные средства для ведения производственной деятельности, заемного капитала у него нет; с одной стороны уменьшаются финансовые риски относительно заемного капитала, но в таком случае предприятие снижает возможность развития и расширения деятельности, например, внедрения инвестиционного проекта с участием заемного капитала, так как на это не всегда хватает собственных средств;

– нормальная, заключается в том, что в финансовой структуре капитала предприятия используется и собственный, и заемный капитал, причем соотношение этих двух видов капитала не влияет на финансовые результаты предприятия отрицательно; то есть предприятие функционирует, производственный процесс реализуется, при этом вероятность реализации финансовых рисков минимальна;

– неустойчивая, характеризуется тем, что заемный капитал превышает сумму

собственного капитала, предприятие не своевременно погашает обязательства, коэффициенты определения финансовой устойчивости и ликвидности не соответствуют нормативным значениям; предприятие в такой ситуации характеризуется как финансово неустойчивое и неликвидное;

– кризисная, характеризуется тем, что предприятие использует в структуре капитала собственный и заемный капитал, но при этом характеризуется не только как финансово неустойчивое, неликвидное, но еще и нерентабельное, с большими суммами дебиторской и кредиторской задолженности, то есть предприятие приближается к банкротству.

Заключая вышеизложенное, стоит отметить, что финансовая устойчивость – это финансовая категория, которая отражает уровень финансового состояния предприятия, финансовые результаты его деятельности. Российские ученые не пришли к единому мнению относительно определения и методики анализа финансовой устойчивости. Такая ситуация подчеркивает необходимость дальнейшего изучения финансовой устойчивости. Ученые выделяют четыре типа финансовой устойчивости: абсолютная, нормальная, неустойчивая, кризисная. Важность определения финансовой устойчивости не поддается сомнению и со стороны ученых, и со стороны практиков.

Цитированная литература

1. **Алферов, В. Н.** Финансовая устойчивость организации: теоретические аспекты анализа и управления / В. Н. Алферов, А. Е. Филяева. – Текст : непосредственный // Проблемы современной экономики, 2019. – № 4. – С. 57–60.

2. **Бочаров, В. В.** Финансовый анализ: учебное пособие / В. В. Бочаров. – Санкт-Петербург: Питер, 2014. – С. 240. – Текст : непосредственный.

3. **Савицкая, Г. В.** Теория анализа хозяйственной деятельности: учебное пособие для вузов / Г. В. Савицкая. – Минск: БГЭУ, 2017. – 608 с. – Текст : непосредственный.

4. **Милютина, Л. А.** Финансовая устойчивость предприятия как ключевая характеристика финансового состояния / Л. А. Милютина. – Текст : непосредственный // Вестник университета, 2017. – № 5. – С. 153–156.

5. **Белова, Е. Л.** Управление финансовой устойчивостью организации / Е. Л. Белова, Т. М. Попельшко. – Текст : непосредственный // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения, 2015. – № 4 (17). – С. 115–118.

6. **Кряквина, Е. Д.** Финансовая устойчивость предприятия как одно из условий успешного взаимодействия между контрагентами / Е. Д. Кряквина. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 48 (286). – С. 378–380.

7. **Толмачева, И. В.** Финансовая устойчивость: теоретические и практические аспекты: монография / И. В. Толмачева. – Тирасполь: Изд-во приднестр. ун-та, 2019. – 104 с. – Текст : непосредственный.

8. Приказ Министерства экономики ПМР «Об утверждении Инструкции «По оценке финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов Приднестровской Молдавской Республики» № 669 от 02 декабря 2010 г.

9. **Толмачева, И. В.** Использование российского и зарубежного опыта при определении финансовой устойчивости предприятия / И. В. Толмачева, О. В. Ковбель. – Текст : непосредственный // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2020. – № 3 (66). – С. 151–155.

10. **Вишнякова, Т. А.** Методы и модели оценки финансовой устойчивости корпорации / Т. А. Вишнякова. – Текст : электронный // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 8 (август). – URL: <http://e-koncept.ru/2018/184038.htm>.

УДК 336.64

ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ И ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Корниевская, О. А. Кипер

В статье описывается сущность финансовой устойчивости и платежеспособности хозяйствующего субъекта. Эти два понятия связаны с определением финансовой устойчивости предприятия. Также приведены научные мнения ряда ученых относительно факторов, влияющих на финансовую устойчивость и платежеспособность предприятия. Приведены результаты расчетов группы коэффициентов финансовой устойчивости на материалах НП ЗАО «Электромаш». Сформулированы соответствующие выводы.

Ключевые слова: финансовая устойчивость, платежеспособность, внутренние и внешние факторы, финансовое состояние.

SOLVENCY AND FINANCIAL STABILITY AS A FACTOR OF ENTERPRISE DEVELOPMENT

E. V. Kornievskaja, O. A. Kiper

The article describes the essence of financial stability and solvency of an economic entity. These two concepts are related to the definition of the financial stability of the enterprise. The scientific opinions of a number of scientists on the factors affecting the financial stability and solvency of the enterprise have also been given. The article presents the results of calculations of a group of financial stability coefficients based on the materials of the Scientific and Production Closed Joint-Stock Company "Electromash". At the end of the article the conclusions have been formulated.

Keywords: financial stability, solvency, internal and external factors, financial condition.

Современное состояние экономики требует большого внимания к финансам предприятия, так как хозяйствующие субъекты должны быть безубыточными, в противном случае их ждет банкротство. Вследствие этого, главной задачей предприятия как субъекта рынка является то, что оно должно иметь стабильную финансовую устойчивость и платежеспособность. Именно финансовая устойчивость и платежеспособность являются залогом выживаемости и основой стабильности положения предприятия [2, с. 108].

Термин «финансовая устойчивость» предприятия довольно многогранен, он более обширен в сравнении с понятием «платежеспособность» в связи с тем, что включает непосредственно оценку различных

сторон работы предприятия. Следовательно, два термина – и финансовая устойчивость, и платежеспособность – довольно близки, однако их нельзя назвать тождественными. Организация, будучи финансово-устойчивой, может быть в определенный момент неплатежеспособной. Однако такие парадоксальные ситуации не отменяют общего правила: платежеспособность основывается на финансовой устойчивости предприятия.

Другими словами, финансовая устойчивость организации представляет собой состояние финансовых ресурсов, их качество распределения и использования, обеспечивающих устойчивое развитие организации посредством увеличения уровня прибыли и капитала, но при сохранении уровня платежеспособности и кредитоспособности в рамках нормального уровня риска. Следовательно, можно говорить о

том, что финансовая устойчивость формируется в процессе хозяйственной деятельности предприятия и является основной составляющей его общей стабильности.

Следует отметить, что финансовое состояние предприятия, его платежеспособность и стабильность находятся в прямой зависимости от результатов коммерческой, производственной и финансовой деятельности. Так, успешное выполнение производственного и финансового плана оказывает положительное влияние на финансовое положение организации. И напротив, в случае снижения объема производства и реализации наблюдается увеличение себестоимости продукции, снижение выручки и объемов прибыли и, следовательно, снижение уровня финансовой устойчивости и платежеспособности организации.

Таким образом, стабильный уровень финансовой устойчивости и платежеспособности является не итогом счастливой случайности, а результатом умелого и грамотного управления набором факторов, оказывающих влияние на результаты производственно-хозяйственной деятельности, эффективности и перспектив развития организации.

На уровень финансовой устойчивости и платежеспособности оказывает влияние большое количество факторов, которые классифицируются по различным признакам: по структуре – простые и сложные; по месту возникновения – внешние и внутренние; по времени действия – постоянные и временные; по важности результата – основные и второстепенные.

Ученые-экономисты В. Г. Артеменко, С. В. Банк и А. В. Тараскина считают важным к внутренним факторам отнести величину заемных средств, оптимальный состав и структуру активов, страхование имущества организации, величину и динамику издержек, отраслевую принадлежность, состояние имущества и ресурсов, состав и структуру запасов и резервов, а

также ассортимент выпускаемой продукции [1, с. 58].

В. В. Банк, С. В. Банк и А. В. Тараскина к внутренним факторам относят еще и политику распределения и использования прибыли и размер уставного капитала предприятия [2, с. 104].

Внешняя среда также влияет на внутреннюю работу организации и финансовую устойчивость, однако оказывать обратное влияние предприятия не могут, следовательно, основной задачей становится адаптация к их влиянию.

К внешним факторам можно отнести платежеспособный спрос и уровень доходов населения, налоговую и финансово-кредитную политику государства, а также внешнеэкономические связи. Ученые А. В. Тараскина, Н. В. Анисимова, В. В. Банк, В. Г. Артеменко выделяют также политическую стабильность, законодательные акты по контролю за деятельностью предприятия, инфляцию, общее состояние экономики государства, научно-технический прогресс, курсы валют [3, с. 62].

Трудно не согласиться с факторами, которые выделяют ученые-экономисты, однако необходимо отметить, что уровень комплексного влияния на финансовую устойчивость и платежеспособность находится в зависимости не только от соотношения вышеуказанных факторов, но и от качества управляющих сотрудников предприятия. Так, довольно часто низкие показатели работы организации связаны напрямую с недостатком опыта и некомпетентностью менеджеров, а также с неумением проводить анализ систематических изменений внутренних и внешних факторов, в связи с чем принимаются стратегически неверные решения, приводящие к снижению финансовой устойчивости и платежеспособности организации.

Вместе с тем финансовая устойчивость отражает состояние организации в долгосрочной перспективе, а платежеспо-

способность находит свое отражение через способность организации отвечать по текущим долговым обязательствам. Ведь расчет по долгам должен происходить в денежной форме, и расчеты по ним нельзя отсрочить без негативных последствий, вследствие чего от объема денежных средств зависит уровень абсолютной и относительной платежеспособности организации.

Однако, несмотря на отличия финансовой устойчивости и платежеспособности, их объединяет то, что их стабильное и устойчивое состояние является одним из основных факторов успешной деятельности и развития предприятия на протяжении всего времени его существования.

Безусловно, если субъект хозяйствования является финансово устойчивым, платежеспособным, он становится более привлекательным для инвесторов, поставщиков и т. п. При этом следует заметить, что организация не становится объектом конфликтных ситуаций с государством и обществом, поскольку вовремя оплачивает налоги, страховые взносы, заработную плату и т. д. [4, с. 52].

Как представляется, чем финансово устойчивее предприятие, тем оно более готово к изменениям рынка и, соответственно, достаточно низкая степень его банкротства. В связи с этим основной целью деятельности любого субъекта хозяйствования является обеспечение финансовой устойчивости.

В связи с этим огромную роль играет финансовая устойчивость и платежеспособность предприятия при оценке, анализе и прогнозе хозяйственно-экономической работы предприятия, что, прежде всего, прослеживается при отражении его внутреннего содержания, всех его финансовых и товарных потоков, доходной и расходной части и источников формирования собственных финансовых ресурсов.

Показатели финансовой устойчивости предприятия характеризуют структу-

ру используемого предприятием капитала с позиции его платежеспособности и финансовой стабильности развития. Эти показатели позволяют оценить степень защищенности кредиторов, так как отражают способность предприятия погасить долгосрочные обязательства. Считается, что если предприятие не может отвечать по своим обязательствам к конкретному сроку, то оно неплатежеспособно.

Прежде всего, необходимо отметить, что в современной экономической литературе и сложившейся практике хозяйствования отсутствует однозначный единый методологический подход к анализу финансовой независимости организации. В частности, не существует единого перечня показателей, которые необходимы для такого анализа, а также общей методики их расчета и трактовки.

По мнению автора, финансовая устойчивость организации характеризуется целой системой экономических показателей. Поэтому объективную оценку степени финансовой устойчивости организации и ее платежеспособности можно дать, рассмотрев все показатели в комплексе. Целью такого анализа является детальная характеристика имущественного и финансового положения предприятия, оценка его текущих финансовых результатов и прогноз на будущий период. Степень детализации зависит от квалификации и желания аналитика.

Проведем анализ основных показателей финансовой устойчивости и платежеспособности НП ЗАО «Электромаш» – флагмана машиностроения в Приднестровской Молдавской Республике (табл. 1 и 2, рис. 1 и 2).

Обобщая результаты исследования, можно говорить о том, что в целом НП ЗАО «Электромаш» в краткосрочном периоде наблюдается денежных средств и денежных эквивалентов, так как краткосрочные обязательства не всегда могут быть покрыты наиболее ликвидными активами. Так, в 2018 году покрытие составляет 135,57 %,

Динамика коэффициентов финансовой устойчивости НП ЗАО «Электромаш»

Показатель	Период			Абсолютное изменение			Тпр % 2020/ 2018
	2018	2019	2020	2019– 2018	2020– 2019	2020– 2018	
Коэффициент финансовой независимости	0,43	0,72	0,73	0,29	0,01	0,30	69,57
Коэффициент концентрации заемного капитала	0,57	0,28	0,27	-0,29	-0,01	-0,30	-52,40
Коэффициент финансирования	0,75	2,55	2,68	1,80	0,13	1,93	256,25
Коэффициент финансового Лeverиджа	1,33	0,39	0,37	-0,94	-0,02	-0,96	-71,93
Коэффициент маневренности	0,03	0,48	0,48	0,45	0,00	0,45	1372,02
Коэффициент обеспеченности запасов СОС	0,05	0,63	0,62	0,58	-0,01	0,57	1102,85
Коэффициент структуры долгосрочных вложений	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	–
Коэффициент долгосрочного привлечения заемных средств	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	–
Коэффициент реальной стоимости имущества	0,44	0,55	0,62	0,11	0,06	0,17	39,24
Коэффициент текущей задолженности	0,57	0,28	0,26	-0,29	-0,03	-0,31	-55,02

Таблица 2

Динамика коэффициентов ликвидности НП ЗАО «Электромаш»

Показатель	Период			Абсолютное изменение			Тпр % 2020/2018
	2018	2019	2020	2019– 2018	2020– 2019	2020– 2018	
Общий показатель ликвидности	0,99	1,09	1,03	0,10	-0,06	0,04	3,99
Коэффициент абсолютной ликвидности (платежеспособности)	1,36	0,02	0,03	-1,34	0,01	-1,32	-97,46
Коэффициент текущей ликвидности	2,14	4,86	4,52	2,72	-0,35	2,38	111,0
Коэффициент быстрой ликвидности	0,23	0,44	0,37	0,21	-0,07	0,14	60,70

в 2019 году – 3,03 %, в 2020 году – 4,8 %, что свидетельствует о нестабильной финансовой устойчивости в краткосрочном периоде. Кроме того, предприятие вынуждено пользоваться заемными средствами (в пределах 30 %), несмотря на то, что у него имеются значительные увеличения производственных запасов, которые в разы превосходят норматив. Это объясняется особенностью производства высокотехнологического оборудования, длительностью периода его производства и выпуска. Если условно принять величину запасов за норматив, то в целом наблюдается нормальная финансовая устойчивость, а в тех случаях, когда краткосрочные обязательства не покрываются наиболее ликвидными активами, предприятие может использовать дебиторскую задолженность сроком менее

12 месяцев, что позволит погасить все обязательства, но в какой-то степени снизит прибыльность.

Несмотря на периодические колебания коэффициента доли собственных средств в общей стоимости всех средств предприятия, показатель превысил минимальное пороговое значение коэффициента 0,5 в 2019 и 2020 годах, а это значит, что предприятие пользуется заемными средствами в среднем лишь на 30 %. Если смотреть физический объем роста коэффициента, то видно, что источники собственных средств имеют положительную динамику на протяжении трех лет. Так, рост в 2020 году по отношению к 2018 году составил 32,19 %. Такое поведение коэффициента говорит о достаточной стабильности собственных источников, которые даже в самом крити-

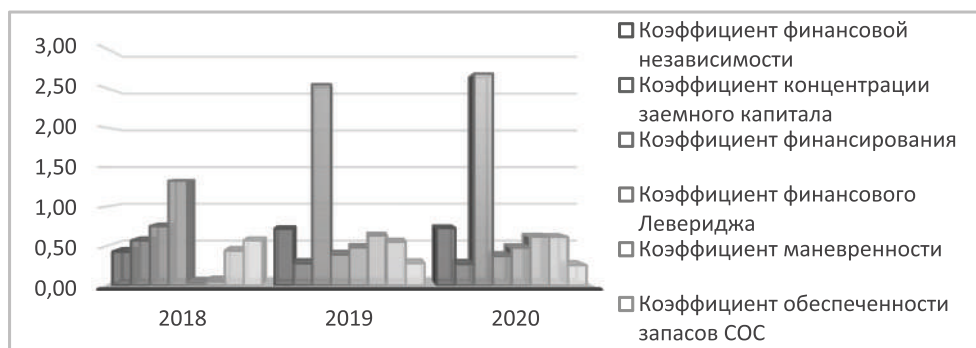


Рис. 1. Гистограмма показателей финансовой устойчивости

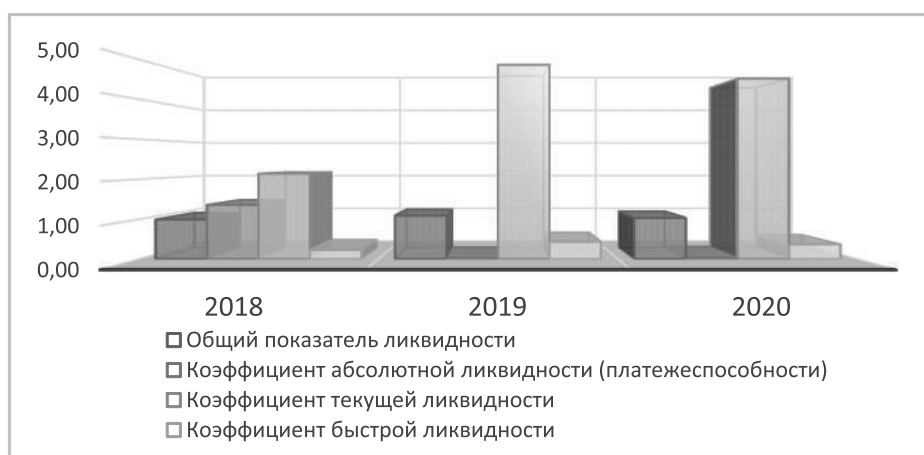


Рис. 2. Гистограмма показателей ликвидности НП ЗАО «Электромаш»

ческом году (2018 год) равнялись 0,43, что немного перешагивает нижнюю границу норматива 0,5, это говорит о достаточной финансовой устойчивости.

Коэффициент концентрации заемного капитала находился в пределах нормативного значения, что свидетельствует о том, что предприятие находится в устойчивом состоянии и доля имущества завода, сформированного за счет заемных средств, составляет в среднем 70 %, что для предприятия, управляющего сложными технологическими процессами производства двигателей, является вполне приемлемым, поскольку для поставки дорогостоящих материалов предприятие стабильно держит необходимую сумму заемных средств в указанных пределах.

Обобщая результаты исследования динамики коэффициентов ликвидности, можно говорить о том, что 2 из 4 показателей превышают нормативное значение, что является недостаточным результатом. В то же время коэффициент абсолютной ликвидности, только в 2018 году достигший норматива, имеет рост в 20 раз, что также можно характеризовать как положительный вектор роста.

В 2018 году значение $K_{тл} < 1$ показывает, что внеоборотные активы предприятия финансируются за счет краткосрочных обязательств, а это высокая степень финансового риска, однако в 2019 и 2020 году находился выше нормативного значения, что положительно характеризует

работу предприятия и увеличивает у кредиторов уверенность в погашении долгов.

Значительное снижение значения коэффициента абсолютной ликвидности на 97,46 % к уровню, ниже нормативного в 12 раз, подтверждает недостаточное количество высоколиквидных активов в сопоставлении с нормами (денежных средств и краткосрочных финансовых вложений для покрытия текущих обязательств).[7, с.152]

В свою очередь, коэффициент текущей ликвидности превышает нормативное значение (>2) на протяжении всего анализируемого периода, что говорит о способности предприятия погашать текущие (краткосрочные) обязательства за счет только оборотных активов, однако нерациональное использование средств с негативной стороны характеризует работу предприятия. А увеличение коэффициента текущей ликвидности в общем на 111,03 % иллюстрирует увеличение риска нерационального использования средств на предприятии. Наибольшую сумму составляют медленно реализуемые активы (примерно 92 %), следовательно, у предприятия имеется большой резервный запас для компенсации убытков, которые оно может понести при размещении и ликвидации всех текущих активов, кроме наличности. Большое значение коэффициента придает уверенность кредиторам, что долги будут погашены, а на предприятии наблюдается увеличение суммы кредитов и займов на 66,91 %.

Таким образом, можно резюмировать, что финансовая устойчивость и платежеспособность является зеркалом стабильно образующегося на предприятии превышения доходов над расходами. Определение границ финансовой устойчивости предприятия относится к числу наиболее важных экономических проблем в условиях перехода к рынку, ибо непосредственная финансовая устойчивость может привести к неплатежеспособности предприятия и отсутствию у него средств для расширения

производства, а избыточная – будет препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами. Следовательно, финансовая устойчивость должна характеризоваться таким состоянием финансовых ресурсов, которое соответствует требованиям рынка и отвечает потребностям развития предприятия.

Цитированная литература

1. **Артеменко, В. Г.** Финансы организаций / В. Г. Артеменко, Н. В. Анисимова. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 575 с. – Текст : непосредственный.
2. **Бланк, А. А.** Финансово-экономическое состояние предприятия / А. А. Бланк. – Москва: ПРИОР, 2019. – 96 с. – Текст : непосредственный.
3. **Гиляровская, Л. Т.** Экономический анализ / Л. Т. Гиляровская, Д. А. Ендовицкий. – Воронеж: ВГУ, 2018. – 333 с. – Текст : непосредственный.
4. **Тараскина, А. В.** Анализ финансового состояния организации / А. В. Тараскина. – Москва: Юрайт, 2020. – 253 с. – Текст : непосредственный.
5. **Савицкая, Г. В.** Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебное пособие / Г. В. Савицкая. – Минск: ООО «Новое знание», 2018. – 298 с. – Текст : непосредственный.
6. **Толмачева, И. В.** Финансовая устойчивость: теоретические и практические подходы / И. В. Толмачева. – Тирасполь: Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, 2019. – 104 с. – Текст : непосредственный.
7. **Толмачева, И. В.** Использование российского и зарубежного опыта при определении финансовой устойчивости предприятия / И. В. Толмачева, О. В. Ковбель. – Текст : непосредственный. // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2020. – № 3 (66). – С. 151–155.

УДК 657

ОБЗОР НЕКОТОРЫХ МЕТОДИК АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА

Т. П. Стасюк, Д. С. Медеян

Дано авторское определение понятию «анализ финансового состояния». Представлен обзор некоторых методик анализа финансового состояния экономического субъекта и описаны ключевые элементы каждой методики. Обозначены преимущества и недостатки описанных методик. Обобщены группы показателей, которые используют различные авторы в своих методиках анализа финансового состояния.

Ключевые слова: анализ финансового состояния, экономический субъект, методика анализа, платежеспособность, финансовая устойчивость, финансовый анализ, рентабельность, деловая активность, финансовые коэффициенты.

REVIEW OF SOME METHODS OF ANALYZING THE FINANCIAL CONDITION OF AN ECONOMIC ENTITY

T. P. Stasyuk, D. S. Medellian

The article gives the author's definition of the concept of "financial analysis". An overview of some methods for analyzing the financial condition of an economic entity is presented and the key elements of each methodology are described. The advantages and disadvantages of the described methods are indicated. The groups of indicators that are used by various authors in their methods of analyzing the financial condition are summarized.

Keywords: financial analysis, economic entity, analysis technique, solvency, financial stability, financial analysis, profitability, business activity, financial ratios.

Важнейшую часть информационного обеспечения в процессе принятия управленческих решений руководством экономических субъектов составляют результаты анализа финансового состояния.

Анализ финансового состояния представляет собой процесс исследования ряда направлений (элементов) анализа, включающих определенные показатели, характеризующие основные результаты финансовой деятельности и финансового состояния экономического субъекта, с целью выявления резервов повышения его рыночной стоимости, платежеспособности, рентабельности, обеспечения финансовой безопасности и эффективного развития в будущем.

Фундаментальными предпосылками качественного проведения анализа финан-

сового состояния являются: комплексный учет разнообразных факторов, системный подход, качественный подбор достоверной информации. Значимость анализа обоснована тем, что его результаты оказывают прямое влияние на обоснованность управленческих решений.

Качество проведенного анализа финансового состояния экономического субъекта во многом зависит от выбора наиболее приемлемой методики, а также квалификации и профессионального опыта специалиста, проводящего оценку.

На сегодняшний день аналитиками применяется множество методик финансового анализа для решения поставленных задач. Выбор необходимой методики должен основываться на ряде ключевых факторов, которые оказывают значимое влияние на интерпретацию результатов

анализа, формулировку, а также аргументацию выводов. К таким факторам можно отнести: организационно-правовую форму, масштабы экономического субъекта, спектр видов деятельности, отраслевую принадлежность и другие.

Ведущие специалисты в области экономического анализа подходят к отдельным теоретическим и методическим вопросам анализа в различных аспектах и с различной степенью детализации.

Рассмотрим основные методики анализа финансового состояния с позиций разных авторов.

Так, **В. В. Ковалев** считает, что анализ финансового состояния предприятия имеет однотипный характер и проводится во всех странах мира по идентичному шаблону. Автор говорит о том, что первоначально необходимо выявлять «больные» статьи отчетности [1, с. 231].

Его методика предусматривает оценку, а также анализ экономического потенциала предприятия. Данная методика осуществляется поэтапно.

Оценка имущественного потенциала является первым этапом методики. Она включает в себя:

- построение аналитического баланса;
- вертикальный анализ баланса;
- горизонтальный анализ баланса;
- качественный анализ сдвигов в имущественном потенциале.

Далее осуществляется оценка финансового потенциала, которая включает в себя:

- оценку ликвидности и платежеспособности;
- оценку финансовой устойчивости.

Оценка и анализ результативности финансово-хозяйственной деятельности предприятия является заключительным этапом. Сюда входит:

- оценка эффективности текущей деятельности (деловой активности);
- анализ прибыли и рентабельности;

– оценка положения на рынке ценных бумаг.

Недостатком предложенной методики является отсутствие анализа вероятности банкротства и методики учета влияния факторов на финансовое состояние.

Методика **Г. В. Савицкой** [2, с. 158] предполагает выделение двух важнейших характеристик финансового состояния организации – финансовая устойчивость и платежеспособность. По мнению автора, финансовая устойчивость характеризует внутреннюю сторону финансовой деятельности предприятия: сбалансированность денежных потоков, доходов и расходов, средств и источников их формирования, а платежеспособность, в свою очередь, считается внешним проявлением финансового состояния предприятия.

Г. В. Савицкая предлагает проводить анализ финансового состояния предприятия в пять этапов, которые рассмотрены ниже:

1. Для начала изучается формирование, а также размещение капитала организации, производится оценка качества управления его активами и пассивами, определяются операционные и финансовые риски.

2. Проводится анализ эффективности, интенсивности использования капитала, оценка деловой активности предприятия, а также риска утраты его деловой репутации.

3. Изучается финансовое равновесие между отдельными разделами и подразделами актива и пассива баланса по функциональному признаку, производится оценка степени финансовой устойчивости.

4. Изучается ликвидность баланса, а также сбалансированность денежных потоков и платежеспособности предприятия.

5. Производится оценка финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия, прогнозирование и оценка вероятности банкротства.

Недостатком данного анализа является отсутствие методики составления про-

гноза финансово-хозяйственной деятельности.

Согласно методике **Н. В. Войтоловского и А. П. Калининной** [3, с. 189], анализ финансового состояния заключается в объективной оценке финансовой устойчивости, в определении факторов, воздействующих на финансовую устойчивость и разработке вариантов конкретных управленческих решений, которые направлены на укрепление финансовой устойчивости.

Методика включает следующие этапы:

1. Формируется система показателей прибыли: валовая прибыль, прибыль от продаж, прибыль до налогообложения и чистая прибыль.

2. Проводится детальное изучение каждого показателя после проведения факторного анализа прибыли до налогообложения.

3. Анализируется динамика чистой прибыли.

4. Проводится факторный анализ прибыли от продаж.

5. Проводится сегментарный анализ прибыли от продаж и рентабельности продаж.

6. Осуществляется расчет влияния инфляции на прибыль от продаж.

7. Методом отклонений фактических показателей прибыли и факторов, на нее влияющих, от их сметных значений анализируется прибыль от продаж.

8. Детально анализируется рентабельность организации.

Достоинством представленной методики является акцент на анализ рентабельности коммерческих организаций, применение различных методов для осуществления анализа прибыли от продаж.

К недостаткам можно отнести высокую трудоемкость работы в связи с избыточностью показателей.

По мнению **А. Д. Шеремета**, финансовое состояние выражается в соотношении структур актива и пассива предприятия, то есть его средств и их источников [4, с. 31].

Основными задачами анализа финансового состояния экономического субъекта по предложенной методике являются: определение показателей финансового состояния, изучение причин их изменения за определенный период времени, разработка рекомендаций и мероприятий по повышению финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия. Перечисленные задачи предложено решать путем расчета и анализа динамики абсолютных и относительных финансовых показателей.

А. Д. Шеремет рассматривает следующие элементы анализа финансового состояния предприятия:

- анализ структуры активов;
- анализ структуры пассивов;
- анализ показателей рентабельности;
- анализ показателей финансовой устойчивости;
- анализ показателей ликвидности;
- анализ показателей платежеспособности.

К недостаткам данной методики следует отнести отсутствие анализа прогноза финансовой деятельности и риска банкротства предприятия.

Н. П. Любушин говорит о том [5, с. 251], что коэффициентный метод является основой финансового анализа предприятия, он основывается на расчете относительных показателей. Данный метод предполагает расчет финансовой устойчивости, платежеспособности, кредитоспособности и обеспеченности предприятия финансовыми ресурсами. Ключевой частью анализа является оценка денежных потоков предприятия, сбалансированности доходов и расходов, активов и пассивов. **Н. П. Любушин** использует такие методы финансового анализа предприятия, как трендовый, факторный, горизонтальный, вертикальный и коэффициентный.

Отсутствие методики учета факторов, которые влияют на финансовое состояние

предприятия является главный недостаток методики Н. П. Любушина.

Н. Н. Селезнева и А. Ф. Ионова [6, с. 328] в своей методике рассматривают небольшое количество насыщенных информацией параметров, дающих независимую оценку прибылей и убытков, изменений в структуре активов и пассивов предприятия. В процессе анализа по порядку оцениваются: оборачиваемость капитала, величина, динамика и качество прибыли, рентабельность хозяйственной деятельности, величина и структура внеоборотного и оборотного капитала. Уделяется большое внимание таким финансовым коэффициентам, как платежеспособность, деловая активность, финансовая зависимость, эффективность работы.

В таблице рассмотрены обобщенные сведения о показателях, которые использовали авторы для анализа финансового состояния предприятия.

Таким образом, с помощью таблицы можно увидеть, что все рассмотренные авторы в своих трудах говорят о необхо-

димости проведения расчета таких показателей, как ликвидность, финансовая устойчивость, платежеспособность и динамики активов и пассивов.

Проанализировав рассмотренные выше методики анализа финансового состояния можно сделать вывод о том, что финансовый анализ позволяет определить сильные стороны экономического субъекта, а также увидеть проблемы в развитии. Многие методики не предусматривают оценку потенциального банкротства, анализ перспектив бизнеса, анализ инвестиционной привлекательности, анализ производительности и состояния запасов, не отображают влияния инфляции на финансовое состояние организации, не рассчитывают нормативные значения показателей финансового состояния с учетом ряда факторов [7] и многое другое. Изложенные выше методики анализа финансового состояния во многом взаимно дополняют друг друга. Это говорит о том, что проводить анализ финансового состояния экономического субъекта зачастую наиболее эффективно путем применения синтезированных методик, включающих передовые разработки отечественных ученых и зарубежных авторов.

**Группы показателей анализа
финансового состояния предприятия**

№	Авторы	Показатель						
		Деловая активность	Ликвидность	Чистые активы	Платежеспособность	Динамика активов и пассивов	Вероятность банкротства	Финансовая устойчивость
1	В. В. Ковалев	+	+	-	+	+	-	+
2	Г. В. Савицкая	+	+	+	+	+	+	+
3	Н. В. Войтоловский и А. П. Калинина	-	+	+	+	+	-	+
4	А. Д. Шермет	-	+	+	-	+	-	+
5	Н. П. Любушин	-	+	+	+	+	-	+
6	Н. Н. Селезнева и А. Ф. Ионова	+	+	+	+	+	-	+

Цитированная литература

1. **Лелькова, Т. Э.** Методики анализа финансовых результатов / Т. Э. Лелькова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 11 (145). – С. 231–234.
2. **Савицкая, Г. В.** Экономический анализ / Г. В. Савицкая. – Москва : НИЦ – ИНФРА-М, 2016. – С. 200. – Текст : непосредственный.
3. **Войтоловский, Н. В.** Комплексный экономический анализ коммерческих организаций / Н. В. Войтоловский, А. П. Калинина. – Санкт-Петербург: Изд-во СПб ГУЭФ, 2010. – 264 с. – Текст : непосредственный.
4. **Шермет, А. Д.** Методика финансового анализа деятельности коммерческих организа-

ций / А. Д. Шеремет, Е. В. Негашев. – [2-е изд. перераб. и доп.] – Москва : НИЦ Инфра-М., 2016. – С. 208. – Текст : непосредственный/

5. **Любушин, Н. П.** Финансовый анализ: учебник / Н. П. Любушин. – [перераб. и доп.]. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2016. – 300 с. – Текст : непосредственный.

6. **Селезнева, Н. Н.** Финансовый анализ. Управление финансами: учебное пособие / Н. Н. Селезнева, А. Ф. Ионова. – ЮНИТИ-ДАНА, 2012 – 639 с. – URL : <https://www.iprbookshop.ru/12858>. – Текст : непосредственный.

7. **Стасюк, Т. П.** Совершенствование методики анализа финансового состояния предприятия / Т. П. Стасюк, М. Панаитова. – Текст : непосредственный // Сборник материалов РНПК Приднестровского государственного университета, 2020.

8. **Балабанов, И. Т.** Основы финансового менеджмента: учеб. пособие / И. Т. Балабанов. – [3-е изд., доп. и перераб.] – Москва : Финансы и статистика, 2018 – 526 с. – Текст : непосредственный.

9. Евразийский союз ученых [официальный сайт]. – URL: <https://euroasia-science.ru>. – Текст : электронный.

10. **Ефимова, О. В.** Финансовый анализ / О. В. Ефимова. – Омега-Л, 2010. – С. 351. – Текст : непосредственный.

11. **Лелькова, Т. Э.** Методики анализа финансовых результатов / Т. Э. Лелькова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 11 (145). – С. 231–234.

12. **Лысенко, Д. В.** Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / Д. В. Лысенко. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 608 с. – Текст : непосредственный.

УДК 657

ОБЗОР МЕТОДИК АНАЛИЗА СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА ФИРМЫ

В. Г. Чепель, Е. А. Ляшкова

Определена сущность собственного капитала, его назначение в кругообороте средств фирмы. Представлены функции собственного капитала и цели проведения анализа. Раскрыты методики проведения анализа собственного капитала, дана их характеристика. Определена система показателей, характеризующих формирование, движение и эффективность использования собственного капитала. Описаны основные этапы проведения анализа и сформулированы общие выводы.

Ключевые слова: *собственный капитал, анализ, факторный анализ, коэффициентный анализ, доходность капитала.*

OVERVIEW OF METHODS FOR ANALYZING THE COMPANY'S EQUITY

V. G. Chepel, E. A. Lyashkova

The essence of the equity capital, its purpose in the circulation of the company's funds has been determined. The functions of equity and the objectives of the analysis have been presented. The methods of conducting equity analysis have been disclosed, their characteristics have been given. A system of indicators characterizing the formation, movement and efficiency of the use of equity has been defined. The main stages of the analysis have been described and general conclusions have been formulated.

Keywords: *equity, analysis, factor analysis, coefficient analysis, return on capital.*

Каждая коммерческая фирма осуществляет процесс непрерывного функционирования, сочетая при этом собственные и заемные источники финансирования. Вместе с тем прерогативой в организации деятельности фирмы выступает собственный капитал. Оптимизация структуры капитала является важной составной частью формирования капитала. Именно оптимизация капитала отражает взаимосвязь собственного и заемного капитала, позволяющую отслеживать на практике изменения двух коэффициентов – финансовой устойчивости и финансовой рентабельности. В этой связи анализ собственного капитала и факторов, влияющих на его изменение, является актуальным.

Собственный капитал является основой для создания и непрерывного функционирования фирмы вследствие того, что выполняет следующие функции:

- долгосрочное финансирование – в распоряжении фирмы находится неограниченное время;

- гарантия выполнения обязательств перед кредиторами – величина собственного капитала в балансе выступает определенным мериллом ответственности перед кредиторами;

- компенсация полученных убытков фирмой – за счет собственных источников финансирования происходит погашение убытков отчетного периода и прошлых лет;

- финансовая самостоятельность – показывает степень финансовой независимости от заемных источников финансирования.

Собственный капитал фирмы характеризуется простотой его привлечения, обеспечением более устойчивого финансового состояния и снижением риска банкротства.

Значительный вклад в развитие теории и методологии анализа собственного капитала внесли отечественные и зару-

бежные ученые, такие как Е. М. Евстафьева, Н. В. Кузнецова, Г. В. Савицкая, А. Д. Шеремет, Л. А. Бернштейн, Э. Бриттон, Э. Хелферт и др.

При этом, несмотря на весомый вклад ученых в развитие исследуемой темы, их труд не охватил весь круг проблем, связанных с анализом собственного капитала и эффективностью его использования. Согласно мнению большинства ученых, анализ собственного капитала представляет собой непрерывный процесс, связанный со сбором, систематизацией и использованием данных бухгалтерского учета и финансовой отчетности для оценки финансового состояния фирмы, определения темпов развития производства, выявления внутренних резервов и эффективности их использования, а также для расчетов прогнозных темпов развития фирмы.

Для того, чтобы успешно осуществлять деятельность на современном рынке и при этом минимизировать возможные финансовые риски, необходимо иметь эффективно работающий учетно-аналитический механизм, предоставляющий актуальную и постоянную информацию о собственном капитале и его динамике. Такая информация позволяет руководству принимать эффективные управленческие решения о направлениях использования собственного капитала, его инвестировании, либо при его недостаточности, рассматривать возможности привлечения заемных источников средств [1, с. 175].

Основными целями анализа собственного капитала и эффективности его использования являются:

- изучение источников формирования собственного капитала и установление последствий их возможных изменений для фирмы;

- определение способности фирмы к собранности и увеличению капитала;

– установление возможных ограничений как финансовых, так и правовых в распоряжении текущей и нераспределенной прибылью фирмы.

Поставленные цели придадут особую значимость изучению, разработке новых или совершенствованию действующих методик анализа формирования и эффективности использования собственного капитала, а также поиску оптимальных методов управления финансовыми ресурсами фирмы [2, с. 85].

Проведение анализа собственного капитала и эффективности его использования включает следующие этапы:

– изучение показателей финансовой отчетности, в процессе которого проводится вертикальный (структурный) анализ всего собственного капитала и дается оценка каждому его элементу;

– изучение величины и динамики изменения собственного капитала (горизонтальный анализ), а также анализ соотношения с источниками формирования собственного капитала;

– изучение эффективности функционирования собственного капитала, путем проведения анализа прироста прибыли, показателей рентабельности и финансовой устойчивости фирмы;

– исследование резервов, приводящих к росту собственного капитала.

Проведение анализа собственного капитала предполагает комплекс последовательных методик, определяющих степень взаимосвязи прироста собственного капитала и темпов прироста активов и объемов продаж продукции, товаров, работ и услуг.

Для начала проводится исследование и анализ соотношения собственных и заемных источников финансовых ресурсов. При этом важное значение приобретает стоимость привлеченных ресурсов.

Далее проводится анализ изменения в динамике и в структуре собственного

капитала. Источниками информации для проведения анализа служат данные бухгалтерского учета и бухгалтерского баланса. Результаты анализа на данной стадии позволяют руководству выявить сильные и слабые стороны деятельности фирмы, а также эта информация необходима для того, чтобы не допустить наступления банкротства.

При использовании в экономическом анализе различных моделей анализа собственного капитала, можно определить, что наиболее эффективными моделями являются дескриптивные. Экономическая сущность данных моделей состоит в том, что на основании финансовой отчетности происходит построение отчетных балансов, проводится анализ структуры и динамики показателей отчетности, коэффициентный и факторный анализ.

Анализ показателей в динамике позволяет определить степень изменения отдельных статей собственного и заемного капитала за определенный период времени.

Структурный анализ позволяет рассчитывать относительные величины, то есть удельный вес (долю) каждого отдельного вида источника собственных или заемных средств в общем объеме собственного и заемного капитала фирмы [3, с. 204].

Большое значение в анализе собственного капитала имеет факторный анализ, который позволяет оценить влияние каждого фактора на величину собственного капитала и его изменение за определенный период времени.

Как разновидность факторного анализа, различают функциональный (детерминированный) анализ собственного капитала и стохастический анализ.

Детерминированный факторный анализ составляет методику исследования влияния факторов, связь которых с результативным показателем имеет функциональный характер, то есть результативный

показатель можно представить как произведение, долю или алгебраическую сумму факторов.

Стохастический анализ – методика исследования факторов, связь которых с результативным показателем, в отличие от функциональной, является неполной, корреляцией. Если при функциональной зависимости с изменением аргумента происходит изменение функции, то при стохастической связи изменение аргумента может дать несколько значений приращения функции в зависимости от сочетания других факторов, определяющих этот показатель.

Выбор типа факторного анализа чаще всего зависит от объекта и цели исследования. Для факторного анализа собственного капитала значение имеет определение результативного показателя – получение результатов как от всего собственного капитала, так и от его составляющих. Далее целесообразно определить систему факторов, которые влияют на результативность показателя. Для достижения эффекта от использования системы факторов их необходимо классифицировать и систематизировать.

При этом классификация факторов позволит оценить место и роль каждого фактора в формировании и изменении величины собственного капитала фирмы, а систематизация позволит расположить их в определенном порядке с целью определения взаимосвязи и соподчиненности. На практике систематизация факторов достигается с помощью структурно-логических моделей.

Следовательно, проведение анализа и оценки собственного капитала начинается с исследования состава, структуры и движения собственного капитала за определенный период времени, а также с выявления причин изменения собственного капитала. Анализ движения собственного капитала проводится при помощи коэффи-

циентов поступления и выбытия капитала, а заканчивается расчетом показателей эффективности его использования. Для анализа эффективности использования собственного капитала рассчитывают следующие коэффициенты:

- коэффициент оборачиваемости собственного капитала, который отражает скорость оборота вложенного капитала;
- рентабельность собственного капитала, показывает полученную прибыль с каждого рубля вложенного капитала.

Результаты расчетов данных коэффициентов интересуют не только собственников, но и инвесторов, так как чем выше их значения, тем эффективнее используется собственный капитал.

Еще одна группа коэффициентов при проведении анализа эффективности использования собственного капитала, которая оказывает влияние на финансовую устойчивость фирмы – коэффициент автономии и коэффициент обеспеченности оборотными активами. Коэффициент автономии отражает долю собственных источников средств в общей сумме источников финансовых ресурсов и характеризует независимость фирмы от заемных источников. При этом, по мнению ученых, слишком большая доля собственных источников финансирования характеризует неспособность руководства фирмы привлекать заемные источники.

Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами показывает, какую часть оборотных активов фирма финансирует за счет собственного капитала.

Увеличение суммы собственного капитала является одним из ключевых показателей работы любой коммерческой фирмы. Поэтому значительный прирост собственного капитала может свидетельствовать об эффективных действиях менеджмента, продуманной финансовой,

коммерческой, конкурентной, производственной политике и т. д. Стоимость собственного капитала согласно доходному подходу оценки стоимости капитала предполагает, что платой за его использование является сумма прибыли, которую получила фирма. Ведь фактически стоимость капитала, принадлежащего акционерам, выросла на эту сумму. Если стоимость собственного капитала высока, то фирме целесообразно привлекать альтернативные источники средств – заемные [4, с. 92].

В настоящее время анализу собственного капитала во всех фирмах отводится центральное место, и проведенное нами исследование позволило дополнить существующие методики анализа и сформулировать определенную последовательность этапов анализа собственного капитала фирмы.

Цитированная литература

1. **Александрович, Я. А.** Рациональное использование ресурсов – важнейшее условие интенсификации производства / Я. А. Александрович. – Минск: Беларусь, 2014. – 246 с. – Текст : непосредственный.
2. **Караева, Ф. Е.** Оценка эффективности использования собственного капитала предприятия / Ф.Е. Караева. – Текст : непосредственный // Успехи современной науки и образования. 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 84–86.
3. **Саберов, Д. Р.** Оптимизация структуры капитала предприятия / Д. Р. Саберов. – Текст : непосредственный // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – № 6. – С. 202–209.
4. **Мамишев, В. И.** Структура капитала и ее влияние на стоимость компании / В. И. Мамишев. – Текст : непосредственный // Проблемы современной экономики. – 2019. – № 1 (53). – С. 91–95.

УДК 658.7:334.72

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Н. В. Пасичник, Л. А. Кононова

Определено значение анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами. Проведен обзор методического инструментария анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, выявлена необходимость его дополнения за счет выделения логистических целей анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, определяющих его направления. По основным направлениям конкретизированы параметры оценки, которые могут быть использованы для своевременного выявления и устранения проблем в данной сфере.

Ключевые слова: анализ обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, логистический подход к анализу обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, параметры оценки обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами.

METHODOLOGY OF ANALYSIS OF THE PROVISION OF A COMMERCIAL ORGANIZATION WITH MATERIAL RESOURCES AND ITS IMPROVEMENT BASED ON THE LOGISTICS APPROACH

N. V. Pasichnik, L. A. Kononova

The article defines the significance of the analysis of the provision of a commercial organization with material resources. A review of the methodological tools for analyzing the provision of a commercial organization with material resources is carried out, the need for its addition is revealed by highlighting the logistical goals of analyzing the provision of a commercial organization with material resources that determine its directions. In the main directions, the evaluation parameters are specified, which can be used for timely identification and elimination of problems in this area.

Keywords: *analysis of the provision of a commercial organization with material resources, logistic approach to the analysis of the provision of a commercial organization with material resources, parameters for assessing the provision of a commercial organization with material resources.*

Функционирование любой коммерческой организации (производственной, торговой, строительной, транспортной и т. д.) невозможно без постоянного снабжения ее необходимыми материальными ресурсами. Материальные ресурсы (сырье и основные материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, топливо, тара и тарные материалы, запасные части и др.), являясь предметами труда, обеспечивают вместе со средствами труда и рабочей силой производственный процесс организации. Себестоимость их полностью передается на вновь созданный продукт, занимая при этом довольно высокий удельный вес.

В настоящее время полное и своевременное обеспечение коммерческой организации материальными ресурсами является одной из важнейших управленческих задач. Высокий уровень качества выпускаемой продукции и надежность ее поставок потребителям невозможны без выстраивания оптимального процесса обеспечения организации материальными ресурсами, необходимыми для непрерывного и ритмичного функционирования производственного процесса. Эффективность закупки и доставки материальных ресурсов в конечном итоге влияет на финансовые результаты деятельности коммерческой организации, её финансовое состояние и конкурентоспособность.

Анализ обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами позволяет руководству иметь полную и достоверную информацию о её материальных ресурсах, а также обеспечить контроль за их наличием, движением, состоянием и рациональным использованием, что способствует созданию условий для достижения наилучших результатов хозяйственной деятельности.

Отдельные аспекты, касающиеся анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, были исследованы в учебниках, монографиях, периодических изданиях и в трудах зарубежных и российских ученых, таких как: Б. А. Аникина, О. А. Антошкиной, И. С. Анисимова, Т. Б. Бердниковой, А. М. Гаджинского, Л. Т. Гиляровой, А. И. Гинзбурга, В. В. Дыбской, Д. А. Ендовицкого, В. В. Ковалева, В. Г. Когденко, Н. П. Любушина, В. С. Лукинского, Д. В. Лысенко, Ю. М. Неруш, В. И. Стражева, А. П. Тяпухина, А. Д. Шеремет, Е. С. Федяй и др.

Несмотря на значительный объем проделанных работ в данной области, некоторые аспекты анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами требуют дальнейшего совершенствования. Необходимо отметить, например, что в данной научной области еще

не до конца сложился понятийный аппарат, не решена проблема поиска обобщающих показателей, комплексно характеризующих процесс обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, отсутствует единство мнений в выборе инструментария анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами на основе логистического подхода, требует уточнения методическое обеспечение анализа материальных ресурсов различных организаций с учетом их отраслевой специфики и др.

Данные обстоятельства подчеркивают значимость анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами и необходимость его совершенствования с целью своевременного обнаружения и устранения проблем в данном процессе.

В настоящий момент в литературе по экономическому анализу предлагаются следующие направления анализа обеспеченности и эффективности использования материальных ресурсов в коммерческой организации: оценка реальности, качества планов материально-технического снабжения, степени их выполнения; оценка степени обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами; расчет эффективности использования материальных ресурсов; выявление внутрипроизводственных резервов экономии материальных ресурсов и разработка мероприятий по их использованию [1, с. 194].

Оценку качества составления плана материально-технического снабжения начинают с изучения норм и нормативов, лежащих в основе расчета потребности коммерческой организации в материальных ресурсах. Анализ соответствия плана материально-техническим потребностям производства продукции (работ, услуг) и правильности образования необходимых запасов материальных ресурсов проводят исходя из прогрессивных норм их расхода.

Реальная потребность в завозе материальных ресурсов со стороны определяется как разность между общей потребностью в конкретном виде материала и совокупностью собственных (внутренних) источников ее покрытия.

Уровень обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами определяется сравнением фактического количества поступившего сырья и материалов (из внутренних и внешних источников) с их плановой потребностью. В процессе анализа также проверяется обеспеченность потребности в завозе материальных ресурсов договорами на их поставку, фактическое выполнение заключенных договоров и выполнение плана поставки материальных ресурсов. Такой анализ проводится в разрезе отдельных видов сырья и материалов (табл. 1).

Проверке подлежат и качество полученных материальных ценностей от поставщиков, и соответствие этих материальных ценностей установленным стандартам, техническим условиям и условиям заключенных договоров, а в случаях их нарушения предъявляются претензии поставщикам.

Большое значение имеет анализ выполнения плана по срокам поставки материальных ценностей (анализ ритмичности поставок), нарушение которых ведет к невыполнению плана производства и реализации продукции (работ, услуг). Для анализа ритмичности поставок материальных ценностей можно использовать, например, коэффициент неравномерности поставок, коэффициент вариации и другие показатели [2, с. 178].

Коэффициент неравномерности поставок материальных ресурсов определяют по формуле (1):

$$K_{\text{н.р.}} = \frac{\sqrt{\sum (x_i - 100)^2 \cdot f}}{\sum f}, \quad (1)$$

**Обеспечение потребности в материальных ресурсах договорами на поставку
и фактическое их выполнение**

№ п/п	Показатель	Порядок расчета	Вид материала			
			А	Б	В	...
1.	Плановая потребность, т	–				
2.	Источники покрытия потребности, т, в том числе:	–				
2.1.	Внутренние источники покрытия, т	–				
2.2.	Внешние источники покрытия, т	–				
3.	Обеспечение потребности источниками покрытия по плану	п. 2 / п. 1				
4.	Заключено договоров, т	–				
5.	Обеспечение потребности в заводе материальных ресурсов договорами на их поставку, %	п. 4 / п. 2.2				
6.	Поступило от поставщиков, т	–				
7.	Выполнение договоров, %	п. 6 / п. 4				
8.	Выполнение плана поставки, %	п. 6 / п. 2.2				
9.	Обеспечение потребности источниками покрытия по факту	(п. 6 + п. 2.1) / п. 1				

где x – процент выполнения плана поставки по периодам; f – план поставки за те же периоды.

Коэффициент вариации определяют по формуле (2):

$$K_{\text{вар}} = \sqrt{\frac{(\sum \Delta f)^2}{k}} : \bar{f}, \quad (2)$$

где Δf – отклонение объема поставки по периодам от плана; k – количество анализируемых периодов; \bar{f} – средний объем поставки материалов за период.

Нарушение ритмичности поставок материальных ресурсов может привести к простоям производственного оборудования, нерациональным потерям рабочего времени, необходимости осуществления сверхурочных работ. В свою очередь, оплата простоев не по вине рабочих и оплата сверхурочных работ ведет к увеличению себестоимости выпускаемой продукции (работ, услуг) и, соответственно, к ухудшению финансовых результатов коммерческой организации.

Особое внимание в процессе анализа уделяется состоянию складских запасов материальных ресурсов. Различают запасы

текущие, сезонные и страховые. Величина текущего запаса ($Z_{\text{тек.}}$) зависит от интервала поставки в днях (Инт) и среднесуточного расхода i -го вида материала ($P_{\text{сут.}}$) (3):

$$Z_{\text{тек.}} = \text{Инт} \cdot P_{\text{сут.}} \quad (3)$$

При проведении анализа обязательно проверяется соответствие фактического размера запасов важнейших видов сырья и материалов нормативным запасам. С этой целью на основании данных о фактическом наличии материальных ценностей в натуре и среднесуточном их расходе рассчитывают фактическую обеспеченность материалами в днях и сравнивают ее с нормативной (табл. 2).

Анализ состояния запасов материальных ресурсов позволяет выявить излишние и ненужные запасы. Их можно установить по данным складского учета путем сравнения прихода и расхода. Если по каким-либо материальным ресурсам нет расхода на протяжении года и более, то их относят в группу неликвидных запасов и подсчитывают общую стоимость.

В завершение анализа определяется прирост (уменьшение) объема производ-

Анализ состояния запасов материальных ресурсов

Материал	Среднесуточный расход, т	Фактический запас		Норма запаса, дни	Отклонение от нормы запаса	
		т	дни		т	дни
А						
Б						
и т.д.						

ства продукции по каждому виду за счет изменения: количества заготовленного сырья и материалов (Z_i); количества переходящих остатков сырья и материалов ($Oст_i$); количества сверхплановых отходов из-за низкого качества сырья, замены материалов и других факторов ($Oтх_i$); удельного расхода сырья на единицу продукции ($УР_i$). При этом используется следующая факторная модель выпуска продукции (4):

$$V\Pi_i = \frac{Z_i \pm \Delta Oст_i - Oтх_i}{УР_i} \quad (4)$$

Факторный анализ выпуска продукции на основании вышеуказанной модели проводится с использованием метода цепных подстановок.

Надо иметь в виду, что уменьшить расход сырья и материалов на производство единицы продукции можно путем заготовки более качественных материальных ценностей и уменьшения их потерь во время хранения и перевозки, а также за счет упрощения конструкции изделий, совершенствования техники и технологии производства, сокращения до минимума отходов, недопущения брака, повышения квалификации производственных рабочих и т. д. [3, с. 276].

Таким образом, на основании результатов проведенного анализа разрабатываются мероприятия по совершенствованию процесса материально-технического снабжения и улучшению обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами.

Следует отметить, что важную роль в управлении запасами материальных ресурсов играет логистика, которая используется для оптимизации товарных потоков в пространстве и во времени. Она координирует движение товаров по всей цепочке «поставщик-предприятие-покупатель» и гарантирует, что необходимые материалы и продукты будут получены своевременно, в нужном месте, в требуемом количестве, желаемого качества и от надежных поставщиков с оптимальными издержками. В результате такого подхода сокращаются затраты на складирование, на производство продукции (работ, услуг), сокращаются потери времени, связанные с простоем оборудования при отсутствии материальных ресурсов, значительно уменьшается продолжительность нахождения капитала в материальных запасах, что способствует ускорению его оборачиваемости и повышению эффективности функционирования коммерческой организации, а также ее конкурентоспособности [4, с. 121].

Анализ литературных источников в сфере логистики позволил сделать вывод, что на сегодняшний день основанные на логистическом подходе методики оценки систем обеспечения коммерческой организации материальными ресурсами используются для различных целей, которые можно выделить в качестве следующих направлений анализа:

- определение равномерности и ритмичности поставок ресурсов поставщиком;
- расчет ущерба, причиненного предприятию-потребителю поставщиком ма-

териальных ресурсов из-за отклонений от условий обеспечения предприятия ресурсами;

- оценка качества структуры закупочного центра;

- оценка эффективности системы управления заказами на предприятии и прогнозирования потребности в продукции, производимой на предприятии;

- оценка качества системы оперативного планирования на предприятии – комплекс работ в этом направлении требует эффективного использования логистических концепций управления ресурсами типа MRP I и MRP II, широко представленных в экономических источниках;

- оценка размеров запасов на предприятии с учетом следующих факторов:

Таблица 3

Параметры оценки обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами по основным направлениям анализа

Направление анализа	Параметры оценки
Определение равномерности и ритмичности поставок ресурсов контрагентом	Средний размер поставки ресурсов. Коэффициент вариации. Коэффициенты равномерности и ритмичности
Определение ущерба предприятию-потребителю поставщиком ресурсов в связи с отклонениями от условий поставки	Плановые и фактические показатели расходов на закупку, объемов производства и реализации продукции, условно-постоянных издержек, прибыли. Величина штрафных санкций потребителю за несвоевременный выпуск и отгрузку продукции
Оценка качества работы подразделений, обеспечивающих предприятие материальными ресурсами	Плановые и фактические, количественные и качественные показатели завоза материальных ресурсов. Уровень транспортно-заготовительных расходов, расходов на хранение, выдачу в производство и отгрузку потребителю материальных ресурсов, размер административно-хозяйственных расходов и др. Соответствие количества, качества и ассортимента поставляемой продукции
Оценка эффективности управления заказами на предприятии и прогнозирования потребности в компонентах продукции, производимой предприятием	Показатели эффективности взаимодействия службы закупок, производственных подразделений и службы сбыта. Показатели эффективности и оперативности системы мониторинга прогнозов
Оценка качества системы оперативного планирования на предприятии	Эффективность системы коммуникационных процессов между подразделениями. Состояние исполнительской дисциплины на предприятии. Качество организации системы учета на предприятии. Степень загрузки производственных мощностей. Рациональность привлечения сторонних организаций (субподрядчиков) для выполнения производственной программы предприятия. Качество технологического процесса и его соответствие параметрам производственной программы
Оценка размеров запасов на предприятии	Отсутствие сверхнормативных запасов и неликвидов (оптимальный объем запасов). Затраты на оформление заказа на поставку ресурсов, их транспортировку и переналадку производства у поставщика. Затраты на хранение ресурсов. Величина годового спроса на конечную продукцию и услуги и его динамика
Оценка оптимальности поставщика (поставщиков) ресурсов	Сроки заключения договоров и выполнения поставщиками обязательств по договорам и заказам. Период времени сотрудничества с поставщиком. Количество актов замены на материалы и комплектующие. Количество случаев срывов сроков поставки поставщиком

годовой спрос на конечные продукцию и услуги и его колебания; затраты на хранение ресурсов; затраты на оформление заказа, поставку ресурсов, переналадку производства у поставщика; система скидок на ресурсы в зависимости от размера их партии и др.;

– решение задачи «Make or Buy» («сделать или купить») на основе сопоставления затрат на закупку ресурсов и на организацию их производства и принятия экономически обоснованного решения;

– выбор метода закупок ресурсов, который зависит от значительного количества факторов, основными из которых являются объем партии закупаемых ресурсов и периодичность закупки;

– определение оптимального на данный момент времени поставщика ресурсов на основе определенного набора критериев, которые должны периодически пересматриваться, как и сама оценка существующих поставщиков [5].

Однако для того, чтобы можно было выявить отклонения в деятельности по обеспечению коммерческой организации материальными ресурсами по всем вышеуказанным направлениям анализа должны быть определены соответствующие параметры оценки.

В результате проделанной работы по уточнению методического инструментария анализа обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами на основе логистического подхода в разрезе его основных направлений была разработана система параметров оценки, представленная в табл. 3.

Таким образом, анализ динамики представленных в табл. 3 показателей позволит

установить отклонения в процессе обеспеченности коммерческой организации материальными ресурсами, определить их характер, выработать своевременные управленческие решения по устранению выявленных отклонений и совершенствованию работы организации, способствуя непрерывному и ритмичному ее функционированию и улучшению финансовых результатов деятельности.

Цитированная литература

1. **Савицкая, Г. В.** Экономический анализ: учебник / Г. В. Савицкая. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 649 с. – Текст : непосредственный.

2. **Любушин, Н. П.** Экономический анализ: учебник / Н. П. Любушин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – Текст : непосредственный.

3. **Лысенко, Д. В.** Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебник для вузов / Д. В. Лысенко. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 320 с. – Текст : непосредственный.

4. **Гаджинский, А. М.** Логистика: учебник / А. М. Гаджинский. – [20-е изд.]. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. – 484 с. – Текст : непосредственный.

5. **Антошкина, О. А.** Роль логистического подхода в организации закупочной деятельности / О. А. Антошкина, Д. Ю. Воронова. – Текст : непосредственный // Вестник современных исследований: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции «Вопросы современных научных исследований». – 2018. – № 10.2 (25). – С. 11–14.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

С. А. Чухненко, А. А. Цуркан

Оптимизация расходов является одним из вопросов, которые требуют срочного решения в период кризисных явлений предприятия. В публикации приводятся различные методы оптимизации затрат, а также подходы к совершенствованию управления затратами и расходами, определены мероприятия по снижению расходов и проблемы их реализации.

Ключевые слова: расходы, оптимизация, эффективность, доходы, прибыль, бизнес.

MODERN APPROACHES TO OPTIMIZING THE COSTS OF THE ENTERPRISE

S. A. Chukhnenko, A. A. Tsurkan

Cost optimization is one of the issues that require urgent solutions during the crisis phenomena of the enterprise. The publication provides various methods of cost optimization, as well as approaches to improving cost and expense management, identifies measures to reduce costs and problems of their implementation.

Keywords: expenses, optimization, efficiency, income, profit, business.

Во время пандемии коронавирусной инфекции, приводящей к экономическому спаду, каждое предприятие, организация, учреждение разрабатывает комплекс мероприятий по снижению расходов.

Оптимизация расходов – это приведение их величины к такому уровню, когда при прочих равных условиях достигается максимальный размер прибыли. Отклонение расходов от этого уровня в большую сторону теоретически должно вызывать снижение объема прибыли, или по причине превышения расходов над доходами, или вследствие уменьшения объемов производства [1, с. 19].

Очень часто решения принимаются по принципу «сверху-вниз», при этом руководство располагает минимальным набором данных, в том числе и прогнозными данными по выручке от реализации продукции, работ или услуг, или прогнозными действиями конкурентов. Эти прини-

маемые на высшем уровне решения часто приводят к дезорганизации сотрудников, но редко приводят к ожидаемому эффекту.

Руководителям следует искать другой подход при разработке рекомендаций по оптимизации расходов, в том числе необходимо, во-первых, ориентироваться на первоисточник – то есть на сотрудников. Во-вторых, привлечь их к сбору данных и к разработке рекомендаций, так как они могут представить более точную информацию о том, какие виды деятельности являются более предпочтительными на данный момент времени, а какие можно приостанавливать или вообще отказаться от них [2, с. 77].

Анализ показывает, что если изменить тактику принятия решения и использовать подход принятия решений «снизу-вверх», то руководителям бизнеса удастся не только оптимизировать нужные расходы, но и быстрее добиться успеха, так как рядовые сотрудники и менеджеры среднего звена чаще всего стремятся оказывать под-

держку, и принимаемые решения имеют более долгосрочный характер. Некоторые руководители считают, что расходы можно сократить, если контролировать расход денежных средств. В этом случае все внимание руководства и ответственных лиц переключается на управление денежными средствами, упуская из виду другие пути контроля и сокращения расходов. Эффективное снижение расходов зависит, прежде всего, от того, как ведется учет и анализ доходов и расходов. Следовательно, на предприятии или в организации должна применяться система постоянного планирования (бюджетирования) доходов и расходов, чтобы руководители и менеджеры могли осуществлять контроль исполнения планов (бюджетов) [3, с. 24].

Уменьшение расходов без их предварительного анализа и обоснования может привести к негативным стратегическим последствиям и тактическим потерям. При принятии скороспешных решений по уменьшению объема расходов часто также упускаются из виду категории «хороших» или высокопродуктивных расходов, приносящих компании огромный мультипликативный экономический эффект.

Процесс разработки мероприятий по снижению непродуктивных, неэффективных, нерациональных расходов должен носить комплексный характер, который включает:

- снижение расходов на обучение на семинарах, курсах, тренингах, на посещение конференций и форумов;
- уменьшение расходов на связь и интернет;
- снижение расходов на длительные заграничные командировки;
- снижение расходов на привлечение внешних консультантов и независимых экспертов;
- сокращение расходов на содержание запасов;
- снижение прочих расходов.

Прежде чем принимать решения о том, какие статьи расходов предстоит сократить, необходимо провести анализ каждого мероприятия и убедиться, что эти мероприятия приведут к максимизации прибыли [3, с. 25].

Менеджеры и прочие сотрудники, принимающие участие в различных семинарах, форумах, обучающих программах, профессиональных мероприятиях приносят предприятию огромный прямой и косвенный эффект, так как приобретаются новые знания, которые важны для развития, происходит обмен полезной информацией, повышается производительность труда и инициативность сотрудников и менеджеров.

В этом случае, при принятии решения об оптимизации статьи расходов на обучение целесообразно задуматься о том, как повысить эффективность посещаемых мероприятий. Возможно, необходимо договориться с организаторами о предоставлении скидки за посещение мероприятия или оплатить посещение одному сотруднику и снабдить его диктофоном, чтобы велась запись всего мероприятия, а потом ознакомить остальных сотрудников с полезной информацией. Также, как результат таких мероприятий, возложить обязанность на конкретного сотрудника, посетившего эти мероприятия, изложить все прикладные моменты, которые обсуждались в виде конкретных предложений, которые могут быть применены на предприятии.

Таким образом, нельзя не согласиться с тем, что все обучающие программы, профессиональные мероприятия – это надежный источник знаний, связей, инновационных стремлений, которые могут быть применены на предприятии в кризисных ситуациях.

Следующее направление в снижении расходов – снижение расходов на связь и интернет. Многие предприниматели для внутреннего общения давно разработали

внутренний чат сотрудников, таким образом сократили расходы на связь. Некоторые установили лимиты телефонных переговоров. Однако для расширения внешнеэкономических связей, для повышения эффективности работы отдела маркетинга и сбыта лимиты на связь могут нанести вред бизнесу. Поэтому целесообразно разработать стандарт или регламент по международным переговорам, который станет практически инструментарием для их эффективной работы [4, с. 55].

Сокращение расходов на Интернет-связь тоже не совсем разумно, так как сегодня Интернет – это источник информационных ресурсов, поставщик интерактивных сервисов, который позволяет решать многие деловые вопросы, развивать бизнес-процессы, что особенно актуально в кризисные периоды экономики. Кроме того, при помощи интернета развивается деятельность самого предприятия путем создания его web-сайта.

Снижение расходов на дальние командировки – еще одно мероприятие, связанное с оптимизацией расходов. Переговоры во время командировок – самый эффективный инструмент для достижения поставленных целей. Во время кризиса рекомендуется направлять в командировку в дальние страны больше людей отдела маркетинга и финансовой службы, укрепляя тем самым маркетинговый ход предприятия. Вследствие этого, расходы на командировки не нужно сокращать, как делают многие предприятия, а наоборот, увеличивать, расширяя тем самым рынки сбыта продукции, товаров, работ и услуг.

Привлечение внешних консультантов и независимых экспертов является таким видом расходов, который не каждое предприятие осуществляет в своей деятельности.

Консалтинговые компании специализируются на разработке антикризисных предложений, которые в период кризиса способны существенно сократить потери

и убытки предприятий, и от того, насколько предприятие готово заплатить за такие услуги, зависит и размер данных расходов. Если до кризиса предприятие не пользовалось услугами консалтинговых компаний, выбор антикризисных предложений будет затруднен незнанием рынка этих услуг, и расходы могут быть неэффективными.

Сокращение расходов на содержание запасов увеличивает логистические и производственные риски, которые в период кризиса увеличиваются и сами по себе. Этот период связан с приостановкой работы и даже закрытием многих производственных компаний. Если такие проблемы окажутся и у поставщиков предприятия, сбои могут происходить и у перевозчиков.

В практической деятельности предприятия есть и так называемые «универсальные расходы», которые можно сократить без каких-либо значительных потерь в долгосрочном и краткосрочном плане, к ним относятся:

- сокращение расходов на «поддержание высокого статуса». Предполагает сокращение служебного автотранспорта и расходов на служебный автотранспорт, переезд в менее дорогой офис и сдача лишних площадей в аренду;
- сокращение расходов на канцелярские товары, а также экономия электроэнергии, тепла и воды;
- сокращение офисных расходов [4, с. 56].

Вместе с тем часть статей затрат предприятия лучше не оптимизировать. Это касается направлений критического значения.

Например, не рекомендуется экономить на ремонтах и техническом обслуживании оборудования. Это влечет поломки, аварийность и продолжительные простои, негативно сказывается на безопасности труда. Чтобы не потерять действующих клиентов, не стоит сокращать вложения в поддержание и контроль качества продукта. Не следует сокращать основной произ-

водственный персонал, а также уменьшать оплату труда этой категории работников ниже среднего уровня по рынку. Это приведет к недостатку сотрудников для полноценного ведения деятельности.

Оптимизация расходов – это пакет организационных и технических мер, внедрение которых поможет повысить уровень прибыльности и рентабельности бизнеса, стабильность и устойчивость. При этом к сокращению затрат нужно подходить на основе профессионально разработанной стратегии. Ошибки, допущенные при оптимизации на предприятии, дают обратный эффект и негативно отражаются на деятельности.

Управление кадрами относится к числу направлений, в которых можно добиться значительной экономии без ущерба для деятельности компании. Например, повышенную эффективность дает аутсорсинг персонала, занятого на вспомогательных или нерегулярных задачах. Аутсорсинг устраняет необходимость постоянного содержания значительного числа работников без ущерба для выполнения производственных функций. Использование этой услуги помогает сократить фонд оплаты труда, уменьшить нагрузку на кадровую службу и бухгалтерию организации [5, с. 72].

Обобщая вышеизложенное исследование, еще раз перечислим то, каким образом нужно подходить к оптимизации затрат:

- сокращать нужно те расходы, которые не приводят к увеличению прибыли непосредственно в данный момент времени (в краткосрочной перспективе);

- прежде чем сократить конкретную статью расходов, следует найти альтернативную;

- сокращать затраты на сотрудников необходимо в самые крайние случаи и очень аккуратно, без вреда для производства или управления предприятием.

Любое предприятие может сократить свои расходы без ущерба для своей репутации, качества производимой продукции и условий труда для сотрудников.

Однако для того, чтобы правильно оценить все резервы, нужно провести серьезное исследование, которое покажет, какие статьи затрат будет целесообразно сократить, а какие стоит оставить на прежнем уровне для полноценного развития производства. Только тщательно продуманный план экономии на расходах может дать желаемые результаты.

Цитированная литература

1. **Кузьмин, М. И.** Административные расходы: как свести их к минимуму / М. И. Кузьмин. – Текст : электронный // Коммерческий директор. – 2016. – №11. – С. 18–24. – URL: <https://www.kom-dir.ru> (дата обращения 12.04.2021)

2. **Каверин, М. М.** Управленческий учет : учебное пособие для студентов вузов / М. М. Каверин; под ред. Я. В. Соколова. – Москва: Магистр, 2012. – 115 с. – Текст : непосредственный.

3. **Мурая, Ю. В.** Учет и анализ доходов и расходов предприятия / Ю. В. Мурая. – Текст : электронный // Журнал научных и прикладных исследований. – 2018. – № 3. – С. 23–25. – URL: <https://gnpi.ru> (дата обращения 03.05.2021).

4. **Никонов, В. А.** Понятия и виды доходов, расходов коммерческой организации / В. А. Никонов. – Текст : электронный // Economics. – 2019. – № 1 (39). – С. 54–56 – URL: <https://economic-theory.com/h/arkhiv-zhurnala.html> (дата обращения 27.04.2021).

5. Пути оптимизации затрат с целью повышения эффективности использования ресурсов предприятия. Монография / С. И. Метелев, Г. И. Кольке, Л. Н. Гончаренко [и др.]. – Омск: ОмГУ им. Ф. М. Достоевского, 2017. – 141 с. – Текст : непосредственный.

КОНТЕНТ-АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Н. Ю. Муравьева, А. С. Возиян, Е. С. Караман

Проведен обзор сложившихся в мировой практике подходов к определению понятия «деловая активность» с систематизацией мнений различных авторов и сформулировано обобщенное понятие деловой активности предприятия. Уделено внимание количественным и качественным критериям деловой активности. Выделены три основные ее составляющие. Проведен сравнительный анализ методики традиционного финансового анализа и новой системы финансового анализа в части использования показателей оборачиваемости.

Ключевые слова: деловая активность, эффективность, результативность, оборачиваемость, методика финансового анализа, показатели, управление, менеджмент.

CONTENT ANALYSIS OF THE CONCEPT OF BUSINESS ACTIVITY AS A CRITERION FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF A COMMERCIAL ORGANIZATION

N. Yu. Muravieva, A. S. Vozijan, E. S. Karaman

The review of the approaches to the definition of the concept of "business activity" in the world practice with the systematization of the opinions of various authors has been carried out and the generalized concept of business activity of the enterprise has been formulated. Attention has been paid to quantitative and qualitative criteria of business activity. Three main components of it have been identified. A comparative analysis of the methodology of traditional financial analysis and the new system of financial analysis in terms of the use of turnover indicators has been carried out.

Keywords: business activity, efficiency, efficiency, turnover, financial analysis methodology, indicators, management, management.

В настоящих кризисных условиях хозяйствования много времени управленческого персонала ориентировано на создание действенной системы управления предприятием, так как возникает потребность формирования новейшей политики руководства экономическими субъектами. Во взаимосвязи с этим использование в практике сформировавшихся раньше подходов к оценке производительности и результативности деятельности предприятия становится неактуальным. В жизненных обстоятельствах грозной конкурентоспособной борьбы назрела необходимость

совершенствования методов управления структурами коммерческой организации. На первый план выходят новые критерии и показатели, характеризующие эффективность работы организации. Главным признаком считается деловая активность предприятия.

На сегодняшний день деловая активность является одним из важнейших факторов, характеризующих деятельность предприятия. Именно деловая активность обеспечивает хозяйствующему субъекту конкурентоспособность, рост объемов производства и продаж, формирует финансовую стабильность, помогает в достижении лидерства в отрасли. Все это говорит о том, что оценка деловой активности

предприятия на данный момент – неотъемлемая часть экономического анализа.

История изучения деловой активности берет свое начало с периода формирования рыночных отношений. Именно тогда, с развитием предпринимательства, возник особый интерес и необходимость изучения деловой активности. Рыночный механизм как воплощение конкуренции породил потребность в грамотном управлении организацией и применении знаний менеджмента, маркетинга, управленческого учета.

На сегодняшний день деловая активность является одним из основных звеньев экономической системы страны и неразрывно связана как с производительностью и финансовыми результатами отдельного предприятия, так и с экономическим благосостоянием страны в целом. В этой связи и расходятся основные подходы к изучению деловой активности на макро- и микроэкономическом уровне, формируя следующую задачу: определение уровня принадлежности организации к рыночной среде и ее конкурентных преимуществ. Причем, невозможно рассмотрение деловой активности только как элемента системы рыночных отношений, либо только как составляющей отдельно взятого предприятия, поскольку данное понятие пронизывает все ступени экономических отношений, начиная с активных целенаправленных действий конкретного человека и заканчивая ее изучением на уровне всей страны.

Для устранения проблем в понимании сущности деловой активности целесообразно провести систематизацию и описание всех ее основополагающих характеристик, а также уточнить определение экономической категории «деловая активность» на макро- и микроуровне.

Изучению деловой активности отдельного субъекта или организации предшествовало определение ее на макроэко-

номическом уровне, что было связано с циклами деловой активности длительностью от 6 до 12 лет. Циклы деловой активности имеют идентичную структуру с экономическими циклами. Они показывают состояние деловой активности на определенный период и имеют фазу оживления, подъема, спада и депрессии. Но в отличие от экономических циклов, циклы деловой активности неодинаково периодичны. Один цикл может длиться менее года, а другой – до 15 лет.

Здесь важно отметить, что на деловую активность в данном случае влияют такие факторы, как инфляция, безработица, состояние совокупного спроса, налоги и ставки заработной платы. Поэтому государство способно влиять на деловую активность посредством проведения фискальной, денежно-кредитной политики и других мер воздействия на состояние экономики страны.

Например, в период спада экономики государство понижает налоговые ставки, увеличивает трансферты и инвестиции, стимулируя тем самым деятельность предприятий, что в долгосрочной перспективе ведет к повышению совокупного спроса и постепенному подъему в экономике. Этот процесс сопровождается ростом деловой активности и производительности предприятий. Когда цены и производство растут, начинает происходить обратный, сдерживающий процесс. Он предполагает рост процентных ставок, снижение всевозможных субсидий и льгот. Вместе с тем сокращение государственных расходов в стадии подъема позволит несколько остановить его и не допустить слишком большого роста цен, так как это может привести к инфляции и, как следствие, снижению деловой активности предприятий. Как правило, чем резче подъем, тем глубже может быть спад. Поэтому государственная политика направлена не только на вывод страны из кризиса, но и

на сглаживание экономических колебаний, поскольку отрицательные последствия возможны на любой из стадий экономического цикла.

Исходя из этого, *деловую активность* (на макроуровне) можно определить как интенсивное проявление всех целенаправленных действий хозяйствующих субъектов государства, приводящих к развитию системы финансово-производственных отношений и росту национального богатства, задаваемым совокупностью определенных статистических и социально-экономических индикаторов.

Как в зарубежной, так и в отечественной литературе существует множество подходов к определению деловой активности. Каждый из них имеет свои отличия, что в какой-то степени мешает провести четкое исследование данного вопроса, оставляя его в настоящее время не до конца изученным. Причиной расхождения во мнениях может быть тот факт, что терминология экономического анализа, как дисциплины, была заимствована из зарубежной литературы. Это касается и понятия деловой активности, которое пришло к нам из мировой практики во время зарождения рыночных отношений и начало активно использоваться в начале XX века. При дословном переводе с английского языка термина «Business activity» на русский образуется словосочетание «бизнес-деятельность». Исходя из этого можно предположить, что всякая предпринимательская деятельность указывает на деловую активность.

Для более четкого представления роли деловой активности в экономике необходимо представить систему подходов к трактовке данного понятия и выявить общие и принципиально отличающиеся аспекты. В общем виде все авторы, занимающиеся изучением деловой активности, подразделяются на две группы: использующие комплексный, всеохватывающий подход к ее определению и делающие акцент на конкретных показателях или зависимостях (табл. 1).

Значимость комплексного подхода объясняется необходимостью получения обобщенного понимания термина «деловая активность».

В. В. Ковалев подходит к определению этой категории более детально, отмечая, что «в широком смысле деловая активность означает весь спектр усилий, направленных на продвижение коммерческой организации на рынках продукции, труда, капитала..., в более узком смысле – как текущая производственная и коммерческая деятельность предприятия» [1, с. 52]. Данное определение характеризует деловую активность с точки зрения финансовых и производственных результатов конкретного предприятия и эффективности его деятельности. Отсюда и вытекает связь деловой активности с анализом хозяйственной деятельности экономических субъектов в системе взаимосвязанных показателей.

В широком смысле деловая активность может быть охарактеризована как общее продвижение предприятия на рын-

Таблица 1

Изучение деловой активности

Школы	Комплексный подход	Частный подход
Российские авторы	А. Д. Шеремет, О. Н. Волкова, Г. В. Савицкая, Е. Басовский, Е. Н. Басовская, Л. Т. Гиляровская, Н. П. Любушин, М. И. Баканов	О. В. Ефимова и М. В. Мельник, В. П. Позняков, П. Н. Савицкий, С. М. Пястолов, Р. С. Сайфулин, Е. В. Негашев
Зарубежные авторы	Д. А. Аакер, Э. Дж. Долан, К. Д. Кэмпбелл, Р. Дж. Кэмпбелл, Л. А. Бернстайн	Э. Дж. Долан, К. Д. Кэмпбелл

ке, его динамика и приложенные к этому усилия. Все это, конечно, мотивирует инвесторов к сотрудничеству с таким предприятием без опасения потерпеть убытки. И здесь имеет место качественный подход к анализу деловой активности, т. е. оценка факторов, не поддающихся абсолютно точному подсчету. Оценка деловой активности на качественном уровне может быть определена в результате сравнения деятельности хозяйствующего субъекта и родственных по сфере приложения капитала предприятий. Качественными критериями являются: широта рынков сбыта (внутренних, внешних), деловая репутация организации и её клиентов, конкурентоспособность товара и поставщиков. В качестве дополнительных критериев оценки деловой активности зачастую используют критерии, характеризующие степень использования экономического потенциала предприятия, а именно «... динамика развития предприятия, скорость оборота его капитала и (или) эффективность финансово-хозяйственной деятельности» [2, с. 401].

Но частный подход не менее важен, поскольку позволяет более подробно изучить деловую активность по ее составляющим. Например, некоторые зарубежные авторы замечают постоянные изменения темпов роста и снижения деловой активности и исследуют это под категорией «деловой цикл». Другие ищут связь бухгалтерских показателей с общим уровнем деловой активности предприятия.

В узком смысле деловую активность можно представить совокупностью отдельных финансовых или бухгалтерских показателей за определенный период. Такой подход свойственен многим российским авторам. Например, О. В. Ефимовой и М. В. Мельник отождествляют деловую активность с характеризующими ее итоговыми показателями [3, с. 301]. Это так называемый количественный подход, вы-

деляющий абсолютные и относительные показатели (прибыль, рентабельность, фондоотдача и другие). Количественная оценка дается по двум направлениям: исследование динамики и соотношения темпов роста таких абсолютных показателей, как оценочные показатели деятельности организации (выручка и прибыль) и средняя величина активов; изучение значений и динамики относительных показателей, характеризующих уровень эффективности использования авансированных и потребленных ресурсов организации.

Для определения деловой активности обычно сравнивают полученные показатели с плановыми или со значениями предыдущих периодов. Так предприятие может определить тенденцию своего развития, а также увидеть, какие значения отстают от необходимой нормы или желаемого результата. Рост деловой активности может быть внутренним и внешним. Внутренний достигается расширением ассортимента товаров или созданием новых их видов, улучшением организации производства, внедрением инноваций, а внешний – включением организации в смежные отрасли или участием в других предприятиях.

Таким образом, можно выделить три основные составляющие деловой активности предприятия: финансово-производственная деятельность предприятия, его позиции на рынке и возможность преобразовывать ресурсы в готовую продукцию с минимальными затратами, сохраняя при этом стабильность. При этом уровень деловой активности будет напрямую зависеть от качества и количества научных внедрений.

Деловая активность – это не только показатель, но и некий инструмент, с помощью которого предприятия достигают поставленных целей. Как уже было сказано, современная рыночная экономика в условиях глобализации вынуждает организации внедрять новшества для удержа-

ния своих позиций на рынке и завоевания новых его сегментов. В этом просматривается стратегическая черта деловой активности, что приводит к появлению такого понятия, как управление деловой активностью. «Управление деловой активностью предприятия – это совокупность действий менеджмента, направленных на мобилизацию и превращение экономического потенциала предприятия в его конкурентные преимущества» [3, с. 105]. Другими словами, управление деловой активностью предприятия направлено на постоянный и своевременный контроль за его состоянием на каждой стадии производства. На этапе закупки материалов и ресурсов должны контролироваться точный подсчет и нормы ресурсного обеспечения, а также качество приобретаемого сырья. Основной стадией является сам процесс производства, где важна его рациональная организация. И на последнем этапе сбыта и реализации продукции включаются в процесс всевозможные маркетинговые решения.

Управление деловой активностью и саму деловую активность можно охарактеризовать стремлением предприятий максимально использовать свой ресурсный потенциал. Для обеспечения финансовой стабильности предприятие должно обладать мобильной и гибкой структурой капитала и уметь организовать его движение так, чтобы обеспечить постоянное превышение доходов над расходами в результате правильного определения способов, времени и места его перемещения.

На основе анализа приведенных выше источников можно сформулировать обобщенное понятие деловой активности на микроуровне.

Деловая активность предприятия – это динамичность развития предприятия, достижение им поставленных целей посредством интенсивного и эффективного использования экономического потен-

циала, расширения рынков сбыта своей продукции и установления стабильности финансового положения предприятия в условиях рыночной экономики.

При использовании количественного подхода к оценке деловой активности, используемого при трактовке рассматриваемого критерия в узком смысле (как совокупность отдельных финансовых или бухгалтерских показателей за определенный период), многие исследователи отводят важное место различным коэффициентам оборачиваемости. Считается, что именно они в полной мере дают наглядное представление о деловой активности предприятия, характеризуя скорость оборота различных активов и уровень технологической обеспеченности. Повышение производительности труда, приближение уровня продаж к уровню производства предприятия при минимальном значении затрат так или иначе приведет к увеличению деловой активности организации.

В рамках традиционного финансового анализа показатели оборачиваемости, характеризующие деловую активность, выделяются в отдельный блок и только логически связаны с показателями ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости и т. д.

М. А. Лимитовский в своей работе [4] проводит сравнительный анализ методики традиционного финансового анализа и новой системы финансового анализа. Применительно к оценке деловой активности автор отмечает, что «... коэффициенты деловой активности в новой версии финансового анализа разделены на две части. Одна группа коэффициентов, характеризующих эффективность управления рабочим капиталом, переходит в блок измерителей ликвидности, а вторая попадает в блок показателей, с помощью которых производится оценка операционной доходности» [4, с. 702]. Такой подход к методике фи-

нансового анализа является достаточно новым и пока отечественными практиками в области анализа воспринимается неохотно.

В табл. 2 показана область использования коэффициентов оборачиваемости по методике традиционного финансового анализа и в рамках его новой системы.

Мнение М. А. Лимитовского о необходимости обновления подходов к оценке производительности и результативности деятельности предприятия оправданное. Действительно, при таком подходе аналитики теряют возможность отдельно проанализировать все показатели оборачиваемости для оценки деловой активности. Но при этом при оценке ликвидности деятельности определяется «...не только и

не столько уровень ликвидности, сколько тут же выявляются причины зафиксированного уровня ликвидности» [4, с. 703]. Соответственно, менеджеры получают дополнительный инструмент управления ликвидностью.

Если учесть, что оценка операционной деятельности позволяет оценить качество управления, то и собственники организации смогут использовать набор финансовых коэффициентов доходности, в состав которых по новой методике анализа включаются и определенные показатели оборачиваемости для оценки работы менеджеров.

В заключение можно отметить, что современные исследования в понимании сущности деловой активности в большей

Таблица 2

Возможные области использования коэффициентов оборачиваемости по методике традиционного финансового анализа и в рамках его новой системы

Методики традиционного финансового анализа, использующие коэффициенты оборачиваемости в виде отдельного блока анализа		Новая система финансового анализа по М. А. Лимитовскому	
Авторы методик финансового анализа деятельности организации	Показатели оборачиваемости, используемые в методиках финансового анализа в виде отдельного блока анализа	Блоки финансового анализа, в которых используются показатели деловой активности	Показатели оборачиваемости, используемые дополнительно в рамках блока анализа
И. Т. Балабанов, А. Д. Шеремет, Р. С. Сайфулин, Е. В. Негашев, О. В. Ефимова, В. В. Ковалев	<ul style="list-style-type: none"> – Коэффициент оборачиваемости всего используемого капитала – Коэффициент оборачиваемости собственного капитала – Коэффициент оборачиваемости привлеченного заемного капитала – Коэффициент оборачиваемости активов – Коэффициент оборачиваемости оборотных активов – Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности – Период оборота всего используемого капитала предприятия в днях – Период оборота собственного капитала в днях – Период оборота привлеченного заемного капитала в днях – Период оборота дебиторской задолженности 	Анализ ликвидности	Коэффициенты оборачиваемости элементов рабочего капитала: дебиторской задолженности, запасов и кредиторской задолженности
		<ul style="list-style-type: none"> Анализ операционной доходности – коэффициенты операционной эффективности – коэффициенты операционной доходности 	<ul style="list-style-type: none"> Коэффициенты оборачиваемости совокупных активов, оборачиваемости фиксированных активов, оборачиваемости собственного капитала Коэффициенты нормы прибыли (чистой, валовой, операционной)

части сводятся к тому, что деловая активность коммерческой организации это и есть результативность и эффективность ее деятельности. Изложенный М. А. Лимитовским новый подход к методике финансового анализа подтверждает комплексность понятия деловой активности. Комплексное определение деловой активности включает представление этого явления как характеристики преимуществ организации, способность ее к развитию, фактор эффективности функционирования и достижения целей собственников, а также уровень развития всех видов деятельности организации. С точки зрения практического применения нового подхода к финансовому анализу, и, соответственно, к оценке деловой активности организации, аналитические работники и менеджеры разных уровней получают новые инструменты для оценки степени управления ликвидностью и качества управления операционной деятельностью.

Цитированная литература

1. **Бургин, М. С.** Введение в современную точную методологию науки. Структуры систем знания : пособие для студ. вузов / М. С. Бургин, В. И. Кузнецов. – Москва: АО Аспект-Пресс, 1994. – 304 с. – Текст : непосредственный.

2. **Муравьева, Н. Ю.** Проблемные аспекты анализа и оценки деловой активности коммерческой организации Приднестровья / Н. Ю. Муравьева, Н. В. Павлова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы бухгалтерского учета, анализа, контроля и

налогообложения в условиях цифровизации экономики: межвузовский сборник научных трудов и результатов научно-исследовательских проектов, представленных на 3 международной научно-практической конференции в Государственном университете управления / Государственной университет управления, кафедры бухгалтерского учета, аудита и налогообложения. – Москва: Издательство, 2019. – С. 398–402.

3. **Баканов, М. И.** Теория экономического анализа: учебник / М. И. Баканов, М. В. Мельник, А. Д. Шеремет; под ред. М. И. Баканова. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – Москва: Финансы и статистика, 2005. – 536 с. – Текст : непосредственный.

4. **Лимитовский, М. А.** Корпоративный финансовый менеджмент: учебно-практическое пособие / М. А. Лимитовский, В. П. Паламарчук, Е. Н. Лобанова; ответственный редактор Е. Н. Лобанова. – Москва: Юрайт, 2019. – 990 с. – Текст : непосредственный.

5. Ресурсоориентированный экономический анализ: теория, методология, практика / А. Д. Шеремет, Д. А. Ендовицкий, Н. П. Любушин [и др.]. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 38. – С. 2–8.

6. **Сайфуллин, Р. С.** Рейтинговая экспресс-оценка финансового состояния предприятия / Р. С. Сайфуллин, Г. Г. Кадыков. – Текст : непосредственный // Финансовые и бухгалтерские консультации. – 1996. – № 4. – С. 24–29.

7. **Ефимова, О. В.** Отчетность об устойчивом развитии компании: оценка информационных потребностей пользователей / О. В. Ефимова. – Текст : непосредственный // Вестник РУДН. – 2012. – № 4. – С. 75–82.

УДК 658.14/17

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ГУИПП «БЕНДЕРСКАЯ ТИПОГРАФИЯ «ПОЛИГРАФИСТ»

А. Ю. Пырля

Статья посвящена применению матричных методов оценки конкурентоспособности. Примером применения послужило ГУИПП «Бендерская типография «Полиграфист». Была проанализирована деятельность типографии и ее конкурентоспособность при помощи SWOT-анализа, PEST-анализа и матрицы М. Портера и сделаны выводы.

Ключевые слова: матричные методы, конкурентоспособность, SWOT-анализ, PEST-анализ, матрица М. Портера.

THE USE OF MATRIX METHODS FOR ASSESSING COMPETITIVENESS ON THE EXAMPLE OF GUIPP "BENDER PRINTING HOUSE 'POLYGRAPHIST'"

А. Y. Pyrlya

The article is devoted to the application of matrix methods for assessing competitiveness. An example of application was GUIPP "Bender printing house 'Polygraphist'". The activity of the printing house and its competitiveness were analyzed using SWOT analysis, PEST analysis and the M. Porter matrix and conclusions have been drawn.

Keywords: matrix methods, competitiveness, SWOT analysis, PEST analysis, M. Porter matrix.

В современных реалиях рынок диктует предприятию условия успешного функционирования. От правильно принятого или ошибочного решения будет зависеть успех или провал организации.

Как показывает практика, на рынке наиболее успешными являются фирмы, которые выпускают конкурентоспособный товар и обладают рядом конкурентных преимуществ.

Немаловажным является конкурентный потенциал предприятия в целом. Под конкурентным потенциалом организации подразумевается способность предприятия производить и реализовывать конкурентоспособную продукцию при рациональном использовании имеющихся ресурсов в объемах, необходимых для стабильного функционирования и развития предприятия

(процесса воспроизводства) на основе обеспечения его конкурентоспособности [2, с. 157].

Сложность на сегодняшний день состоит в том, что не все организации используют эффективно свои конкурентные преимущества и не умеют правильно проанализировать и оценить конкурентоспособность товара (услуги) и предприятия в целом. Для того, чтобы оценка была более точной и реально раскрывающей ситуацию в организации, необходимо определить методы, которые в полном объеме будут отражать деятельность организации, подчеркивать сильные стороны, указывать на слабые. Это необходимо, чтобы изучить возможность вероятных угроз и предотвратить их на этапе зарождения.

Сегодня не существует единой методики оценки конкурентоспособности орга-

низации. Оценка конкурентоспособности организации представляет собой сложную многофакторную задачу, которая сводится к определению наиболее значимых числовых показателей конкурентоспособности и их интегрирования, деятельности, финансового положения, эффективности инвестиций и т. д. [1, с. 42].

Методов оценки конкурентоспособности большое количество. Выделим основные из них.

1. Матричные методы, которые были разработаны консалтинговыми компаниями в 60-е годы XX века. Характерной чертой данных методов является то, что акцент делается на оценке маркетинговой деятельности компании. К таким методам относится SWOT-анализ, матрица БКГ, матрица МакКинси, матрица М. Портера, PEST-анализ.

Методы основаны на рассмотрении процесса конкуренции в развитии, в случае достоверной информации производится достаточно качественный анализ [2, с. 158].

2. Рейтинговая оценка – это метод оценки, позволяющий сравнить основные параметры исследуемой организации с аналогичными параметрами компаний-конкурентов. При этом исследуемый параметр может отбираться как по территориальному, так и по отраслевому признаку.

3. Метод оценки конкурентоспособности на основе расчета доли рынка позволяет получить данные о конкурентоспособности исследуемой организации без проведения анализа, лишь оценивая рыночную долю предприятия на исследуемой территории, либо оценивая рыночную долю товара (услуги).

4. Оценка на основе теории эффективной конкуренции. Данная теория основывается на том, что наиболее конкурентоспособным предприятием является то, которое наиболее эффективно использует все имеющиеся ресурсы фирмы, то есть

эффективно налажена работа всех подразделений организации.

5. Метод оценки конкурентоспособности предприятия на основе потребительской стоимости позволяет определить наиболее актуальные запросы потребителей за конкретный период и определить, насколько организация удовлетворяет потребности клиентов.

Рассмотрим матричные методы оценки конкурентоспособности на примере Государственного унитарного издательско-полиграфического предприятия (ГУИПП) «Бендерская типография «Полиграфист».

ГУИПП «Бендерская типография «Полиграфист» является коммерческой организацией. Предприятие находится в ведомственном подчинении уполномоченного исполнительного органа государственной власти, на который возложены координация и регулирование деятельности в соответствующей отрасли (сфере управления), оно является юридическим лицом, имеет самостоятельный баланс, расчетный и иные счета в банках, круглую печать со своим наименованием, штамп, бланк, фирменное наименование, товарный знак.

Основной целью предприятия является удовлетворение общественных потребностей в результатах его деятельности и получения прибыли. Предприятие осуществляет в установленном законодательством Приднестровской Молдавской Республики порядке следующие основные виды деятельности:

- производство защищенной от подделок полиграфической продукции;
- разработка и изготовление почтовых и акцизных марок, пластиковых карт, а также контрольных идентификационных знаков для маркировки изделий и продуктов;
- издательская деятельность;
- полиграфическая деятельность;
- изготовление бумажно-беловой продукции;

- оказание переплетно-брошюровочных услуг, размотка бумаги;
- интернет-информационных услуг, услуг по обучению работе на компьютере;
- изготовление печатей и штампов;
- изготовление ленты для матричных принтеров и кассовых аппаратов;
- изготовление товаров народного потребления;
- реализация своей и другой продукции через киоск или магазин;
- осуществление коммерческой, торговой, посреднической деятельности;
- осуществление транспортных, ремонтно-строительных услуг гражданам и организациям всех форм собственности.

Бендерская типография «Полиграфист» – одно из старейших полиграфических предприятий республики. Предприятие изготавливает различные виды полиграфической продукции: книги, учебники и каталоги, буклеты, газеты и периодические издания, журналы и брошюры, плакаты, постеры, афиши, школьно-письменные товары, папки, блокноты и многое другое. Также выполняются заказы государственной важности: аттестаты, дипломы, паспорта, удостоверения, ценные бумаги и другие документы строгой отчетности. В последние годы налажен выпуск коробов, пакетов и различных подарочных упаковок.

При типографии работает фирменный магазин, в котором можно приобрести продукцию предприятия. В ассортименте – широкий спектр школьных письменных принадлежностей и канцтоваров: тетради, дневники, нотные тетради, цветная бумага, блокноты, ежедневники, дипломы, открытки, бухгалтерские бланки и т. д.

Проведем анализ конкурентоспособности предприятия ГУИПП «Бендерская типография «Полиграфист» с использованием следующих методов: SWOT-анализ, матрица М. Портера и PEST-анализ.

Наиболее популярным методом для анализа конкурентоспособности организации является SWOT-анализ, который представляет собой анализ внешних и внутренних факторов, оказывающих прямое влияние на деятельность организации. Проведение данного анализа подходит для любого вида бизнеса. Особенность данного метода заключается в том, что при правильном определении сильных и слабых сторон компании, ее возможностей и угроз, можно не просто увидеть ситуацию внутри организации, но и оценить ее по отношению к конкурентам. [3, с. 250]

Проведем SWOT-анализ на примере типографии «Полиграфист», определим сильные и слабые стороны, возможности и угрозы (табл. 1).

Таким образом, отметим, что сильные стороны компании при работе над слабыми сторонами позволят предприятию преодолеть имеющиеся угрозы и реализовать имеющиеся возможности.

Матрица М. Портера – анализ, позволяющий определить сильные стороны организации, а также степень риска со стороны пяти основных сил, которые влияют на развитие бизнеса:

- покупатели (клиенты);
- поставщики (если их нет, они просто не учитываются);
- действующие конкуренты;
- новые конкуренты;
- товары-заменители.

Однако, по мнению ряда маркетологов, данный анализ подходит исключительно для внутреннего использования, так как помогает определить стратегию развития организации и уровень конкурентоспособности с учетом всех выявленных рисков. Проведем экспресс-анализ пяти сил Портера на примере Бендерской типографии «Полиграфист» (табл. 2). За основу возьмем оценку влияния силы от 1 до 10.

Таблица 1

SWOT-анализ ГУИПП «Бендерская типография «Полиграфист»

Сильные стороны	Возможности и пути их реализации	Угрозы и их предотвращение
<p>Сильные стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Высокое качество продукции. • Широкий ассортимент выпускаемой продукции. • Наличие точки сбыта выпускаемой продукции. • Имидж и репутация на рынке. • Потребительская лояльность. • Накопленный многолетний опыт. • Современное высокопроизводительное оборудование. • Хорошие деловые связи с потребителями продукции и поставщиками материалов и комплектующих. • Разработанная методика сбыта и продвижения товаров, проведение маркетинговых исследований. <p>Слабые стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Низкий уровень гибкости и мобильности. • Затягивание сроков исполнения заказов. • Отсутствие мощной рекламной кампании с задействованием всех основных каналов продвижения. • Высокий уровень конкуренции со стороны других предприятий 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие и увеличение точек сбыта исследуемой организации. • Спрос на полиграфическую и сувенирную продукцию достаточно высок и имеет устойчивую тенденцию к увеличению. • Новые виды продукции. • Увеличение покупательской способности населения. • Выход на новые рынки сбыта. <p>Предложенные возможности можно осуществить с помощью следующих действий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) формирование ассортимента высокого качества продукции для выхода на новые рынки сбыта; 2) разработка эффективной методики сбыта для привлечения потребителей, и тем самым увеличение покупательского спроса; 3) благодаря широкому ассортименту и многолетнему опыту разработка проекта открытия дополнительных магазинов на территории Республики 4) проведение рекламной политики, с использованием новых технологий; 5) заключение договоров с новыми наиболее выгодными поставщиками; 6) расширение торговой сети за счет грамотно продуманного бизнес-плана; 7) увеличение рыночной доли компании за счет создания новых товаров и завоевания новых сегментов рынка 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление крупных конкурентов. • Повышение цен на ввозимые материалы. • Сбои в поставках материалов. • Снижение платежеспособности предприятий. • Экономический спад. <p>Перечисленные угрозы можно предотвратить путем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) удержания конкурентных позиций за счет продуманной системы сбыта, высокого качества продукции; 2) постоянного поиска новых поставщиков ввозимых материалов и поддержания хороших отношений со старыми; 3) сохранения уровня доверия со стороны клиентов благодаря имиджу и потребительской лояльности; 4) увеличения мобильности и скорости изготовления заказов для получения конкурентного преимущества; 5) расширения торговой сети с занятием устойчивых конкурентных позиций

Таким образом, видим, что среди пяти сил М. Портера в результате экспресс-анализа наибольшее влияние на деятельность исследуемой организации оказывают новые конкуренты и власть потребителей, итоговый рейтинг которых составил 9 баллов из 10. Наименьшее значение имеет угроза появления товаров-заменителей с итоговым рейтингом 7 баллов. В соответствии с данными результатами рассматриваются возможные стратегии развития организации [4, с. 102].

PEST-анализ, в отличие от матрицы М. Портера, ставит своей целью рассмотрение влияния внешних факторов на исследуемую организацию. Данный анализ подробно рассматривает влияние политики, экономики, социально-культурных

факторов и технического прогресса на деятельность компании, а также все возможные риски.

Для начала определим ключевые факторы внешней среды, которые могут оказывать влияние на исследуемую организацию (табл. 3).

Таким образом, можем видеть, что на Бендерскую типографию «Полиграфист» оказывают и могут оказывать влияние все типы факторов, входящих в PEST-анализ.

Далее определим значимость каждого фактора и их влияние на стратегию организации (табл. 4).

Следует отметить, что некоторые факторы имеют как положительное, так и отрицательное значение. Это зависит от того, насколько меняется исследуемый фактор.

Таблица 2

Экспресс-анализ по основным силам М. Портера

Сила	Оценка наличия	Оценка негативного влияния	Возможности парирования	Итоговый рейтинг
Имеющиеся конкуренты	6	7	5	8
Угроза появления новых конкурентов	5	10	6	9
Угроза появления товаров-заменителей	4	6	3	7
Власть поставщиков	4	8	4	8
Власть потребителей	6	9	6	9

Таблица 3

PEST-анализ ГУИПП «Бендерская типография «Полиграфист»

Политические факторы	Экономические факторы
<ul style="list-style-type: none"> ✓ нестабильность политической обстановки; ✓ изменение в налоговом законодательстве; ✓ будущее и текущее законодательство, регулирующие правила работы в отрасли; ✓ вероятность развития военных действий в стране 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ уровень безработицы, размер и условия оплаты труда; ✓ изменяющиеся требования покупателей; ✓ уровень располагаемых доходов населения.
Социокультурные факторы	Технологические факторы (инновации)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ демография; ✓ реклама и связи с общественностью; ✓ снижение качества жизни населения; ✓ требования к качеству продукции и уровню сервиса; ✓ половозрастная структура населения и продолжительность жизни; ✓ размер и структура семьи 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ зрелость технологий; ✓ уровень инноваций и технологического развития отрасли; ✓ развитие и проникновение интернета, развитие мобильных устройств; ✓ совершенствование процесса производства посредством внедрения современного оборудования

Значимость и оценка факторов PEST-анализа

Вид фактора	Описание фактора	Значимость фактора, вес 1-3 (баллы)	Оценка влияния фактора, «+»/ «-»	Влияние фактора на стратегию организации (3*4)
Политический	✓ нестабильность политической обстановки;	1	-	-1
	✓ изменение в налоговом законодательстве;	2	-	-2
	✓ будущее и текущее законодательство, регулирующее правила работы в отрасли;	2	-	-2
	✓ вероятность развития военных действий в стране	3	-	-3
Экономический	✓ увеличение уровня безработицы, размер и условия оплаты труда;	2	-	-2
	✓ изменяющиеся требования покупателей к качеству продукции;	3	- (+)	- (+)3
	✓ увеличение уровня располагаемых доходов населения;	3	+	+3
	✓ повышение спроса на изготавливаемую продукцию	3	+	+3
Социокультурный	✓ демография;	1	- (+)	- (+) 1
	✓ реклама и связи с общественностью;	1	+	+1
	✓ снижение качества жизни населения;	2	-	-2
	✓ требования к качеству продукции и уровню сервиса;	2	- (+)	- (+)2
	✓ половозрастная структура населения и продолжительность жизни;	1	-	-1
	✓ размер и структура семьи	2	- (+)	- (+)2
Технологический	✓ зрелость технологий;	2	-	-2
	✓ уровень инноваций и технологического развития отрасли;	2	+	+2
	✓ развитие и проникновение интернета, развитие мобильных устройств;	2	-	-2
	✓ совершенствование процесса производства посредством внедрения современного оборудования	3	+	+3
Сумма отрицательная				25
Сумма положительная				20

Например, если изменение состава семьи предполагает увеличение детей, соответственно, спрос на канцелярскую продукцию вырастет. По результатам анализа видно, что сумма отрицательных воздействий факторов на деятельность организации больше, чем положительных.

Таким образом, можем сделать вывод о том, что оценка конкурентоспособности организации существующими методами крайне актуальна на сегодняшний день. Выбор того или иного метода зависит от специфики деятельности организации и от целей анализа.

Цитированная литература

1. Бубнова, А. Г. Конкурентоспособность предприятия и методы ее оценки / А. Г. Бубнова. – Текст : непосредственный // Молодежный научный форум. – 2019. – № 3. – С. 40–45.

2. Сучкова, Е. А. Методы оценки конкурентоспособности организации / Е. А. Сучкова, И. Ю. Харламова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 4 (294). – С. 156–159.

3. Кирбитова, С. В. Методика комплексной оценки конкурентоспособности пред-

приятий – участников внешнеэкономической деятельности на внешних рынках с учетом специфики их деятельности и условий международной конкуренции / С. В. Кирбитова. – Текст : непосредственный // Экономические отношения. – 2021. – Том 11. – № 1. – С. 235–262.

4. Паршина, В. И. Пути повышения конкурентоспособности предприятий потребительского сектора / В. И. Паршина, О. А. Лымарева. – Текст : непосредственный // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. – № 3–2 (73). – С. 100–103.

УДК 657.6

**БУХГАЛТЕРСКАЯ ОТЧЕТНОСТЬ
И ЕЕ РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

А. А. Бесягина, А. А. Цуркан

Раскрыта сущность и значимость бухгалтерской отчетности в контексте управления деятельностью предприятия. Рассматриваются информационный состав и структура отчетности, а также роль при принятии административно-управленческим аппаратом оперативных решений по повышению эффективности использования имеющихся у предприятия активов и ресурсов с целью улучшения финансового положения организации в целом.

Ключевые слова: бухгалтерская отчетность, предприятие, баланс, отчет.

**ACCOUNTING STATEMENTS AND THEIR ROLE
IN THE PROCESS OF ENTERPRISE MANAGEMENT**

А. А. Besyagina, А. А. Tsurkan

The essence and significance of accounting statements in the context of enterprise activity management have been investigated. The information composition and reporting structure have been considered, as well as the role in making operational decisions by the administrative and managerial apparatus to improve the efficiency of using the assets and resources available to the enterprise in order to improve the financial situation of the organization as a whole.

Keywords: accounting statements, enterprises, balance sheet, report.

На сегодняшний день, вследствие множества внешних и внутренних факторов, влияющих на деятельность организации,

критическим становится вопрос управления поддающихся контролю элементов, а именно, внутренних хозяйственных операций экономического субъекта. Предприятие должно достоверно знать свои сильные

и слабые стороны и, исходя из имеющихся сведений, оценивать свои возможности и перспективы развития, а также планировать свою дальнейшую деятельность. Именно поэтому перед бухгалтерским учетом стоит задача по обеспечению административного аппарата предприятия, его руководителей и учредителей своевременной и релевантной информацией, наиболее полно отражающей факты хозяйственной жизни в формах бухгалтерской (финансовой) отчетности.

Под бухгалтерской (финансовой) отчетностью понимается вся совокупность конечных данных бухгалтерского учета и результатов хозяйственной деятельности предприятия, зафиксированных в виде системы определенных показателей. На основании этих данных, у административно-управленческого аппарата и иных заинтересованных лиц, появляется возможность оценки финансового состояния предприятия, т. е. его финансовой устойчивости, платежеспособности и инвестиционной привлекательности. Содержание информации в формах отчетности о деятельности предприятия, имущественном положении и степени его финансовой устойчивости также представляет интерес для потенциальных инвесторов, заинтересованных во вложении капитала [1, с. 21].

Основной формой бухгалтерской финансовой отчетности является бухгалтерский баланс, отражающий состояние активов экономического субъекта и источников их формирования на определенную дату. При проведении финансового анализа принято разделять бухгалтерский (брутто-) и аналитический (нетто-) баланс, отличающийся соотношением отдельных статей брутто-баланса с учетом регулирующих счетов.

Отчет о совокупном доходе, отражающий показатели за текущий и аналогичный период предыдущего года, содержит данные, позволяющие характеризовать

процесс формирования и использования прибыли в течение отчетного периода.

Отчет об изменениях в собственном капитале дает возможность дополнить, а также детализировать полученные результаты исследования бухгалтерского баланса и отчета о совокупном доходе, увидеть движение капитала, причины изменений в составе и структуре капитала и прибыли.

Отчет о движении денежных средств позволяет проследить динамику показателей остатков денежных средств в разрезе трех временных промежутков: в начале года, поступления и расход в течение года, итог на конец года, а также в разрезе видов деятельности: операционной, инвестиционной и финансовой. Данная форма финансовой отчетности недооценена многими пользователями, хотя она позволяет руководству принимать оперативные управленческие решения о целевом характере перечисляемых средств, об установлении регламента платежей, а также об оптимизации расходов и затрат фирмы [2, с. 146].

В примечаниях к финансовой отчетности представлена информация об основах подготовки финансовой отчетности и об используемой в фирме учетной политике, а также раскрыта информация, не представленная в других формах финансовой отчетности. Эта форма финансовой отчетности содержит не количественные показатели, а качественные, на их основе построена вся бухгалтерская работа на фирме.

Процесс управления предприятием предусматривает проведение финансового анализа, который позволяет сформировать экономически обоснованную стратегию финансирования. Вся необходимая информация для анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия отражается в документах бухгалтерского учета и формах финансовой отчетности, аудиторских заключениях (составляемых как внешни-

ми аудиторами, так и внутренними), создавая при этом базу для проведения оценки функционирования организации.

Кроме того, финансовая отчетность предприятия представляет собой инструмент, позволяющий объективно оценивать основные показатели имущественного и финансового положения, касающиеся финансовых результатов организации. Это способствует привлечению новых деловых партнеров, инвесторов и потенциальных кредиторов. Проведение анализа бухгалтерской (финансовой) отчетности как инструмента управления организацией включает основные направления:

- анализ финансовых результатов;
- анализ имущественного положения;
- анализ оборачиваемости капитала;
- анализ финансовой устойчивости;
- анализ платежеспособности и ликвидности.

Конечная цель проведения анализа финансового положения позволит определить, как рационально использовать ресурсы предприятия для максимизации эффективности их применения.

Функционирование любого предприятия в условиях конкуренции требует эффективного управления его экономикой на основе информации, содержащейся в бухгалтерских записях и в финансовой отчетности, в связи с чем немаловажным является значение финансовой отчетности для управления предприятием.

Значение финансовой отчетности определяется целями, для которых используется содержащаяся в ней информация. Кроме того, важность финансовой отчетности заключается в том, что она выступает источником информации для финансового анализа и дает возможность оценить состояние имущества организации и ее источники.

Опираясь исключительно на данные бухгалтерской (финансовой) отчетности, анализируются такие важные по-

казатели, характеризующие финансовую устойчивость и платежеспособность, как: коэффициент автономии, коэффициент финансового левериджа, коэффициент маневренности собственного капитала, группировка активов и пассивов по степени убывающей ликвидности и срокам погашения, коэффициенты текущей, критической, абсолютной ликвидности и др. [3, с. 144].

Это в конечном итоге раскроют тенденции развития предприятия и тот факт, что отчетность является основным источником информации для анализа хозяйственной деятельности предприятия, то есть его базой. Отчетность позволяет анализировать деятельность предприятия за прошедший период, определять уровень выполнения плановых заданий, установленных для предприятия, выявлять причины и факторы отклонений, позитивные и негативные аспекты работы за отчетный период, устанавливать динамику изменения этих показателей и давать ее оценку, а также разрабатывать меры по совершенствованию организации деятельности предприятия на предстоящий период. Таким образом, отчетность способствует выявлению этих факторов посредством анализа и использования внутренних резервов, имеющихся в организациях [4, с. 55].

Также бухгалтерская отчетность позволяет агрегировать и фильтровать учетные данные, отражая в отчетности не только необходимые показатели, свидетельствующие о деятельности организации, но и систематизированные отчетные данные, что в целом облегчает их использование.

И наконец, бухгалтерская отчетность выступает в качестве средства коммуникации, позволяющего оценить финансовое положение организации как внутренним пользователям, так и внешним, например, инвесторам.

Все вышесказанное определяет важность наиболее полного и достоверного изложения в бухгалтерской отчетности необходимой информации. На ее основании управленческий аппарат может отслеживать отрицательные изменения во внутренней работе организации и на ранних этапах предотвращать наступление негативных для предприятия последствий, а заинтересованные лица (кредиторы, инвесторы) получают возможность оценить перспективность своего сотрудничества с данным предприятием.

Таким образом, бухгалтерскую (финансовую) отчетность следует оценивать не просто как предел, достигнутый в определенный момент времени, а как движение, стимул для развития предприятия. Анализируя отчетность, раскрываются новые внутренние взаимосвязи между всеми элементами финансово-хозяйственной деятельности предприятия, дающие возможности для принятия эффективных управленческих решений.

Цитированная литература

1. **Абдукаримов, И. Т.** Бухгалтерская (финансовая) отчетность как основной источник мониторинга и анализа финансового состояния предприятия / И. Т. Абдукаримов. – Текст : непосредственный // Социально-экономические явления и процессы. – 2012. – № 10. – С. 20–26.
2. **Пономарева, Л. В.** Бухгалтерская (финансовая) отчетность: учебное пособие / Л. В. Пономарева, Н. Д. Стельмашенко. – Москва : НИЦ Инфра-М. – 2014. – С. 224. – Текст : непосредственный.
3. **Дьяконова, О. С.** Финансовая отчетность для управления предприятием / О. С. Дьяконова, Н. А. Моргун. – Текст : непосредственный // Вестник университета. – 2016. – № 9. – С. 140–143.
4. **Черемисина, С. В.** Бухгалтерская (финансовая) отчетность на современном этапе: проблемы и решения / С. В. Черемисина, Ю. И. Юхневич. – Текст : непосредственный // Проблемы учета и финансов. – 2014. – № 2(14). – С. 53–56.

УДК 657 : 339.562

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ ОПЕРАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ИМПОРТОМ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Е. Л. Жигарева, Н. В. Пасичник

Рассматривается сущность импорта товарно-материальных ценностей и его роль в национальной экономике, описывается документальное оформление импортных операций, приводится рекомендованный порядок отражения на счетах бухгалтерского учета операций, связанных с импортом товарно-материальных ценностей, что в условиях отсутствия в ПМР соответствующих методических рекомендаций должно способствовать формированию в бухгалтерском учете полной и достоверной информации о валютных и внешнеторговых импортных операциях.

Ключевые слова: бухгалтерский учет, импорт, импортные операции, товарно-материальные ценности, иностранные поставщики.

ACCOUNTING OF OPERATIONS RELATED TO THE IMPORT OF INVENTORY ITEMS

E. L. Zhigareva, N. V. Pasichnik

The essence of the import of inventory items and its role in the national economy has been considered, the documentation of import operations has been described, the recommended procedure for reflecting transactions related to the import of inventory items on accounting accounts has been given, which, in the absence of appropriate methodological recommendations in the PMR, should contribute to the formation of complete and reliable information on foreign exchange and foreign trade import operations in accounting.

Keywords: *accounting, import, import operations, inventory, foreign suppliers.*

Под импортом принято понимать ввоз товаров на территорию государства из других стран в целях их реализации на внутреннем рынке.

В Таможенном кодексе ПМР термин «импорт» не встречается. Вместо него используется оборот «выпуск товаров для свободного обращения». Это таможенный режим, при котором ввозимые на таможенную территорию ПМР товары остаются постоянно на этой территории без обязательства об их вывозе с этой территории.

Выпуск товаров для свободного обращения предусматривает:

- уплату в отношении товаров таможенных пошлин, налогов и внесение иных таможенных платежей;
- соблюдение мер экономической политики и других ограничений [1].

Импорт товаров является результатом международного разделения труда, он способствует более полному удовлетворению потребностей национальной экономики и населения и одновременно является источником таможенных доходов государства, а также антимонопольным рычагом и конкурентообразующим элементом производства отечественного товара.

Объем, структура и ассортимент импорта государства зависят от масштабов его народного хозяйства, от обеспеченности народного хозяйства различными видами ресурсов, от уровня и темпов его производственного и научно-технического

развития. Объем импорта зависит также от размеров экспортной выручки и валютных резервов государства.

Импорт товаров является важным объектом регулирования со стороны государства. Инструментами торговой политики, используемыми для регулирования импорта товаров, могут быть: специфические и адвалорные таможенные пошлины, квоты, «добровольные» ограничения экспорта, установление минимальных импортных цен, технические барьеры и т. п. Ограничения импорта, как правило, вводятся в протекционистских целях (для защиты национальных производителей от внешней конкуренции). Налоги на импорт также могут устанавливаться в фискальных целях, т. е. в целях пополнения казны. Степень регулирования импорта в государстве зависит от избранного типа его торговой политики (либеральная политика или политика протекционизма).

Импорт товаров оформляется внешнеэкономическим договором (контрактом), который заключается между продавцом и покупателем в письменной форме на основе общепризнанных принципов и норм международного права, а также с учетом национального законодательства участников сделки в области торговли, таможенного и валютного законодательства. Внешнеэкономический договор является юридическим основанием, определяющим права и обязанности сторон сделки.

Во внешнеэкономическом договоре определяются общие положения, предмет договора, количество товара, качество товара, упаковка и маркировка груза, срок и дата поставки, базисные условия поставки, цена товара и стоимость договора, сдача-приемка товара, условия платежа, порядок подачи претензий, санкции и штрафы, форс-мажор и разрешение споров.

Основными документами, используемыми для оформления процесса приобретения импортных материалов, товаров и их движения, являются:

а) товарно-сопроводительная документация – сертификаты качества товаров, упаковочный лист, спецификация, комплектовочная ведомость и другие;

б) транспортная, экспедиторская и страховая документация (дубликат железнодорожной накладной международного грузового сообщения; квитанция железнодорожной накладной внутреннего грузового сообщения; багажная квитанция; коносамент; накладные автотранспортного, речного и воздушного сообщения; почтовые квитанции, свидетельствующие об отправке товаров в установленные адреса; приемные акты, подтверждающие поступление товаров в порты или на склады; приемные акты иностранных экспедиторов, консигнаторов, подтверждающие движение товара за границей и прочее);

в) расчетная документация – инвойсы, счета или счета-фактуры, расчетные спецификации (когда товар представляет собой комплект частей, каждая из которых имеет стоимость);

г) таможенная документация – грузовая таможенная декларация с отметкой таможенных органов «выпуск разрешен», сертификат о происхождении товара, справка об уплате таможенных пошлин, акцизов, сборов;

д) претензионная документация – претензионное письмо, исковое заявление в Арбитражный суд ПМР, постановление

об удовлетворении или отклонении иска (в случае обнаруженного несоответствия поставки товарно-материальных ценностей условиям внешнеэкономического договора);

е) документы по недостаче и порче товаров – коммерческий акт на недостачу, составляемый перевозчиком товарно-материальных ценностей.

В системе учета импортных товарно-материальных ценностей большое значение имеет правильное формирование их стоимости, по которой они будут отражаться в бухгалтерском учете.

В соответствии с СБУ № 2 «Запасы», в случае осуществления импортных операций в стоимость запасов включаются все необходимые расходы, связанные с их приобретением:

а) цена покупки запасов, согласно приходным документам;

б) стоимость услуг по транспортировке, экспедированию запасов от поставщика (места перехода рисков и выгод и тому подобное) до места их хранения;

г) комиссионные вознаграждения снабженческим и посредническим организациям, стоимость услуг погрузки, разгрузки;

д) сборы и пошлины на ввоз и другие налоги (кроме тех, которые возмещаются организации налоговыми органами), услуги по оформлению импорта запасов;

е) расходы на сертификацию, страхование груза;

ж) прочие расходы, прямо связанные с приобретением запасов.

В случаях, когда расходы, связанные с приобретением запасов, относятся к нескольким видам (наименованиям) поступивших запасов, организация распределяет их на стоимость каждого запаса согласно выбранной базе (стоимости, весу или иному показателю) [2].

Покупая товарно-материальные ценности за границей, организация оплачива-

ет их стоимость в иностранной валюте. В СБУ № 21 «Учет активов, обязательств и собственного капитала юридических лиц, стоимость которых выражена в иностранной валюте» определено, что импортные материалы и товары приходяются в организации на дату перехода прав собственности на них от продавца к покупателю. На эту же дату производится пересчет их стоимости, указанной в счетах поставщиков в иностранной валюте, в рубли по курсу Центрального банка ПМР [3].

Из вышеуказанного стандарта также следует, что в последующем по мере изменения курса иностранных валют по отношению к рублю ПМР переоценка импортных материалов и товаров не производится.

Что касается средств, находящихся в расчетах с иностранными поставщиками (к ним относится дебиторская и кредиторская задолженность, выраженная в иностранной валюте), то они подлежат пересчету в рубли ПМР по курсу ЦБ ПМР, действующему на дату совершения операций, и в последующем переоцениваются на дату завершения отчетного периода (последний календарный день в отчетном периоде).

Организации должны определять фактическую себестоимость импортных товарно-материальных ценностей непосредственно на счетах их учета. В соответствии с действующим Планом счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкцией по его применению для обобщения информации о наличии и движении товарно-материальных ценностей организации предназначены счета 211 «Материалы», 214 «Товары» и др. Учет расчетов с иностранными поставщиками должен вестись на счете 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчете 2 «Счета к оплате за рубежом» [4].

Следует отметить, что в аналитическом учете необходимо отдельно по-

казывать формирование себестоимости импортных товарно-материальных ценностей и ценностей, приобретенных у внутренних поставщиков.

При отражении операций, связанных с импортом товарно-материальных ценностей, на счетах бухгалтерского учета должны составляться следующие корреспонденции счетов:

– на стоимость товарно-материальных ценностей в сумме контрактной цены:

а) поступивших при непосредственной оплате:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 243 «Текущие счета в иностранной валюте»;

б) при принятии счетов к оплате от иностранных поставщиков:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом»;

– на сумму задолженности транспортной организации:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам» или 538 «Прочие краткосрочные обязательства»;

– на сумму таможенных пошлин и сборов:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 242 «Текущие счета в национальной валюте», 243 «Текущие счета в иностранной валюте», 538 «Прочие краткосрочные обязательства»;

– на сумму расходов по страхованию грузов в пути:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 242 «Текущие счета в национальной валюте», 243 «Текущие счета в иностранной валюте», 538 «Прочие краткосрочные обязательства»;

– на сумму расходов по погрузке и разгрузке:

Д-т сч. 211 «Материалы», 214 «Товары» К-т сч. 521 «Краткосрочные обяза-

тельства по торговым счетам», 531 «Обязательства персоналу по оплате труда», 533 «Обязательства по единому социальному налогу и обязательному страховому взносу», 812 «Вспомогательная деятельность»;

– на сумму погашения задолженности иностранным поставщикам:

Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом» К-т сч. 243 «Текущие счета в иностранной валюте»;

– на сумму положительной курсовой разницы, возникшей на счете 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчете 2 «Счета к оплате за рубежом» между датой возникновения кредиторской задолженности перед иностранным поставщиком и датой перечисления денежных средств в иностранной валюте в погашение данной задолженности:

Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом» К-т сч. 612 «Другие операционные доходы», субсчет 6 «Доходы от курсовых валютных разниц»;

– на сумму отрицательной курсовой разницы, возникшей на счете 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчете 2 «Счета к оплате за рубежом» между датой возникновения кредиторской задолженности перед иностранным поставщиком и датой перечисления денежных средств в иностранной валюте в погашение данной задолженности:

Д-т сч. 714 «Другие операционные расходы», субсчет 9 «Расходы по курсовым валютным разницам» К-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом»;

– на сумму комиссии обслуживающему банку за переводы в иностранной валюте в пользу нерезидентов:

Д-т сч. 229 «Прочая краткосрочная дебиторская задолженность», субсчет 4 «Краткосрочная дебиторская задолжен-

ность по другим операциям» К-т сч. 242 «Текущие счета в национальной валюте», 243 «Текущие счета в иностранной валюте»;

– списание комиссии обслуживающему банку за переводы в иностранной валюте в пользу нерезидентов на расходы:

Д-т сч. 713 «Общие и административные расходы» К-т сч. 229 «Прочая краткосрочная дебиторская задолженность», субсчет 4 «Краткосрочная дебиторская задолженность по другим операциям»;

– на сумму комиссии обслуживающему банку за осуществление функций валютного контроля за платежами в иностранной валюте в пользу нерезидентов:

Д-т сч. 229 «Прочая краткосрочная дебиторская задолженность», субсчет 4 «Краткосрочная дебиторская задолженность по другим операциям» К-т сч. 242 «Текущие счета в национальной валюте», 243 «Текущие счета в иностранной валюте»;

– списание комиссии обслуживающему банку за осуществление функций валютного контроля за платежами в иностранной валюте в пользу нерезидентов:

Д-т сч. 713 «Общие и административные расходы» К-т сч. 229 «Прочая краткосрочная дебиторская задолженность», субсчет 4 «Краткосрочная дебиторская задолженность по другим операциям».

При перечислении валютного аванса иностранному поставщику за импортированные товарно-материальные ценности в учете делаются следующие бухгалтерские проводки:

– на сумму перечисленного валютного аванса:

Д-т сч. 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчет 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом» К-т сч. 243 «Текущие счета в иностранной валюте»;

– зачет суммы валютного аванса по поступившим товарно-материальным ценностям:

Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом» К-т сч. 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчет 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом»;

– на сумму положительной курсовой разницы, возникшей на счете 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчете 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом» между датой перечисления валютного аванса и датой зачета аванса в погашение кредиторской задолженности перед иностранным поставщиком в момент оприходования импортных товарно-материальных ценностей:

Д-т сч. 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчет 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом» К-т сч. 612 «Другие операционные доходы», субсчет 6 «Доходы от курсовых валютных разниц»;

– на сумму отрицательной курсовой разницы, возникшей на счете 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчете 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом» между датой перечисления валютного аванса и датой зачета аванса в погашение кредиторской задолженности перед иностранным поставщиком в момент оприходования импортных товарно-материальных ценностей:

Д-т сч. 714 «Другие операционные расходы», субсчет 9 «Расходы по курсовым валютным разницам» К-т сч. 224 «Краткосрочные авансы выданные», субсчет 2 «Краткосрочные авансы, выданные за рубежом».

При расчетах с иностранными поставщиками можно использовать векселя, что должно быть оговорено во внешнеторговом договоре (контракте). Перед тем, как передать иностранному партнеру (поставщику) вексель, импортер должен предоставить его ксерокопию в свой банк. На копии необходимо проставить номер карточки платежа, которая составляет-

ся обслуживающим банком и служит для контроля за репатриацией по импорту.

На сумму переданного иностранному поставщику валютного векселя в бухгалтерском учете составляется запись:

Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 2 «Счета к оплате за рубежом» К-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 3 «Векселя выданные».

Сумма причитающихся к уплате по векселю процентов относится на увеличение стоимости приобретенного имущества, т. е. в дебет счетов 211 «Материалы», 214 «Товары» в корреспонденции с кредитом счета 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 3 «Векселя выданные».

На сумму списанных валютных денежных средств в оплату векселя (с учетом причитающихся процентов) составляется проводка: Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 3 «Векселя выданные» К-т сч. 243 «Текущие счета в иностранной валюте».

На сумму положительной курсовой разницы, возникшей на счете 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчете 3 «Векселя выданные» между датой выдачи валютного векселя иностранному поставщику и датой списания валютных денежных средств в оплату данного векселя составляется запись:

Д-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 3 «Векселя выданные» К-т сч. 612 «Другие операционные доходы», субсчет 6 «Доходы от курсовых валютных разниц».

На сумму отрицательной курсовой разницы, возникшей на счете 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчете 3 «Векселя выданные» между датой выдачи валютного векселя иностранному поставщику и датой списания валютных денежных средств в оплату данного векселя составляется запись:

Д-т сч. 714 «Другие операционные расходы», субсчет 9 «Расходы по курсовым валютным разницам» К-т сч. 521 «Краткосрочные обязательства по торговым счетам», субсчет 3 «Векселя выданные».

При журнально-ордерной форме бухгалтерского учета основным регистром, отражающим движение товарно-материальных ценностей в бухгалтерии, является ведомость № 10 «Движение материальных ценностей» (в денежном выражении). Учет расчетов с поставщиками материальных запасов ведут в журнале-ордере № 6.

В условиях автоматизированного учета указанные регистры заменяют машинограммы, формируемые по соответствующим счетам синтетического и аналитического учета.

Приведенный в данной статье порядок отражения на счетах бухгалтерского учета операций, связанных с импортом товарно-материальных ценностей, соответствует действующему законодательству ПМР в области регулирования бухгалтерского учета и расчетных отношений. Его последовательное применение должно способствовать оказанию практической

помощи бухгалтерам при формировании в бухгалтерском учете полной и достоверной информации о валютных и внешне-торговых импортных операциях.

Цитированная литература

1. Таможенный кодекс ПМР от 2 марта 2000 года № 258-3 (текущая редакция по состоянию на 13 апреля 2019 года).

2. СБУ № 2 «Запасы», утвержденный Приказом Министерства финансов ПМР от 29 июня 2009 года N 168.

3. СБУ № 21 «Учет активов, обязательств и собственного капитала юридических лиц, стоимость которых выражена в иностранной валюте», утвержденный Приказ Министерства экономики Приднестровской Молдавской Республики от 21 декабря 2005 года № 744.

4. План счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкция по применению счетов бухгалтерского учета, утвержденные Приказом Министерства финансов ПМР от 19 октября 2011 года № 182.

УДК 657

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СУЖДЕНИЯ БУХГАЛТЕРА И АУДИТОРА, СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ

Н. В. Зеленин

Проводится анализ особенностей формирования профессионального суждения бухгалтера и аудитора. Подробно рассматриваются термины «суждение» и «мнение» с учетом их возможного применения при формировании определений профессионального суждения бухгалтера и профессионального суждения аудитора. Изучается сходство и различие в подходах к формированию профессионального суждения бухгалтера и аудитора с учетом нормативных требований и правил стандартов бухгалтерского учета и международных стандартов аудита.

Ключевые слова: *неопределенность, аудит, суждение, мнение, форма мышления, профессиональное суждение бухгалтера, профессиональное суждение аудитора, уровень существенности, стандарты аудита и бухгалтерского учета.*

FEATURES OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL JUDGMENT OF AN ACCOUNTANT AND AN AUDITOR, SIMILARITIES AND DIFFERENCES

N. V. Zelenin

This article analyzes the features of the formation of professional judgment of an accountant and an auditor. The terms judgment and opinion have been considered in detail, taking into account their possible use in the formation of definitions of professional judgment of an accountant and professional judgment of an auditor. The similarities and differences in approaches to the formation of professional judgment of an accountant and an auditor are studied, taking into account the regulatory requirements and rules of accounting standards and international auditing standards.

Keywords: *uncertainty, audit, judgment, opinion, form of thinking, accountant's professional judgment, auditor's professional judgment, materiality level, auditing and accounting standards.*

Профессиональное суждение, как инструмент преодоления неопределенности в учетной практике, широко применяется в работе бухгалтера и аудитора. Суждение, сформированное бухгалтером и выраженное документально в учетной политике организации, должно быть достоверным и не противоречить принципам и требованиям ведения бухгалтерского учета [1]. Термин «суждение» с точки зрения требований нормативных документов МСФО определяется как форма мышления, предполагающая определенную последовательность мыслительных действий при его создании. Суждение является важным инструментом и элементом метода бухгалтерского учета, который используется при формировании учетной политики организации, составлении в максимально допустимой степени достоверности финансовой отчетности. Исходя из этой посылки, суждение бухгалтера, сформированное как форма мышления, не имеющая четко обозначенных границ, в которой что-либо утверждается или отрицается о предмете, его свойствах или отношениях между предметами, представляется нам объективным. Результат этого мышления может быть оценен и доказательно обоснован. Исходя из смысла термина «суждение», международные стандарты требуют от бухгалтера не только выработать суждение, но и уметь обосновать его с нормативной точки зрения, что,

соответственно, предполагает наличие опыта и обладание специалистом высоким уровнем профессиональных знаний. Профессиональное суждение бухгалтер применяет при необходимости выбора одного варианта учета из нескольких возможных, предлагаемых стандартами бухгалтерского учета, а также в случае учета особенностей производственной деятельности организации. Специалист формирует суждение и для разрешения случаев неопределенности, связанных с отсутствием регламентации возникшей учетной ситуации в нормативных документах или противоречивых толкований факта хозяйственной жизни. Бухгалтер применяет суждение при решении вопроса о включении объекта учета в бухгалтерский баланс или в отчет о прибылях и убытках, при оценке экономического содержания и правовой формы совершенного факта хозяйственной жизни. Суждение формируется также при определении срока полезной службы актива и реальности погашения сомнительной дебиторской задолженности, в случае возникновения неопределенности в ходе учета той или иной хозяйственной операции. Суждение используется и при составлении финансовой отчетности организации, а также для целей управленческого учета. Во всех случаях оно должно формироваться с учетом требований и принципов МСФО, быть объектив-

ным, не нарушать правила, изложенные в стандартах бухгалтерского учета и способно пройти правовую и бухгалтерскую экспертизу на предмет соответствия вышеуказанным нормативным положениям. При этом актуальность рассматриваемого вопроса выражается в том, что суждение бухгалтера, документально внесенное в учетную политику организации, так или иначе влияет на показатели финансовой отчетности. Экспертом, подтверждающим объективность и достоверность суждения бухгалтера, как правило, выступает аудитор, который в ходе аудиторской проверки всесторонне рассматривает суждение, сформированное бухгалтером, и на основании своего профессионального суждения высказывает в заключении аудитора мнение о достоверности финансовой отчетности организации с учетом раскрытия сформированных и примененных бухгалтером проверяемой организации профессиональных суждений.

Если бухгалтер формирует профессиональное суждение на основании требований национальных и международных стандартов бухгалтерского учета, то профессиональное суждение аудитора формируется на базе положений, содержащихся в международных стандартах аудита и составленных на их основе методических указаниях по проведению аудиторской проверки. Именно в методических указаниях аудиторской организацией определяются границы применения профессионального суждения аудитором. С точки зрения стандартов аудита, при формировании профессионального суждения аудитора применяется подход несколько отличный от порядка формирования профессионального суждения бухгалтера. Это отличие состоит в том, что процесс формирования и применения профессионального суждения прописан аудиторскими стандартами и направлен на выражение мнения аудитора о наличии и величине аудиторского

риска, определение уровня существенности искажений и пропусков рассматриваемой бухгалтерской отчетности, планирование количества и характера аудиторских процедур, документирования процесса аудиторской проверки, особенностей раскрытия информации [2]. В дополнение к прописанным в стандартах требованиям, профессиональное суждение аудитора основывается также на его знаниях, квалификации и опыте работы и в совокупности является основой для принятия аудитором субъективных решений в обстоятельствах, когда однозначно определить порядок его действий не представляется возможным. Исходя из рассмотренного выше, вытекает следующий порядок формирования профессионального суждения аудитора: материалы аудиторской проверки поступают к аудитору, который после соответствующей обработки преобразует ее в суждение об изучаемой информации. При этом законы, правила и нормы, касающиеся ведения бухгалтерского учета и аудита, будут влиять и на конечный результат подобного аудита, т. е. выработанное профессиональное суждение.

Поскольку аудитор в аудиторском заключении высказывает свое мнение о достоверности финансовой отчетности во всех ее существенных аспектах, то для формирования профессионального суждения аудитора понятие и определение уровня существенности для каждого аудируемого объекта является основополагающим при планировании предстоящей аудиторской проверки. В этом случае исходят из того, что информация будет считаться существенной, если ее пропуск, искажение или ошибка способны повлиять на экономические решения пользователей, принятые на основе такой финансовой отчетности [3]. Существенность, прежде всего, зависит от размера статьи баланса или ошибки и определяет пороговое значение, не являясь при этом основной ка-

качественной характеристикой информации. Применение уровня существенности для оценки влияния искажений на достоверность отчетности в настоящее время представляет собой еще недостаточно изученную область аудиторской деятельности. Поэтому разграничение двух состояний отчетности, которые называют достоверными и недостоверными, также лежит в области субъективных профессиональных суждений аудитора, что влечет за собой повышенную ответственность аудитора за формируемое им мнение о достоверности финансовой отчетности.

С другой стороны, существует взаимосвязь уровня существенности и аудиторского риска, что выражается в риске аудитора, связанном с необнаружением ошибки. Риск необнаружения ошибки предполагает вероятность того, что выполнение всех аудиторских процедур и надлежащий сбор доказательств не позволят обнаружить ошибки, превышающие допустимую величину, выраженную в пороговом значении уровня существенности [4]. Этот риск зависит от порядка проведения конкретной аудиторской проверки, определения произведенной выборки, применения необходимых и достаточных аудиторских процедур, а также от квалификации аудитора и степени его знакомства с деятельностью проверяемой организации. Риск необнаружения ошибки можно контролировать, изменяя характер, время и масштабы отдельных проверок по существу.

Определение уровня существенности необходимо как в аудите, так и в бухгалтерском учете. Профессиональное суждение аудитора по расчетным данным уровня существенности влияет на планирование аудиторской проверки и оценку ее результатов, является определяющим при определении уровня достоверности представленных финансовых отчетов [5]. Существенность определяет пороговое значение величины

и не является качественной характеристикой, которой должна обладать информация, чтобы стать полезной [6]. Эта область еще недостаточно исследована в аудите, и поэтому разграничение отчетности на достоверную или недостоверную информацию находится в области субъективных профессиональных суждений аудитора и выражает взаимосвязь уровня существенности и аудиторского риска. Суждение, вынесенное в результате аудиторской проверки, содержит признание того, что финансовая отчетность не способна «точно» или «исчерпывающе» представить экономическое положение, результаты хозяйственных операций и движение денежных средств. Такая точность недостижима из-за недостатка возможностей измерений в бухгалтерском деле и ограничений, накладываемых на процесс и технологию аудиторской проверки.

При формировании суждения аудитора на основании его опыта и знаний вырабатывается мнение аудитора, которое не может соответствовать критериям суждения и поэтому субъективно. При решении ряда сложных задач может понадобиться мнение нескольких специалистов, на основании которых можно сформировать профессиональное суждение группы. В данном случае может быть применено усреднение оценок, выяснение позиции большинства или интегрирование индивидуальных суждений в более сложное, но зато более рациональное. Такой способ решения формирования суждения хорошо теоретически разработан, используется на практике и называется методом экспертных оценок.

Следует отметить, что бухгалтерский учет, финансовый анализ и аудит как самостоятельные экономические дисциплины, отражающие определенные виды деятельности имеют как самостоятельные, так и пересекающиеся области. Понятие достоверности отчетной информации, определенное с учетом профессионального суж-

дения аудитора, находится в одной из точек пересечения этих трех областей [4].

Международный стандарт аудита 200 «Основные цели независимого аудитора и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита» отмечает, что при проведении аудита важнейшая роль отводится профессиональному суждению и является определяющим в его толковании. Стандарт дает определение термина «профессиональное суждение» и раскрывает его роль в процессе аудиторской проверки. Регулятор исходит из того, что толкование соответствующих этических требований, международных стандартов аудита и принятие обоснованных решений необходимо на протяжении всего аудита и невозможно без применения к фактам и обстоятельствам соответствующих знаний и опыта. Особо отмечается необходимость применения профессионального суждения при принятии решений по вопросам существенности и аудиторского риска, характера, сроков и объемов аудиторских процедур, используемых для выполнения требований Международных стандартов аудита и сбора аудиторских доказательств. Профессиональное суждение формируется аудитором при оценке достаточности аудиторских доказательств, при оценке суждений руководства, при формировании финансовой отчетности организации и подготовке выводов, основанных на собранных аудиторских доказательствах [2].

МСА 220 отмечает, что профессиональное суждение должно применяться на протяжении всего аудита и надлежащим образом документироваться. При этом от аудитора требуется готовить такую аудиторскую документацию, которая окажется достаточной для того, чтобы опытный аудитор, ранее не связанный с проведением конкретного аудита, мог уяснить те значимые профессиональные суждения, которые были сделаны при выработке выводов по значимым вопросам, возник-

шим в ходе проведения аудита. В стандарте отмечается, что профессиональное суждение не может использоваться для того, чтобы оправдать решения, которые в остальном не поддерживаются фактами и обстоятельствами конкретного аудита или достаточным количеством надлежащих аудиторских доказательств. Изучение Международных стандартов аудита показывает, что в 26 международных стандартах аудита из 36 имеются ссылки на применение аудитором профессионального суждения. Это свидетельствует о значимости профессионального суждения аудитора при решении вопросов на разных этапах процесса аудита финансовой отчетности и о необходимости применения разработанной в МСА 200 концептуальной модели профессионального суждения в части требований и методов формирования суждения аудитора.

Рассмотрение материала показывает, что профессиональное суждение в бухгалтерском учете и аудите в зависимости от специфики применения при формировании имеют общие, схожие черты и вместе с тем существенные различия.

Сходство заключается в том, что у профессионального суждения отсутствует нормативное закрепление границ применения, формируется оно в обоих случаях в условиях неопределенности по вопросам, не имеющим нормативного закрепления, а надежность и достоверность раскрываемой информации зависит от квалификации специалиста.

Различие профессионального суждения бухгалтера и аудитора выражается во многих аспектах формирования и применения этого важного инструмента. Если рассматривать область применения, то суждение бухгалтера распространяется на идентификацию объектов учета и выбор способов их классификации, стоимостное измерение объектов и фактов хозяйственной жизни организации, оценку фактов хозяйственной

жизни для их отражения в бухгалтерском учете. Область применения суждения аудитора выражается в расчете аудиторского риска, определении уровня существенности искажений проверяемой информации, оценке состояния внутреннего контроля проверяемой организации, обосновании объема и характера проводимых процедур, оценке характера раскрываемой информации, документировании аудита и формировании мнения аудитора о достоверности бухгалтерской отчетности [5].

Различие выражается и в подходе к характеристике неопределенности. Так, в бухгалтерском учете неопределенность выражается в отсутствии однозначных требований, правил и нормативных документов в области бухгалтерского учета, неясности всех деталей совершившегося факта хозяйственной жизни и в тенденции преобладания правовой формы над экономической сущностью хозяйственных операций [7]. В аудите же неопределенность проявляется в недостаточной формализации ситуации, в необходимости выбора из имеющихся вариантов при отсутствии очевидных аргументов для однозначного выбора. С точки зрения области применения профессиональное суждение в бухгалтерском учете нацелено на объекты, принадлежащие организации, а в аудите – на объекты, не принадлежащие организации [8].

Если рассмотрим определения профессионального суждения, то в аудите оно формулируется как обоснованное (мотивированное) независимое суждение специалиста в условиях неопределенности в области бухгалтерского учета и аудита относительно объектов профессиональной деятельности, основанное на специальных знаниях, опыте специалиста, сложившейся практике и выработанное с соблюдением профессиональной этики. Ряд авторов (показать) рассматривают суждение аудитора как мнение специалиста, обоснованное им на основании опыта и знаний.

В бухгалтерском учете профессиональное суждение понимается как порядок мышления профессионального бухгалтера по учету фактов хозяйственной жизни организации на основе нормативных требований МСФО и закрепленный соответствующими распорядительными документами в интересах пользователя финансовой отчетностью. Отмечается, что суждение бухгалтера должно быть объективно, не противоречить нормативным требованиям по бухгалтерскому учету относительно способов отражения операции для выработки достоверной финансовой отчетности и решения задач управленческого учета в целях минимизации вероятных рисков в условиях специфики деятельности организации, вариативности способов учета и неопределенности действующих нормативных актов.

Из рассмотренных определений вытекает необходимость рассмотрения научного толкования таких терминов, как «суждение» и «мнение» в контексте формы мышления при формировании суждения.

С точки зрения наук логики и психологии, суждение по своей природе относится к форме мышления. Формы мышления в психологии определяются как формальные структуры мысли. Их три: понятие, суждение и умозаключение [9].

Понятие – это форма абстрактного мышления, которая отражает общие и отличительные признаки предмета, выражается словом.

Термин «суждение», по данным словарных источников, описывается как форма абстрактного мышления и представляет собой сочетание понятий, из которых одно (субъект) определяется и раскрывается через другое (предикат). В общем, мышление представляет собой связь понятий, куда входит субъект, предикат, связка. Субъектом суждения называют предмет суждения, предикатом – понятие о признаке суждения. Связка выражает

отношение между субъектом и предикатом. Суждение – есть форма абстрактного мышления, в которой что-либо утверждается или отрицается о предметах и связях между ними и, в отличие от понятия, выражается не словом, а предложением. Оно может быть либо истинным, либо ложным, т. е. соответствовать или не соответствовать действительности и может быть объективно проверено. Существуют суждения, истинность или ложность которых очевидна. Суждения бывают простые и сложные. Простым называют суждение, не включающее в себя другие суждения, а суждение, состоящее из нескольких простых суждений, называют сложным. Применительно к профессиональному суждению в области бухгалтерского учета и аудита мы имеем дело со сложными суждениями, носящими оценочный характер и требующими экономического и правового обоснования.

Умозаключение, в свою очередь, представляет собой форму мышления, когда из одного или нескольких истинных суждений на основании правил вывода появляется новое суждение.

Таким образом, обобщая рассмотренный выше материал, мы можем утверждать, что термин «профессиональное суждение бухгалтера» предполагает форму мышления, не имеющую четко обозначенных границ, в которой что-либо утверждается или отрицается о предмете, его свойствах или отношениях между предметами. Результат этого мышления может быть оценен и доказательно обоснован. Исходя из смысла термина «суждение», международные стандарты требуют от специалиста не только умения выработать суждение, но и отстаивать его с нормативной точки зрения, что, соответственно, базируется на владении специалистом определенными профессиональными знаниями и опытом [7]. По причине абстрактной формы мышления не представляется воз-

можным сформулировать всеобъемлющее, имеющее конечные границы определение термина «профессиональное суждение бухгалтера», ибо это есть, с научной точки зрения, единица мышления.

Мнение, по данным науки логики и различных толковых словарей, представляет собой убеждение, заключение, вывод, точку зрения на тему, в которой невозможно достичь полной объективности, основанной на интерпретации фактов. Мнение не подлежит фактологической проверке в отличие от факта, который может быть проверен и в результате проверки подтвержден или отвергнут. На основании одних и тех же фактов можно иметь различные мнения. Мнение может быть основано на неподтвержденной информации, поэтому мнение является выражением представления о событии, не имеющем полного и надежного обоснования, и базируется на одностороннем и несистематизированном восприятии события. Мнение на этом основании является единицей социальной коммуникации [9].

Таким образом, сравнение показывает, что если термин «суждение» является единицей мышления, то «мнение» определяется как единица социальной коммуникации и не может быть применимо для выработки определения дефиниции суждение.

Вместе с тем, несмотря на сходство и различие подходов к формированию профессионального суждения бухгалтера и аудитора, независимый аудит выступает в качестве инструмента контроля и защиты профессионального суждения бухгалтера и по отношению к нему выступает в качестве эксперта, который высказывает мнение. Именно поэтому профессиональное суждение бухгалтера и аудитора имеет общую основу, связанную с образованием, квалификацией и опытом специалиста, действующего в условиях неопределенности, при этом каждый вид суждения имеет присущие только ему особенности.

Цитированная литература

1. Стандарт бухгалтерского учета № 8 «Учетная политика, изменения в расчетных бухгалтерских оценках и ошибки» // Приказ Минфина ПМР № 111 от 30 апреля 2009 г.

2. Международный стандарт аудита 200 «Основные цели независимого аудита и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита» // Приложение № 2 к приказу Минфина РФ № 192н от 24 октября 2016 г.

3. **Азарская, М. Л.** Профессиональное суждение аудитора в системе контроля качества / М. Л. Азарская. – Текст : непосредственный // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 42 (135). – С. 32–38.

4. **Гутцайт, Е. М.** Аудит и другие науки / Е. М. Гутцайт. – Текст : непосредственный // Аудитор. – 2010. – № 10. – С. 15–26.

5. **Демидова, Т. А.** Документирование профессионального суждения аудитора / Т. А. Демидова. – Текст : непосредственный // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – № 1. – С. 208–211.

6. **Дивинский, Б. Д.** Профессиональное суждение аудитора при определении уровня существенности / Б. Д. Дивинский. – Текст : непосредственный // Аудитор. – 1999. – № 3. – С. 19–24.

7. **Зеленин, Н. В.** Суждение, как образ мышления профессионального бухгалтера / Н. В. Зеленин. – Текст : электронный // Вестник Приднестровского университета. – 2020. – № 3. – С. 241–245. – URL: spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu (дата обращения: 9.02.2021).

8. **Зеленин, Н. В.** Условия формирования и применения профессионального суждения бухгалтера в Приднестровской Молдавской Республике / Н. В. Зеленин. – Текст : электронный // Вестник Приднестровского университета. 2019. – № 3. – С. 215–220. URL: spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu (дата обращения: 6.02.2021).

10. **Ожегов, С. И.** Словарь русского языка / С. И. Ожегов. – Москва, 2010. – Текст : непосредственный.

УДК 657

КОНЦЕПЦИЯ ДОСТОВЕРНОГО И ДОБРОСОСОВЕСТНОГО ВЗГЛЯДА, КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СУЖДЕНИЯ БУХГАЛТЕРА

Н. В. Зеленин

Рассматриваются условия создания и применения профессионального суждения бухгалтера с учетом требований нормативных документов международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) и изданных на их основе национальных стандартов Приднестровской Молдавской Республики. Проводится анализ и подробное описание влияния на формирование профессионального суждения бухгалтера такого элемента МСФО, как концепция достоверного и добросовестного взгляда. Отмечаются положительные и отрицательные моменты такого применения, показаны пути преодоления возникших трудностей.

Ключевые слова: профессиональное суждение бухгалтера, мнение, достоверность информации, добросовестность отражения информации, неопределенность, бухгалтерский учет, финансовая отчетность.

THE CONCEPTION OF THE TRUE AND FAIR VIEW, AS AN ELEMENT OF FORMING A PROFESSIONAL JUDGMENT OF THE ACCOUNTANT

N. V. Zelenin

This article examines the conditions for creating and applying professional judgment of an accountant, taking into account the requirements of regulatory documents of international financial reporting standards and the national standards of the Pridnestrovian Moldavian Republic published on their basis. The analysis and detailed description of the influence on the formation of professional judgment of an accountant of such an element of IFRS as the concept of 'True and fair view' is carried out. The positive and negative aspects of such application are noted and ways to overcome them are shown.

Keywords: *professional judgment of an accountant, opinion, reliability of information, integrity of information reflection, uncertainty, accounting, financial reporting.*

Термин «профессиональное суждение бухгалтера» с переходом приднестровского бухгалтерского учета на МСФО занимает важное место в практике учетной работы. Суждение используется в повседневной деятельности бухгалтера при формировании учетной политики организации, составлении финансовой отчетности, отражении особенностей работы предприятия, наступлении условий неопределенности законодательства в отношении отражения в учете того или иного факта хозяйственной жизни [1]. Вместе с тем практика показывает, что специалисты не в полной мере понимают и порой неохотно применяют профессиональное суждение при наступлении определенных ситуаций. Как показывает время и практика учетной работы, эта проблема актуальна. Так, учетные специалисты в повседневной практике регулярно используют инструмент суждения, даже не задумываясь о том, что формируют суждение. Это относится к случаям, когда речь идет о вариативности методов учета или оценке тех или иных операций. Специалисты по разным причинам уклоняются от изучения возможности использования профессионального суждения при наступлении условий неопределенности или отражении специфических особенностей деятельности предприятия, а также в ходе формиро-

вания финансовой отчетности. Такой подход можно объяснить осторожностью или осмотрительностью, но устраняет ли подобная позиция возможные риски и в чем причина такого отношения к применению суждения? Изучение вопроса показывает, что актуальность рассматриваемой темы вызывает как отсутствие определения термина «профессиональное суждение» в понятийном аппарате международных и приднестровских стандартов бухгалтерского учета, границ его применения, так и непонимание многими бухгалтерами самой сути суждения, что вызывает повышенный интерес к теме и находит отражение в трудах многих ученых-экономистов [2]. Изучение научных публикаций показывает, что рассмотрением вопроса, связанного с научным обоснованием определения, характеризующего профессиональное суждение бухгалтера, и причин недопонимания многими бухгалтерскими специалистами сути суждения занимаются известные ученые-экономисты: А. Р. Губайдуллина, Н. В. Генералова, С. А. Расказова-Николаева, Я. В. Соколов и другие, которые исследовали истоки и основы содержания термина «суждение», сформулировали и предложили собственные определения понятию «профессиональное суждение», а также рассмотрели варианты его применения.

Говоря о термине «профессиональное суждение бухгалтера», мы рассматриваем его как определенный, детально прописанный ход и порядок мышления профессионального бухгалтера по учету фактов хозяйственной жизни организации, исходя из требований нормативных актов МСФО в интересах пользователя финансовой отчетности. При этом суждение бухгалтера должно быть объективно, не противоречить законодательным требованиям по бухгалтерскому учету относительно способов отражения хозяйственной операции для выработки достоверной финансовой отчетности и решения задач управленческого учета в целях минимизации рисков. Эти риски связаны со спецификой деятельности организации, вариативностью способов учета и неопределенностью действующих нормативных актов, регламентируемых международными стандартами и нормативными требованиями финансовой отчетности, а также определенным, прописанным в стандарте IAS 8 МСФО порядком мышления профессионального бухгалтера в ходе рассмотрения и учета фактов хозяйственной жизни организации в интересах пользователей [3]. Именно эта формулировка, на наш взгляд, охватывает практически все ситуации, связанные с текущей деятельностью экономического субъекта, вызывающие необходимость применения профессионального суждения бухгалтера. Ведь сам порядок мышления, описанный в МСФО, охватывает допустимые ситуации, связанные с возможными случаями неопределенности законодательства, включая вариативность выбора методов учета, специфику работы организации, особенности составления финансовой отчетности и формирования информации для целей управленческого учета [4]. В подобную формулировку вписывается представленное нами определение. Вместе с тем не представляется возможным охватить полный спектр допустимых свя-

зей субъекта и предиката, которые присущи рассматриваемой форме мышления, особенно когда дается условие, что подготовленная на основе суждения информация должна быть достоверной, а суждение обоснованным и проверяемым [5].

При более углубленном рассмотрении процесса формирования и применения термина суждения мы можем отметить, что одним из важных элементов и основой образа мышления в процессе формирования профессионального суждения, в соответствии с требованиями МСФО, в англо-саксонском учете является концепция «true and fair view», переводится, как «достоверный и добросовестный взгляд». Именно этот элемент и вызывает противоречие между стремлением к расширению возможностей бухгалтерского учета в части достоверного и добросовестного отражения отчетной информации и сопутствующим этому процессу информационным риском при принятии управленческих решений как самим предприятием, так и пользователями [6]. Подобное противоречие вытекает из того, что МСФО предоставляют бухгалтерам широкие права и свободы в интерпретации фактов хозяйственной жизни предприятия, а такой подход предполагает опережающий рост профессионального сознания специалистов, ответственности за ведение учета и формируемую финансовую отчетность. Именно по этой причине с переходом на МСФО повысилась роль профессионального суждения бухгалтера, а принцип профессионального суждения, подразумевающий осознание бухгалтером ответственности за разработку решения в условиях неопределенности, стал одним из основных принципов МСФО. Вместе с тем в ПМР до 2011 года, как и вообще во всей континентальной системе бухгалтерского учета, достоверной информацией считалась та, которая составлена в строгом соответствии с требованиями нормативных до-

кументов, а добросовестным бухгалтером признавали того, кто неуклонно следовал в своей работе этим требованиям [7]. С переходом на МСФО понятие достоверности стало отождествляться с реальным и объективным отражением факторов хозяйственной жизни. Ведь согласно концепции МСФО, цель финансовой отчетности организации заключается в предоставлении информации об организации, которая является полезной для существующих и потенциальных инвесторов, заимодавцев и прочих кредиторов при принятии ими экономических решений. Для достижения указанной цели учетная информация должна базироваться на определенных принципах, обладать соответствующими качественными характеристиками и содержать элементы, которые признаются и оцениваются по соответствующим правилам. С точки зрения формирования профессионального суждения для понимания его сущности представляют интерес такие важные элементы концептуальных основ международного учета, как достоверное представление и соответствие МСФО. Это означает, что финансовая отчетность должна достоверно представлять финансовое положение, финансовые результаты и движение денежных средств организации. Достоверное представление требует правдивого отображения последствий совершенных операций, других событий и условий в соответствии с определениями и критериями признания активов, обязательств, доходов и расходов, поэтому с точки зрения формирования профессионального суждения бухгалтера важен такой элемент концептуальной основы, как существенность и агрегирование. Финансовая отчетность является результатом обработки большого количества операций или других событий, которые объединяясь, укрупняются в группы на основе своего характера или функции. Информация является существенной, если ее пропуск

или искажение могут повлиять на экономические решения, принимаемые пользователями. С одной стороны, отождествление достоверности с требованиями нормативных документов не всегда является корректным. Ведь практика разнообразна, и не на все факты хозяйственной жизни можно заранее прописать нормативные требования и правила. С другой же стороны, следование требованиям регламентов не гарантирует правильность и достоверность отражения проведенной хозяйственной операции. Достоверные данные – это достаточно точные данные, а добросовестный взгляд означает, что эти данные не вводят в заблуждение. В этом случае термин *true* (достоверность) является фактом и относится к количественным показателям. А, соответственно, *fair* (добросовестность) отражает мнение, носит морально-психологический характер, представляя не столько количественную, сколько качественную характеристику отчетности и содержит только этическое понимание факта, именно поэтому понятие добросовестного взгляда само по себе является субъективным. А в целом получается, что понятия «достоверность» и «добросовестность» в совокупности не эквивалентны точности и имеют отношение к отчетности организации в целом, а не к отдельным ее статьям или показателям. Для раскрытия рассматриваемых понятий нельзя не сослаться на известный, описанный в книге Д. Блейка и О. Амата, пример, прекрасно демонстрирующий различие между понятиями «достоверность» и «добросовестность». «Кораблем управляли двое – капитан и старший помощник. Капитан – трезвенник, старпом – наоборот. Однажды капитан, возмущенный действиями помощника, записал в судовом журнале: «Сегодня старпом был пьян». (Это утверждение было достоверным и добросовестным.) На следующий день старпом, будучи трезвым, вычитал запись о себе и

сам записал в судовом журнале: „Сегодня капитан был трезв“. (Это утверждение было достоверным, но предвзятым и недобросовестным, так как согласно такой записи предполагается, что капитан всегда был пьяным и только в этот день, случайно, оказался трезвым)». Таким образом, первая запись отвечает требованиям «true and fair view», вторая – нет.

Подобное различие между англо-саксонской и континентальной системами вызывает противоречие и приводит к непониманию, многими учетными специалистами понятия «суждение» в целом. В англо-саксонской системе нормативным регулированием бухгалтерского учета занимались профессиональные организации, которые прописывали бухгалтерам большую свободу действий в части разработки плана счетов, отражающего специфические особенности деятельности предприятия. Бухгалтерам предоставлялось право самим создавать формы бухгалтерской отчетности. Это привело к тому, что в англоязычных странах сформировались две системы учета: одна – для собственников, называется финансовой системой учета, а другая создавалась для налоговых органов. В континентальной системе учета, включая СССР, а позже и страны СНГ, государство нормативно регулировало бухгалтерский учет и формы отчетности, которые в основном были унифицированы, а сведения налоговых деклараций выводились на основании данных, содержащихся в бухгалтерских регистрах [8]. В процессе гармонизации англо-саксонской и континентальной систем бухгалтерского учета стороны договорились о том, что англо-саксонская система учета приняла европейские форматы обязательной бухгалтерской отчетности, а европейские страны, соответственно, приняли концепцию достоверного и добросовестного взгляда. Это решение было закреплено официальным включением данной кон-

цепции к обязательному исполнению в странах ЕС в Директиву N 4 ЕС. Именно это обстоятельство способствует недопониманию сущности формирования профессионального суждения нашими учетными специалистами, что соответственно приводит к ограничению его применения в учетной работе как в Приднестровье, так и других странах СНГ.

При рассмотрении концепции достоверного и добросовестного взгляда можно выделить тот факт, что она имеет, как минимум, три трактовки и каждая из них включает различные толкования. Первая трактовка исходит из того, что данные бухгалтерского учета относительно и введение единых строгих нормативных правил приведет не к сопоставимости отчетных данных, а к единой направленности содержащихся в них ошибок. Второе толкование предполагает, что только руководство предприятия понимает реальную стоимость своих активов и может оценить принятые ими методы, приемлемые в конкретных условиях. Третье толкование концепции рассматривает достоверность как приоритет содержания перед формой, так как содержание знает только тот, кто работает с этой информацией, а форму, то есть юридические требования, создает тот, кто, как правило, не знает содержания, обрабатываемого учетными специалистами факта хозяйственной жизни предприятия [8]. Вместе с тем на практике при рассмотрении того, что понимается под содержанием, а что под формой, зависит от того, кому дано на это право и носит субъективный характер. Такое многообразие расхождений в трактовках привело к тому, что концепция достоверного и добросовестного взгляда концептуально входит в процесс формирования профессионального суждения, трактуется и понимается в разных странах, применяющих МСФО, по-разному.

Страны, применяющие англо-саксонскую систему бухгалтерского учета, харак-

теризуются более свободным толкованием нормативных документов, отражающих эту концепцию. Подобное отношение к пониманию доктрины дает возможность включать в учетную политику предприятия методологические приемы, которые руководство в силу своего понимания считает корректными. В случае отклонения от действующих стандартов и учетной политики руководству необходимо предоставить детальное объяснение в пояснительной записке к финансовой отчетности. Данная концепция, как правило, используется в тех случаях, когда появляется неопределенность в форме отсутствия нормативных документов.

В странах ЕС и бывшего СССР эта концепция толкуется более ограниченно. Предполагается, что руководство предприятия интерпретирует нормативные документы в пределах ограничений, которые эти документы позволяют. В данной концепции отмечается, что она применяется во всех случаях, когда их описание в нормативных документах отсутствует, что позволяет странам, применяющим МСФО, более широкое толкование концепции. Исходя из этой посылки, достоверно и добросовестно представленной информацией считается информация, отвечающая требованиям нормативных документов. В случае, если руководство предприятия полагает, что в каких-то аспектах действующие нормативные документы не позволяют достоверно и добросовестно отразить состояние дел, то можно это сделать в пояснительной записке к финансовому отчету. Подобное разнообразие трактовок понятия достоверности и добросовестности затрудняет восприятие процесса формирования профессионального суждения бухгалтера отечественными специалистами и может привести к искажениям, которые способны существенно изменить финансовую отчетность в форме завышения или занижения данных, привести к сокры-

тию и потере значимой информации, усложнению восприятия отчетных данных и другим ошибкам. Профессиональное суждение бухгалтера будет соответствовать описанным требованиям достоверности и добросовестности составления в том случае, если содержащаяся в нем информация в количественном отношении является достаточной, а в качественном отвечает разумным ожиданиям пользователей. Именно концепция достоверного и добросовестного взгляда, являясь неотъемлемым элементом процедуры при формировании профессионального суждения бухгалтера, приводит к непониманию специалистами сути процесса мышления и порождает нежелание широкого применения этого важного инструмента развития бухгалтерского учета [9]. Подобное рассуждение приводит нас к выводу, что достоверность является следствием добросовестности.

Требование достоверного и добросовестного взгляда нашло отражение в приднестровском Стандарте бухгалтерского учета №1 «Представление финансовой отчетности» п. 18, в котором прописывается, что достоверное представление обеспечивается за счет соответствия применяемым в организации стандартам бухгалтерского учета и раскрываются требования по обеспечению достоверности отчетности. Если руководство предприятия приходит к выводу, что соблюдение требования какого либо стандарта бухгалтерского учета может вводить в такое заблуждение, что возникает противоречие с целью финансовой отчетности, то оно должно в максимально возможной степени уменьшить воздействие тех аспектов соблюдения требования, которые воспринимаются как вводящие в заблуждение. Выполняется это путем раскрытия в примечаниях к финансовой отчетности наименования соответствующего стандарта бухгалтерского учета, характера, требований и причины, по которой руководство пришло к выводу, что соблюдение

данного требования, при данных обстоятельствах до такой степени вводит в заблуждение, что возникает противоречие с целью финансовой отчетности, изложенной в Принципах подготовки и представления финансовой отчетности. Пункт 21 данного документа регламентирует порядок раскрытия информации, если статья отчетности будет противоречить цели финансовой отчетности [10]. В целом, можно отметить, что понятие «достоверность» означает достаточно точные данные, а добросовестный взгляд показывает, что эти данные не вводят в заблуждение.

Рассмотрение принципа достоверного и добросовестного взгляда приводит к выводу, что основным критическим моментом, способствующим сдерживанию применения профессионального суждения, является субъективизм концепции. Субъективизм концепции выражается в том, что не все специалисты однозначно понимают содержание терминов «профессиональное суждение», «достоверность» и «добросовестность». Именно поэтому, применяя эту концепцию, мы должны понимать, что не закон, а каждый бухгалтер, исходя из своих знаний, опыта и профессионального суждения, должен сделать все, чтобы добросовестно составить отчет, содержащий достоверную информацию. А добросовестное представление, как мы понимаем, лежит на совести главного бухгалтера.

Цитированная литература

1. **Смирнова, Е. А.** Профессиональное суждение бухгалтера: понятие и содержание / Е. А. Смирнова. – Текст : непосредственный // Теория и практика общественного развития. Научный журнал 2012. – № 3.

2. **Баранов, П. П.** Трансформация представлений о феномене профессионального суждения в исследованиях зарубежных ученых /

П. П. Баранов. – Текст : непосредственный // Аудитор. – 2011. – № 12. – С. 29–34.

3. Стандарт бухгалтерского учета № 8 «Учетная политика, изменения в расчетных бухгалтерских оценках и ошибки» // Приказ Минфина ПМР № 111 от 30 апреля 2009 г.

4. **Панкова, С. В.** Профессиональное суждение бухгалтера: неопределенность, риски и этические требования / С. В. Панкова, Е. В. Саталкина. – Текст : непосредственный // Международный бухгалтерский учет. – 2013. – № 27.

5. **Зеленин, Н. В.** Профессиональное суждение бухгалтера условия его формирования и применения в Приднестровской Молдавской Республике / Н. В. Зеленин. – Текст : электронный // Вестник Приднестровского университета. – 2019. – № 3. – С. 215–220. – URL: spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu (дата обращения 16 февраля 2021 г.)

6. **Пятов, М. Л.** Достоверность бухгалтерской отчетности / М. Л. Пятов. – Текст : электронный. – URL: <http://buh.ru/articles/documents/13481>.

7. Основы бухгалтерского учета: учебное пособие / Т. П. Стасюк, Н. Н. Смоленский, Е. Л. Жигарева, под общей редакцией Стасюк Т. П. – Тирасполь: Ликрис, 2019. – Текст : непосредственный.

8. **Туякова, З. С.** Классификация профессионального суждения как современного инструментария бухгалтерского учета / З. С. Туякова, Е. В. Саталкина. – Текст : непосредственный // Вестник ОГУ. – 2010. – № 1 (107). – С. 90–97.

9. **Зеленин, Н. В.** Суждение, как образ мышления профессионального бухгалтера / Н. В. Зеленин. – Текст : электронный // Вестник Приднестровского университета. – 2020. – № 3. – С. 241–245. – URL: spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu (дата обращения: 6 февраля 2021 г.)

10. Стандарт бухгалтерского учета № 1 «Представление финансовой отчетности». – Текст : непосредственный // Сборник стандартов бухгалтерского учета, Приказ МФ ПМР № 76 от 26 апреля 2010 г. – Тирасполь: Ликрис, 2013 г.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ
ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
зарегистрированных в Министерстве юстиции
Приднестровской Молдавской Республики

Программы для ЭВМ

(71)(73) Министерство финансов Приднестровской Молдавской Республики,
г. Тирасполь, ул. Горького, д. 53

(11) 354

(21) 21300386

(22) 24.09.2021

(15) 27.09.2021

(72) Наний Юрий Юрьевич

(57) Программа для ЭВМ «Программный комплекс электронного делопроизводства налоговых инспекций» предназначена для решения следующих задач:

- повышение скорости создания документов, их согласования и обмена;
- эффективный контроль над исполнительской дисциплиной, связанной с документооборотом;
- возможность оперативного контроля над документальной частью выбранного структурного подразделения;
- прозрачность и фиксация стадий подготовки, согласования и работы над документами для руководства;
- создание электронного архива документов;
- повышение производительности труда сотрудников за счет:
 - а) автоматизации процессов работы с документами (подготовка документов с использованием шаблонов, контроль версий документов, одновременная работа над одним документом нескольких сотрудников);
 - б) автоматических операций, выполняемых системой по отслеживанию сроков исполнения документов и информирования сотрудников о сроках исполнения документа;
 - в) сокращения времени на обработку и поиск документов, обсуждение и согласование;
 - г) снижения рисков потери документов и допущения операционных ошибок;
 - д) оптимизации ряда административных процессов делопроизводства.

Для удобства, ускорения и упрощения работы в программном комплексе предусмотрена справочная база данных, содержащая все виды справочной информации, в которой существует возможность редактирования и добавления новых данных. Справочная

информация представлена в двух видах – личная и общая. Личные справочники определяются автором, например, комментарии каждого конкретного пользователя системы или шаблоны – заготовки конкретных документов. Данная справочная информация доступна только автору, как для чтения, так и для редактирования. Общие справочники – справочники, доступные всем пользователям программного комплекса, изменение которых доступно только сотруднику, наделенному соответствующими полномочиями. К общим справочникам относятся:

а) шаблоны документов (писем, приказов, распоряжений) с выставленными полями, заголовками и элементами фирменного стиля, для обеспечения подготовки документов по установленным формам;

б) справочник, содержащий названия организаций (в случае физических лиц – ФИО) и адреса контрагентов.

Обязательным условием функционирования программного комплекса является встроенный механизм репликации данных.

Программный комплекс разработан на платформе IBM Domino.

Технические требования к серверной части программного комплекса:

– ОС не ниже Windows Server 2008 R2;

– 4 Gb Ram;

– 500 Gb Hdd (SSD предпочтительнее).

Технические требования к клиентской части (минимальные):

– Win XP SP3 (Win7 и выше предпочтительнее);

– 512 Ram (2Gb предпочтительнее);

– 1Gb Hdd;

– Pentium3 1.2 Ghz и выше;

– Монитор с разрешением не ниже 1024*768;

– сетевой адаптер TCP/IP.

Программа написана на платформе IBM Notes и функционирует в среде Windows XP/7/8/10.

(71)(73) Министерство финансов Приднестровской Молдавской Республики,

г. Тирасполь, ул. Горького, д. 53

(11) 355

(21) 21300386

(22) 15.10.2021

(15) 19.10.2021

(72) Наний Юрий Юрьевич

(57) Программа для ЭВМ «Программный комплекс электронного делопроизводства финансовых управлений» предназначена для решения следующих задач:

– повышение скорости обмена документами между территориальными финансовыми управлениями и аппаратом министерства финансов;

– повышение скорости создания документов и их согласования;

– эффективный контроль над исполнительской дисциплиной, связанной с документооборотом;

– возможность оперативного контроля над документальной частью выбранного структурного подразделения;

– прозрачность и фиксация стадий подготовки, согласования и работы над документами для руководства;

- создание электронного архива документов;
- повышение производительности труда сотрудников за счет:

а) автоматизации процессов работы с документами (подготовка документов с использованием шаблонов, контроль версий документов, одновременная работа над одним документом нескольких сотрудников);

б) автоматических операций, выполняемых системой по отслеживанию сроков исполнения документов и информирования сотрудников о сроках исполнения документа;

в) сокращения времени на обработку и поиск документов, обсуждение и согласование;

г) снижения рисков потери документов и допущения операционных ошибок;

д) оптимизации ряда административных процессов делопроизводства.

В программном комплексе предусмотрено наличие упорядоченного и категоризированного архива документов. В архиве кроме возможности ознакомления с документами существует возможность возврата документов на регистрацию. Доступ к документам в архиве регламентируется пользовательскими полномочиями в программном комплексе.

Для удобства, ускорения и упрощения работы в программном комплексе имеется справочная база данных, содержащая все виды справочной информации, в которой существует возможность редактирования и добавления новых данных. Справочная информация представлена в двух видах – личная и общая. Личные справочники определяются автором, например, комментарии каждого конкретного пользователя системы или шаблоны – заготовки конкретных документов. Данная справочная информация доступна только автору как для чтения, так и для редактирования. Общие справочники – справочники, доступные всем пользователям программного комплекса, изменение которых доступно только сотруднику, наделенному соответствующими полномочиями. К общим справочникам относятся:

а) шаблоны документов (писем, приказов, распоряжений) с выставленными полями, заголовками и элементами фирменного стиля, для обеспечения подготовки документов по установленным формам;

б) справочник, содержащий названия организаций (в случае физических лиц – ФИО) и адреса контрагентов.

Обязательным условием функционирования программного комплекса является встроенный механизм репликации данных.

Программный комплекс разработан на платформе IBM Domino.

Технические требования к серверной части программного комплекса:

- ОС не ниже Windows Server 2008 R2;
- 4 Gb Ram;
- 500 Gb Hdd (SSD предпочтительнее).

Технические требования к клиентской части (минимальные):

- Win XP SP3 (Win7 и выше предпочтительнее);
- 512 Ram (2Gb предпочтительнее);
- 1Gb Hdd;
- Pentium3 1.2 Ghz и выше;
- Монитор с разрешением не ниже 1024*768;
- сетевой адаптер TCP/IP.

Программа написана на платформе IBM Notes и функционирует в среде Windows XP/7/8/10.

Товарные знаки**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Дрим-Тим плюс»,**

г. Тирасполь, ул. Одесская, д 88/4, кв. 86

(111) 1957

(210) 21201957

(151) 15.04.2021

(540)

(220) 05.04.2021

(180) 05.04.2031



(526) семантическое выражение «LOVE SUSHI».

(591) – черный, белый, красный.

(511)

30 – бадьян; баоцзы; батончики злаковые; батончики злаковые с высоким содержанием белка; блины; блины пикантные; блюда, лиофилизированные, в которых макароны являются основным ингредиентом; блюда, лиофилизированные, в которых рис является основным ингредиентом; блюда на основе лапши; бриоши; булгур; булки; булочки с шоколадом / шоколатины; бумага вафельная съедобная; бумага рисовая съедобная; бумага съедобная; буррито; вафли; вермишель; вода апельсиновая для кулинарных целей; вода морская для приготовления пищи; водоросли [приправа]; галеты солодовые; глазури зеркальные; глазурь для изделий из сладкого сдобного теста; глюкоза для кулинарных целей; горчица; гренки; гречиха обработанная; добавки глютеносодержащие для кулинарных целей; дрожжи; загустители для пищевых продуктов; закваски; закуски легкие на основе риса; закуски легкие на основе хлебных злаков; заменители кофе; заменители кофе растительные; заправки для салатов; изделия желеобразные фруктовые [кондитерские]; изделия из сладостей для украшения тортов; изделия кондитерские для украшения новогодних елок; изделия кондитерские из сладкого теста, преимущественно с начинкой; изделия кондитерские мучные; изделия кондитерские на основе арахиса; изделия кондитерские на основе миндаля; изделия кондитерские фруктовые; изделия макаронные; йогурт замороженный [мороженое]; какао; каперсы; капсулы кофейные, заполненные; карамели [конфеты]; карри [приправа]; кетчуп [соус]; киноа обработанная; киш; клейковина пищевая; клецки на основе муки; конфеты; конфеты лакричные [кондитерские изделия]; конфитюр молочный; крекеры; крекеры рисовые; крем-брюле; крем заварной; круассаны; кубики льда; кулебяки с мясом; кускус; лакса; лапша; лапша соба; лапша удон; лед для охлаждения; лед натуральный или искусственный; лед пищевой; лед фруктовый; лепешки на основе картофеля; лепешки рисовые; майонез; макарон [печенье]; макароны; мальтоза; мамалыга; маринад из шинкованных овощей с острой приправой [пикалили]; маринады; марципан; мед; мисо; мороженое; муссы десертные [кондитерские изделия]; муссы шоколадные; мюсли; мята для кондитерских изделий; напитки какао-молочные; напитки кофейно-молочные; напитки кофейные; напитки на базе какао; напитки на основе ромашки; напитки чайные; напитки шоколадно-молочные; напитки шоколадные; настои нелекарственные; нуга; оладьи из кимчи; онигири; орехи в шоколаде; орех мускат-

ный; палочки лакричные [кондитерские изделия]; паста имбирная [приправа]; пастилки [кондитерские изделия]; патока; паштет запеченный в тесте; пельмени; перец; песто; печенье; печенье кокосовое; печенье сухое; пибимпаб [рис, смешанный с овощами и говядиной]; пироги; пицца; подливки мясные; помадки [кондитерские изделия]; попкорн; пралине; приправы; продукты для размягчения мяса в домашних условиях; прополис*; профитролы; пряники; пряности; птифуры; пудинги [запеканки]; пудинг рисовый; пудра для кондитерских изделий; пюре фруктовые [соусы]; равиоли; рамэн; релиш [приправа]; рис; рис готовый, завернутый в водоросли; рис моментального приготовления; рулет весенний; саго; сладости; смеси для пикантных блинов; смеси панировочные; сорбет [мороженое]; составы для глазирования ветчины; соус клюквенный [приправа]; соус соевый; соус томатный; соусы [приправы]; соусы для пасты; соус яблочный [приправа]; спагетти; специи; спреды на основе шоколада; спреды шоколадные с орехами; сухари; сухари панировочные; суши; сэндвичи; табуле; такос; тамаринд [приправа]; тапиока; тарты; тесто готовое; тесто для кондитерских изделий; тесто миндальное; тесто рисовое для кулинарных целей; тесто сдобное сладкое для кондитерских изделий; тортиллеры; травы огородные консервированные [специи]; украшения шоколадные для тортов; ферменты для теста; харисса [приправа]; хлеб; хлеб безглютеновый; хлеб из пресного теста; хот-доги; цветы или листья, используемые в качестве заменителей чая; цзяоцзы; цикорий [заменитель кофе]; чай; чай из морских водорослей; чай со льдом; чатни [приправа]; чеснок измельченный [приправа]; чизбургеры [сэндвичи]; чоу-чоу [приправа]; шафран [специи]; шоколад; экстракт солодовый пищевой; эссенции пищевые, за исключением эфирных эссенций и эфирных масел.

43 – закусовые; информация и консультации по вопросам приготовления пищи; кафе; кафетерии; рестораны; рестораны самообслуживания; создание кулинарных скульптур; столовые на производстве и в учебных заведениях; украшение еды; украшение тортов; услуги баров; услуги кальянных; услуги личного повара; услуги по приготовлению блюд и доставке их на дом; услуги ресторанов ваشوку; услуги ресторанов лапши «удон» и «соба».

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Дрим-Тим плюс»,

г. Тирасполь, ул. Одесская, д 88/4, кв. 86

(111) 1958

(210) 21201958

(151) 15.04.2021

(540)

(220) 05.04.2021

(180) 05.04.2031



(591) – черный, белый, красный.

(511)

30 – бадьян; баоцзы; батончики злаковые; батончики злаковые с высоким содержанием белка; блины; блины пикантные; блюда, лиофилизированные, в которых макароны являются основным ингредиентом; блюда, лиофилизированные, в которых рис является

основным ингредиентом; блюда на основе лапши; бриоши; булгур; булки; булочки с шоколадом / шоколатины; бумага вафельная съедобная; бумага рисовая съедобная; бумага съедобная; бурито; вафли; вермишель; вода апельсиновая для кулинарных целей; вода морская для приготовления пищи; водоросли [приправа]; галеты солодовые; глазури зеркальные; глазурь для изделий из сладкого сдобного теста; глюкоза для кулинарных целей; горчица; гренки; гречиха обработанная; добавки глютенковые для кулинарных целей; дрожжи; загустители для пищевых продуктов; закваски; закуски легкие на основе риса; закуски легкие на основе хлебных злаков; заменители кофе; заменители кофе растительные; заправки для салатов; изделия железные фруктовые [кондитерские]; изделия из сладостей для украшения тортов; изделия кондитерские для украшения новогодних елок; изделия кондитерские из сладкого теста, преимущественно с начинкой; изделия кондитерские мучные; изделия кондитерские на основе арахиса; изделия кондитерские на основе миндаля; изделия кондитерские фруктовые; изделия макаронные; йогурт замороженный [мороженое]; какао; каперсы; капсулы кофейные, заполненные; карамели [конфеты]; карри [приправа]; кетчуп [соус]; киноа обработанная; киш; клейковина пищевая; клецки на основе муки; конфеты; конфеты лакричные [кондитерские изделия]; конфитюр молочный; крекеры; крекеры рисовые; крем-брюле; крем заварной; круассаны; кубики льда; кулебяки с мясом; кускус; лакса; лапша; лапша соба; лапша удон; лед для охлаждения; лед натуральный или искусственный; лед пищевой; лед фруктовый; лепешки на основе картофеля; лепешки рисовые; майонез; макарон [печенье]; макароны; мальтоза; мамалыга; маринад из шинкованных овощей с острой приправой [пикалили]; маринады; марципан; мед; мисо; мороженое; муссы десертные [кондитерские изделия]; муссы шоколадные; мюсли; мята для кондитерских изделий; напитки какао-молочные; напитки кофейно-молочные; напитки кофейные; напитки на базе какао; напитки на основе ромашки; напитки чайные; напитки шоколадно-молочные; напитки шоколадные; настои нелекарственные; нуга; оладьи из кимчи; онигири; орехи в шоколаде; орех мускатный; палочки лакричные [кондитерские изделия]; паста имбирная [приправа]; пастилки [кондитерские изделия]; патока; паштет запеченный в тесте; пельмени; перец; песто; печенье; печенье кокосовое; печенье сухое; пибимпаб [рис, смешанный с овощами и говядиной]; пироги; пицца; подливки мясные; помадки [кондитерские изделия]; попкорн; пралине; приправы; продукты для размягчения мяса в домашних условиях; прополис*; профитроли; пряники; пряности; птифуры; пудинги [запеканки]; пудинг рисовый; пудра для кондитерских изделий; пюре фруктовые [соусы]; равиоли; рамэн; релиш [приправа]; рис; рис готовый, завернутый в водоросли; рис моментального приготовления; рулет весенний; саго; сладости; смеси для пикантных блинов; смеси панировочные; сорбет [мороженое]; составы для глазирования ветчины; соус клюквенный [приправа]; соус соевый; соус томатный; соусы [приправы]; соусы для пасты; соус яблочный [приправа]; спагетти; специи; спреды на основе шоколада; спреды шоколадные с орехами; сухари; сухари панировочные; суши; сэндвичи; табуле; такос; тамаринд [приправа]; тапиока; тарты; тесто готовое; тесто для кондитерских изделий; тесто миндальное; тесто рисовое для кулинарных целей; тесто сдобное сладкое для кондитерских изделий; тортилли; травы огородные консервированные [специи]; украшения шоколадные для тортов; ферменты для теста; харисса [приправа]; хлеб; хлеб безглютеновый; хлеб из пресного теста; хот-доги; цветы или листья, используемые в качестве заменителей чая; цзяоцзы; цикорий [заменитель кофе]; чай; чай из морских водорослей; чай со льдом; чатни [приправа]; чеснок измельченный [приправа]; чизбургеры [сэндвичи]; чоу-чоу [приправа]; шафран

[специи]; шоколад; экстракт солодовый пищевой; эссенции пищевые, за исключением эфирных эссенций и эфирных масел.

43 – закусовые; информация и консультации по вопросам приготовления пищи; кафе; кафетерии; рестораны; рестораны самообслуживания; создание кулинарных скульптур; столовые на производстве и в учебных заведениях; украшение еды; украшение тортов; услуги баров; услуги кальянных; услуги личного повара; услуги по приготовлению блюд и доставке их на дом; услуги ресторанов вашоку; услуги ресторанов лапши «удон» и «соба».

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Адресь»,

г. Бендеры, ул. Калинина, д. 38/2

(111) 1959

(210) 21201954

(220) 17.03.2021

(151) 15.04.2021

(180) 17.03.2031

(540)

АДРЕСЬ

(511)

36 – операции с недвижимостью.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Протеко»,

г. Тирасполь, ул. К. Либкнехта, д. 201, корп. 2, кв. 11

(111) 1960

(210) 21201955

(220) 02.04.2021

(151) 16.04.2021

(180) 02.04.2031

(540)



(511)

42 – испытания материалов; исследования научные; калибровка [измерения]; контроль качества; составление технической документации; услуги научных лабораторий; экспертиза инженерно-техническая.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Апельсин»,

г. Бендеры, ул. Ползунова, д. 15

(111) 1961

(210) 21201961

(220) 07.05.2021

(151) 31.05.2021

(180) 07.05.2031

(540)



(591) Голубой, светло-голубой, красный, зеленый, светло-зеленый, желтый, малиновый, оранжевый, белый, черный.

(526) PROFESSIONAL FARBE

(511)

2 – краски бактерицидные, краски влагостойкие, краски водоотталкивающие, краски интерьерные, краски для древесины, краски малярные, краски смешанные, краски флуоресцентные, покрытия (краски), краски для бетонных покрытий, краски для декоративно-прикладных целей, краски для наружных работ, краски для художественных целей, покрытия атмосферостойкие, лаки.

ИЗВЕЩЕНИЯ

1. Срок действия свидетельства № **1280** (заявка № 11201238), с приоритетом от 22 августа 2011 года на товарный знак продлен с 22 августа 2021 года на 10 лет.

2. Срок действия свидетельства № **1281** (заявка № 11201239), с приоритетом от 22 августа 2011 года на товарный знак продлен с 22 августа 2021 года на 10 лет.

3. Срок действия свидетельства № **1282** (заявка № 11201240), с приоритетом от 22 августа 2011 года на товарный знак продлен с 22 августа 2021 года на 10 лет.

4. Срок действия свидетельства № **1288** (заявка № 11201248), с приоритетом от 26 октября 2011 года на товарный знак продлен с 26 октября 2021 года на 10 лет.

5. Срок действия свидетельства № **333** (заявка № 01200259), с приоритетом от 17 августа 2001 продлен с 17 августа 2021 на 10 лет.

6. Срок действия свидетельства № **334** (заявка № 01200260) с приоритетом от 08 февраля 2001 года на товарный знак восстановлен и продлен с 08 февраля 2020 года на 10 лет.

7. Срок действия свидетельства № **357** (заявка № 01200269) с приоритетом от 14 ноября 2001 года на товарный знак восстановлен и продлен с 14 ноября 2021 года на 10 лет.

8. Срок действия свидетельства **299** (заявка № 01200228) с приоритетом от 06 марта 2001 года на товарный знак восстановлен и продлен с 06 марта 2021 года на 10 лет.

9. Срок действия свидетельства **300** (заявка № 01200229) с приоритетом от 06 марта 2001 года на товарный знак восстановлен и продлен с 06 марта 2021 года на 10 лет.

10. Срок действия свидетельства **301** (заявка № 01200230) с приоритетом от 06 марта 2001 года на товарный знак восстановлен и продлен с 06 марта 2021 года на 10 лет.

Передача прав на использование объектов интеллектуальной собственности (договоры)

1. Договор № 133/1787 об уступке права на использование товарного знака по свидетельству № 1787 (заявка № 18201781) с приоритетом от 08 июня 2021 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 28 июня 2021 года. **Правообладатель** – закрытое акционерное общество «Фарба-групп», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76. **Приобретатель** – общество с ограниченной ответственностью «Фулл-консалт», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

2. Неисключительная лицензия № 134/1787 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1787 (заявка № 18201781) с приоритетом от 08 июня 2018 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 28 июня 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Фулл-консалт», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76. **Лицензиат** – общество с ограниченной ответственностью «Фарба», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

3. Неисключительная лицензия № 135/1787 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1787 (заявка № 18201781) с приоритетом от 08 июня 2018 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 28 июня 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Фулл-консалт», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76. **Лицензиат** – общество с ограниченной ответственностью «Комфортаун», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

4. Неисключительная лицензия № 136/1787 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1787 (заявка № 18201781) с приоритетом от 08 июня 2018 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 28 июня 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Фулл-консалт», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76. **Лицензиат** – общество с ограниченной ответственностью «Колл-трейд», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 76.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

5. Договор № 137/1837 об уступке права на использование товарного знака по свидетельству № 1837 (заявка № 19201842) с приоритетом от 18 февраля 2019 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 27 августа 2021 года. **Правообладатель** – Щербанюк Александр Романович, г. Тирасполь, ул. Комсомольская, д. 9, кв. 19. **Приобретатель** – Щербанюк Оксана Викторовна, г. Тирасполь, ул. Комсомольская, д. 9, кв. 19.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

6. Лицензионный договор № 138/1957 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1957 (заявка № 21201957) с приоритетом от 05 апреля 2021 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата реги-

страции – 21 сентября 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Дрим-Тим плюс» г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 88/4, кв. 86. **Лицензиат** – **Рота Максим Сергеевич**, г. Тирасполь, ул. К. Либкнехта, д. 82, кв. 64.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

7. Лицензионный договор № 139/1957 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1957 (заявка № 21201957) с приоритетом от 05 апреля 2021 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 21 сентября 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Дрим-Тим плюс» г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 88/4, кв. 86. **Лицензиат** – **Кирияк Анна Викторовна**, г. Тирасполь, ул. Пушкина, д. 15, кв. 2.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

8. Лицензионный договор № 140/1957 о предоставлении права на использование товарного знака по свидетельству № 1957 (заявка № 21201957) с приоритетом от 05 апреля 2021 года в отношении всех услуг, указанных в свидетельстве. Дата регистрации – 21 сентября 2021 года. **Лицензиар** – общество с ограниченной ответственностью «Дрим-Тим плюс» г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 88/4, кв. 86. **Лицензиат** – **Балицкий Вячеслав Александрович**, г. Тирасполь, ул. Космонавтов, д. 2/2, к. 22.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельства.

9. Договор № 141/1527, 1531 об уступке права на использование товарных знаков по свидетельствам № 1527 (заявка № 14201509) с приоритетом от 02 апреля 2014 года и № 1531 (заявка № 14201495) с приоритетом от 29 января 2014 года в отношении всех товаров и услуг, указанных в свидетельствах. Дата регистрации – 19 октября 2021 года. **Правообладатель** – общество с ограниченной ответственностью «Форис», 3300 г. Тирасполь, ул. Чехова, д. 51. **Приобретатель** – общество с ограниченной ответственностью «Виталюкс», 3300 г. Тирасполь, ул. Манойлова, д. 36, к. 98.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – оставшийся срок действия свидетельств.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аксенов Евгений Николаевич – старший преподаватель кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем факультета среднего профессионального образования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: evildesign@mail.ru

Албук Татьяна Александровна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tatyana_albuk@mail.ru

Алещенко Светлана Анатольевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа и приложений ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: yerpur_svet@mail.ru

Андрианова Елена Ивановна – зам. директора по учебно-методической работе Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: andalen@mail.ru

Андрян Елена Валентиновна – преподаватель кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем факультета среднего профессионального образования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: selena23rus@gmail.com

Антохов Виталий Андреевич – преподаватель кафедры эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ermtf_atf@mail.ru

Артеменко Андрей Иванович – преподаватель кафедры инженерных наук, промышленности и транспорта Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: artemenko772@mail.ru

Балашова Юлия Владимировна – старший преподаватель кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: balashova_ju@mail.ru

Белая Елена Ивановна – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: e.i.belai@mail.ru

Берил Степан Иорданович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, ректор ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: rector@spsu.ru

Бесягина Анастасия Александровна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: AnastasiyaBesyagina@mail.ru

Бондаренко Екатерина Александровна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: ekatbond18@gmail.com

Боровик Николай Иванович – старший преподаватель кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: nikola.borovi@yandex.ru

Боровик Татьяна Ивановна – доцент кафедры электротехнологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tanya.borovik.55@mail.ru

Боунегру Тамара Васильевна – доцент кафедры машиноведения и техно-

логического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: bounegrut63@gmail.com

Бурменко Даниил Юрьевич – студент Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: burmenco@gmail.com

Бурменко Феликс Юрьевич – профессор кафедры машиноведения Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: burmenco@mail.ru

Бучацкий Александр Иванович – преподаватель кафедры технических систем и электрооборудования в АПК ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: aleksandr_buchackiy@mail.ru

Васильев Виталий Васильевич – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: florina_of@mail.ru

Васильева Елена Александровна – старший преподаватель кафедры электро-технологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: Alena1971_88@bk.ru

Васильева Ольга Федоровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой радиофизики и систем связи физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: florina_of@mail.ru

Ватаман Инна Валерьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: vinnav@mail.ru

Возиян Анна Сергеевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ani4ka-98@mail.ru

Ворническу Галина Ивановна – кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры математического анализа и приложений ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: vornicescu@gmail.com.

Гарбузьяк Елена Сергеевна – старший преподаватель кафедры информатики и программной инженерии Рыбницкого филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: goldfenix@mail.ru

Демьянов Александр Сергеевич – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ezfifty@mail.ru

Деткова Анна Васильевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем, заместитель декана факультета среднего профессионального образования по учебно-производственной работе ИТИ ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: det-anna@yandex.ru

Дидурик Наталия Николаевна – старший преподаватель кафедры алгебры, геометрии и МПМ ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: natnikkr83@mail.ru

Димогло Анатолий Владимирович – заведующий кафедрой ТСиЭВАПК Аграрно-технологического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: dimoglo@rambler.ru

Дмитриева Наталья Николаевна – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: mosy200175@mail.ru

Желаук Валентина Юрьевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: vale4ka98@mail.ru

Жигарева Елена Леонидовна – старший преподаватель высшей квалификационной категории кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: mollitia-tir2010@mail.ru

Запольская Ольга Юрьевна – старший преподаватель кафедры алгебры, геометрии и МПМ ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: olia1401@mail.ru

Звонкий Виталий Георгиевич – заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов и производств Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: mr.zvonkiy@mail.ru

Зеленин Николай Валерьевич – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: gu_zelenin@mail.ru

Зинган Анна Петровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой радиофизики и систем связи физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: zingan.anna@mail.ru

Зинченко Сергей Владимирович – преподаватель кафедры информационных технологий и автоматизированного управления производственными процессами ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: seregagranto@gmail.com

Зуев Александр Анатольевич – старший преподаватель кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования факультета среднего профессионального образования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: magic_z@mail.ru

Иванов Иван Иванович – старший преподаватель кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: sokol72007@ukr.net

Каприян Юлия Васильевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: rabotapgu@rambler.ru

Караман Елена Сергеевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: karamanelena749@gmail.com

Кипер Ольга Александровна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: olga.bragnebun.95@mail.ru

Киприян Александр Сергеевич – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: sasha-kipr@mail.ru

Клинк Григорий Валентинович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка аграрно-технологического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ermtf_atf@mail.ru

Комур Стефанида Петровна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: cimankakomur@mail.ru

Кононова Людмила Анатольевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: lysa.14@mail.ru

Корнейчук Николай Иванович – кандидат технических наук, профессор инженерных наук, промышленности и транспорта Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: n.corneiciuc@uasm.md

Корниевская Екатерина Владимировна – кандидат экономических наук, заведующая кафедрой экономики НУО ВППО «Тираспольский межрегиональный университет».

E-mail: kiblikk@mail.ru

Коровай Александр Валерьевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: fmf_nokr@spsu.ru

Коровай Олеся Васильевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой радиофизики и систем связи ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: olesya-korovai@mail.ru

Косаченко Сергей Юрьевич – преподаватель кафедры технических систем и электрооборудования в агропромышленном комплексе ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: cepera.1994@mail.ru

Костантиновская Алла Владимировна – преподаватель кафедры электро-технологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: kostantinovskaya@gmail.com

Котомчин Алексей Николаевич – старший преподаватель кафедры инженерных наук, промышленности и транспорта Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: aleshka81@list.ru

Кошеру Николай Николаевич – магистрант Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: yojeek919@hotmail.com

Кушниренко Алина Викторовна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: alisha_kushnirenko@mail.ru

Лабунский Владимир Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экономической теории и мировой экономики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: kafedra-etime@mail.ru

Логинова Лилиана Сергеевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: loghinova2021@mail.ru

Лукашевич Елена Борисовна – старший преподаватель кафедры электро-технологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: nedelcheva-elena@mail.ru

Ляховой Валентин Владимирович – студент физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: fmf_nokr@spsu.ru

Ляшкова Елена Анатольевна – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: 2018st81@mail.ru

Майстренко Александр Геннадьевич – преподаватель кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: saimon_05@mail.ru

Малютина Надежда Николаевна – старший преподаватель кафедры алгебры, геометрии и МПМ, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Алгебра и ее приложения» физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: 231003.bab.nadezhda@mail.ru

Маручек Сергей Павлович – инженер, специалист Су Джок, майор милиции в отставке, общественный инструктор-тренер по самообороне без оружия.

E-mail: maruchek.sergei@yandex.ru

Меделян Дмитрий Сергеевич – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: dima.medelyan@mail.ru

Мелека Елена Владимировна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: rabotapgu@rambler.ru

Мельниченко Дмитрий Никифорович – старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: dumittrash48@gmail.com

Михайлов Владимир Сергеевич – старший преподаватель кафедры ТСиЭ-вАПК Аграрно-технологического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: voh_a@mail.ru

Мишина Анна Сергеевна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: mishina-a98@mail.ru

Муравьева Наталья Юрьевна – старший преподаватель кафедры бухгал-

терского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: nmuraviova@mail.ru

Муравьева Наталья Юрьевна – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: nmuraviova@mail.ru

Новакова Татьяна Сергеевна – старший преподаватель кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем факультета среднего профессионального образования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tarina1986@gmail.com

Обручков Олег Андреевич – аспирант кафедры общей и теоретической физики.

E-mail: star-alex@idknet.com

Остроухова Алена Анатольевна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ostrouhova.aliona@yandex.ru

Пасичник Наталья Владимировна – старший преподаватель высшей квалификационной категории кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: natapasichnik@yandex.ru

Пименова Екатерина Михайловна – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: pimenovak1404@mail.ru

Пырля Анастасия Юрьевна – магистрант Тираспольского межрегионального университета.

E-mail: nasten.ka-971@bk.ru

Рюшин Сергей Васильевич – магистрант Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: serjiniotc@gmail.com

Сафронов Юрий Михайлович – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: suim@rambler.ru

Сенокосова Людмила Григорьевна – профессор, заведующая кафедрой экономической теории и мировой экономики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ostrouhova.aliona@yandex.ru

Синельников Анатолий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры производства и ремонта автомобилей и дорожных машин Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).

E-mail: sinelnikov46@inbox.ru

Ставинский Анатолий Сергеевич – преподаватель кафедры технических систем и электрооборудования в агропромышленном комплексе ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: 28_03_91@list.ru

Стамов Иван Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой квантовой радиофизики и систем связи ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: istamov51@mail.ru

Старчук Александр Сергеевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей и теоретической физики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: star-alex@idknet.com

Старчук Татьяна Ивановна – преподаватель кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: taniusic-star@yandex.ru

Стасюк Татьяна Петровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tatiana.stasyuk@gmail.com

Ткаченко Дмитрий Викторович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой радиофизики и систем связи ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: dvtkachenko51@mail.com

Толмачева Ирина Вильевна – кандидат экономических наук, доцент кафе-

дры финансов и кредита, проректор по научно-инновационной работе ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: rabotapgu@rambler.ru

Тягульская Людмила Анатольевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и программной инженерии Рыбницкого филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tla.ki@list.ru

Устименко Светлана Алексеевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры производства и эксплуатации технологического оборудования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: sveta_ustim@mail.ru

Федорченко Григорий Сергеевич – старший преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: fedgreg@yandex.ru

Федорченко Сергей Григорьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: fed_tir@mail.ru

Флоря Иван Архипович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры, геометрии и МПМ ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: natnikkr83@mail.ru

Фурдуй Ольга Михайловна – доцент кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем факультета среднего профессионального образования ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: itidir@spsu.ru

Цуркан Анжела Александровна – доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: fikys67@mail.ru

Цыкалюк Наталья Сергеевна – преподаватель кафедры информационных технологий и автоматизированного управ-

ления производственными процессами Инженерного-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: tasya-cikaluk@rambler.ru

Чепель Владислав Геннадьевич – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: vladchepel97@gmail.com

Чухненко Сергей Александрович – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: Staricsan@mail.ru

Шарко Владислав Олегович – магистрант кафедры финансов и кредита ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: simples_001@mail.ru

Щербаков Виктор Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник института Математики и информатики республики Молдова, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Алгебра и ее приложения» физико-математического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: scerb@math.md

Яковенко Елена Григорьевна – преподаватель кафедры автоматизация технологических процессов и производств Инженерно-технического института ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: burmenco@mail.ru

Якубов Олег Витальевич – магистрант экономического факультета ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: yakuubovid@bk.ru

Янута Антон Сергеевич – аспирант кафедры производства и ремонта автомобилей и дорожных машин Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), ст. преподаватель кафедры инженерных наук, промышленности и транспорта Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т. Г. Шевченко.

E-mail: ianyta_anton@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aksenov Evgeny Nikolaevich – Senior Lecturer of the Department of Integrated Computer Technologies and Systems of the Faculty of Secondary Vocational Education, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: evildesign@mail.ru

Albuk Tatiana Alexandrovna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tatyana_albuk@mail.ru

Aleschenko Svetlana Anatolievna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis and Applications of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: yepur_svet@mail.ru

Andrianova Elena Ivanovna – Deputy Director for Educational and Methodological work of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: andalen@mail.ru

Andriyan Elena Valentinovna – Lecturer of the Department of Integrated Computer Technologies and Systems of the Faculty of Secondary Vocational Education of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: selena23rus@gmail.com

Antiukhov Vitalii Andreevich – Lecturer of the Department of Operation and Repair of the Machine and Tractor Park of the Faculty of Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ermtf_atf@mail.ru

Artemenko Andrei Ivanovich – Lecturer of the Department of Engineering, Industry and Transport, Bendery's polytechnic branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: artemenko772@mail.ru

Balashova Yulia Vladimirovna – Senior Lecturer of the Department of Integrated Computer Technologies and Systems, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: balashova_ju@mail.ru

Belaia Elena Ivanovna – Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: e.i.belaia@mail.ru

Beril Stepan Iordanovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of General and Theoretical Physics of the Faculty of Physics and Mathematics, Rector of the Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: rector@spsu.ru

Besyagina Anastasiya Aleksandrovna – Master's student of the Faculty of Economics, State University of Pridnestrovie.

E-mail: AnastasiyaBesyagina@mail.ru

Bondarenko Ekaterina Aleksandrovna – Master's student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education "Tiraspol Interregional University".

E-mail: ekatbond18@gmail.com

Borovik Nikolay Ivanovich – Senior Lecturer of the Department of Production and Operation of Technological Equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nikola.borovi@yandex.ru

Borovik Tatyana Ivanovna – Associate Professor of the Department of Electrotechnological Equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tanya.borovik.55@mail.ru

Bounegry Tamara Vasilievna – Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Technological Equip-

ment of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: bounegrut63@gmail.com

Buchatsky Alexander Ivanovich – Lecturer of the Department of Technical Systems and Electrical Equipment in the Agro-industrial Complex of the Faculty of Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: aleksandr_buchackiy@mail.ru

Burmenko Daniil Yurievich – student of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: burmenco@gmail.com

Burmenko Felix Yurievich – Professor of the Department of Mechanical Engineering of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: burmenco@mail.ru

Chepel Vladislav Gennadievich – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vladchepel97@gmail.com

Chukhnenko Sergey Alexandrovich – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: Staricsan@mail.ru

Corovai Alexandr Valerievich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fmf_nokr@spsu.ru

Demyanov Alexander Sergeevich – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ezfifty@mail.ru

Detcova Anna Vasilievna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Integrated Computer Technologies and Systems, Deputy Dean of the Faculty of Secondary Vocational Education

for Educational and Industrial Work of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: det-anna@yandex.ru

Didurik Natalia Nikolaevna – Senior Lecturer of the Department of Algebra, Geometry and Methods of Teaching Mathematics of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: natnikkr83@mail.ru

Dimoglo Anatoly Vladimirovich – Head of the Department of Technical Systems and Electrical Equipment in the Agro-industrial Complex of the Faculty of Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: dimoglo@rambler.ru

Dmitrieva Natalia Nikolaevna – Senior Lecturer of the Department of Accounting and Audit of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: mosy200175@mail.ru

Fedorchenko Grigorii Sergeevich – Senior Lecturer of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fedgreg@yandex.ru

Fedorchenko Sergey Grigorievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fed_tir@mail.ru

Florya Ivan Arkhipovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Algebra, Geometry and Methods of Teaching Mathematics of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: natnikkr83@mail.ru

Furduy Olga Mikhailovna – Associate Professor of the Department of Integrated

Computer Technologies and Systems of the Faculty of Secondary Vocational Education, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: itidir@spsu.ru

Garbuznyak Elena Sergeevna – Senior Lecturer of the Department of Computer Science and Software Engineering of the Rybnitsa's branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: goldfenix@mail.ru

Ianyta Anton Sergeevich – Postgraduate Student of the Department of Production and Repair of Cars and Road Vehicles of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Senior Lecturer of the Department of Engineering Sciences, Industry and Transport of the Bendery's polytechnic branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ianyta_anton@mail.ru

Ivanov Ivan Ivanovich – Senior Lecturer of the Department of Production and Operation of Technological equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: sokol72007@ukr.net

Kapriyan Yulia Vasilievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit of the Faculty of Economics, State University of Pridnestrovie.

E-mail: rabotapgu@rambler.ru

Karaman Elena Sergeevna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: karamanelena749@gmail.com

Kiper Olga Alexandrovna – Master's student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education "Tiraspol Interregional University".

E-mail: olga.bragnebun.95@mail.ru

Kiprisyan Alexander Sergeevich – Master's student of the Faculty of Econom-

ics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: sasha-kipr@mail.ru

Klink Grigory Valentinovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Operation and Repair of the Machine and Tractor Park of the Faculty of Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ermtpt_atf@mail.ru

Komur Stefanida Petrovna – Master's student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education "Tiraspol Interregional University".

E-mail: cimankakomur@mail.ru

Kononova Lyudmila Anatolyevna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: lysa.14@mail.ru

Korneichuk Nikolai Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Engineering, Industry and Transport, Bendery's polytechnic branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: n.corneiciuc@uasm.md

Kornievskaya Ekaterina Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Economics of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education "Tiraspol Interregional University".

E-mail: kiblikk@mail.ru

Korovai Olesya Vasilievna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Quantum Radiophysics and Communication Systems of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: olesya-korovai@mail.ru

Kosachenko Sergey Yurievich – Lecturer of the Department of Technical Systems and Electrical Equipment in the Agro-industrial Complex of the Faculty of Agriculture

and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: cepera.1994@mail.ru

Koshery Nikolai Nikolaevich – Master's student of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: yojeek919@hotmail.com

Kostantinovskaya Alla Vladimirovna – Lecturer of the Department of Electrotechnological Equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: kostantinovskaya@gmail.com

Kotomchin Alexei Nikolaevich – Senior Lecturer of the Department of Engineering, Industry and Transport, Bendery's polytechnic branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: aleshka81@list.ru

Kushnirenko Alina Viktorovna – Master's student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education "Tiraspol Interregional University".

E-mail: alisha_kushnirenko@mail.ru

Labunskij Vladimir Vladimirovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Theory and World Economy of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: kafedra-etime@mail.ru

Loghinova Liliana Sergeevna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: loghinova2021@mail.ru

Lukashevich Elena Borisovna – Senior Lecturer of the Department of Electrotechnological Equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nedelcheva-elena@mail.ru

Lyakhovoy Valentin Vladimirovich – student of the Faculty of Physics and Math-

ematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fmf_nokr@spsu.ru

Lyashkova Elena Anatolyevna – Senior Lecturer of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: 2018st81@mail.ru

Malyutina Nadezhda Nikolaevna – Senior Lecturer of the Department of Algebra, Geometry and Methods of Teaching Mathematics, Junior Research Assistant of the scientific research laboratory "Algebra and its Applications" of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: 231003.bab.nadezhda@mail.ru

Maruchek Sergey Pavlovich – engineer, specialist Su Jok, retired police major, public instructor-trainer in self-defense without weapons.

E-mail: maruchek.sergei@yandex.ru

Maystrenko Alexander Gennadievich – Lecturer of the Department of Production and operation of technological equipment of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: saimon_05@mail.ru

Medelyan Dmitry Sergeevich – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: dima.medelyan@mail.ru

Meleka Elena Vladimirovna – Master's student of the Faculty of Economics, State University of Pridnestrovie.

E-mail: rabotapgu@rambler.ru

Melnichenko Dmitry Nikiforovich – Senior Lecturer of the Department of Automation of Technological Processes and Production, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: dumittrash48@gmail.com

Mikhailov Vladimir Sergeevich – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems and Electrical Equipment in the Agro-industrial Complex of the Faculty of

Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: voh_a@mail.ru

Mishina Anna Sergeevna – Master’s student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education “Tiraspol Interregional University”.

E-mail: mishina-a98@mail.ru

Muraviova Natalia Yuryevna – Senior Lecturer of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nmuraviova@mail.ru

Muraviova Natalia Yuryevna – Senior Lecturer of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nmuraviova@mail.ru

Natalia Tsykalyuk – Lecturer of the Department of Information Technology and Automated Control of Production Processes of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tasya-cikaluk@rambler.ru

Novakova Tatiana Sergeevna – Senior Lecturer of the Department of Integrated Computer Technologies and Systems of the Faculty of Secondary Vocational Education of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tarina1986@gmail.com

Obrozhkov Oleg Andreevich – Post-graduate Student of the Department of General and Theoretical Physics of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: star-alex@idknet.com

Ostrouhova Alena Anatolyevna – Master’s student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ostrouhova.aliona@yandex.ru

Pasichnik Natalya Vladimirovna – Senior Lecturer of the highest qualification category of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics,

Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: natapasichnik@yandex.ru

Pimenova Ekaterina Mikhailovna – Master’s student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: pimenovak1404@mail.ru

Pyrlya Anastasiya Yrievna – Master’s student of the Non-governmental institution-organization of higher and post-graduate professional education “Tiraspol Interregional University”.

E-mail: nasten.ka-971@bk.ru

Ryumshin Sergej Vasilievich – Master’s student of the Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: serjiniotc@gmail.com

Safronov Yuri Mikhailovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: suim@rambler.ru

Senokosova Lyudmila Grigorievna – Professor, Head of the Department of Economic Theory and World Economy of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ostrouhova.aliona@yandex.ru

Sharko Vladislav Olegovich – Master’s student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: simples_001@mail.ru

Shcherbacov Victor Alekseevich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Mathematics and Informatics of the Republic of Moldova, Head of the scientific research laboratory “Algebra and its Applications” of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: scerb@math.md

Sinelnikov Anatolii Fedorovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Pro-

fessor of the Department of Production and Repair of Cars and Road Vehicles of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI).

E-mail: sinelnikov46@inbox.ru

Stamov Ivan Grigorievich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Quantum Radiophysics and Communication Systems of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: istamov51@mail.ru

Starchuk Alexander Sergeevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of General and Theoretical Physics of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: star-alex@idknet.com

Starchuk Tatiana Ivanovna – Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: taniusic-star@yandex.ru

Stasyuk Tatiana Petrovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tatiana.stasyuk@gmail.com

Stavinsky Anatoly Sergevich – Lecturer of the Department of Technical Systems and Electrical Equipment in the Agro-industrial Complex of the Faculty of Agriculture and Technology, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: 28_03_91@list.ru

Tkachenko Dmitry Viktorovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Quantum Radiophysics and Communication Systems of the Faculty of Physics and

Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: dvtkachenko51@mail.com

Tolmacheva Irina Vilievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit of the Faculty of Economics, Vice-Rector for Scientific and Innovative Work, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: robotapgu@rambler.ru

Tsurkan Anjela Aleksandrovna – Associate Professor of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fikys67@mail.ru

Tyagulskaya Ludmila Anatolievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Software Engineering of the Rybnitsa's branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tla.ki@list.ru.

Ustimenko Svetlana Alekseevna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Operation of Technological Equipment, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: sveta_ustim@mail.ru

Vasiliev Vitalyi Vasilievich – Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: florina_of@mail.ru.

Vasilieva Olga Fedorovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Quantum Radiophysics and Communication Systems of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: florina_of@mail.ru.

Vasilyeva Elena Aleksandrovna – Senior Lecturer of the Department of Electrotechnological Equipment, Engineering-Tech-

tical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: Alena1971_88@bk.ru

Vataman Inna Valerievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vinnav@mail.ru

Vornicescu Galina Ivanovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis and Applications of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vornicescu@gmail.com

Voziyan Anna Sergeevna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ani4ka-98@mail.ru

Yakovenko Elena Grigorievna – Lecturer of the Department of Automation of Technological Processes and Productions, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: burmenco@mail.ru

Yakubov Oleg Vitalievich – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: yakuubovid@bk.ru

Zapolskaya Olga Yurievna – Senior Lecturer of the Department of Algebra, Geometry and Methods of Teaching Mathematics of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: olia1401@mail.ru

Zelenin Nikolay Valerievich – Senior Lecturer of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics,

Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: gu_zelenin@mail.ru

Zhelauk Valentina Iurevna – Master's student of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vale4ka98@mail.ru

Zhigareva Elena Leonidovna – Senior Lecturer of the highest qualification category of the Department of Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: mollitia-tir2010@mail.ru

Zinchenko Sergey Vladimirovich – Lecturer of the Department of Information Technologies and Automated Control of Production Processes, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: seregagranto@gmail.com

Zingan Anna Petrovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Quantum Radiophysics and Communication Systems of the Faculty of Physics and Mathematics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: zingan.anna@mail.ru

Zuev Alexander Anatolyevich – Senior Lecturer of the Department of Production and Operation of Technological Equipment of the Faculty of Secondary Vocational Education, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: magic_z@mail.ru

Zvonky Vitaly Georgievich – Head of the Department of Automation of Technological Processes and Productions, Engineering-Technical Institute of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: mr.zvonkiy@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

<i>С. И. Берил, А. С. Старчук, О. А. Обручков.</i> ЭКСИТОНЫ ВАНЬЕ – МОТТА В КВАНТОВОЙ ЯМЕ (δ -СЛОЕ) В ТРЕХСЛОЙНОЙ ПОЛЯРНОЙ ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ.....	3
<i>И. Г. Стамов, Д. В. Ткаченко.</i> ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПЕРЕНОС ЗАРЯДА В ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ n -ТИПА ДИФОСФИДОВ ЦИНКА И КАДМИЯ.....	15
<i>О. В. Коровай, А. В. Коровай, В. В. Ляховой.</i> СТРУКТУРА МОД В СИММЕТРИЧНОМ НЕЛИНЕЙНОМ ПЛАНАРНОМ ВОЛНОВОДЕ С LHM И RHM СЕРДЦЕВИНОЙ.....	26
<i>О. Ф. Васильева, А. П. Зинган, В. В. Васильев.</i> НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ДИПОЛЯРИТОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ МИКРОРЕЗОНАТОРЕ.....	34
<i>А. П. Зинган, О. Ф. Васильева.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ КОНВЕРСИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАУССОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В СИСТЕМЕ АТОМОВ ДВУХ СОРТОВ.....	47
<i>Н. Н. Малютина, В. А. Щербаков.</i> КРИПТОАНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПОТОКОВЫХ ШИФРОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ n -АРНЫХ ГРУППОИДОВ, ОБРАТИМЫХ НА i -М МЕСТЕ.....	62
<i>И. А. Флоря, Н. Н. Дидурик.</i> ЭЛАСТИЧНЫЕ КВАЗИГРУППЫ.....	74
<i>Г. И. Ворническу, С. А. Алещенко.</i> СИМВОЛЫ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СО СДВИГОМ В СЛУЧАЕ НЕОГРАНИЧЕННОГО КОНТУРА.....	80
<i>С. А. Алещенко, Г. И. Ворническу.</i> ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ.....	86

ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

<i>Ф. Ю. Бурменко, В. Г. Звонкий, Е. В. Юрченко, Д. Н. Мельниченко, Е. Г. Яковенко.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ.....	94
<i>А. С. Янута, Н. И. Корнейчук, А. Ф. Синельников.</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ Fe–Cr ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ.....	101
<i>А. Н. Котомчин, А. И. Артёмов.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ.....	107
<i>А. Н. Котомчин, Н. И. Корнейчук.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗОЛОТНИКОВ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ P-80 ХРОМИРОВАНИЕМ.....	113

<i>А. В. Димогло, С. Ю. Косаченко, А. С. Ставинский.</i> АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	120
<i>Г. В. Клинк, В. А. Антюхов, А. И. Бучацкий.</i> ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ . .	125
<i>В. С. Михайлов, А. В. Димогло, Ф. Ю. Бурменко, В. Г. Звонкий, Е. Г. Яковенко.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ	133
<i>С. А. Устименко, А. А. Зуев, Д. Н. Мельниченко, Д. Ю. Бурменко.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ СКОРЛУПЫ ПЛОДОВ ОРЕХОВ	140
<i>С. Г. Федорченко, Г. С. Федорченко, С. В. Рюмишин.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	144
<i>С. Г. Федорченко, Н. Н. Кошеру.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПУНКТА ПРОПУСКА	149
<i>С. П. Маручек.</i> ФИЗИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АКУПУНКТУРНОЙ СИСТЕМЫ МЕРИДИАН ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА	153
<i>И. И. Иванов, С. А. Устименко.</i> МОТИВАЦИЯ НА ОБУЧЕНИЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»	163
<i>Е. Н. Аксенов, О. М. Фурдуй.</i> ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОРГАНИЗАЦИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	168
<i>А. В. Деткова.</i> МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.	173
<i>Т. В. Боунегру, Е. И. Андрианова, А. Г. Майстренко.</i> НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	178
<i>Е. В. Андриян, Т. С. Новакова.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ, ОБРАБОТКИ И ПУБЛИКАЦИИ ЦИФРОВОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИИ»	183
<i>Н. С. Цыкалюк, Т. С. Новакова.</i> РОЛЬ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ»	187
<i>Л. А. Тягульская, Е. С. Гарбузняк.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА	194
<i>Т. И. Боровик, Н. И. Боровик, А. В. Костантиновская.</i> КОНКУРС ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА КАК МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕСТИЖА РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ	201
<i>Е. А. Васильева, Е. Б. Лукашевич.</i> ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ В ХОДЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	205
<i>С. В. Зинченко, Ю. В. Балашова.</i> ОБЛАЧНАЯ РАЗРАБОТКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ	213

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

<i>Л. Г. Сенокосова, А. А. Остроухова.</i> ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА МОЛОДЫХ СЕМЕЙ В ПРИОБРЕТЕНИИ ЖИЛЬЯ В ПМР	217
<i>Н. Ю. Муравьева, Т. А. Албук.</i> СИСТЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ И ЕГО УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ: КРАТКИЙ ОБЗОР	224
<i>Н. Н. Дмитриева, В. Ю. Желаяк.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАЛОГОВОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ	231
<i>И. В. Толмачева, Е. А. Бондаренко.</i> ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА	237
<i>И. В. Толмачева, А. В. Кушниренко.</i> ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	242
<i>Ю. М. Сафронов, О. В. Якубов.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	247
<i>И. В. Ватаман, А. С. Киприян.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ	252
<i>И. В. Ватаман, В. О. Шарко.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ РЕСУРСОВ	258
<i>В. В. Лабунский, Л. Г. Сенокосова.</i> ВЛИЯНИЕ СОВОКУПНОГО СПРОСА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ	263
<i>Ю. М. Сафронов, А. С. Демьянов.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМЫ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ	270
<i>Е. И. Беляя, Т. И. Старчук, О. Ю. Запольская.</i> ПРИМЕР АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА НА ТЕКУЩИЙ И ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОДЫ	274
<i>Т. П. Стасюк, Л. С. Логинова, Е. М. Пименова.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТАНОВКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В КОМПАНИЯХ	284
<i>Ю. В. Каприян, Е. В. Мелека.</i> СУЩНОСТЬ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ	288
<i>Е. В. Корниевская, О. А. Китер.</i> ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ И ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	293
<i>Т. П. Стасюк, Д. С. Медеян.</i> ОБЗОР НЕКОТОРЫХ МЕТОДИК АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА	299
<i>В. Г. Чепель, Е. А. Ляшкова.</i> ОБЗОР МЕТОДИК АНАЛИЗА СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА ФИРМЫ	303
<i>Н. В. Пасичник, Л. А. Кононова.</i> МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА	307
<i>С. А. Чухненко, А. А. Цуркан.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ	314

<i>Н. Ю. Муравьева, А. С. Возиян, Е. С. Караман.</i> КОНТЕНТ-АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	318
<i>А. Ю. Пырля.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ГУИПП «БЕНДЕРСКАЯ ТИПОГРАФИЯ «ПОЛИГРАФИСТ»	325
<i>А. А. Бесягина, А. А. Цуркан.</i> БУХГАЛТЕРСКАЯ ОТЧЕТНОСТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ	331
<i>Е. Л. Жигарева, Н. В. Пасичник.</i> БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ ОПЕРАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ИМПОРТОМ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ	334
<i>Н. В. Зеленин.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СУЖДЕНИЯ БУХГАЛТЕРА И АУДИТОРА, СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ	340
<i>Н. В. Зеленин.</i> КОНЦЕПЦИЯ ДОСТОВЕРНОГО И ДОБРОСОСОВЕСТНОГО ВЗГЛЯДА, КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СУЖДЕНИЯ БУХГАЛТЕРА	347

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, зарегистрированных в Министерстве юстиции Приднестровской Молдавской Республики	354
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	364

Научно-методический журнал

ВЕСТНИК ПРИДНЕСТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Серия: **Физико-математические и технические науки**

Редакторы: *Е. Ю. Кривошеева, А. С. Гузун*
Компьютерная верстка *А. Н. Федоренко*
Переводчик *Д. В. Мазур*

ИЛ № 06150. Сер. АЮ от 21.02.02.
Подписано в печать 21.12.2021. Формат 70×100/16.
Уч.-изд. л. 23,75. Усл. печ. л. 30,65. Заказ № 1122.

Изд-во Приднестр. ун-та. 3300, г. Тирасполь, ул. Мира, 18.
Электронное издание