

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(54), 2016

Выходит три раза в год

Тирасполь

*Издательство
Приднестровского
Университета*

2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

Г.И. САНДУЦА, ректор ПГУ
(ответственный редактор)

И.К. СТРАТИЕВСКАЯ, проректор по научной работе
(зам. ответственного редактора)

Н.В. МЯСНИКОВА, начальник Управления научной деятельности ПГУ
(ответственный секретарь)

С.В. ОЛЕЙНИКОВ, директор Изд-ва Приднестр. ун-та

П.И. ХАДЖИ, д-р физ.-мат. наук, проф.
Ю.А. ДОЛГОВ, д-р техн. наук, проф.
А.И. ДИКУСАР, д-р хим. наук, проф.
Л.Г. СЕНОКОСОВА, д-р экон. наук, проф.
Ф.Ю. БУРМЕНКО, канд. техн. наук, доц.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко. Вестник Приднестровского университета / Приднестровский гос. ун-т. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2016
Сер.: Физико-математические и технические науки: № 3(54), 2016. – 204 с.
ISSN 1857-1174

5:378.4(478-24)(082)

П 71

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

© ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2016

ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

УДК 538.915

ЛЕВИТИРУЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОЛЯРОНЫ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ПРОБЛЕМЕ ПОЛЯРОНА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОЙ СВЯЗИ

С.И. Берил, А.С. Старчук, Ю.А. Баренгольц

Изучается вопрос об образовании связанного состояния левитирующего полярона над пленкой жидкого гелия на полярной подложке. Рассматривается несколько моделей электрон-фононной связи – от слабой до сильной – с образованием лунки на поверхности гелия. Результаты численных расчетов позволяют сделать выводы о критериях фазового перехода левитирующего полярона.

Ключевые слова: левитирующий полярон, фазовый переход, электрон-фононное взаимодействие, связанные состояния электрона над пленкой жидкого гелия, эффективная масса, подвижность полярона.

LEVITATE SURFACE POLARONS. RESEARCH OF PHASE TRANSITIONS IN THE POLARON PROBLEM OF ARBITRARY ELECTRON-PHONON CONNECTION

S.I. Beril, A.S. Starchuk, Yu.A. Barengol'ts

The article explores the problem about the formation of bound state of levitate polaron over the film of helium fluid on polar backing. We consider several electron-phonon models – from weak to strong with hole formation on the helium surface. The results of calculations allow to make the conclusions about criteria of phase transitions of levitate polaron.

Keywords: levitating polaron, phase transition, electron-phonon interaction, electron bound state over the film of helium fluid, effective mass, electron mobility.

Реальный кристалл представляет собой сложную систему с большим числом точечных и протяженных, нейтральных и заряженных дефектов решетки. Эффекты электрон-фононного взаимодействия в них маскируются многочисленными другими взаимодействиями электрона. Поэтому экс-

периментальное исследование взаимодействия свободного (зонного) электрона с наведенной им поляризацией кристалла как функции силы электрон-фононной связи является непростой задачей. Сила электрон-фононной связи, определяемая константой электрон-фононного взаимодействия α

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar} \left(\frac{1}{\epsilon_\infty} - \frac{1}{\epsilon_0} \right) \left(\frac{m^*}{2\hbar\omega_0} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

зависит от параметров ϵ_∞ , ϵ_0 – высокочастотной и статической диэлектрических проницаемостей среды; m^* – эффективной массы электрона; ω_0 – частоты колебаний продольных оптических колебаний фононов, которые являются константами для данного кристалла, поэтому охватить весь диапазон значений α , включая области слабой, промежуточной и сильной электрон-фононной связи, в одном кристалле в принципе невозможно.

В настоящей работе рассматривается система, которая позволяет реализовать экспериментально изменение силы электрон-фононной связи в широком диапазоне (т. е. в интервале от $\alpha \ll 1$ до $\alpha \gg 1$) и провести прецизионные измерения энергии поляронных состояний в зависимости от силы электрон-поляризационного взаимодействия. Эта система представляет собой левитирующий электрон над поверхностью пленки жидкого гелия, нанесенной на сильно полярную диэлектрическую подложку. Взаимодействие левитирующего электрона с поверхностными оптическими колебаниями подложки превращает его в левитирующий полярон. В этой системе взаимодействие электрона с наведенной им инерционной поляризацией на поверхности кристалла можно характеризовать эффективной константой α_{eff} :

$$\alpha_{eff} = \alpha \frac{R_S}{d}, \quad (2)$$

где $R_S = \left(\frac{\hbar}{2m^* \omega_{SO}} \right)^{1/2}$ – радиус поверхностного полярона; ω_{SO} – частота поверхностных оптических фононов; d – толщина пленки жидкого гелия.

Поскольку левитирующий полярон отталкивается от поверхности пленки жидкого гелия, то, плавно изменяя ее толщину, возможно изменять силу электрон-фононной связи от слабой – при больших d ($d \gg R_S$) до сильной – при малых d ($d \lesssim R_S$), плавно проходя весь диапазон значений α , т. е. экспериментально реализовать на одном полярном кристалле весь диапазон электрон-фононной связи.

Это позволяет корректно ответить на вопрос, опираясь на эксперимент: каким образом происходит переход полярона из «почти свободного» в «сильно связанный» (локализованный) – плавно или скачком (фазовый переход)?

1. Электрон над поверхностью пленки жидкого гелия, нанесенной на полярную подложку

Задача о взаимодействии свободного электрона с наведенной им поляризацией на контакте двух сред известна как задача о потенциале изображения (потенциале самовоздействия [1–3]).

В работах [4–15] была предложена уникальная система, в которой потенциал самовоздействия играет определяющую роль в возникновении связанных поверхностных состояний. Речь идет о свободном электроде, помещенном на поверхность диэлектрика, обладающего отрицательным электронным сродством (кроме жидкого гелия это могут быть Ne, H₂, D₂ – жидкие и твердые [4]). Для жидкого гелия потенциальный барьер на границе с вакуумом значителен и достигает 1 эВ. Диэлектрическая проницаемость He₄: $\epsilon \approx 1,0572$. Силы самовоздействия создают для электрона у поверхности мелкую потенциальную яму:

$$U_{ie} = -\frac{e^2(\epsilon - 1)}{16\pi\epsilon_0 z(\epsilon + 1)}, \quad (3)$$

а потенциальный барьер на поверхности гелия ограничивает его движение областью $z > 0$. В этой одномерной потенциальной яме возникают стационарные состояния, энергия и радиус которых легко находятся из решения уравнения Шредингера с одномерным кулоновским потенциалом (3) и бесконечным барьером [3–5, 9]:

$$E_n = -\frac{\kappa^2 m_0 e^4}{2\hbar^2 n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

$$\langle z \rangle = \bar{z}_0 = \frac{\hbar^2}{\kappa m_0 e^2}, \quad (5)$$

$$\kappa = \frac{(\varepsilon - 1)^2}{16\pi\varepsilon_0(\varepsilon + 1)^2}.$$

Для He_4 $E_n \sim (6,6 \cdot 10^{-4} / n^2)$ эВ, а радиус состояния $\bar{z}_0 \sim 10$ нм. Разность между уровнями энергий можно существенно увеличить, а радиус состояния – уменьшить, прижимая электроны к поверхности гелия электрическим полем. Состояния левитирующего электрона весьма подробно изучены теоретически и исследованы экспериментально, в том числе исследована система с конечной толщиной гелиевой пленки и учтен вклад подложки в потенциальную энергию самовоздействия [4–5].

Если пленка жидкого гелия нанесена на твердую подложку, то влияние последней на левитирующие электроны эквивалентно прижимающему электрическому полю. Для гомеоплярной подложки, на которую нанесена пленка He_4 с $d \sim 10$ нм, напряженность электрического поля достигает 100 ед. СГСЭ ($3 \cdot 10^5$ В/м). Такие состояния рассматривались во многих теоретических работах (см. обзор [4]). Поскольку поляризация, индуцированная левитирующим электроном в подложке, является быстрой (плазмоны валентных электронов), то она безынерционно следует за движущимся электроном, и взаи-

модействие с ней может быть описано на основе уравнений классической электродинамики.

Принципиально новая ситуация возникает, когда подложкой служит полярный кристалл. В этом случае электрон взаимодействует с поверхностными полярными оптическими колебаниями на границе жидкого гелия и подложки и превращается в левитирующий полярон [10].

2. Гамильтониан левитирующего электрона над пленкой жидкого гелия, нанесенной на полярную подложку

Рассмотрим систему (рис. 1), гамильтониан которой включает в себя кинетическую энергию электрона, энергию поверхностных оптических колебаний полярной подложки, энергию $U_{SA}(z)$ взаимодействия электрона с индуцированной им безынерционной поляризацией в пленке жидкого гелия и в подложке, энергию взаимодействия электрона с поверхност-

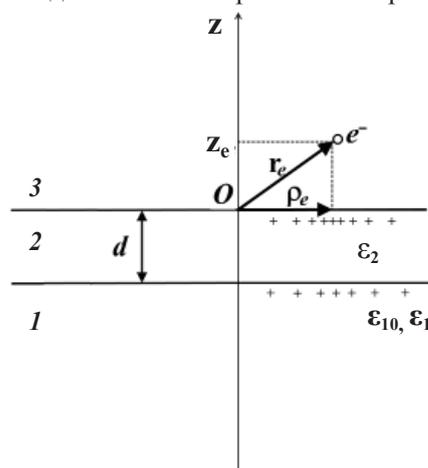


Рис. 1. Электрон в вакууме (3) над пленкой жидкого гелия (2) на полярной подложке (1): ε_2 – диэлектрическая проницаемость пленки гелия; $\varepsilon_{10}, \varepsilon_1$ – соответственно статическая и высокочастотная диэлектрические проницаемости полярной подложки

ными оптическими колебаниями подложки \hat{H}_{e-ph}^S , а также потенциальную энергию барьера $U_B(z)$ на контакте вакуум–пленка He_4 :

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}_\perp^2}{2m_\perp} + \frac{\hat{p}_\parallel^2}{2m_\parallel} + \hat{H}_{ph}^S + \hat{H}_{e-ph}^S + U_{SA}(z) + U_B(z). \quad (6)$$

Ось z системы координат перпендикулярна поверхности пленки, а плоскость xOy совпадает с границей раздела подложка–жидкий гелий (см. рис. 1 и 2):

$$U_{SA}(z) = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0} \int_0^\infty \frac{e^{-2\eta z} (\epsilon_1 - (\epsilon_1 - 1)\epsilon_2 \text{cth} \eta d - \epsilon_2^2)}{\epsilon_1 + (\epsilon_1 + 1)\epsilon_2 \text{cth} \eta d + \epsilon_2^2} d\eta. \quad (7)$$

(Выражение для $U_{SA}(z)$ получено в работе [10] методом теории потенциала; ϵ_1 и ϵ_2 – высокочастотные диэлектрические проницаемости подложки и гелия соответственно.)

$$\hat{H}_{ph}^S = \sum_{\mathbf{\eta}} \hbar\omega_S; \quad (8)$$

$$\hat{H}_{e-ph}^S = \sum_{\mathbf{\eta}} V_S(\eta) e^{i\mathbf{np}} e^{-(z-d)} (\hat{b}_{-\mathbf{\eta}} + \hat{b}_{\mathbf{\eta}}); \quad (9)$$

$$U_B(z) = \begin{cases} U_0, & 0 \leq z \leq d, \\ 0, & z > d. \end{cases} \quad (10)$$

Квадрат модуля константы электрон-фононного взаимодействия $|V_S(\eta)|^2$ приведен в работе [10] и имеет вид:

$$|V_S(\eta)|^2 = \frac{1}{S} \frac{4\pi\alpha_S (\hbar\omega_S)^2 F_S R_S}{\eta}, \quad (11)$$

$$\alpha_S = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 \hbar\omega_S R_S (\text{cth} \eta d + 1)} \left(\frac{1}{\epsilon_1 + 1} - \frac{1}{\epsilon_{10} + 1} \right). \quad (12)$$

Здесь:

$$\omega_S^2 = \omega_{TO}^2 \left(\frac{\epsilon_{10} + 1}{\epsilon_1 + 1} \right), \quad F_S = e^{-2\eta d} (\text{cth} \eta d + 1).$$

Как было показано в [10], слой гелия слабо влияет на взаимодействие электрона с поверхностными оптическими фононами полярной подложки, выражение для энергии \hat{H}_{e-ph}^S имеет такой же вид, как и для контакта полярный кристалл – вакуум.

3. Левитирующий полярон слабой и промежуточной связи

Гамильтониан левитирующего электрона над пленкой жидкого гелия на полярной подложке может быть представлен в виде

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}_\perp^2}{2m_\perp} + \frac{\hat{p}_\parallel^2}{2m_\parallel} + U_{SA}(z) + U_S(z) + U_B(z). \quad (13)$$

Потенциал $U_S(z)$, создаваемый поверхностными оптическими фононами, определим, используя второй порядок теории возмущений и адиабатическое приближение (движение вдоль оси z считается медленным, а в плоскости xOy – быстрым) [10]:

$$U_S(z) = \sum_{\mathbf{\eta}} \frac{|V_S(\eta)|^2 e^{-2\eta z}}{\hbar\omega_S + \frac{\hbar^2 \eta^2}{2m_\perp} - \frac{\hbar \mathbf{\eta p}_\perp}{2m_\perp}}. \quad (14)$$

Переходя в (14) от суммирования к интегрированию и полагая $\mathbf{p}_\perp = 0$, для потенциала $U_S(z)$ получаем следующее выражение:

$$U_S(z) = -2\alpha_S \hbar\omega_S R_S \int_0^\infty \frac{e^{-2\eta(z-d)}}{1 + R_S^2 \eta^2} d\eta. \quad (15)$$

Вариационную энергию основного состояния E_0 левитирующего полярона можно вычислить используя вариационную волновую функцию:

$$\Psi(z) = \begin{cases} 2\beta^{3/2} (z-d) e^{-\beta z}, & z \geq d, \\ 0, & z < d, \end{cases} \quad (16)$$

где β – вариационный параметр (рис. 2).

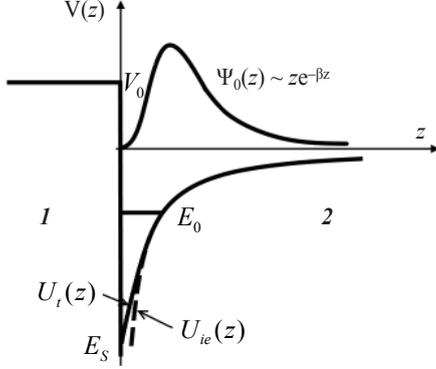


Рис. 2. Профиль потенциала на контакте жидкий гелий (1) – вакуум (2): V_0 – потенциальный барьер на поверхности He ($V_0 \sim 1$ эВ); E_0 , $\Psi_0(z)$ – энергия основного состояния и соответствующая этому состоянию собственная волновая функция левитирующего полярона; $U_{ie}(z)$, $U_i(z)$ – электронная часть потенциала изображения; E_S – энергия поверхностного полярона

Тогда

$$E_0(\beta, d) = \langle \Psi(z) | \hat{H} | \Psi(z) \rangle = \frac{\hbar^2 \beta^2}{2m_{\perp}} + \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 R_S} \int_0^{\infty} \frac{\epsilon_1 - (\epsilon_1 - 1)\epsilon_2 \operatorname{cth}(xd/R_S) - \epsilon_2^2}{\epsilon_1 + (\epsilon_1 + 1)\epsilon_2 \operatorname{cth}(xd/R_S) + \epsilon_2^2} \times \frac{dx}{(1 + x/(\beta R_S))^3} - 2\alpha_S \hbar \omega_S \int_0^{\infty} \frac{e^{-2xd/R_S} dx}{(1 + x^2)(1 + x/\beta R_S)^3}. \quad (17)$$

Отметим, что из выражения (17) (без потенциальной энергии самовоздействия) в пределе $m_{\perp} \rightarrow \infty$; $\beta \rightarrow \infty$; $d \rightarrow 0$ следует выражение для энергии основного состояния двумерного поверхностного полярона:

$$E_{zd}^S \equiv E_0(\infty, 0) = -\frac{\pi}{2} \alpha_S \hbar \omega_S. \quad (18)$$

Представляя выражение для энергии левитирующего поверхностного полярона в виде разложения по степеням \mathbf{p}_{\perp} и ограничиваясь квадратичным членом, получаем

$$E(\hat{p}_{\perp}) = E_0(\beta, d) + \frac{p_{\perp}^2}{2m_p}, \quad (19)$$

где m_p – эффективная масса левитирующего электрона, для которой получено следующее выражение:

$$\frac{m_p}{m_0} = 1 + \frac{2\alpha_S \hbar}{m_0 \omega_S R_S^2} \int_0^{\infty} \frac{x^2 e^{-2xd/R_S} dx}{(1 + x^2)(1 + x/(\beta_m R_S))^3}. \quad (20)$$

Здесь β_m – значение параметра β , соответствующее минимуму функционала энергии основного состояния левитирующего полярона.

4. Левитирующий полярон сильной электрон-фононной связи

В приближении сильной электрон-фононной связи наравне с локализацией электрона у поверхности вдоль оси z учитывается и локализация в плоскости xOy . Вариационную волновую функцию выбираем в виде

$$\Psi_0(p, z) = \left(\frac{8\gamma^2 \beta^3}{\pi} \right)^{1/2} \exp(-\gamma^2 \rho^2 - \beta z), \quad (21)$$

где β и γ – вариационные параметры.

Для получения вариационного функционала энергии основного состояния необходимо выполнить усреднение гамильтониана (13) на волновой функции (21), а затем провести унитарное преобразование

$$\hat{S} = \exp \sum_{\eta} (f_{\eta} \hat{b}_{\eta}^{\dagger} - f_{\eta}^* \hat{b}_{\eta}) |0\rangle. \quad (22)$$

Здесь f_{η} и f_{η}^* – вариационные амплитуды смещения операторов фононных мод.

Выполняя стандартную вариационную процедуру, получаем выражение для вариационной энергии основного состояния левитирующего полярона сильной связи:

$$E_0^{(sc)}(\beta, \gamma) = \frac{\hbar^2}{2m_{\perp}}(\beta^2 + 2\gamma^2) - \frac{2\alpha_s \hbar \omega_s R_s}{d} J_1(\beta, \gamma) + \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 d} J_2(\beta, \gamma), \quad (23)$$

где введены следующие обозначения:

$$J_1(\beta, \gamma) = \int_0^{\infty} \frac{\exp\left(-2x - \frac{x^2}{4\gamma^2 d^2}\right)}{(1+x/(2\beta d))^6} dx, \quad (24)$$

$$J_2(\beta, \gamma) = \int_0^{\infty} \frac{\epsilon_1 - (\epsilon_1 - 1)\epsilon_2 \operatorname{cthx} - \epsilon_2^2}{\epsilon_1 + (\epsilon_1 + 1)\epsilon_2 \operatorname{cthx} + \epsilon_2^2} \times \frac{dx}{(1+x/(\beta d))^3}. \quad (25)$$

5. Энергия основного состояния левитирующего полярона в приближении треугольного потенциала

Особый интерес представляет рассмотрение проблемы левитирующего полярона, когда потенциальную энергию электрона над поверхностью гелиевой пленки на полярной подложке можно аппроксимировать линейной зависимостью от координаты z («треугольный потенциал»). Этот случай имеет место, когда среднее расстояние от электрона до подложки \bar{z}_0 порядка толщины пленки жидкого гелия. Тогда вследствие слабого взаимодействия электрона с пленкой жидкого гелия ($\epsilon_2 - 1 \approx 0,057$) критериальные условия для этого приближения выполняются.

Рассмотрим слагаемые потенциальной энергии $U_{SA}(z)$ и $U_S(z)$. Результат интегрирования выражения для $U_{SA}(z)$ (выражение (7)) удобно представить в виде

$$U_{SA}(z) = -\frac{\Lambda_0}{z'} - \Lambda_1 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-a)^{n-1}}{z' + nd}, \quad z' = z - d, \quad (26)$$

где

$$\Lambda_0 = \frac{e^2(\epsilon_2 - 1)}{16\pi\epsilon_0(\epsilon_2 + 1)}; \quad (27)$$

$$\Lambda_1 = \frac{e^2\epsilon_2(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{4\pi\epsilon_0(\epsilon_2 + 1)^2(\epsilon_1 + \epsilon_2)}; \quad (28)$$

$$a = \frac{(\epsilon_1 - 1)(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)(\epsilon_2 + 1)} > 0. \quad (29)$$

Из выражения (29) видно, что поскольку $a \ll 1$, в выражении (26) достаточно сохранить вклад с $n = 1$:

$$U_{SA}(z) \approx -\frac{\Lambda_0}{z'} - \frac{\Lambda_1}{z' + d} \approx -\frac{\Lambda_0}{z'} - \frac{\Lambda_1}{d} + \frac{\Lambda_1}{d^2} z'. \quad (30)$$

Первое слагаемое в правой части (30) описывает взаимодействие электрона с пленкой жидкого гелия, а второе – с подложкой.

В выражении для потенциальной энергии взаимодействия электрона с поверхностными оптическими колебаниями подложки (15) при $d/R_s > 1$ основную роль играет область малых x , поэтому

$$U_S(z) \cong -\alpha_s \hbar \omega_s \int_0^{\infty} \frac{\exp(-2dx/R_s)(1+2xz/R_s)}{1+x^2} dx = -2\alpha_s \hbar \omega_s S_1\left(\frac{2d}{R_s}\right) + \frac{4\alpha_s \hbar \omega_s}{R_s} z S_2\left(\frac{2d}{R_s}\right), \quad (31)$$

где

$$S_1(x) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-xt}}{1+t^2} dt = \operatorname{Ci}(x) \sin x - \operatorname{Si}(x) \cos x; \quad (32)$$

$$S_2(x) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-xt} t dt}{1+t^2} dt = -\operatorname{Ci}(x) \cos x - \operatorname{Si}(x) \sin x. \quad (33)$$

Здесь $\text{Si}(x)$ и $\text{Ci}(x)$ – соответственно интегральные синус и косинус.

Тогда с учетом (31)–(33) выражение для полной потенциальной энергии может быть представлено в виде

$$U(z) \approx U_{sd}(z) + U_s(z) = -\frac{\Lambda_0}{z'} - \frac{\tilde{\Lambda}_1}{d} + \tilde{F}_{eff} z. \quad (34)$$

Здесь

$$\tilde{\Lambda}_1 = \Lambda_1 + \alpha_s \hbar \omega_s S_1 \left(\frac{2d}{R_s} \right); \quad (35a)$$

$$\tilde{F}_{eff} = F_{ex} + \frac{\Lambda_1}{d} + \frac{2\alpha_s \hbar \omega_s}{d} S_2 \left(\frac{2d}{R_s} \right), \quad (35b)$$

где \tilde{F}_{eff} и F_{ex} – внешнее и эффективное поляризованное электрические поля соответственно, действующие на левитирующий полярон со стороны пленки жидкого гелия и подложки.

Принимая во внимание, что $\epsilon_2 - 1 \ll 1$, $\Lambda_0 \rightarrow 0$, первым членом в правой части (34) можно пренебречь. Тогда уравнение Шредингера с потенциалом (34) имеет точное решение:

$$\tilde{E}_n = -\frac{\tilde{\Lambda}_1}{d} + \left(\frac{\hbar}{2m^*} \right)^{1/3} \tilde{F}_{eff}^{2/3} \left(\frac{3\pi}{2} \left(n + \frac{3}{4} \right) \right)^{2/3}, \quad (36)$$

$$n = 0, 1, 2, \dots;$$

$$\Psi_n = -\frac{(2m^*)^{1/3}}{\sqrt{\pi \tilde{F}_{eff}^{1/6} \hbar^{2/3}}} \text{Ai} \left(\left(\frac{2m^* \tilde{F}_{eff}}{\hbar^2} \right)^{1/3} \left(z - \frac{\tilde{E}_n}{\tilde{F}_{eff}} \right) \right), \quad (37)$$

где $\text{Ai}(x)$ – функция Эйри.

Расчет энергии основного состояния левитирующего полярона для различных полярных подложек проводился по формулам (17), (23) и (36) численно. На рис. 3 представлены зависимости энергий основного состояния E_0 от толщины пленки гелия для подложек: а – CdTe, б – CdS, в – KI, г – LiF. Кривая 1 соответствует слабой связи (17), кривая 2 – сильной связи (23), кривая 3 – расчету по формуле (36), полученной в приближении треугольного потенциала; кривая 4 – по формуле (40); кривая 5 – по формуле (47) для полярона в лунке

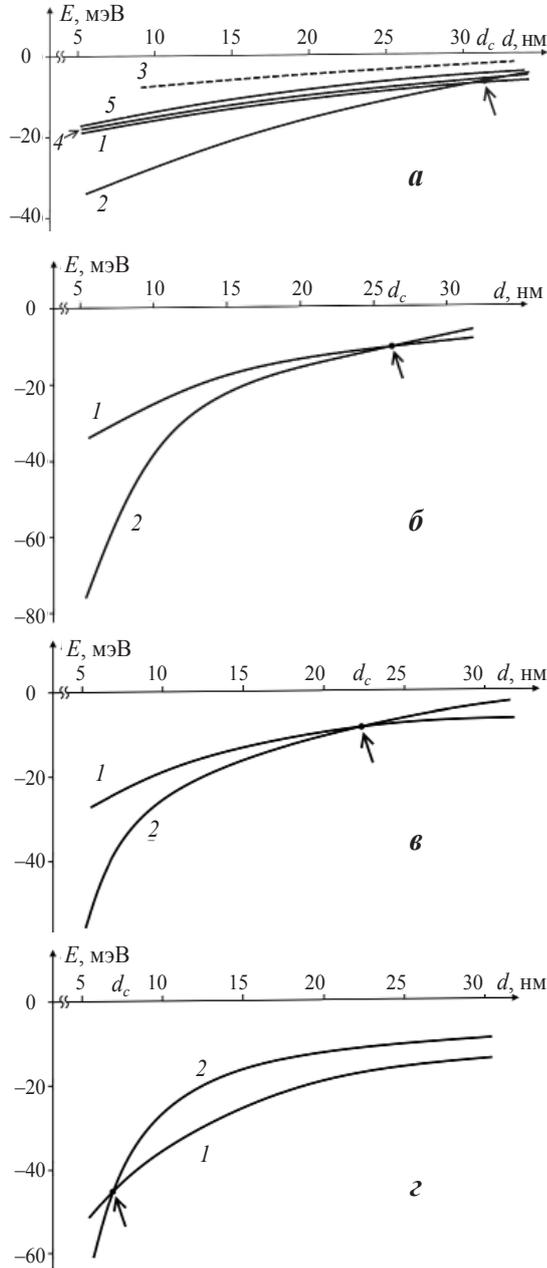


Рис. 3. Зависимости энергий основного состояния E_0 от толщины пленки гелия для подложки CdTe (а), CdS(б), KI(в), LiF(г). Кривая 1 соответствует слабой связи (17), кривая 2 – сильной связи (23), кривая 3 – расчету по формуле (36), полученной в приближении треугольного потенциала; кривая 4 – по формуле (40); кривая 5 – по формуле (47) для полярона в лунке

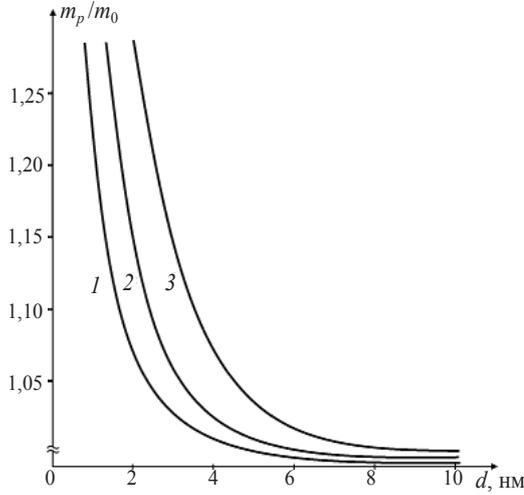


Рис. 4. Зависимости полярной эффективной массы от толщины слоя жидкого гелия для различных подложек: 1 – LiF, 2 – KI, 3 – RbI. Расчет проводился по формуле (20)

слабой связи (17), 2 – сильной связи (23), кривая 3 соответствует расчету по формуле (36), полученной в приближении треугольного потенциала. На рис. 4 приведены зависимости полярной эффективной массы от толщины слоя жидкого гелия для различных подложек: 1 – LiF, 2 – KI, 3 – RbI. Расчет проводился по формуле (20).

6. Полярон сильной электрон-фононной связи в лунке

Локализованный на поверхности пленки гелия полярон сильной связи неизбежно обуславливает появление лунки. Этот вывод следует из анализа вкладов в энергию системы при образовании лунки. Иницирующий появление лунки вклад обусловлен увеличением энергии связи при смещении волнового облака электрона по направлению подложки. Если обозначить глубину лунки $h(r)$, то этот вклад должен быть пропорционален некоторому усредненному значению, т. е. линеен по h .

Появление лунки сопровождается увеличением площади поверхности гелия ΔS и ростом поверхностной энергии $\sigma \Delta S$, где σ – коэффициент поверхностного натяжения гелия. Поскольку

$$\Delta S = 2\pi \int_0^{\infty} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{dh}{dr} \right)^2} - 1 \right) r dr \quad (38a)$$

для лунки с осевой симметрией, то при малой ее глубине получаем

$$\Delta S = \pi \int_0^{\infty} \left(\frac{dh}{dr} \right)^2 r dr \sim h^2. \quad (38b)$$

Образование лунки связано с работой по переносу массы гелия из объема на поверхность, совершаемой против сил тяжести и ван-дер-ваальсовских сил взаимодействия гелия с подложкой:

$$dU = \frac{1}{2} \Delta m(r) h(r) = \frac{1}{2} \rho (g + \tilde{f}) h^2(r) 2\pi r dr, \quad (39)$$

где g и \tilde{f} – ускорения силы тяжести и силы Ван-дер-Ваальса соответственно ($\tilde{f} = 3f/\rho d^4$; ρ – плотность He_4).

Итак, при образовании лунки отрицательный вклад $\sim h$, а положительный $\sim h^2$, поэтому лунка образуется беспрепятственно.

Для получения энергии полярона в лунке необходимо выполнить самосогласованный расчет состояния полярона и формы лунки. Такой расчет в аппроксимации энергии взаимодействия электрона с подложкой треугольной потенциальной ямой был выполнен в работе [8]. Дополним результаты этой работы учетом полярного эффекта. Пренебрегая в (30) малым слагаемым Λ_0/z и следуя работе [8], получим для энергии основного состояния полярона в лунке

$$E_0 = -\frac{\tilde{\Lambda}_1}{d} - \frac{\tilde{F}^2}{4\pi\sigma} \left(\ln \left(\sqrt{\frac{2}{\tilde{\gamma}}} \frac{1}{\kappa L_\xi} \right) - 1 \right), \quad (40)$$

а глубина лунки

$$h(0) = -\frac{\tilde{F}}{2\pi\sigma} \ln\left(\frac{2}{\sqrt{\tilde{\gamma}\kappa\tilde{L}_\xi}\right), \quad (41)$$

где

$$\tilde{L}_\xi^2 = \frac{\sigma\hbar^2}{2m\varepsilon_0\tilde{F}^2}, \quad (42)$$

$$\kappa^2 = \frac{\rho}{\sigma}(g + \tilde{f}). \quad (43)$$

На рис. 3, а представлены результаты численного расчета по формуле (40) энергии основного состояния полярона в лунке (кривая 4) как функции толщины пленки гелия.

В случае, когда аппроксимация треугольной потенциальной ямой недостаточна, может оказаться полезным расчет с моделированием формы лунки, а не потенциала. Поскольку энергия полярона в лунке при ее малой глубине, как следует из вышеприведенных рассуждений, определяется интегральными параметрами (эффективной глубиной, радиусом), а детали формы носят второстепенный характер, то можно при отыскании минимума энергии варьировать не форму, а только параметры, считая форму заданной, что существенно облегчает исследование. Возьмем лунку в форме шарового сегмента с глубиной, определяемой по формуле

$$h(r) = h_0 \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right), \quad (44)$$

где h_0 – максимальная глубина лунки; r_0 – радиус лунки.

Вариационную волновую функцию возьмем в виде

$$\Psi(r, z) = C \begin{cases} (z + h(r)) \exp(-\gamma^2 r^2 - \beta(z + h_0)), & \text{область I,} \\ z \exp(-\gamma^2 r^2 - \beta z), & \text{область II,} \end{cases} \quad (45)$$

где область I находится внутри круга r_0 над лункой, а II – внешняя по отношению к ней часть плоскости.

Вариационная энергия вычислена из условия

$$E(\beta, \gamma, h_0, r_0) + \pi\sigma h_0^2 + \frac{1}{12}\rho(g + \tilde{f})r_0^2 h_0^2 \equiv \min. \quad (46)$$

Для упрощения расчета в начальной стадии образования лунки можно заменить r_0 на γ^{-1} и определить γ (а также β) из условия минимума $E(\beta, \gamma, h_0, r_0)|_{h_0, r_0 \rightarrow 0}$, а саму энергию после отыскания β и γ разложить по h_0 с точностью до квадратичных членов включительно:

$$\begin{aligned} & h_0^2 \left(\pi\sigma + \frac{1}{12}\rho(g + \tilde{f})r_0^2 - \frac{3\hbar^2(\beta^2 + \gamma^2)\beta^2}{2m\gamma^4 r_0^4} - \frac{e^2\gamma^2 r_0^2}{4\pi\varepsilon_0 d^3} \times \right. \\ & \times \int_0^\infty \left(\frac{x}{2} - 2\beta d \right) \frac{\varepsilon_1 - (\varepsilon_1 - 1)\varepsilon_2 \operatorname{cthx} - \varepsilon_2^2}{\varepsilon_1 + (\varepsilon_1 + 1)\varepsilon_2 \operatorname{cthx} + \varepsilon_2^2} \frac{xdx}{(1 + x/\beta d)^3} - \\ & - \frac{\alpha_s \hbar \Omega_s}{\gamma^4 r_0^2 d^4} \int_0^\infty \exp\left(-2x - \frac{x^2}{4\gamma^2 d^2}\right) \frac{x^3 dx}{(1 + x/\beta d)^5} \Big) - \\ & - h_0 \left(\frac{\hbar^2(\beta^2 + \gamma^2)}{4m\gamma^2 r_0^3} - \right. \quad (47) \\ & - \frac{e^2\gamma^2 r_0^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} \int_0^\infty \frac{\varepsilon_1 - (\varepsilon_1 - 1)\varepsilon_2 \operatorname{cthx} - \varepsilon_2^2}{\varepsilon_1 + (\varepsilon_1 + 1)\varepsilon_2 \operatorname{cthx} + \varepsilon_2^2} \frac{xdx}{(1 + x/\beta d)^3} + \\ & + \frac{2\alpha_s \hbar \Omega_s}{d^2} \int_0^\infty \left[2 + \frac{\beta x}{4\gamma^4 r_0^2 d} \left(1 + \frac{x}{2\beta d}\right) \right] \times \\ & \times \exp\left(-2x - \frac{x^2}{4\gamma^2 d^2}\right) \frac{xdx}{(1 + x/2\beta d)^6} \Big) \equiv \min. \end{aligned}$$

Минимизируя выражение (47), находим выигрыш энергии полярона при образовании лунки по отношению к энергии полярона сильной связи на плоской границе.

На рис. 3, а кривая 5 соответствует результатам расчета энергии основного состояния левитирующего полярона по формуле (47).

7. Фазовый переход левитирующего полярона

Проблеме фазовых переходов полярона посвящены многие теоретические исследования (см., например, [16–22]). Поскольку точный расчет в этой задаче невозможен, то важную роль в выяснении вопроса о характере энергии системы $E(\alpha)$ как функции α мог бы сыграть эксперимент, в котором по смыслу задачи необходимо иметь возможность управлять величиной α в широких пределах. Однако в однородных системах α выражается через основные материальные параметры среды (диэлектрическую проницаемость, частоту оптических колебаний, эффективную массу носителя заряда), которые в общем случае нет возможности изменить сколько-нибудь заметно в данном веществе. Поэтому рассматриваемое в теории поляронных состояний изменение α в интервале от $\alpha \ll 1$ до $\alpha \gg 1$ имеет смысл формальной абстрактно-математической процедуры. Это обстоятельство прямо подчеркивается в определении фазового перехода как «формального фазового перехода» [21], [22] или «фазового перехода в теории поляронов» [23].

В неоднородных системах, однако, электрон-фононное взаимодействие определяется не только материальными параметрами вещества, но и геометрическими параметрами рассматриваемой системы. Последние гораздо проще поддаются управ-

лению, чем первые. Примером системы с управляемым эффективным значением α является левитирующий полярон, состояния которого подробно рассмотрены в п. 2–4. Было показано, что электрон взаимодействует с поляризационными колебаниями подложки (быстрыми безынерционными и медленными инерционными), причем величина этого взаимодействия существенно зависит от толщины пленки гелия и его можно управлять изменяя d . Поскольку в такой системе возможно проявление уникальной особенности – образования лунки, то становится возможным наблюдение перехода электрона из нелокализованного состояния свободного движения в плоскости поверхности (описываемого в приближении слабой полярной связи) в состояние, локализованное в плоскости поверхности (описываемое в приближении сильной связи) с уменьшением толщины пленки.

Приведем результаты анализа на основе теории, изложенной в п. 2–5.

Из изображенных на рис. 3 зависимостей энергии левитирующего полярона от толщины слоя гелия для подложек различных кристаллов, полученных для значений параметров, приведенных в табл. 1, следует, что рассчитанный в приближении слабой связи поляронный уровень энергии всегда лежит ниже, чем найденный по теории сильной связи.

Этот результат имеет универсальный характер для любой подложки. Он обусловлен ослаблением взаимодействия

Таблица 1

Значения параметров подложки

Подложка	Параметры				
	ϵ_s	ϵ_∞	$\omega_{TO} \cdot 10^{13}, \text{с}^{-1}$	α_0	α_s
CdTe	10,6	7,13	4,16	0,92	0,75
CdS	9,10	5,30	6,76	1,45	1,33
KI	3,94	2,69	1,91	4,80	2,83
RbI	5,00	2,63	1,42	5,80	3,63
LiF	9,27	1,92	3,90	6,40	4,11

электрона с подложкой при больших d ($\sim d^{-1}$ согласно п. 2–5). Но при слабой связи вклад в энергию полярона от его двумерного движения в плоскости поверхности $\sim \alpha_s \left(E_0^{wc} = -\frac{\pi}{2} \alpha_s \hbar \Omega_s \right)$, а при сильной $\sim \alpha_s^2 \left(E_0^{sc} = -\frac{\pi}{2} \alpha_s^2 \hbar \Omega_s \right)$. Таким образом, при больших толщинах пленки жидкого гелия полярон не локализован в какой-либо области плоскости поверхности гелия.

При уменьшении толщины пленки связь электрона с подложкой усиливается. Уровни энергии, рассчитанные как по слабой, так и по сильной связи, углубляются, но по сильной связи с лункой углубляются быстрее и при некотором значении $d = d_c$ пересекаются с первыми. Электрон переходит в локализованное состояние, причем под областью локализации на поверхности гелия возникает лунка, приобретающая сразу конечную глубину. Ее величину можно рассчитать, например, по формуле (41) и из выражения (40) для заданного значения $d = d_c$. Это превращение находящегося над плоскостью поверхности гелия нелокализованного полярона в локализованный в лунке полярон можно назвать фазовым переходом левитирующего электрона. Для прямого наблюдения указанного фазового перехода может быть использован циклотронный резонанс в слабом магнитном поле или оптические эксперименты с отражением и рассеянием света.

Одноэлектронные лунки на поверхности гелия наблюдались в условиях слабого взаимодействия с гомеоплярной подложкой [21], а также при стимуляции их появления электрическим полем [24] в глубокой гелиевой ванне. В теоретических работах [25–27] рассматривался поверхностный полярон, обусловленный взаимодействием электрона с гравитационно-капиллярными волнами, – так называемый рипплонный полярон.

Предлагаемый здесь новый поляронный эффект отличается от изученных экспериментально и теоретически в работах [24–28] тем, что обусловлен не рипплонными, а полярным оптическим взаимодействием левитирующего полярона с подложкой. Энергия такого оптического полярона зависит от полярных свойств подложки, толщины пленки гелия и достигает величины ~ 50 мэВ, что, по крайней мере, на два порядка больше энергии связи рипплонного полярона.

В заключение этого раздела рассмотрим вопрос о важной динамической характеристике левитирующего полярона – подвижности вдоль поверхности пленки гелия. Поскольку граница жидкий гелий – вакуум колеблется, то необходимо при описании взаимодействия электрона с инерционной поляризацией подложки учесть также взаимодействие с рипплонными, имеющими закон дисперсии:

$$\omega_q^2 = \frac{\sigma}{\rho} (\kappa^2 + q^2) q \operatorname{th} qd, \quad (48)$$

где $\kappa^2 = \rho/\sigma (q + \tilde{f})$; q – волновое число рипплона.

Гамильтониан взаимодействия электрона с рипплонными с учетом взаимодействий, обусловленных полярной подложкой, в приближении треугольного потенциала может быть получен на основе подхода, развитого в [8], и имеет вид

$$\hat{H}_{e\text{-rip-ph}}^s = \sum_{\mathbf{q}} V_{\mathbf{q}} q_s(q, z) (\hat{a}_{-\mathbf{q}}^+ + \hat{a}_{\mathbf{q}}), \quad (49)$$

где

$$V_{\mathbf{q}} = \left[\frac{\hbar q \operatorname{th} qd}{2\rho\omega_q} \right]^{1/2}; \quad (50)$$

$$q_s(q, z) = \frac{\Lambda_0}{z} \left[\frac{1}{z} - qK_1(qz) \right] + \tilde{F}; \quad (51)$$

$$\tilde{F} = F_{\perp} + F_d + F_{ph}; \quad (52)$$

$$F_{\perp} = eE_{\perp}, \quad F_d = \Lambda_1/d^2; \quad (53)$$

$$F_{ph} = \frac{2\alpha_s \hbar \Omega_s}{d} S_2 \left(\frac{2d}{R_s} \right); \quad (54)$$

$$\Lambda_1 = \frac{e^2 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{(1 + \varepsilon_2)^2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)};$$

$K_1(x)$ – модифицированная функция Бесселя второго рода.

В длинноволновом пределе при $qz \ll 1$ и $K_1(qz) \approx \frac{1}{qz}$

$$q_s(q, z) = \frac{\Lambda_0}{z} \tilde{F}. \quad (55)$$

В обратном пределе при $K_1(qz) \sim e^{-qz}$

$$q_s(q, z) = \frac{\Lambda_0}{z^2} + \tilde{F}. \quad (56)$$

Из выражений (51)–(56) следует, что электрон-рипплонное взаимодействие при наличии полярной подложки усиливается в обоих пределах.

Подвижность левитирующих поляронов в слабом поле \mathbf{E}_{\parallel} , параллельном поверхности гелия [8],

$$\mu = \mu_0 (1 + bE_{\parallel}^2), \quad (57)$$

где

$$\mu_0 = \frac{8\sigma \hbar e}{m\tilde{F}^2} \quad (58)$$

при условии, что $bE_{\parallel}^2 \ll 1$.

В случае, если левитирующий полярон образует лунку, то величина эффективной массы полярона находится по формуле [8]

$$M \approx \frac{\rho \tilde{F}}{8\pi\sigma^2 \kappa^2 d}, \quad (59)$$

а его подвижность равна

$$\mu = \frac{4\pi\sigma^2 e(\kappa d)^2 d}{3\eta \tilde{F}^2}, \quad (60)$$

где η – коэффициент вязкости жидкого гелия.

Формулы (59) и (60) получены в пределе $\kappa d \ll (L/d)^{1/2}$, где $L = (2\pi\sigma \hbar^2 / m\tilde{F}^2)^{1/2}$.

На рис. 5 представлены зависимости подвижности левитирующего полярона от толщины пленки жидкого гелия для различных полярных подложек: 1 – LiF, 2 – CdTe, имеющих различные значения критических толщин d_c , при которых энергетически выгодно образование луночного состояния. Как видно из рис. 5, в точке $d = d_c$ подвижность изменяется на 6–8 порядков. Если же пренебречь поляронным эффектом, то изменение подвижности составляет примерно 5–6 порядков. Существенно, что подвижность в точке $d = d_c$ изменяется скачком, что может служить экспериментальным признаком фазового перехода.

Отметим еще одно важное обстоятельство. Согласно [8] переход в луночное состояние происходит при любых d . В то же время из сравнения результатов, приведенных в табл. 2 для плоской недефор-

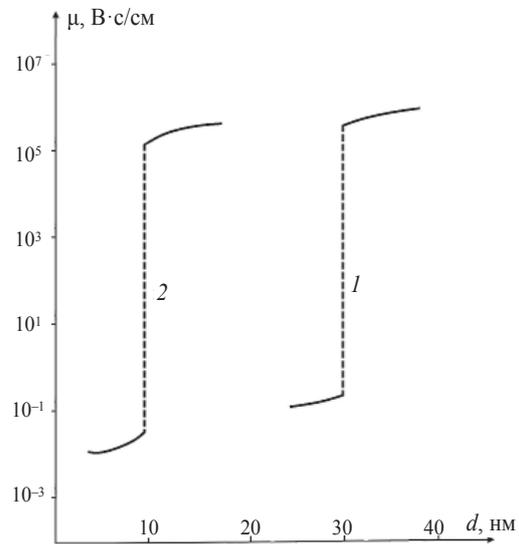


Рис. 5. Зависимость подвижности левитирующего полярона от толщины пленки жидкого гелия для различных полярных подложек: 1 – LiF, 2 – CdTe

Результаты численных расчетов энергии связи левитирующего полярона в рамках разных моделей и для различных подложек

d , нм	Слабая связь				Промежуточная связь				Сильная с элементами слабой связи			
	CdTe	CdS	KJ	LiF	CdTe	CdS	KJ	LiF	CdTe	CdS	KJ	LiF
2,0	70,73	72,59	53,01	107,44	70,33	71,90	52,31	104,92	66,12	65,42	47,46	92,15
6,0	32,01	32,78	25,04	47,44	31,99	31,61	24,85	47,19	30,58	30,96	23,11	43,12
10,0	21,62	22,12	17,13	31,85	21,57	22,04	17,04	31,58	20,01	21,08	16,06	19,40
30,0	9,06	9,25	7,35	12,93	9,05	9,23	7,34	12,88	8,87	8,79	7,08	12,33
d , нм	Сильная связь с лункой				Приближение треугольного потенциала				Эффективная масса			
2,0	2245,55	2071,50	983,84	1673,08	6,71	1,44	–	–	1,13	1,07	1,29	1,02
6,0	71,44	67,12	42,89	55,50	15,88	13,71	6,81	3,13	1,01	1,005	1,028	1,001
10,0	51,50	29,54	20,39	22,87	12,48	11,11	6,35	4,67	1,003	1,001	1,008	1,00
30,0	9,53	8,95	6,34	6,76	5,80	5,30	3,40	3,13	1,000	1,000	1,000	1,000

мированной границы и границы с лункой, следует, что образование лунки становится энергетически выгодным только при $d = d_c$.

8. Циклотронный резонанс левитирующего полярона

В экспериментах по циклотронному резонансу с левитирующим электроном [29–31], движущимся над гелиевой ванной, было установлено, что измеренная циклотронная масса с точностью выше, чем 10^{-4} , совпадает с массой свободного электрона. Энергетический спектр левитирующего полярона в слабом магнитном поле имеет вид

$$E_n = E_0(\beta m) + \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_c^* - \frac{4F_2}{(1+F_1)^2} \left[\left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_c^* \right]^2. \quad (61)$$

Здесь $E_0(\beta m)$ – абсолютный минимум вариационной энергии $E_0(\beta)$ основного состояния, который в приближении промежуточной электрон-фононной связи на-

ходится численной минимизацией вариационной энергии:

$$E_0(\beta) = \frac{\hbar^2 \beta^2}{2m} - 2\alpha_s \hbar \Omega_s R_s \int_0^\infty \frac{\exp(-4Qd) dQ}{(1+R_s^2 Q^2)(1+Q/2\beta)^6} + \frac{e^2}{8\pi \epsilon_0} \int_0^\infty \frac{\epsilon_1 - (\epsilon_1 - 1)\epsilon_2 \operatorname{cth} Qd - \epsilon_2^2}{\epsilon_1 + (\epsilon_1 + 1)\epsilon_2 \operatorname{cth} Qd + \epsilon_2^2} \times \frac{dQ}{(1+Q/2\beta)^3}; \quad (62)$$

$$F_1 = 8\alpha_s \int_0^\infty \frac{x^2 \exp(-4xd/R_s)}{(1+x^2)^3 (1+x/2\beta_m R_s)^6} dx; \quad (63)$$

$$F_2 = \frac{8\alpha_s}{\hbar \Omega_s} \int_0^\infty \frac{x^4 \exp(-4xd/R_s)}{(1+x^2)^5 (1+x/2\beta_m R_s)^6} dx;$$

$$\omega_c^* = eB/m_p; \quad m_p = m_0(1+F_1).$$

Для резонансных частот получаем выражение

$$\Omega_n = \omega_c^*(1 - \Delta_n) \quad (64)$$

с параметром неэквидистантности Δ_n уровней Ландау

$$\Delta_n = \frac{8F_2 \hbar \omega_c^* n}{(1+F_1)^2} \equiv n\Delta_1. \quad (65)$$

В приближении треугольной потенциальной ямы параметры энергетического спектра, имеющего вид (61), получаются усреднением на функции Эйри:

$$E_{n,c} = \tilde{\Delta}_i + \hbar \omega_c^* \left(n + \frac{1}{2} \right) - \frac{|b|}{(1+|a_S|)^2} \left[\hbar \omega_c^* \left(n + \frac{1}{2} \right) \right]^2, \quad (66)$$

где

$$\begin{aligned} \tilde{\Delta}_i = & -\frac{e^2 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{4\pi \varepsilon_0 (\varepsilon_2 + 1)^2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) d} - \\ & -\alpha_S \hbar \Omega_S \int_0^\infty \frac{\exp(-2xd/R_S)}{1+x^2} dx + \\ & + \left(\frac{\hbar^2}{2m} \right)^{1/3} \left[\frac{3\pi}{2} \left(i + \frac{3}{4} \right) \right]^{2/3} \times \\ & \times \left[\frac{e^2 \varepsilon_2 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{4\pi \varepsilon_0 (\varepsilon_2 + 1)^2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) d} + \right. \\ & \left. + \frac{2\alpha_S \hbar \Omega_S}{R_S} \int_0^\infty \frac{x \exp(-2xd/R_S)}{(1+x^2)^2} dx \right]^{2/3}. \quad (67) \end{aligned}$$

Таблица 3

Эффективная масса левитирующего полярона на различных подложках в зависимости от толщины пленки гелия

Подложка d , нм	GaAs	PbTe	CdTe	ZnO	PbI ₂
2	1,002	1,036	1,016	1,004	1,105
8	1,0001	1,0015	1,0006	1,0001	1,0043
32	1	1	1	1	1

В рассматриваемом случае

$$\frac{m_\perp^*}{m_0} - 1 = F_1 = 8\alpha_S \xi^3 J(\xi), \quad (68)$$

$$J(\xi) = \int_0^\infty t^2 e^{-\gamma t} (1 + \xi^2 t^2)^{-3} (1+t)^{-6} dt,$$

$$\xi = 2\beta_m R_S,$$

$$\gamma = 8\beta_m d. \quad (69)$$

В табл. 3–4 приведены значения $(m_\perp^*/m_0 - 1)$ и параметра неэквидистантности Δ_1 для различных подложек. Как видно из этих таблиц, $(m_\perp^*/m_0 - 1)$ по порядку величины составляет $10^{-3} - 10^{-4}$ и вполне доступна экспериментальному измерению. Аналогично величина Δ_1 – параметр неэквидистантности может быть измерен экспериментально (по порядку величины для левитирующего полярона на подложке иодида свинца и при толщине пленки жидкого гелия 8 нм в полях 0,1 и 10 Тл равен 10^{-2} и 0,5 соответственно).

Выводы

1. Предложена система: электрон, левитирующий над пленкой жидкого гелия, на подложке полярного кристалла. Поскольку электрон, взаимодействующий с

Таблица 4

Параметр неэквидистантности уровней Ландау левитирующего полярона для подложки PbTe

d , нм	$B \cdot 10^{-3}$, Тл			
	4	16	64	128
2	0,2	0,9	0,35	0,71
4	0	0,1	0,02	0,05
8	0	0	0	0,01

поляризационным полем поверхностных оптических колебаний, переходит в полярное состояние (левитирующий полярон), то в такой системе можно провести прецизионные измерения энергии связи полярона в зависимости от эффективной константы электрон-фононного взаимодействия

$$\alpha_{eff} = \alpha R_S / d,$$

где α – фреilihовская константа; $R_S = (\hbar / (2m^* \omega_S))^{1/2}$ – радиус поверхностного полярона; d – толщина пленки жидкого гелия.

Изменяя плавно толщину пленки, можно изменять силу электрон-фононной связи от слабой – при больших d ($d \gg R_S$) до сильной – при малых d ($d \leq R_S$), т. е. экспериментально реализовать в полярном кристалле весь диапазон электрон-фононной связи и получить корректный ответ на вопрос, опираясь на эксперимент: каким образом происходит переход полярона из «почти свободного» в «сильно связанный» (локализованный) – плавно или скачком (фазовый переход)?

2. Проведенные теоретические расчеты показывают, что при $d \leq d_c$ (d_c – критическая толщина пленки жидкого гелия) имеет место фазовый переход полярона из «почти свободного» состояния в «сильно связанное» (локализованное) с образованием лунки на поверхности гелия.

3. Теоретические оценки подвижности полярона в точке фазового перехода в локализованное состояние показывают, что он может уменьшаться на 6–8 порядков.

4. Применяя метод циклотронного резонанса, можно с прецизионной точностью экспериментально измерить эффективную массу и неэквидистантность уровней Ландау, обусловленные полярным эффектом, как функции толщины пленки жидкого гелия.

Цитированная литература

1. Pokatilov E.P., Beril S.I., Fomin V.M. Image potentials and image forces in the polaron theory // Phys. Stat. Sol. (b). – 1988. – Vol. 147, № 1. – P. 163–172.
2. Берил С.И., Покатилов Е.П., Фомин В.М. Потенциал и сила изображения в модели электронного полярона // Поверхность. Физика. Химия. Механика. – 1988. – № 5. – С. 5–12.
3. Берил С.И., Покатилов Е.П. Потенциалы и силы изображения в теории поляронов. Диэлектрическая функция квантового диэлектрика // XVIII Всесоюзный семинар «Экситоны-85». – Киев, 1986.
4. Эдельман В.С. Левитирующие электроны // УФН. – 1980. – Т. 130, вып. 4. – С. 675–704.
5. Шикин В.Б. О движении гелиевых ионов вблизи границы пар-жидкость // ЖЭТФ. – 1970. – Т. 58, № 5. – С. 1748–1756.
6. Cole M.W., Cohen M.H. Image – potential induced surface bands in insulators // Phys. Rev. Lett. – 1969. – Vol. 23. – P. 1238–1241.
7. Cole M.W. Properties of image – potential induced surface states of insulators // Phys. Rev. – 1970. – Vol. 2, № 10. – P. 4239–4252.
8. Шикин В.Б., Монарха Ю.П. Поверхностные заряды в гелии // ФНТ. – 1975. – Т. 1, № 8. – С. 997–983.
9. Габович А.М., Ильченко Л.Г. Пашицкий Э.А. Силы изображения и спектр электронов над поверхностью жидкого гелия // Препринт ИФ АН УССР. – 1981. – № 10.
10. Beril S.I., Pokatilov E.P., Frenk M.E. Phase transition of levitating polarons // Image potentials and image forces in the polaron theory // Phys. Stat. Sol. (b). – 1981. – Vol. 168. – P. 211–220.
11. Beril S.I., Pokatilov E.P., Fomin V.M. Image potentials and image forces in the polaron theory // Phys. Stat. Sol. (b). – 1988. – Vol. 147, № 1. – P. 163–172.
12. Шикин В.Б. Неустойчивость и перестройки заряженной поверхности // УФН. – 2011. – Т. 181, № 12. – С. 1241–1264.

13. Адаменко Н.Н., Жуков А.В., Немченко К.Э. Влияние электрон-электронного взаимодействия на подвижность электронов над жидким гелием // ФНТ. – 2000. – Т. 26, № 7. – С. 631–637.
 14. Sokolov S.S. Variational approach to the problem of energy spectrum of surface electrons over liquid-helium film // FNT. – 2004. – Vol. 30, № 3. – P. 271–275.
 15. Шикин В.Б. О состоянии пересыщения 2-электронной системы на поверхности жидкого гелия // Письма в ЖЭТФ. – 1999. – Т. 70, вып. 4. – С. 274–278.
 16. Tokuda N. The surface polaron and its phase diagram // J. Phys. C. Solid State Phys. – 1982. – Vol. 15, № 6. – P. 1953–1960.
 17. Peeters F.V., Devreese I.T. On the existence of a phase transition for Frölich polaron // Phys. Stat. Sol. (b). – 1982. – Vol. 112. – P. 219–229.
 18. Matz D., Burkey B.C. Dynamical theory of the large polaron: Fock approximation // Phys. Rev. B 3. – 1971. – Vol. 3. – P. 3487–3497.
 19. Munka R. The first – order phase transition on the large polaron ground state // Phys. Rev. Lett. – 1978. – Vol. 67A, № 4. – P. 311–312.
 20. Lepine Y., Matz D. Mean field theory of a single Frölich polaron // Phys. Stat. Sol. (b). – 1979. – Vol. 96. – P. 797–806.
 21. Gerlach S., Lowen H. Proof of the non-resistance of formal phase transitions on polaron system // Phys. Rev. B. – 1987. – Vol. 35, № 9. – P. 4291–4296.
 22. Gerlach S., Lowen H. Proof of the non-resistance of formal phase transitions in polaron systems, exposed to a homogenous magnetic field // Physica Scripta. – 1988. – Vol. 37, № 6. – P. 925–929.
 23. Горшков С.Н., Родригес К., Феденин В.К. К вопросу о фазовых переходах в теории полярона // Матер. III Международ. симпозиума по проблемам стат. механики. Дубна, 1984. – Т. 1. – 1985. – С. 227–233.
 24. Andrei E.Y. Observation of the polaronic transition in a two-dimensional electron system // Phys. Rev. Lett. – 1984. – Vol. 52, № 16. – P. 1449–1452.
 25. Jackson S.F., Platzman P.V. Polaronic aspects of two-dimensional-electrons on films liquid He // Phys. Rev. B. – 1981. – Vol. 24, № 1. – P. 499–502.
 26. Jackson S.F., Platzman P.V. Temperature dependent effective mass of a selftrapped electron on the surface of a liquid-helium film // Phys. Rev. B. – 1982. – Vol. 25. – P. 4886–4889.
 27. Peeters F.M., Jackson S.A. Frequency dependent response of an electron on a liquid helium film // Phys. Rev. B. – 1985. – Vol. 31, № 11. – P. 7098–7107.
 28. Kajita K. Stability of electrons on thin helium film solid neon system surface electrons and bubble electrons // J. Phys. Soc. Jpn. – 1983. – Vol. 52, № 2. – P. 372–375.
 29. Эдельман В.С. Эффективная масса электронов, локализованных над поверхностью жидкого гелия // Письма в ЖЭТФ. – 1976. – Т. 24, вып. 9. – С. 510–513.
 30. Эдельман В.С. Нелинейный резонанс электронов, локализованных над поверхностью жидкого гелия // Письма в ЖЭТФ. – 1977. – Т. 25, вып. 9. – С. 422–425.
 31. Эдельман В.С. О циклотронном резонансе на поверхностных электронах в жидком гелии // Письма в ЖЭТФ. – 1977. – Т. 25, вып. 9. – С. 425–428.
-

УДК 537.533.2+621.3.032.21

ПОЛЯРОННАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НА КАТОДЕ АДСОРБИРОВАННОЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ НАНОПЛЕНКИ

С.И. Берил, Ю.А. Баренгольц

Рассмотрен процесс электронной эмиссии в структурах катод – адсорбированная пленка – газ (вакуум) при высоких температурах. Получено уравнение для плотности тока термоэлектронной эмиссии, учитывающее наличие на катоде квантовых пленок адсорбированных молекул газовой атмосферы. Показано, что учет электронного поляронного механизма туннелирования приводит к существенному (более чем на порядок) снижению плотности эмиссионного тока. Сравнение с классическим уравнением Ричардсона–Шоттки демонстрирует, что в области полей $E > 10$ МВ/см поляронный вклад растет с повышением напряженности электрического поля и снижается с ростом температуры. Уменьшение эмиссионного тока связано с увеличением эффективной работы выхода.

Ключевые слова: нанослои, термоэлектронная эмиссия, высоковольтный разряд, полярон.

POLARONIC THERMIONIC EMISSION IN THE PRESENCE OF ADSORB NONMETAL NANOFILM ON THE CATHODE

S.I. Beril, Yu.A. Barengol'ts

The author considered the process of electron emission on the cathode – adsorbed film – gas (vacuum) at high temperatures. The author received the equation for the current density of thermionic emission, which takes into account the presence of the quantum films of adsorb molecule of gaseous atmosphere. It was shown, that the account of electronic polaronic mechanism of tunneling led to essential lowering of emission current density. The comparison to the classical equation of Richardson–Schottky demonstrates, that in the field $E > 10$ MV/cm polaronic contribution increases with the increasing of electric field intensity and it decreases with the raising of temperature. The decrease of emissive current connected with increasing of effective work of outlet.

Keywords: nano films, thermionic emission, high-voltage discharge, polaron.

Исследования влияния адсорбированных атомов или слоев на начальную стадию высоковольтного (напряженность электрического поля $E \geq 1$ МВ/см) импульсно-газового разряда впервые обобщены в монографии Г.А. Месяца и Ю.Д. Королева [1]. Созданы и подтверждены многочисленными экспериментами теоретические модели перехода автоэлектронной эмиссии во взрывную эмиссию электронов (ВЭЭ) [2]. До последнего времени считалось, что теория генерирования ультракоротких сверхмощных импульсов высоковольтного вакуумного и газового разряда вполне адекватно описывает процессы импульс-

ного пробоя. Однако при этом термином «ультракороткие импульсы» пользовались для обозначения временных интервалов порядка микро- или наносекунд.

Развитие технологий в области сильноточной электроники позволило за последние годы существенно продвинуться в генерации импульсов еще более короткого диапазона. Длительность импульса тока удалось уменьшить до нескольких десятков пикосекунд [3–5]. Переход к пикосекундному интервалу показал, что для этого диапазона требуются иные подходы к описанию физических процессов, предшествующих газовому разряду. Разрабатываемые в на-

стоящее время теоретические модели субнаносекундного вакуумного и газового разрядов основаны на предположении о том, что центрами автоэлектронной эмиссии, предшествующей ВЭЭ, являются имеющиеся на катоде микронеоднородности чисто геометрического характера – микроострия, микровыступы, границы микротрещин, отдельные грани микрокристаллов (при использовании поликристаллических материалов) и т. д. [6, 7]. Можно согласиться с тем, что при высоковольтных *вакуумных* разрядах именно перечисленные нарушения однородности поверхности эмиттера становятся центрами начальных эмитированных электронов. При длительности импульсов порядка наносекунд и более этот механизм сохраняется и в процессах, сопровождающих инициирование ВЭЭ, и в газовых разрядах. Однако при уменьшении длительности подаваемого на газовый высоковольтный диод импульса напряжения, как показывают эксперименты [7–9], происходит качественное изменение характера процессов, сопровождающих развитие высоковольтного пробоя. В частности, некоторые процессы, влиянием которых при более длительных импульсах можно пренебречь, приобретают важное значение.

Более 20 лет назад, задолго до получения пикосекундных импульсов, авторы [10] отмечали важную роль диэлектрических неоднородностей на катоде в инициировании и развитии высоковольтного вакуумного пробоя. А при наличии в разрядном промежутке газовой атмосферы их влияние может только возрастать. Проведенные нами исследования показывают, что основные закономерности пикосекундного газового разряда можно объяснить включением в теорию этого процесса инородных адсорбированных островковых или сплошных нанополенок, образующихся на поверхности катода в условиях газовой атмосферы. В результате рассматриваемая система представляет собой контакт като-

да с неметаллической нанополенкой, граничащей с газовой средой.

Вывод формулы плотности тока

Рассмотрим процесс токопереноса и электронной эмиссии при высоких температурах в структуре металлический высоковольтный катод – адсорбированная неметаллическая нанополенка – газовая среда (или вакуум).

Формула плотности тока термоэлектронной эмиссии, полученная Ричардсоном и Дэшманом для случая высоких температур в предположении о «треугольной» форме потенциального барьера на границе металлического катода с вакуумом, была уточнена Шоттки, который учел влияние на форму потенциального барьера не только приложенного электрического поля, но и классических сил изображения.

Из основной формулы плотности эмиссионного тока (см., например, [11–13]) в рассматриваемом ниже случае высоких температур в атомной системе единиц (системе Хартри) следует:

$$j_{RS} = \frac{kT}{2\pi^2} \int_{-W_0}^{W_m} \Phi(W, W_F, E_a) dW + \frac{kT}{2\pi^2} \int_{W_m}^{\infty} \ln \left[1 + \exp \left(-\frac{W - W_F}{kT} \right) \right] dW, \quad (1)$$

где k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; W_m – энергия в точке максимума потенциального барьера на границе покрытого адсорбированным слоем катода с газовой средой; W_0 – энергия дна зоны проводимости; Φ – некоторая функция энергии электрона W , энергии Ферми материала катода W_F и напряженности электрического поля в адсорбированном диэлектрическом слое $E_a = E/\varepsilon$

(E – напряженность внешнего электрического поля, ε – диэлектрическая проницаемость адсорбированной пленки).

При высоких температурах эмиссионный ток обусловлен электронами, преодолевающими потенциальный барьер с энергией выше W_m . Тогда первый интеграл в (1) становится пренебрежимо малым по сравнению со вторым. В результате в представлении Модиноса [13] (система единиц – СИ):

$$j_{RS} = \frac{emkT}{2\pi^2\hbar^3} \int_{W_m}^{\infty} \ln \left[1 + \exp \left(-\frac{W - W_F}{kT} \right) \right] dW. \quad (2)$$

Здесь e – заряд электрона; m – эффективная масса электрона.

Очевидно, что энергия эмитированных электронов в рассматриваемых условиях много больше энергии Ферми. Тогда подынтегральную функцию можно представить в виде

$$\ln \left[1 + \exp \left(-\frac{W - W_F}{kT} \right) \right] \approx \exp \left(-\frac{W - W_F}{kT} \right). \quad (3)$$

При этом из (2) с учетом (3) следует:

$$j_{RS} = \frac{em(kT)^2}{2\pi^2\hbar^3} e^{-\frac{W_m - W_F}{kT}}. \quad (4)$$

В работах [14, 15] показано, что описание взаимодействия электрона с наведенной им безынерционной поляризацией среды в сильных полях ($E \geq 1$ МВ/см) классическим потенциалом сил изображения становится некорректным и должно быть заменено квантовым потенциалом. При этом потенциальную энергию квантовых сил изображения в рамках теории электронных поляронов с высокой точностью можно аппроксимировать формулой

$$W_{is} = -\frac{e}{16\pi\varepsilon_0\varepsilon(x + x_0/4)}, \quad (5)$$

где ε_0 – электрическая постоянная; x_0 – параметр, пропорциональный радиусу электронного полярона.

Тогда потенциальная энергия электрона вне металлического катода определяется выражением

$$W = W_F + \phi - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon(4x + x_0)} - eEx. \quad (6)$$

Здесь ϕ – работа выхода материала катода.

Выражение (6) достигает максимума в точке

$$x_m = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{e}{\pi\varepsilon_0\varepsilon E_a}} - \frac{x_0}{4}. \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в (6), приходим к искомой формуле для W_m :

$$W_m = W_F + \phi - \sqrt{\frac{e^3 E_a}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}} + \frac{eE_a x_0}{4}. \quad (8)$$

Из формул (4) и (8) следует окончательное выражение для плотности тока поляронной термоэлектронной эмиссии, представляющее собой обобщенную формулу Ричардсона–Шоттки на случай сильных электрических полей (с учетом значения $E_a = E/\varepsilon$):

$$j_{RS} = \frac{4\pi emk^2}{h^3} T^2 \times \exp \left[\frac{1}{kT} \left(-\phi - \frac{eEx_0}{4\varepsilon} + \frac{1}{2\varepsilon} \sqrt{\frac{e^3 E}{\pi\varepsilon_0}} \right) \right]. \quad (9)$$

Используя, как и в работах [16, 17], общепринятые единицы для расстояния, энергии, напряженности электрического поля и плотности тока (соответственно – нм, эВ, МВ/см, А/см²), получаем расчетную формулу

$$j_{RS} = 120,4 \cdot T^2 \times \exp \left[\frac{1,159 \cdot 10^4}{T} \left(-\phi - \frac{0,025 \cdot Ex_0}{\varepsilon} + \frac{0,379 \cdot \sqrt{E}}{\varepsilon} \right) \right]. \quad (10)$$

Как показано в [11], формула Ричардсона–Шоттки справедлива вплоть до полей напряженностью порядка 50 МВ/см. Уравнение (10) применимо для такого же интервала полей. Предельное значение температуры определяется только температурой плавления основного материала катода.

Зависимости (10) приведены на рис. 1.

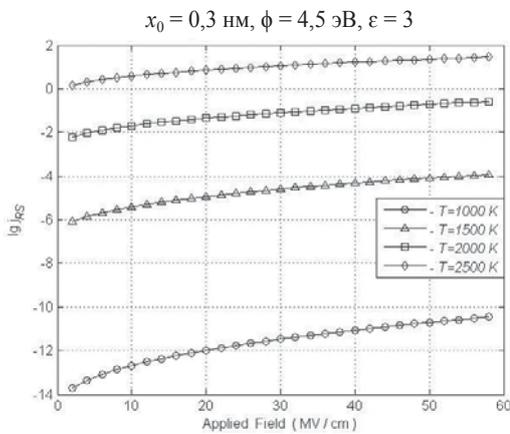


Рис. 1. Логарифмическая зависимость плотности эмиссионного тока от напряженности внешнего электрического поля

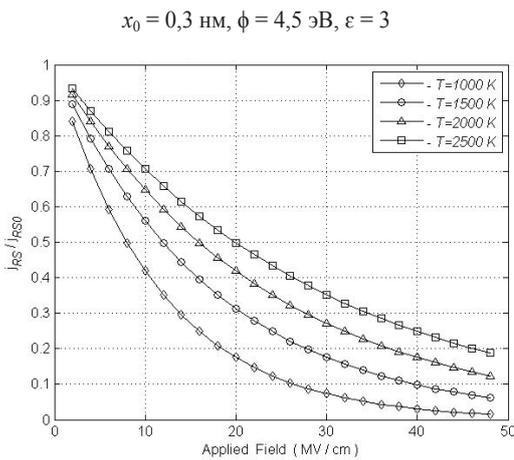


Рис. 2. Влияние квантовых сил изображения на величину плотности эмиссионного тока: полевая зависимость

Сравнение с классической теорией

Оценим влияние учета поляронного эффекта (т. е. учета квантового характера сил изображения) на величину эмиссионного тока Ричардсона–Шоттки.

Без учета квантового характера сил изображения ($x_0 = 0$) плотность тока определяется вытекающим из (9) выражением

$$j_{RS0} = \frac{4\pi e m k^2}{h^3} T^2 \times \exp\left[\frac{1}{kT} \left(-\phi + \frac{1}{2\epsilon} \sqrt{\frac{e^3 E}{\pi \epsilon_0}}\right)\right]. \quad (11)$$

Тогда отношение j_{RS}/j_{RS0} отражает влияние учета поляронного характера туннелирования на величину эмиссионного тока:

$$\frac{j_{RS}}{j_{RS0}} = \exp\left(-\frac{eEx_0}{4\epsilon kT}\right). \quad (12)$$

Расчетная формула имеет вид:

$$\frac{j_{RS}}{j_{RS0}} = \exp\left(-290 \cdot \frac{Ex_0}{\epsilon T}\right). \quad (13)$$

Результаты расчетов приведены на рис. 2 и 3. В расчетах приняты усредненные значения характеристик адсорбированного слоя: $\epsilon = 1$, $x_0 = 0,3 \text{ нм}$, $\phi = 4,5 \text{ эВ}$.

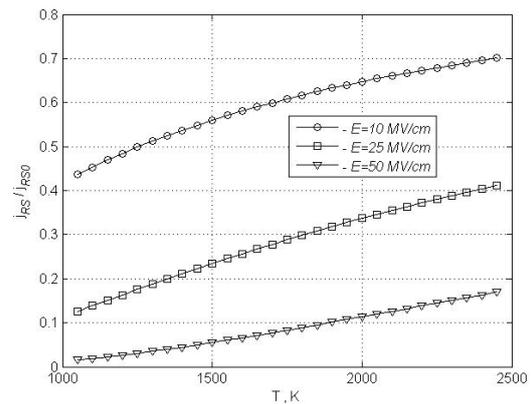


Рис. 3. Влияние квантовых сил изображения на величину плотности эмиссионного тока: температурная зависимость

Обсуждение и выводы

Графики, приведенные на рис. 2 и 3, свидетельствуют о большом влиянии полярного эффекта на эмиссионные характеристики катодов в условиях высоковольтного газового разряда. В области полей $E \geq 10$ МВ/см это влияние повышается с увеличением напряженности электрического поля (достигая почти двух порядков при напряженности электрического поля 50 МВ/см) и снижается с ростом температуры.

Уменьшение эмиссионного тока с ростом напряженности электрического поля связано с увеличением эффективной работы выхода на величину $eE\chi_0/4\epsilon$ (см. (9)). Фактически это означает искривление энергетического уровня дна зоны проводимости основного материала катода при наличии на его поверхности адсорбированной неметаллической нанопленки.

Цитированная литература

1. **Королев Ю.Д., Месяц Г.А.** Физика импульсного пробоя газов. – М.: Наука, 1991. – 224 с.
2. **Месяц Г.А.** Эктоны в вакуумном разряде: пробой, искра, дуга. – М.: Наука, 2000. – 424 с.
3. **Тарасенко В.Ф., Шпак В.Г., Шунайлов С.А. и др.** Субнаносекундные пучки электронов, сформированные в газовом диоде // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т. 29, вып. 21. – С. 1–6.
4. **Месяц Г.А., Яландин М.И.** Пикосекундная электроника больших мощностей // УФН. – 2005. – Т. 175, № 3. – С. 225–246.
5. **Месяц Г.А., Коровин С.Д., Шарыпов К.А. и др.** О динамике формирования субнаносекундного электронного пучка в газовом и вакуумном разряде // Письма в ЖТФ. – 2006. – Т. 32, вып. 1. – С. 35–44.
6. **Месяц Г.А.** Об источнике убегающих электронов в импульсном газовом разряде // Письма в ЖЭТФ. – 2007. – Т. 85, вып. 2. – С. 119–122.
7. **Месяц Г.А., Яландин М.И.** Автоэлектронная эмиссия и убегающие электроны в

плотном газе // ДАН. – 2009. – Т. 424, № 6. – С. 755–759.

8. **Яландин М.И., Реутова А.Г., Шарыпов К.А. и др.** О моменте инжекции убегающих электронов на фронте ускоряющего импульса в атмосферном диоде с неоднородным полем: от нестабильности к определенности // Письма в ЖТФ. – 2010. – Т. 36, вып. 18. – С. 1–8.

9. **Яландин М.И., Месяц Г.А., Реутова А.Г. и др.** Об ограниченности длительности пучка убегающих электронов в воздушном зазоре с неоднородным полем // Письма в ЖТФ. – 2011. – Т. 37, вып. 8. – С. 56–65.

10. **Barengolts Yu.A., Khaskelberg M.B., Yankelovich Yu.B.** About “non-metal” character of a prebreakdown phenomena in vacuum // Proc. XIIIth Intern. Symp. on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum. Paris. – 1988. – Vol.1. – P. 19–21.

11. **Murphy E.I., Good A.H.** Thermionic emission, field emission, and transition region // Phys. Rev. – 1956. – Vol. 162, № 6. – P. 1464–1473.

12. **Елинсон М.И., Васильев Г.Ф.** Автоэлектронная эмиссия. – М.: Гл. изд-во физ.-мат. лит., 1958. – 272 с.

13. **Модинос А.** Авто-, термо- и вторично-электронная эмиссионная спектроскопия. – М.: Наука, 1990. – 320 с.

14. **Pokatilov E.P., Beril S. I., Fomin V.M.** Image potentials and image forces in the polaron theory // Phys. Stat. Sol. (b). – 1988. – Vol. 147, № 1. – P. 163–172.

15. **Берил С.И., Покатилов Е.П., Фомин В.М.** Потенциал и сила изображения в модели электронного полярона // Поверхность. Физика. Химия. Механика. – 1988. – № 5. – С. 5–12.

16. **Barengolts Yu.A., Beril S.I.** On the participation of molecules adsorbed to the cathode surface in the initial stage of a high-voltage vacuum discharge – In: Proc. XXVth Intern. Symp. on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum. Tomsk. – 2012. – Vol. 1. – P. 86–89.

17. **Barengolts Yu.A., Beril S.I.** The effect of molecules adsorbed to the cathode surface on the characteristics of a high-voltage gas discharge // IEEE Trans. on Plasma Sci. – 2014. – Vol. 42, № 10. – P. 3109–3112.

МЕЖПОДЗОННОЕ МАГНЕТОПОГЛОЩЕНИЕ В НАНОПРОВОЛОКАХ С УЧЕТОМ РЕЗОНАНСНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ФОНОНОВ

Э.П. Синявский, Н.С. Костюкевич

Исследовано влияние электрон-фононного взаимодействия на форму полосы межподзонного поглощения слабой электромагнитной волны в квантовых проволоках в поперечном магнитном поле. Показано, что пик магнетопоглощения в рассматриваемых условиях расщепляется на два: полуширина и высота длинноволнового пика полностью определяются взаимодействием электрона с акустическими колебаниями, а форма высокочастотного пика зависит от взаимодействия носителей с оптическими фононами. Изучено влияние поляризации электромагнитной волны на ее поглощение.

Ключевые слова: межподзонные переходы, магнетопоглощение, квантовая проволока.

INTERSUBBAND MAGNETOABSORPTION IN NANOWIRES RESONANT OPTICAL PHONONS

E.P. Sinyavsky, N.S. Kostyukevich

The authors explored the influence of exciton-phonon interaction at the form of band of intersubband absorption of weak electromagnetic wave in quantum wires in transverse magnetic field. It is shown that the peak of magnetophone under these conditions is divided into two: the half-width and height of the far peak is fully determined by the interaction of electrons with acoustic oscillations, and form of a high-frequency peak depends on the interaction of carriers with optical phonons. It is investigated the effect of the polarization of electromagnetic waves on its absorption.

Keywords: intersubband transitions, magnetoabsorption, quantum wire.

Энергетический спектр электрона в параболической квантовой проволоке (ПКП) в магнитном поле \vec{H} , направленном перпендикулярно оси нанопроволоки, имеет вид

$$E_{\alpha} = \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_e^*} + \hbar\Omega_e \left(n + \frac{1}{2} \right) + \hbar\omega \left(m + \frac{1}{2} \right). \quad (1)$$

Здесь обозначено:

$$m_e^* = m_e \left(\frac{\Omega_e}{\omega} \right)^2, \quad \Omega_e = [\omega^2 + \omega_c^2]^{1/2},$$

$$\omega_c = \frac{eH}{m_e c}, \quad \hbar\omega = \frac{\hbar}{R} \left[\frac{2\Delta E_c}{m_e} \right]^{1/2},$$

где k_x – волновой вектор электрона с эффективной массой m_e^* ; $\hbar\Omega_e$ – энергия гибридного состояния; $\hbar\omega$ – энергия раз-

мерного квантования, которая связана с высотой параболического потенциала ΔE_c на границе ПКП радиуса R ; ω_c – циклотронная частота.

Следовательно, энергетический спектр электрона описывается набором парабол, кривизна которых зависит от величины напряженности магнитного поля (рис. 1).

В настоящей работе вычислен коэффициент поглощения слабой электромагнитной волны, связанный с переходами электронов между квантованными состояниями зоны проводимости (переходы I, II на рис. 1). В дальнейшем взаимодействие носителей с длинноволновыми акустическими колебаниями будем учитывать в приближении времени релаксации [1], а взаимодействие с оптическими фононами – рассматривать при низких температу-

рах, когда процессами поглощения бездисперсионного фонона можно пренебречь. Непрямыми межподзонами оптическими переходами, связанными с внутризональным рассеянием оптического фонона пренебрегаем.

Наиболее интересным представляется случай, когда энергия размерного квантования или гибридного состояния равна предельной энергии оптического фонона $\hbar\omega_0$. Если, например, $\hbar\omega_0 = \hbar\omega$, то первый размерно-квантованный уровень E_{10} (см. рис. 1) становится двухкратно вырожденным и из-за взаимодействия электрона с оптическими колебаниями расщепляется на два (характерное поведение двух близких уровней в резонансном периодическом поле). Именно по этой причине межподзональное поглощение света (переходы на рис. 1) может приводить к расщеплению полосы поглощения.

В указанных приближениях расчет коэффициента межподзонального поглощения света частоты Ω , $\vec{\eta}$ -поляризации по методике, развитой в [2–3], приводит к следующему результату:

$$K(\Omega) = \frac{4\pi e^2}{\hbar c V n_0 \Omega} \sum_{\alpha\alpha_1} \left| \frac{\vec{P}_{\alpha\alpha_1} \vec{\eta}}{m_e} \right|^2 n_{\alpha} \times$$

$$\times 2Re \left[\Gamma_{\alpha} + \Gamma_{\alpha_1} + i\xi_{\alpha\alpha_1} + \right. \quad (2)$$

$$\left. + \sum_{\alpha_2} \frac{|I_{\alpha_2\alpha_1}(\vec{q})|^2}{\Gamma_{\alpha} + \Gamma_{\alpha_1} + i\xi_{\alpha\alpha_1} - i\varepsilon_{\alpha_2\alpha_1}(\vec{q})} \right]^{-1},$$

где V – объем наноструктуры; $\vec{P}_{\alpha\alpha_1}$ – матричный элемент оператора импульса на сплаженных волновых функциях электронов в зоне проводимости исследуемой нанопроволоки; Γ_{α} – описывает квантово-механическую вероятность упругого рассеяния электронов в единицу времени

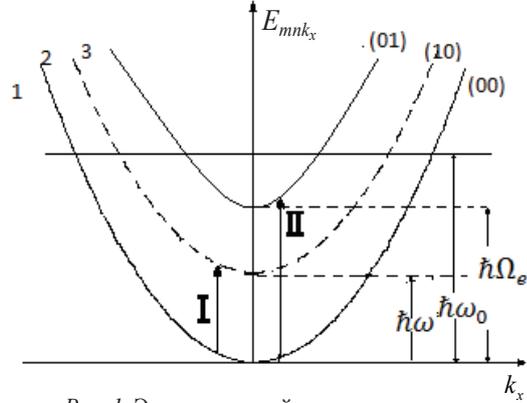


Рис. 1. Энергетический спектр электронов в параболической квантовой проволоке в магнитном поле и исследуемые в работе оптические переходы

в состоянии α на длинноволновых акустических колебаниях; n_{α} – равновесная функция распределения электронов в начальном состоянии с энергией E_{α} ; $I_{\alpha_2\alpha_1}(\vec{q}) = C_q \langle \alpha_2 | e^{i\vec{q}\vec{r}} | \alpha_1 \rangle$ – матричный элемент оператора взаимодействия носителей с оптическими колебаниями с волновым вектором \vec{q} на волновых функциях электронов ПКП в магнитном поле.

$$\hbar\xi_{\alpha\alpha_1} = E_{\alpha_1} - E_{\alpha} - \hbar\Omega;$$

$$\hbar\varepsilon_{\alpha_2\alpha_1}(\vec{q}) = -E_{\alpha_2} + E_{\alpha_1} - \hbar\omega_0;$$

$$|C_q|^2 = \frac{2\pi\hbar\omega_0 c_0 e^2}{Vq^2}; \quad c_0 = \frac{1}{n_0^2} + \frac{1}{\varepsilon},$$

где n_0 – показатель преломления; ε – статическая диэлектрическая постоянная.

При записи (2) предполагалось, что зонное состояние E_{α_1} , на которое происходит оптический переход электрона, не заселено носителями, поэтому $1 - n_{\alpha_1} \cong 1$. В дальнейшем будем пренебрегать влиянием взаимодействия электронов с акустическими колебаниями при расчете последнего слагаемого в (2), которое определяет взаимодействие электронов с оптическими фононами, т. е. полагаем:

$$\lim_{\Gamma_\alpha + \Gamma_{\alpha_1} \rightarrow 0} \left[\frac{1}{\Gamma_\alpha + \Gamma_{\alpha_1} + i\xi_{\alpha\alpha_1} - i\varepsilon_{\alpha_2\alpha}(\vec{q})} \right] \cong \\ \cong \pi\hbar\delta\{-E_{\alpha_1} + E_{\alpha_2} - \hbar\Omega + \hbar\omega_0\}.$$

Последнее приближение вполне оправдано, как было показано в работе [4], в которой исследовалось магнетопоглощение в объемных полупроводниковых материалах с учетом оптических колебаний. В результате конечное выражение для межподзонного поглощения слабой электромагнитной волны записывается в следующем виде:

$$K(\Omega) = \frac{8\pi e^2}{\hbar c V n_0 \Omega} \times \quad (3)$$

$$\times \sum_{\alpha\alpha_1} \left| \frac{\bar{P}_{\alpha\alpha_1} \bar{\eta}}{m_e} \right|^2 n_\alpha \frac{\Gamma_\alpha + \Gamma_{\alpha_1} + \Gamma_{\alpha\alpha_1}^{opt}}{(\Gamma_\alpha + \Gamma_{\alpha_1} + \Gamma_{\alpha\alpha_1}^{opt})^2 + \xi_{\alpha\alpha_1}^2};$$

$$\Gamma_{\alpha\alpha_1}^{opt} = \frac{\pi}{\hbar} \sum_{q, \alpha_2} |C_q|^2 \left| \langle \alpha_2 | e^{i\vec{q}\vec{r}} | \alpha_1 \rangle \right|^2 \times \quad (4)$$

$$\times \delta\{-E_{\alpha_1} + E_{\alpha_2} - \hbar\Omega + \hbar\omega_0\}.$$

Расчет вероятности упругого внутризонного рассеяния электронов на длинноволновых акустических колебаниях проводится аналогично [1] и в рассматриваемой модели ПКП в магнитном поле определяется соотношением:

$$\Gamma_\alpha = \frac{\gamma_0}{|k_x|} T_n T_m,$$

$$\gamma_0 = \frac{E_1^2 k_0 T m_e^2 \omega}{2\pi \hbar^4 \rho v^2} \left(\frac{\Omega_e}{\omega} \right)^{\frac{5}{2}} \equiv \gamma \left(\frac{\Omega_e}{\omega} \right)^{\frac{5}{2}}; \quad (5)$$

$$T_n = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{(2^n n!)^2} \int_{-\infty}^{\infty} dy e^{-y^2} H_n^4(y),$$

$$T_0 = 1, \quad T_1 = \frac{3}{4},$$

где T – температура; E_1 – константа деформационного потенциала; v – скорость звука в наноструктуре плотностью ρ ; $H(y)$ – ортогональные полиномы Эрмита–Чебышева.

Как непосредственно следует из (5), $\Gamma_\alpha \sim \frac{1}{|k_x|}$, что связано с особенностями плотности энергетических состояний зоны проводимости, возникающих в одномерных квантовых системах.

Расчет величины $\Gamma_{\alpha\alpha_1}^{opt}$, определяющей частотную зависимость межподзонного ω -коэффициента поглощения света и учитывающей вклад от взаимодействия электронов с оптическими фононами, проведен при $\alpha_2(k_x^*, 0, 0)$, $\alpha_1(k_x', m_1, n_1)$, когда излучается фотон при переходе носителя в нижайшее электронное состояние. При этом вкладом в величину $\Gamma_{\alpha\alpha_1}^{opt}$ от взаимодействия электронов с акустическими фононами, как было отмечено выше, пренебрегаем. Для рассматриваемых в работе процессов получаем:

$$\left| \langle k_x^*, 0, 0 | e^{i\vec{q}\vec{r}} | k_x', m_1, n_1 \rangle \right| = \\ = \left[\frac{2^{n_1} 2^{m_1}}{n_1! m_1!} \right] \left(\frac{q_z R_e^0}{\sqrt{2}} \right)^{2m_1} \times \\ \times \left[\frac{1}{4} \left((q_y R_e)^2 + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right]^{m_1} \times \quad (6)$$

$$\times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\left((q_y R_e)^2 + (q_z R_e^0)^2 + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \right\} \delta_{k_x^* - k_x', q_x},$$

$$R_e^2 = \frac{\hbar}{m_e \Omega_e}, \quad R_e^{0^2} = \frac{\hbar}{m_e \omega}.$$

Если оптический фонон излучается с размерно-квантованного уровня ($m_1 = 1$, $n_1 = 0$), то, как следует из (6):

$$\begin{aligned} \left| \langle k_x'', 0, 0 | e^{iq\vec{r}} | k_x', 1, 0 \rangle \right| &= \delta_{k_x'' - k_x', q_x} (q_z R_e^0)^2 \times \\ &\times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\left((q_y R_e)^2 + (q_z R_e^0)^2 + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (6a)$$

В случае излучения бездисперсионного фонона с возбужденного гибридного состояния ($m_1 = 0$, $n_1 = 1$) в нижайшее электронное состояние

$$\begin{aligned} \left| \langle k_x'', 0, 0 | e^{iq\vec{r}} | k_x', 0, 1 \rangle \right| &= \\ = \delta_{k_x'' - k_x', q_x} \left[\frac{1}{2} \left((q_y R_e)^2 + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \times \\ &\times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\left((q_y R_e)^2 + (q_z R_e^0)^2 + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (6b)$$

Матричный элемент оператора импульса в (2) на волновых функциях электрона ПКП в магнитном поле отличен от нуля только для прямых оптических переходов, так как $\vec{P}_{\alpha\alpha_1} = \vec{P}_{n_1, n_1 m_1} \delta_{k_x'', k_x'}$. Поэтому (4) с учетом (6б) ($\hbar\Omega_e = \hbar\omega_0$) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} \Gamma_1^{opt} &= \frac{\pi}{\hbar} \sum_q |C_q|^2 \left[\frac{1}{2} \left((q_y R_e)^2 + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \times \\ &\times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\left((q_y R_e)^2 + (q_z R_e^0)^2 + (q_x R_e)^2 \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 \right) \right] \right\} \times \\ &\times \delta \left\{ -\Delta + \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_e^*} + \frac{\hbar^2 (k_x - q_x)^2}{2m_e^*} - \hbar\Omega + \hbar\omega_0 \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Если от суммирования по квазиимпульсу фонона перейти к интегрированию, то (7) можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \Gamma_1^{opt} &= \frac{\omega_0 c_0 e^2}{2\sqrt{2}\pi R_e^0} \int_{-\infty}^{\infty} d\vec{r} \frac{y^2 + \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 x^2}{x^2 + y^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega_e} \right)^2 z^2} \times \\ &\times e^{-\left(y^2 + z^2 \right) \left(\frac{\omega_c}{\Omega_e} \right)^2 x^2} \delta \left\{ -\Delta + \frac{\hbar^2}{2m_e^*} \left(k_x - \frac{\sqrt{2}}{R_e} x \right)^2 \right\}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\Delta = \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_e^*} + \hbar\Omega - \hbar\omega_0.$$

Заметим, что Γ_1^{opt} отлично от нуля, если $\Delta > 0$. Это связано с тем, что если электрон при поглощении света переходит на возбужденное гибридное состояние (переход II на рис. 1) и $\hbar\Omega_e < \hbar\omega_0$ (пунктирная линия на рис. 1), то излучение оптического фонона невозможно из-за нарушения закона сохранения энергии.

В дальнейшем исследуются оптические переходы при низких температурах, когда в начальном состоянии электроны находятся вблизи дна нижайшей размерно-квантованной зоны проводимости (рассматриваем невырожденный электронный газ), т. е. $\frac{k_0 T}{\hbar\omega} \ll 1$ и, следовательно, $\frac{\Delta}{\hbar\omega} \ll 1$. В этих приближениях при $\hbar\Omega_e = \hbar\omega_0$ из (8) нетрудно получить:

$$\begin{aligned} \Gamma_1^{opt} &= \Gamma_0 \left(\frac{\hbar\omega}{\Delta} \right)^{\frac{1}{2}}, \\ \Gamma_0 &= \frac{\omega_0 c_0 e^2 (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}}}{2\hbar \left[1 + (1 + \delta^2)^{\frac{1}{4}} \right]} \left[\frac{m_e}{2\hbar\omega} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (9) \\ \delta &= \frac{\omega_c}{\omega}. \end{aligned}$$

Как непосредственно следует из (9), с ростом магнитного поля Γ_1^{opt} увеличивается, что связано с локализацией носителей в \vec{H} и соответственно с усилением электрон-фононного взаимодействия. Если энергия оптического фонона равна энергии размерного квантования ($\hbar\omega_0 = \hbar\omega$), то с учетом (6а) (4) определяется соотношением

$$\Gamma_2^{opt} = \frac{1}{\sqrt{\delta_0}} \Gamma_1^{opt}, \quad \delta_0 = \frac{\omega}{\Omega_e} < 1. \quad (10)$$

Расчет матричных элементов оператора импульса \vec{P}_{aa_1} в (2) на волновых функциях электронов в ПКП в магнитном поле проводится непосредственно:

$$\begin{aligned} |P_{aa_1}^y|^2 &= \frac{\hbar\omega m_e (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}}}{2} \times \\ &\times \delta_{k_x k_x'} \delta_{m m_1} \left\{ (n+1) \delta_{n, m_1-1} + n \delta_{n, m_1+1} \right\}; \\ |P_{aa_1}^x|^2 &= \frac{\delta^2}{(1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}}} |P_{aa_1}^y|^2; \\ |P_{aa_1}^z|^2 &= \frac{\hbar m_e \omega}{2} \times \\ &\times \delta_{k_x k_x'} \delta_{m m_1} \left\{ (m+1) \delta_{m, m_1-1} + m \delta_{m, m_1+1} \right\}. \end{aligned} \quad (11)$$

Как следует из (11), в рассматриваемой модели возможны прямые оптические межподзонные переходы между гибридными состояниями (переход II на рис. 1) для случая x - и y -линейно-поляризованной электромагнитной волны (это фактически циклотронное поглощение света в ПКП) и между размерно-квантованными состояниями (переход I на рис. 1) для z -поляризованного света.

В случае линейной x -поляризованной электромагнитной волны с учетом (11) коэффициент поглощения света (4) можно записать следующим образом ($\hbar\omega_0 = \hbar\Omega_e$):

$$K^{(x)}(\Omega) = K_0 \delta^2 (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}} \times \int_0^\infty d\tau e^{-\tau} \frac{1 + a_1 \left(\frac{\tau}{\Delta_0} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(1 + a_1 \left(\frac{\tau}{\Delta_0} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^2 + \left(\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} \right) \left(\frac{\hbar\Omega_e - \hbar\Omega}{\hbar\omega_f} \right)^2}; \quad (12)$$

$$K_0 = \frac{4e^2 k_0 \omega T}{S n_0 c \hbar \omega_f} \left[\frac{1}{2m_e \hbar \omega_f} \right]^{1/2} e^{\frac{\xi}{k_0 T}},$$

$$\Delta_0 = \tau \left(\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} \right) - \left(\frac{\hbar\Omega_e - \hbar\Omega}{\hbar\omega_f} \right),$$

$$\hbar\omega_f = \hbar \left[\frac{\hbar \left(\frac{7}{4} \gamma_0 \right)^2}{2m_e^*} \right]^{1/3},$$

$$a_1 = \left(\frac{\omega_{\text{опт}}}{\omega_f} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} \right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\hbar\omega_{\text{опт}} = \frac{(1 + \delta^2)^{\frac{1}{3}}}{2} \left(\omega_0^2 c_0^2 e^4 m_e^{\frac{1}{3}} \right) \left(1 + (1 + \delta^2)^{\frac{1}{4}} \right)^{\frac{2}{3}},$$

где S – сечение нанопроволоки; ξ – химический потенциал в исследуемой квантовой системе.

При записи (12) предполагалось, что электронный газ в зоне проводимости является невырожденным $\xi < 0$. Заметим, что при частотах поглощаемого света, когда $\Delta_0 < 0$, влиянием резонансных оптических фононов на форму линии поглощения можно пренебречь и $K^{(x)}(\Omega)$ определяется взаимодействием электронов с длинноволновыми акустическими

колебаниями. В отсутствие магнитного поля ($\delta = 0$) в рассматриваемой модели ПКП x -поляризованная электромагнитная волна не поглощается. Аналогично можно вычислить коэффициент межзонного поглощения света y -поляризации ($\hbar\omega_0 = \hbar\Omega_e$):

$$K^{(y)}(\Omega) = \frac{(1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}}}{\delta^2} K^{(x)}(\Omega). \quad (13)$$

Согласно (13) при магнитных полях, когда $\delta^2 = 1,62$, частотные зависимости и величины $K^{(y)}(\Omega)$, $K^{(x)}(\Omega)$ совпадают.

Коэффициент межподзонного поглощения электромагнитной волны z -поляризации (свет распространяется вдоль оси нанопроволоки) согласно (11) определяется переходом электрона из нижайшего состояния в возбужденное размерно-квантованное состояние (переход I на рис. 1) зоны проводимости и описывается соотношением ($\hbar\omega_0 = \hbar\omega$):

$$K^{(z)}(\Omega) = K_0 (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}} \times \int_0^{\infty} d\tau e^{-\tau} \frac{1 + a_0 \left(\frac{\tau}{\Delta_0} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(1 + a_0 \left(\frac{\tau}{\Delta_0} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^2 + \tau \left(\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} \right) \left(\frac{\hbar\omega - \hbar\Omega}{\hbar\omega_f} \right)^2}; \quad (14)$$

$$\widetilde{\Delta}_0 = \tau \left(\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} \right) - \left(\frac{\hbar\omega - \hbar\Omega}{\hbar\omega_f} \right),$$

$$a_0 = (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}} a_1.$$

Для дальнейших оценок рассмотрим типичные полупроводниковые квантовые проволоки с параметрами: $m_e = 0,06m_0$, $E_1 = 10$ эВ, $\rho = 5,4$ г/см³, $v = 3 \cdot 10^5$ см/с, $\Delta E_c = 0,255$ эВ, $c_0 = 0,014$. В этом случае

$\hbar\omega = \frac{7,3}{R_0}$ эВ (R_0 – радиус ПКП в Å) и, следовательно, энергия предельного оптического фонона $\hbar\omega_0 = 0,03$ эВ будет равна энергии размерного квантования, если $R_0 = 240$ Å. С ростом напряженности магнитного поля энергия гибридного состояния увеличивается, поэтому резонансный случай $\hbar\omega_0 = \hbar\Omega_e$ может осуществляться и при больших радиусах КП (например, при $\delta^2 = 1$ он реализуется при $R_0 = 344$ Å). Заметим, что для меньших значений $\hbar\omega_0$ резонансное значение радиуса нанопроволоки будет больше. При рассматриваемых параметрах квантовой

$$\hbar\omega_f = \left(\frac{T}{R_0} \right)^{\frac{2}{3}} (1 + \delta^2)^{\frac{1}{2}} \text{ мЭВ},$$

$$\hbar\omega_{\text{опт}} = 3,52 (1 + \delta^2)^{\frac{1}{3}} \left(1 + (1 + \delta^2)^{\frac{1}{4}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ мЭВ}.$$

На рис. 2 представлена частотная зависимость межподзонного поглощения

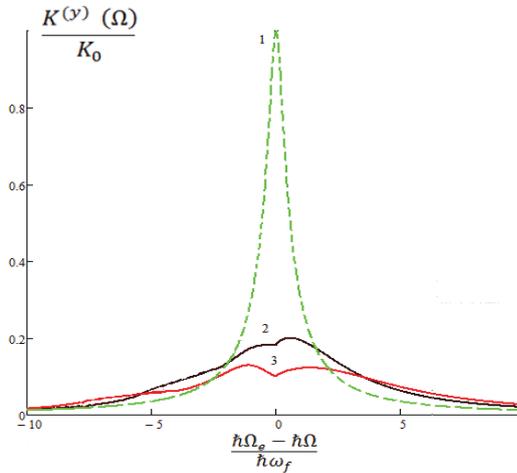


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента поглощения (в отн. ед.) слабой y -поляризованной волны: кривая 1 — $a_1 = 0$; кривая 2 — $a_1 = 10$; кривая 3 — $a_1 = 20$ при $\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} = 5$

у-поляризованной электромагнитной волны (переход II на рис. 1) в относительных единицах при $\hbar\omega_0 = \hbar\Omega_e$, т. е. при фиксированных значениях R_0 и величины напряженности магнитного поля. Кривая 2 получена при $a_1 = 10$, $\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} = 5$. Как непосредственно следует из рис. 2, пик магнетопоглощения расщепляется на два: форма длинноволнового пика определяется взаимодействием электронов с акустическими колебаниями, а форма высокочастотного пика зависит от взаимодействия носителей с оптическими фононами. Заметим, что с ростом температуры полуширина длинноволнового пика увеличивается, а высокочастотный пик от температуры не зависит. Кривая 3 вычислена при $a_1 = 20$, $\frac{k_0 T}{\hbar\omega_f} = 5$. Кривая 1 описывает частотную зависимость коэффициента поглощения света в случае пренебрежения взаимодействием носителей с оптическими фонона-

ми. В случае циркулярно-поляризованной волны, распространяющейся по направлению напряженности магнитного поля, частотная зависимость коэффициента межподзонного поглощения света $K^{(xy)}(\Omega)$ аналогична рис. 2.

Авторы приносят благодарность STCU (грант 5929) за частичную финансовую поддержку работы.

Цитированная литература

1. Синявский Э.П., Хамидуллин Р.А. // ФТП. – 2002. – № 36. – С. 989.
2. Зенченко В.П., Синявский Э.П. // ФТП. – 2012. – № 17. – С. 3426.
3. Синявский Э.П. Кинетические эффекты в электрон-фононных системах в поле лазерного излучения. – Кишинев: Штиинца, 1976. – С. 170.
4. Коровин Л.И., Павлов С.Т. // ЖЭТФ. – 1967. – № 53. – С. 1708.

УДК 538.975, 538.958

МЕЖЗОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В НАНОТРУБКАХ ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ

Э.П. Синявский, Н.С. Костюкевич

Теоретически исследована люминесценция света, которая связана с межзонным переходом электрона в нанотрубке, помещенной в продольное магнитное поле и поперечное электрическое поле. В присутствии магнитного поля появляются дополнительные энергетические состояния, что приводит к более богатому спектру полос люминесценции. Электрическое поле существенным образом влияет на ширину запрещенной зоны исследуемой наноструктуры, а также на процессы взаимодействия носителей заряда с шероховатой поверхностью. С ростом электрического поля максимум люминесценции сдвигается в область низких частот, а ширина полосы люминесценции увеличивается.

Ключевые слова: межзонные оптические переходы, квантовая трубка, люминесценция, шероховатая поверхность.

INTERBAND LUMINESCENCE IN NANOTUBES OF EXTERIOR ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD

E.P. Sinyavsky, N.S. Kostyukevich

Theoretically, the luminescence light is studied, which is associated with the interband transition of an electron in a nanotube, placed in a longitudinal magnetic field and transverse electric field. In the presence of a magnetic field the additional energy states appear, which leads to a rich spectrum of luminescence bands. The electric field significantly affects the band gap of the studied nanostructures, as well as on processes of interaction of charge carriers with a rough surface. With increasing of electric field, the luminescence maximum is shifted to the low frequencies, and the bandwidth of the luminescence is increased.

Keywords: *interband optical transitions, quantum tube, luminescence, rough surface.*

Для исследования оптических характеристик в конденсированных средах (коэффициента поглощения электромагнитной волны, интенсивности спонтанного излучения) используется метод балансного уравнения [1]. Изменение энергии электромагнитного поля в единицу времени в нижайшем приближении по электрон-фотонному взаимодействию определяется соотношением

$$\frac{dU}{dt} = \hbar\Omega \{ (1+N)W_l - W_p \}, \quad (1)$$

где $\hbar\Omega$ – энергия фотона; N – число фотонов в единице объема, т. е. $N \hbar\Omega$ определяет энергию электромагнитного поля в единице объема; W_p описывает процессы диссипации электромагнитного поля и простым образом связано с коэффициентом поглощения света [1].

Согласно (1) увеличение энергии электромагнитного поля (первое слагаемое) определяется процессами люминесценции, а уменьшение (второе слагаемое) – связано с процессами поглощения света. Интенсивность люминесценции определяется через Фурье-образ корреляционной функции произведения операторов импульса [1]:

$$W_l = \frac{2\pi e^2}{m_0^2 \hbar \Omega V} \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{-i\Omega t} \langle (\hat{P}(t)\vec{e}) (\hat{P}\vec{e}) \rangle, \quad (2)$$

где

$$\hat{P}(t) = e^{\frac{i\hat{H}t}{\hbar}} \hat{P} e^{-\frac{i\hat{H}t}{\hbar}}.$$

Здесь m_0 – масса свободного электрона; V – объем исследуемой квантовой системы; $\langle \dots \rangle$ описывает усреднение с оператором плотности, удовлетворяющим уравнению Неймана с гамильтонианом \hat{H} ; \hat{H} – гамильтониан исследуемой квантовой системы в отсутствие электромагнитного поля поляризации \vec{e} .

В дальнейшем исследуем процессы спонтанного излучения слабой электромагнитной волны, связанные с квантовым переходом электрона из зоны проводимости (c) в валентную зону (v) рассматриваемой наноструктуры. В этом случае оператор импульса в представлении вторичного квантования записывается следующим образом:

$$\hat{P} = \sum_{\alpha\beta} \hat{P}_{\alpha\beta}^{cv} a_{\alpha}^{+c} a_{\beta}^v + \sum_{\alpha\beta} \hat{P}_{\beta\alpha}^{cv} a_{\beta}^{+v} a_{\alpha}^c, \quad (3)$$

$$\hat{P}_{\alpha\beta}^{cv} = \int \Psi_{\alpha}^{*c}(\vec{r}) \hat{P} \Psi_{\beta}^v(\vec{r}) d\vec{r}.$$

Здесь $a_{\alpha}^{+i} (a_{\alpha}^i)$ – операторы рождения (уничтожения) электрона в состоянии α в i -й зоне; $\Psi_{\alpha}^i(\vec{r})$ – волновая функция носителя в i -й зоне.

Если учесть (3), то интенсивность межзонной люминесценции (2) можно записать в следующем виде:

$$W_I = \frac{4\pi e^2}{\hbar\Omega V} \left| \frac{\vec{P}_{cv}\vec{e}}{m_0} \right|^2 \sum_{\alpha\beta\alpha_1\beta_1} \langle \alpha|\beta \rangle \langle \alpha_1|\beta_1 \rangle \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{-i\Omega t} n_{\alpha_1}^c \times \\ \times (1 - n_{\beta_1}^v) \left\{ \left\langle \alpha_1 \left| e^{\frac{i\hat{H}^c}{\hbar}} \right| \alpha \right\rangle \left\langle \beta \left| e^{\frac{i\hat{H}^v}{\hbar}} \right| \beta_1 \right\rangle \right\}, \quad (4)$$

где \vec{P}_{cv} – матричный элемент оператора импульса на блоховских функциях электрона в зоне проводимости и в валентной зоне; $\langle \alpha |$, $\langle \beta |$ – сглаженные волновые функции носителей в зоне проводимости и в валентной зоне; $n_{\alpha_1}^c$, $n_{\beta_1}^v$ – равновесные функции распределения электронов в c -зоне и в v -зоне; $\{\dots\}$ описывает усреднение по системе свободного фоновго поля, если учитывать при исследовании оптических характеристик электрон-фононное взаимодействие. Если же рассматривать рассеяние носителей на шероховатой поверхности, то усреднение проводится по реализации случайного процесса [2]; $\hat{H}^{(i)}$ – гамильтониан для электрона в i -й зоне.

Дальнейшие расчеты проведем с использованием приближения времени релаксации [3], когда:

$$\left\langle \alpha_1 \left| e^{\frac{i\hat{H}^c}{\hbar}} \right| \alpha \right\rangle = \delta_{\alpha_1\alpha} e^{\frac{i\epsilon_\alpha^c}{\hbar}} e^{-\Gamma_\alpha^c|\alpha|}, \\ \left\langle \beta \left| e^{\frac{i\hat{H}^v}{\hbar}} \right| \beta_1 \right\rangle = \delta_{\beta\beta_1} e^{\frac{i\epsilon_\beta^v}{\hbar}} e^{-\Gamma_\beta^v|\beta|}, \quad (5)$$

где ϵ_α^c (ϵ_β^v) – энергия электрона в зоне проводимости (в валентной зоне) в состоянии α ; $2\Gamma_\alpha^c$ ($2\Gamma_\beta^v$) описывает квантово-механическую вероятность рассеяния носителей в c -зоне (v -зоне) на длинноволновых акустических колебаниях [3] или на шероховатой поверхности [2].

В рассматриваемом приближении интенсивность спонтанной люминесценции (4) принимает следующий вид:

$$W_I = \frac{8\pi e^2}{\hbar\Omega V} \left| \frac{\vec{P}_{cv}\vec{e}}{m_0} \right|^2 \times \\ \times \sum_{\alpha\beta} |\langle \alpha|\beta \rangle|^2 n_\alpha^c (1 - n_\beta^v) \times \\ \times \frac{\Gamma_\alpha^c + \Gamma_\beta^c}{(\Gamma_\alpha^c + \Gamma_\beta^c)^2 + \frac{1}{\hbar^2} (\epsilon_\alpha^c - \epsilon_\beta^v - \hbar\Omega)^2}. \quad (6)$$

Исследуем интенсивность межзонной люминесценции в нанотрубках в присутствии однородного магнитного поля, направленного вдоль оси квантовой системы (Oz), и поперечного электрического поля (вдоль Oy). Рассмотрим следующую модель нанотрубки [4]: квантовая пленка ($2D$ -электронный газ в квантовом канале с параболическим потенциалом) толщины d , длины L_x ($L_x \gg d$) свернута в цилиндр. Следовательно, в этой модели волновая функция электрона удовлетворяет граничному условию

$$\Psi(x, y, z) = \Psi(x + L_x, y, z).$$

Если магнитное поле \mathbf{B} направлено вдоль оси нанотрубки (векторный потенциал выбираем в виде $\mathbf{A}(-By, 0, 0)$, электрическое поле направлено вдоль оси Oy , то гамильтониан для электрона с эффективной массой m_e имеет вид:

$$\hat{H} = \frac{1}{2m_e} \left[-i\hbar \frac{\partial}{\partial x} + \frac{eBy}{c} \right]^2 - \quad (7)$$

$$- \frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{m_e \omega y^2}{2} + eEy.$$

Волновая функция с учетом граничных условий записывается следующим образом ($L_x = 2\pi R$):

$$\Psi^c(x, y, z) = \frac{e^{ik_z z} e^{\frac{mx}{R}}}{\sqrt{L_x L_z}} \left(\frac{m_e \Omega_e}{\hbar \pi} \right)^{\frac{1}{4}} \frac{1}{\sqrt{2^n n!}} \times$$

$$\times H_n \left[\left(y + \frac{\hbar \frac{m \omega_e^c}{R} + eE}{m_e \Omega_e^2} \right) \sqrt{\frac{m_e \Omega_e}{\hbar}} \right] \times (8)$$

$$\times \exp \left\{ -\frac{m_e \Omega_e}{2\hbar} \left(y + \frac{\hbar \frac{m \omega_e^c}{R} + eE}{m_e \Omega_e^2} \right)^2 \right\},$$

где L_z – высота нанотрубки.

Энергетический спектр электронов в зоне проводимости в рассматриваемой модели квантового цилиндра имеет вид:

$$\varepsilon_{k_z, m, n} = \frac{\hbar^2}{2m_e} k_z^2 + \hbar \Omega_e \left(n + \frac{1}{2} \right) +$$

$$+ \varepsilon_0^c \left(m - \frac{eE \omega_e^c R}{\hbar \omega_e^2} \right) - \Delta_e; \quad (9)$$

$$\Omega_e = \left(\omega_e^{c2} + \omega_e^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_e^c = \frac{eB}{m_e c},$$

$$\varepsilon_0^c = \frac{\hbar^2}{2m_e R^2} \left(\frac{\omega_e}{\Omega_e} \right)^2, \quad \Delta_e = \frac{e^2 E^2}{2m_e \Omega_e^2},$$

где $\hbar \omega_e$ – энергия размерного квантования.

Как непосредственно следует из (9), энергетический спектр зонных электронов ($\alpha = n, m, k_z$) описывается набором парабол с шагом квантования $\hbar \Omega_e$ и ε_0^c . На рис. 1 представлен энергетический спектр электронов нанотрубки в продольном магнитном поле (при $E = 0$).

С ростом магнитного поля энергия гибридного состояния $\hbar \Omega_e$ увеличивается, а ε_0^c уменьшается. Именно поэтому дно

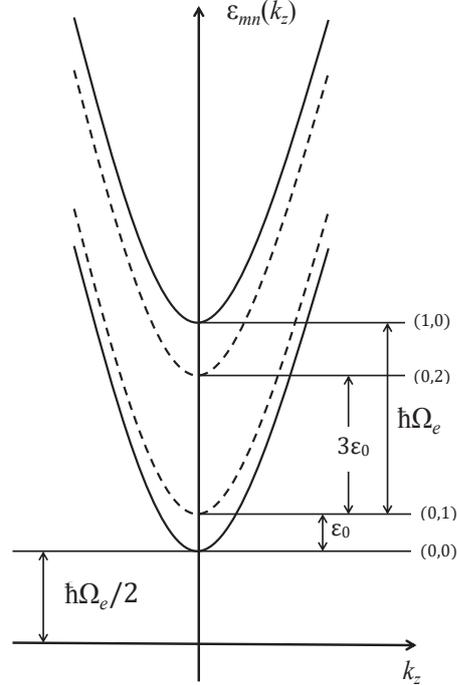


Рис. 1. Энергетический спектр электронов в зоне проводимости для нанотрубок в магнитном поле

размерно-квантованной зоны поднимается в область больших значений энергии ε_{mn} и между энергиями гибридных состояний может появиться больше энергетических состояний $\varepsilon_0^c m^2$. Последнее обстоятельство приводит к увеличению каналов поглощения слабой электромагнитной волны, что, в свою очередь, должно приводить к более богатому спектру полос поглощения в нанотрубках.

Аналогичным образом можно найти энергетический спектр и волновые функции электронов в валентной зоне:

$$\varepsilon_{k_z, m, n}^v = -\frac{\hbar^2}{2m_v} k_z^2 - \hbar \Omega_v \left(n + \frac{1}{2} \right) -$$

$$- \varepsilon_0^v \left(m + \frac{eE \omega_v^c R}{\hbar \omega_v^2} \right)^2 + \Delta_v - E_g;$$

$$\Psi^v(x, y, z) = \frac{e^{ik_z z} e^{i\frac{mx}{R}}}{\sqrt{L_x L_z}} \left(\frac{m_v \Omega_v}{\hbar \pi} \right)^{\frac{1}{4}} \frac{1}{\sqrt{2^n n!}} \times$$

$$\times H_n \left[\left(y + \frac{\hbar \frac{m \omega_v^c}{R} - eE}{m_v \Omega_v^2} \right) \sqrt{\frac{m_v \Omega_v}{\hbar}} \right] \times (10)$$

$$\times \exp \left\{ -\frac{m_v \Omega_v}{2\hbar} \left(y + \frac{\hbar \frac{m \omega_v^c}{R} - eE}{m_v \Omega_v^2} \right)^2 \right\};$$

$$\Omega_v = (\omega_v^{c2} + \omega_v^2)^{\frac{1}{2}}, \quad \varepsilon_0^v = \frac{\hbar^2}{2m_v R^2} \left(\frac{\omega_v}{\Omega_v} \right)^2,$$

$$\omega_v^c = \frac{eB}{m_v c}, \quad \Delta_v = \frac{e^2 E^2}{2m_v \Omega_v^2}.$$

Заметим, что с ростом напряженности поперечного электрического поля дно зоны проводимости опускается в область запрещенных значений энергии (потолок валентной зоны поднимается в область запрещенных значений энергии). Именно это обстоятельство приводит к уменьшению величины энергии запрещенной зоны E_g , что, естественно, влияет на положение максимума межзонного поглощения (люминесценции) света в изучаемых наноструктурах.

Исследуем процессы спонтанного излучения света, когда носители активно взаимодействуют с шероховатой поверхностью [5] и поперечное электрическое поле может заметным образом влиять на процессы рассеяния [2]. В случае рассеяния электронов в нижней размерно-квантованной зоне проводимости, следуя [2], нетрудно получить:

$$\Gamma_\alpha^c = \frac{1}{|k_x|} \gamma [1 + \alpha]^2; \quad (11)$$

$$\gamma = \frac{1}{4} \frac{m_e \gamma_0 \omega_e^2}{d^2} \left(\frac{\omega_e}{\Omega_e} \right)^2, \quad \alpha = \frac{2E^2 e^2}{\hbar m_e \Omega_e^3}.$$

В дальнейшем для простоты рассмотрим только этот механизм рассеяния, определяющий форму линии спонтанной люминесценции. Если в процессе люминесценции электроны переходят из нижней размерно-квантованной зоны проводимости (ε_{00}^c) в верхнюю валентную зону (ε_{00}^v), то интенсивность люминесценции записывается в виде:

$$W_l = \frac{e^2}{\hbar \Omega R d} \left| \frac{\vec{P}_{cv} \vec{e}}{m_0} \right|^2 \times (12)$$

$$\times \sum_{\alpha\beta} |\alpha_0 \beta_0|^2 \beta \hbar^2 n_e n_v \left(\frac{2}{\hbar \omega_f (m_e + m_v)} \right)^{\frac{1}{2}} I_0;$$

$$I_0(\Delta) = \int_{-\infty}^{\infty} dx e^{-\beta \hbar \omega_f^0 (1+\alpha)^{\frac{4}{3}} x} \times$$

$$\times \frac{1}{1 + x \left[\frac{1}{(1+\alpha)^{\frac{4}{3}}} \left(\frac{\Delta}{\hbar \omega_f^0} - \frac{1}{4} \frac{\hbar \Omega_e}{\hbar \omega_f^0} \alpha \right) + x \right]^2};$$

$$\Delta = E_g - \hbar \Omega,$$

где $\hbar \omega_f^0 = \left(\frac{\hbar \gamma^2}{2\mu} \right)^{\frac{1}{3}}$; $\langle \alpha_0 | \beta_0 \rangle$ – матричный элемент на волновых функциях электрона в нижней размерно-квантованной зоне проводимости и в валентной зоне.

При записи (12) учитывалось, что в исследуемом случае (электронный газ невырожденный) равновесная функция распределения для электронов в нижней размерно-квантованной зоне проводимости ($\beta \hbar \Omega_e \gg 1$, $\varepsilon_0^c \beta \gg 1$) записывается в виде

$$n_\alpha^c = \hbar n_e \left[\frac{\pi \beta}{2m_e} \right]^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\beta \frac{\hbar^2 k_z^2}{2m_e} \right\}. \quad (14)$$

Аналогично записывается равновесная функция распределения для дырок:

$$1 - n_a^v = \hbar n_v \left[\frac{\pi\beta}{2m_v} \right]^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\beta \frac{\hbar^2 k_z^2}{2m_v} \right\}.$$

Здесь введены следующие обозначения:

$n_e = \frac{N_e}{L_z}, n_v = \frac{N_v}{L_z}$ – линейные концентрации электронов и дырок в исследуемой квантовой системе; $\beta = \frac{1}{k_0 T}$.

С учетом (8), (10) легко получить:

$$|\langle \alpha_0 | \beta_0 \rangle|^2 = \frac{2R_e R_v}{R_e^2 + R_v^2} \exp \left\{ -\xi^2 \frac{R_v^2}{R_e^2 + R_v^2} \right\}, \quad (15)$$

где

$$R_v^2 = \frac{\hbar}{m_v \Omega_v}, \quad R_e^2 = \frac{\hbar}{m_e \Omega_e},$$

$$\xi^2 = \frac{\alpha}{2} \frac{\left[1 + \frac{m_v}{m_e} \left(\frac{R_v}{R_e} \right)^2 \right]}{1 + \left(\frac{R_v}{R_e} \right)^2}.$$

Как непосредственно следует из (12) и (15), с ростом напряженности поперечного электрического поля интенсивность люминесценции уменьшается. Максимум люминесценции сдвигается в длинноволновую область спектра, что связано с уменьшением ширины запрещенной зоны исследуемой квантовой системы. С ростом E в соответствии с (11) увеличивается вероятность рассеяния электронов с шероховатой поверхностью, что приводит к уширению линии люминесценции. На рис. 2 приведена частотная зависимость люминесценции (в относительных единицах) при различных значениях напряженности электрического поля. Кривые 1–3 получены при $\alpha = 0; 0,1; 0,9$ соответственно.

В заключение заметим, что с ростом напряженности однородного магнитного поля ширина линии спонтанной люминесценции уменьшается $\left(\gamma \sim \frac{1}{1 + \delta^2}, \delta = \frac{\omega_c}{\omega_e} \right)$, что связано с увеличением времени релаксации при увеличении локализации носителей заряда. Так как с ростом B ширина

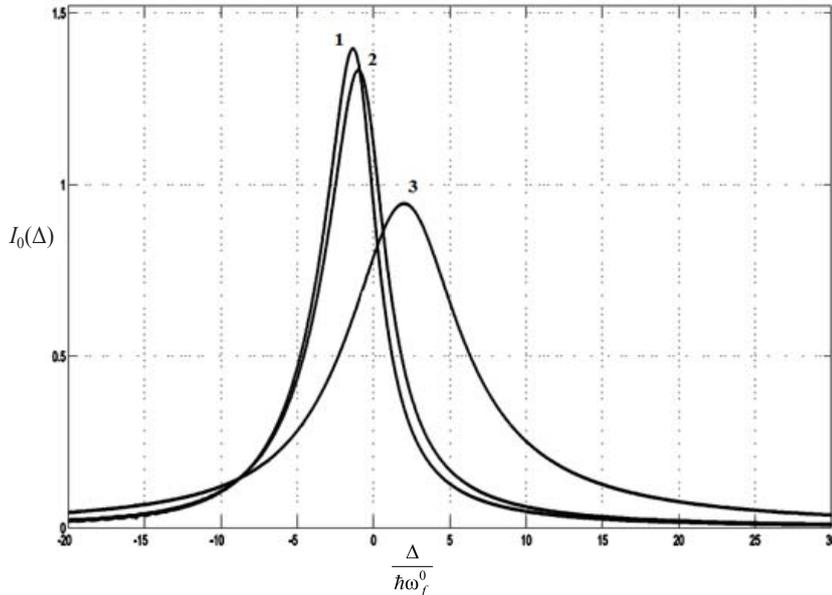


Рис. 2. Частотная зависимость интенсивности люминесценции (в отн. ед.)

запрещенной зоны увеличивается, то, следовательно, максимум люминесценции сдвигается в высокочастотную область спектра.

Цитированная литература

1. Белоусов А.В., Коварский В.А., Синявский Э.П. Оптические свойства молеку-

лярных систем в поле низкочастотного лазерного излучения. – Кишинев: Штиинца, 1989.

2. Синявский Э.П., Карапетян С.А. // ФТП. – 2014. – Т. 48, вып. 2. – С. 229.

3. Синявский Э.П., Хамидуллин Р.А. // ФТП. – 2002. – Т. 36, вып. 8. – С. 989.

4. Галкин Н.Г., Маргулис В.А., Шорохов А.В. // ФТТ. – 2001. – Т. 43, вып. 3. – С. 511.

5. Sakaki H., Noda T., Hirakawa K. et al. // Appl. Phys Lett. – 1987. – Vol. 51(23). – P. 1934.

УДК 535.215.1

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ CdSe, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ В КВАЗИЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ НА КРИСТАЛЛАХ (0001) СЛЮДЫ

Э.А. Сенокосов, В.И. Чукита

Определены основные фотоэлектрические характеристики при 300 К эпитаксиальных слоев n-CdSe, выращенных в квазизамкнутом объеме на кристаллах (0001) слюды (мусковита) в условиях, близких к термически равновесным. При освещенности 200 лк кратность фотоответа, время жизни основных носителей заряда и удельная интегральная токовая чувствительность полученных слоев составляют $4 \cdot 10^4$; $5,4 \cdot 10^{-2}$ с; $3,75 \cdot 10^2$ мкА/лк · В соответственно.

Ключевые слова: позиционно-чувствительные фотоприемники, квазизамкнутый объем, эпитаксиальный слой, электрофизические параметры, стационарные характеристики фотопроводимости, спектральное распределение фотопроводимости, кинетика фотопроводимости, время жизни основных носителей заряда, удельная интегральная чувствительность.

PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF CdSe EPITAXIAL LAYERS, GROWN BY THERMAL SPRAYING IN THE QUASI-CLOSED VOLUME ON MICA CRYSTALS (0001)

E.A. Senokosov, V.I. Chukita

The basic photoelectric characteristics at 300 K epitaxial layers n-CdSe, grown in quasi-closed volume on mica (muscovite) crystals in conditions close to thermal equilibrium are identified. When illuminance is 200 lux multiplicity photoresponse, the lifetime of the majority carriers and the specific integral current sensitivity obtained layers are $4 \cdot 10^4$; $5,4 \cdot 10^{-2}$ s; $3,75 \cdot 10^2$ uA / lux · V respectively.

Keywords: position-sensitive photodetectors, quasi-closed volume, the epitaxial layer, the electrophysical parameters, stationary characteristics of the photoconductivity, spectral distribution of the photoconductivity, kinetics of photoconductivity, lifetime of the majority carriers, specific integral sensitivity.

В связи с новыми задачами полупроводниковой электроники возрастает интерес к традиционным люминесцентным материалам – соединениям группы $A^{II}B^{VI}$ с широкой запрещенной зоной. На основе этих соединений получают лучшие порошковые люминофоры. Однако для решения многих других задач полупроводниковой электроники необходимы крупные кристаллы и монокристаллические пленки с заданными электрическими и оптическими свойствами [1, 2]. В частности, высокая фоточувствительность к видимому свету, зависящая от степени чистоты и совершенства кристаллической структуры, обуславливает перспективу более широкого применения кристаллов и пленок полупроводникового соединения CdSe. Использование эпитаксиальных пленок селенида кадмия в качестве основы полупроводниковых позиционно-чувствительных фотоприемников (ПЧФ) видимого света [3], по нашему мнению, может составить альтернативу или конкуренцию уже существующим ПЧФ [4–6].

Целью данной работы является изучение фотоэлектрических свойств эпитаксиальных слоев n -CdSe, выращенных в квазизамкнутом объеме на кристаллических подложках (0001) слюды (мусковита), способных использоваться в качестве светоприемной основы для ПЧФ.

Специально нелегированные слои CdSe выращивались методом вакуумного напыления в квазизамкнутом объеме. Физические основы такой технологии изложены в работах [7–9]. Слои осаждались в вакууме $\approx 1,33 \cdot 10^{-2}$ Па на свежесколотые (0001) поверхности кристаллов слюды. Исходным материалом для их получения служил порошок CdSe марки «ос. ч.». С помощью системы подогрева в камере создавались условия конденсации, близкие к термически равновесным.

Исследованные слои CdSe/слюда осаждались при температурах испарения

$t_{\text{и}} = 650, 680$ °С и температурах подложки $t_{\text{п}} = 430–600$ °С. При такой технологии получения слоев степень равновесия молекулярного пара в зоне реакционной камеры характеризовалась величиной $\gamma = (t_{\text{и}} - t_{\text{п}}) / t_{\text{и}} = 0,12–0,34$. Слои, выращенные в условиях близких к равновесным ($t_{\text{и}} = 680$ °С, $t_{\text{п}} = 600$ °С, $\gamma = 0,12$), имели структуру типа вюрцита и были ориентированы плоскостью (0001) параллельно плоскости эпитаксии [9]. Поверхность таких слоев была зеркально гладкой. Площадь их поверхности составляла 3 см^2 , а толщины находились в пределах $20–40$ мкм. Линейные размеры монокристаллических зерен достигали значений 600 мкм. Слои CdSe имели n -тип проводимости. Их темновое удельное сопротивление при 300 К изменялось в диапазоне $10^6–10^9 \text{ Ом} \cdot \text{см}$. Кратность фотоотклика при комнатной температуре и освещенности 200 лк составляла $4 \cdot 10^4$. Наиболее фоточувствительные слои получены при $t_{\text{и}} = 680$ °С и $t_{\text{п}} = 600$ °С.

Исследования электрофизических свойств эпитаксиальных слоев CdSe/слюда проводились с использованием экспериментальной установки, блок-схема которой приведена на рис. 1. Омическими контактами к слоям CdSe служили пленки индия толщиной ≈ 1 мкм, которые наносились на поверхность полупроводникового слоя термическим испарением в виде полос с межэлектродным расстоянием $l = 3,0$ и длиной $h = 4,0$ мм (см. вставку на рис. 1).

Для измерения темнового сопротивления $R_{\text{обр}}$ слоев CdSe образцы помещались в светоизолированную камеру (5) с перекрывающимся окном, в которой они подключались к источнику питания U последовательно с нагрузочным сопротивлением $R_{\text{н}} \ll R_{\text{обр}}$. Напряжение на электродах образца изменялось в пределах $0,5–100 \text{ В}$. Электрический сигнал, возникающий на нагрузочном сопротивлении $R_{\text{н}}$, измерялся вольтметром В7-21А (6). Относитель-

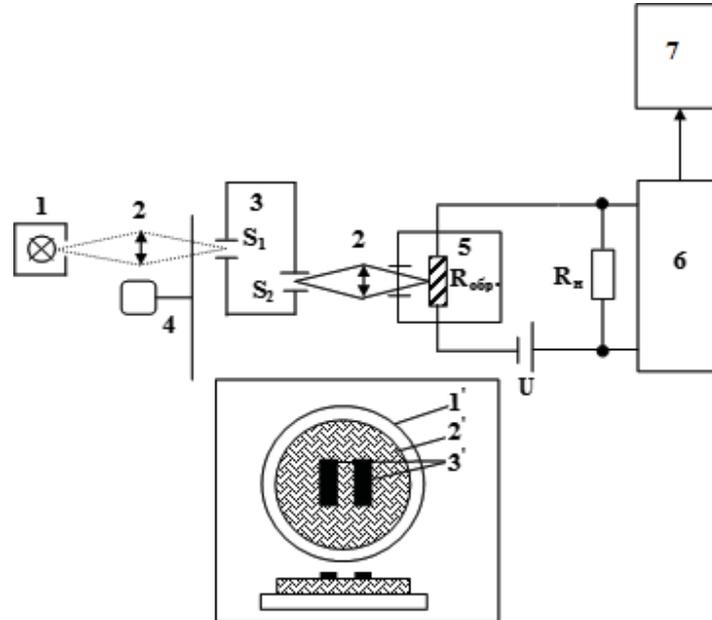


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для измерения стационарных электрических, фотоэлектрических характеристик и кинетики фотопроводимости монокристаллических слоев CdSe/слода: 1 – источник света; 2 – фокусирующая оптическая система; 3 – монохроматор; 4 – модулятор света; 5 – светоизолированная камера; 6 – универсальный вольтметр; 7 – осциллограф. На вставке схема образца CdSe/слода: 1' – диэлектрическая подложка (слода); 2' – монокристаллический слой CdSe; 3' – индиевые контакты

ная погрешность измерения напряжения в диапазоне 10^{-6} – 10^{-2} В не превышала $\pm 0,3\%$. Сила тока через образец рассчитывалась по величине падения напряжения на последовательно включенном сопротивлении R_x .

Измерение фотопроводимости, люксамперных и спектральных характеристик слоев CdSe/слода проводилось в спектральном диапазоне 500–1100 нм с использованием монохроматора МДР-2. Источником излучения служила фотометрированная вольфрамовая лампа накаливания (1) мощностью 500 Вт. Величина освещенности поверхности образца изменялась путем использования нейтральных калиброванных светофильтров. Пучок источника света с помощью оптической системы (2) фокусировался на входную щель S_1 монохро-

матора (3). Из выходной щели S_2 сфокусированное монохроматическое излучение направлялось на поверхность образца.

Для исследования кинетики фотопроводимости эпитаксиальных слоев CdSe/слода использовался источник (1) прямоугольно модулированных оптических сигналов. Длительность импульсов возбуждения была равной 100 мс, а частота следования $f_n = 5$ Гц, что соответствовало скважности $q = 2$. Модулятором света (4) служил вращающийся диск с вырезами. Частота модуляции светового потока определялась частотой вращения электродвигателя f_d и числом N вырезов в диске: $f_n = f_d \cdot N$. Образцы освещались импульсами источника света (1), сформированными с помощью модулятора (4). За время освещения в образце устанавливалось стационар-

нарное значение фотопроводимости $\sigma_{св}$, а в период паузы фотопроводимость уменьшалась до темнового значения σ_t . Величина и время спада фототока регистрировались с помощью осциллографа С1-114 (7). Для исключения влияния уровней прилипания применялась постоянная подсветка образцов. В качестве нагрузочного резистора использовался магазин сопротивлений $R_n = 10^6\text{--}10^9$ Ом.

Одним из основных требований, предъявляемых к координатно-чувствительным приборам, является линейная зависимость выходного напряжения от входного тока и интенсивности светового пятна на его поверхности. Крутизна этой зависимости при заданном уровне освещенности определяет чувствительность прибора.

На рис. 2 представлены экспериментальные вольтамперные характеристики (ВАХ) эпитаксиального слоя CdSe/слода, снятые при 300 К и различных освещенностях: а) темновая ВАХ: $I_t = f(U)$, $E = 0$; б) световые ВАХ: $I_c = f(U)$, $E = 200$ лк (кривая 1), 500 лк (кривая 2). Видно, что ВАХ исследованного образца подчиняются закону Ома:

$$I = G \cdot U, \quad (1)$$

где G – коэффициент пропорциональности, зависящий от физических свойств полупроводника и интенсивности света.

Значение темнового тока при напряжении 100 В (рис. 2, а) составляет величину $I_t \approx 2,5 \cdot 10^{-8}$ А. При освещенности 200 лк ($\lambda = 0,71$ мкм) и напряжении 100 В значение светового тока исследованного образца (рис. 2, б, кривая 1) составляет $I_c \approx 10^{-3}$ А, а кратность фотоответа $\approx 4 \cdot 10^4$. С увеличением освещенности до значений 500 лк меняется наклон ВАХ, отражающий величину фотопроводимости слоя CdSe/слода (рис. 2, б, кривая 2). Световой ток при такой освещенности и напряжении $U = 35$ В имеет величину $I_c \approx 10^{-3}$ А.

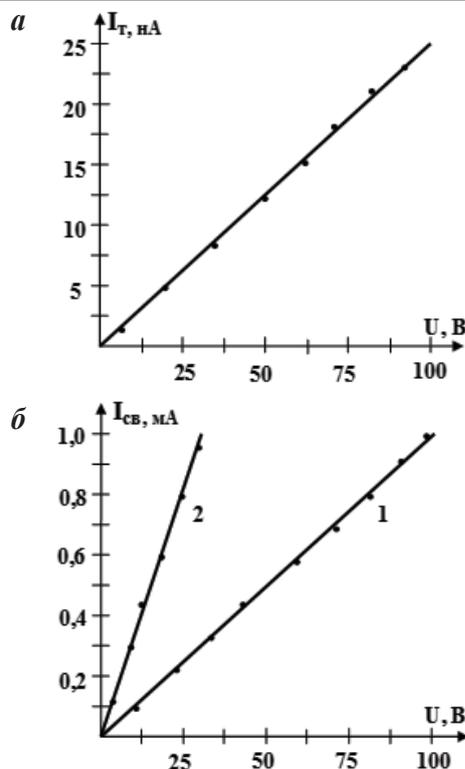


Рис. 2. Вольтамперные характеристики пленочного фоторезистора CdSe/слода, снятые при 300 К и различных освещенностях E , лк: а) темновая ВАХ; б) световые ВАХ: 200 лк (кривая 1); 500 лк (кривая 2)

На рис. 3 изображено семейство люксамперных характеристик (ЛАХ) эпитаксиальных характеристик (ЛАХ) эпитаксиального слоя CdSe/слода при различных напряжениях. Видно, что ЛАХ в общем случае имеют нелинейный характер, определяясь своим типом рекомбинации носителей фототока, описываясь законом

$$I_c = \sigma \cdot \Phi^\alpha \cdot U = \sigma \cdot S^\alpha \cdot E^\alpha \cdot U, \quad (2)$$

где σ – коэффициент пропорциональности, определяемый свойствами материала; Φ и α – световой поток и показатель его степенной зависимости соответственно; U – приложенное напряжение; S – площадь освещаемой поверхности, заключенной между электродами.

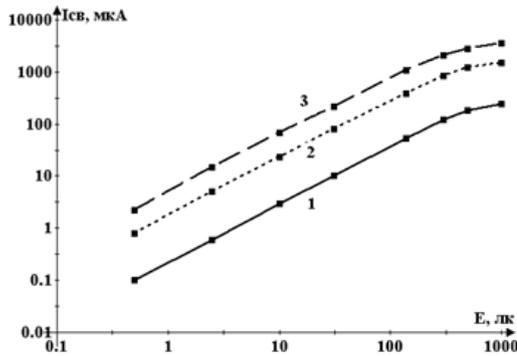


Рис. 3. Люксамперные характеристики пленочного фоторезистора CdSe/слоуда, снятые при 300 К и различных напряжениях U , В: 1 – 12; 2 – 50; 3 – 100

При освещенностях $E \leq 300$ лк зависимость $I_c = f(E)$ является линейной: $\alpha = 0,9-1,0$. Это соответствует рекомбинации, при которой время жизни основных носителей заряда в стационарном состоянии остается постоянным, т. е. не зависит от освещенности. Это имеет место, если концентрация неравновесных носителей намного меньше, чем равновесных ($\Delta n_{ст} \ll n_0$). В этом случае стационарная концентрация неравновесных носителей заряда, фотопроводимость и световой ток пропорциональны освещенности [10]:

$$\Delta n_{ст} \sim E; \quad \Delta \sigma_{ст} \sim E; \quad I_c \sim E. \quad (3)$$

При освещенности $E > 300$ лк люксамперные характеристики становятся нелинейными: $\alpha = 0,5-0,6$. Они соответствуют рекомбинации, при которой время жизни неравновесных носителей заряда зависит от освещенности. Концентрация неравновесных носителей становится намного больше равновесной, т. е. $\Delta n_{ст} \gg n_0$. При таких условиях избыточная концентрация, а следовательно, фотопроводимость и световой ток пропорциональны корню квадратному из освещенности [10]:

$$\Delta n_{ст} \sim E^{1/2}; \quad \Delta \sigma_{ст} \sim E^{1/2}; \quad I_c \sim E^{1/2}. \quad (4)$$

Такой характер ЛАХ объясняется тем, что при увеличении освещенности наряду с ростом концентрации носителей заряда повышается вероятность их рекомбинации.

По данным световых ВАХ (см. рис. 2) определена интегральная токовая чувствительность фоторезисторов n -CdSe/слоуда, составляющая величину

$$K_{и} = I_c / \Phi = 0,416 \text{ А/лм}, \quad (5)$$

где $I_c = 10^{-3}$ А – световой ток при напряжении 100 В; $\Phi = 10^{-4} \cdot E \cdot S = 2,4 \cdot 10^{-3}$ лм – значение светового потока, падающего при $E = 200$ лк на поверхность образца площадью $S = 0,12$ см².

Удельная интегральная чувствительность в этом случае имеет значение

$$K_y = I_c \cdot l^2 / \Phi \cdot U = 3,75 \cdot 10^2 \text{ мкА/лк} \cdot \text{В}. \quad (6)$$

Она оказывается близкой к ее величине для промышленных фоторезисторов типа СФ3-1, изготовленных на основе кристаллов селенида кадмия [11].

В спектрах фотопроводимости исследованных слоев CdSe при 300 К наблюдается широкая полоса краевого излучения с максимумом 1,70 эВ (рис. 4, кривая 1). Понижение экспериментальной температуры приводит к смещению краевой полосы в коротковолновую область спектра (рис. 4, кривая 2) со скоростью, примерно равной скорости изменения с температурой ширины запрещенной зоны CdSe: $d\Delta\epsilon_g/dT = 5 \cdot 10^{-4}$ эВ/град. Максимум фотопроводимости слоев CdSe/слоуда при 77 К соответствует ширине запрещенной зоны кристаллов CdSe: $\Delta\epsilon_g = 1,82$ эВ [12]. Присутствие в спектрах краевой фотопроводимости слоев CdSe/слоуда только межзонных переходов свидетельствует о чистоте и структурном совершенстве кристаллов.

На рис. 5 показана зависимость при 77 К полуширины ΔW полосы краевой фотопроводимости эпитаксиальных слоев

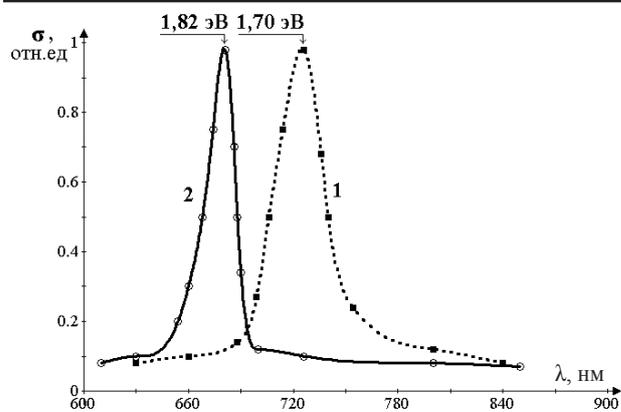


Рис. 4. Спектры фотопроводимости выращенного при $t_n = 680^\circ\text{C}$ и $t_n = 600^\circ\text{C}$ эпитаксиального слоя CdSe/слода, снятые при 300 (кривая 1) и 77 (кривая 2) К

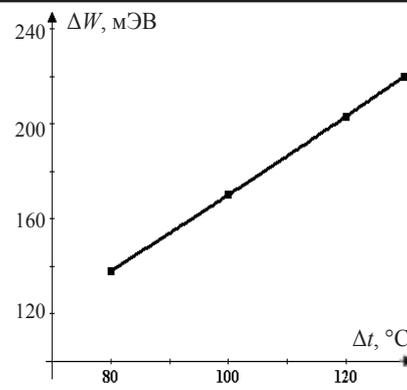


Рис. 5. Зависимость при 77 К полуширины краевой полосы фотопроводимости эпитаксиальных слоев CdSe/слода от перепада их технологической температуры $\Delta t = t_n - t_n$ ($t_n = 680^\circ\text{C}$)

CdSe/слода от перепада их технологической температуры Δt . Видно, что с понижением Δt ее ширина уменьшается практически по линейному закону. С приближением Δt к значению 80°C совершенство микроструктуры слоев CdSe возрастает, они становятся более однородными, т. е. происходит коалесценция кристаллитов. Это проявляется в увеличении размеров фигур роста, которые достигают значений $600\ \mu\text{m}$, т. е. в уменьшении степени их дефектности, что свидетельствует об улучшении качества исследуемых пленок CdSe. При прочих равных условиях с уменьшением разности температур испарителя и подложки увеличивается фоточувствительность пленочных образцов *n*-CdSe.

При изменении Δt от 100 до 130°C имеет место разброс в размерах фигур роста и наличие на их поверхности большого количества вторичных центров роста.

Инерционность является одним из основных параметров фоточувствительности ПЧФ. Она свидетельствует о скорости реакции фотоприемника на воздействие светового потока и, следовательно, связана со временем жизни фотоэлектронов. Время жизни неравновесных носителей заряда определяется процессами излучательной и

безызлучательной рекомбинации. Как параметр эпитаксиальных слоев *n*-CdSe, оно характеризует качество полупроводникового материала и его фоточувствительность.

Исследования кинетики фотопроводимости эпитаксиальных слоев CdSe/слода дают информацию о временах захвата свободных носителей собственными и примесно-дефектными состояниями. Время жизни носителей заряда в монокристаллических слоях CdSe/слода измерялось по спаду фотопроводимости при затемнении полупроводника на 63% (в $2,7$ раза) по отношению к установившемуся значению фотопроводимости. Поэтому напряжение U_n , которое измеряется и регистрируется осциллографом, включенным параллельно нагрузочному сопротивлению R_n (см. рис. 1), пропорционально фототоку и проводимости исследуемого образца:

$$U_n = I_c \cdot R_n = \frac{U - U_n}{R_{обр}} \cdot R_n \approx U \cdot \frac{R_n}{R_{обр}} \approx U \cdot R_n \cdot \sigma_{обр}, \quad (7)$$

где $R_{обр}$ – сопротивление исследуемого образца электрическому току; $\sigma_{обр}$ – его электропроводность.

Так как $1/R_{обр} \sim \sigma_{обр}$, то $U_n \sim \sigma_{обр}$.

Основным процессом, определяющим время жизни основных носителей заряда, является рекомбинация, скорость которой пропорциональна концентрации неравновесных носителей заряда. По этой причине при освещении и выключении света фотопроводимость полупроводника соответственно нарастает и спадает до установившегося значения (рис. 6), которому соответствуют стационарные концентрации неравновесных электронов $\Delta n_{ст}$ и дырок $\Delta p_{ст}$, определяемые равенством скоростей генерации и рекомбинации носителей. При выключении света по той же причине фотопроводимость постепенно спадает до установившегося темнового значения σ_T . Исследования кинетики фотопроводимости эпитаксиальных слоев CdSe/слюда показали, что образцы, выращенные в условиях низких температур испарения исходного материала $t_n = 650^\circ\text{C}$ и подложки в пределах $t_n = 430\text{--}500^\circ\text{C}$, имеют времена жизни фотоэлектронов 5 мс.

Это можно объяснить тем, что в широкозонных полупроводниках рекомбинация носителей заряда происходит в основном через примесные состояния – уровни различных центров. Вероятность захвата фотоэлектрона на свободный уровень примесного атома или дефекта значительно больше, чем вероятность пря-

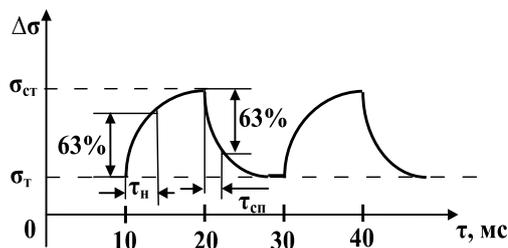


Рис. 6. Кинетика нарастания и спада фотопроводимости $\Delta\sigma$ при 300 К и освещении эпитаксиального слоя CdSe/слюда прямоугольными световыми импульсами величиной 200 лк (τ_n , τ_{sp} – времена нарастания и спада фотопроводимости)

мой рекомбинации свободного электрона и свободной дырки. В этом случае она определяется количеством свободных энергетических уровней, расположенных в запрещенной зоне, т. е. концентрацией соответствующей примеси. Величина коэффициента рекомбинации зависит от эффективного сечения захвата атомом примеси электрона или дырки и от средней скорости их теплового движения. Время жизни электронов и дырок является величиной обратной их рекомбинации. Следовательно, чем меньше плотность структурных несовершенств и точечных дефектов в кристаллической решетке пленок *n*-CdSe/слюда, тем больше время жизни основных носителей заряда.

Приближение технологии выращивания слоев к высокотемпературному режиму эпитаксии заметно увеличило время жизни фотоэлектронов, которое составило величину $5,4 \cdot 10^{-2}$ с. Такая закономерность, по нашему мнению, связана с процессом высокотемпературной очистки исходного материала от неконтролируемой донорной примеси, в роли которой могут выступать вакансии селена V_{Se} в кристаллической решетке слоев CdSe.

Результаты экспериментального исследования фотоэлектрических свойств эпитаксиальных пленок *n*-CdSe/слюда (77 и 300 К), выращенных в квазизамкнутом объеме в условиях близких к термически равновесным, позволяют сделать следующие выводы:

1. Темновой ток образцов, изготовленных на основе эпитаксиальных слоев CdSe/слюда, в диапазоне напряжений 1–100 В носит омический характер.

2. Семейство ВАХ эпитаксиальных слоев CdSe/слюда, снятых при освещенностях 200 и 500 лк, также имеет линейный характер. Изменяется лишь наклон ВАХ. При освещенности 200 лк и приложенном напряжении 100 В кратность фототока I_c / I_T составляет величину $K \approx 4 \cdot 10^4$.

3. ЛАХ слоев CdSe/слюда, снятые при напряжениях 12, 50, и 100 В, в общем случае представляют собой нелинейную зависимость. При освещенностях $E \leq 300$ лк эта зависимость приближается к линейной. При освещенностях $E > 300$ лк намечается тенденция к ее насыщению.

4. При высокотемпературном режиме эпитаксии слоев CdSe/слюда время жизни фотоэлектронов составило $5,4 \cdot 10^{-2}$ с.

5. Удельная интегральная токовая чувствительность образцов, изготовленных на основе эпитаксиальных слоев CdSe/слюда при напряжении 100 В и освещенности 200 лк, составляет $3,75 \cdot 10^2$ мкА/лк · В.

6. Присутствие в спектрах фотопроводимости монокристаллических слоев *n*-CdSe/слюда единственной линии, отвечающей межзонному переходу электронов из валентной зоны в зону проводимости, свидетельствует о высокой чистоте и кристаллическом совершенстве исследуемых пленок.

7. Электрофизические свойства эпитаксиальных слоев *n*-CdSe/слюда (темновое сопротивление, спектральное распределение фотопроводимости, кратность фотоответа, время жизни основных носителей и др.) можно в широких пределах менять лишь за счет изменения теплового режима эпитаксии, не прибегая к практике специального легирования.

8. Исследованные слои селенида кадмия обладают высокой фоточувствительностью в видимой области спектра, большим отношением темнового сопротивления к световому, что определяет возможность их использования в качестве светоприемной основы позиционно-чувствительных фотоприемников.

Цитированная литература

1. **Вавилов В.С.** Особенности физики широкозонных полупроводников и их практи-

ческих применений // УФН. – 1994. – Т. 164, № 3. – С. 287–296.

2. **Георгобиани А.Н.** Широкозонные полупроводники $A^{II}B^{VI}$ и перспективы их применения // УФН. – 1974. – Т. 113, № 1. – С. 129–155.

3. **Сенокосов Э.А., Чукица В.И., Хамидуллин Р.А. и др.** Позиционно-чувствительные фотоприемники из однородных монокристаллических слоев *n*-CdSe, выращенных на кристаллах слюды // Вестник Приднестрян-та. Сер.: Физ.-мат. и техн. науки. – 2014. – № 3(48). – С. 45–51.

4. **Сенокосов Э.А., Клюканов А.А., Усатый А.Н. и др.** Устройство для регистрации слабых световых сигналов // А.С. СССР № 1436796, приоритет от 12.08.86., опубл. 08.07.88.

5. **Клюканов А.А., Сенокосов Э.А., Усатый А.Н. и др.** Устройство для определения координаты светового пятна // А.С. СССР № 1499119, приоритет от 07.01.87., опубл. 07.08.89.

6. **Сенокосов Э.А., Сорочан В.В.** Характеристики позиционно-чувствительных фотоприемников на основе *n*-CdTe:In // Прикладная физика. – 2006. – № 2. – С. 77–80.

7. **Бубнов Ю.З., Лурье М.С., Старос Ф.Г. и др.** Вакуумное нанесение пленок в квазизамкнутом объеме. – М.: Сов. радио, 1975. – 161 с.

8. **Калинкин И.П., Алесковский В.Б., Симашкевич А.В.** Эпитаксиальные пленки соединений $A^{II}B^{VI}$. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1978. – 311 с.

9. **Сенокосов Э.А., Чукица В.И., Один И.Н. и др.** Катодоллюминесценция фоточувствительных слоев CdSe, выращенных в квазизамкнутом объеме // Неорганические материалы. – 2012. – Т. 48, № 12. – С. 1299–1302.

10. **Рывкин С.М.** Фотоэлектрические явления в полупроводниках. – М.: Физматгиз, 1963. – 494 с.

11. **Пароль Н.В., Кайдалов С.А.** Фоточувствительные приборы и их применение: Справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 112 с.

12. **Гавриленко В.И., Грехов А.М., Корбутяк Д.В. и др.** Оптические свойства полупроводников. – Киев: Наукова думка, 1987. – 607 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ZnS И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В КАЧЕСТВЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

*Т.И. Гоглидзе, И.В. Дементьев, В.М. Ишимов,
Н.И. Мацкова, И.В. Демиденко*

Изложена технология получения коллоидных квантовых точек ZnS. Приведены спектральные характеристики э.д.с. холостого хода солнечного элемента и люминесценции композита.

Ключевые слова: квантовые точки, люминесцентный композит, наночастицы, сульфид цинка, структура CdS–CdTe.

RESEARCH OF AN OPPORTUNITY OF RECEIVING OF COLLOID QUANTUM DOTS OF ZNS AND THEIR USE AS LUMINESCENT FILTERS FOR SOLAR BATTERIES

*T.I. Goglidze, I.V. Dementiev, V.M. Ishimov,
N.I. Matskova, I.V. Demidenko*

The article deals with the technology of receipt of colloid quantum points of ZnS. Spectral characteristics e.m.f. idling of solar cell and luminescence of a composite are given.

Keywords: quantum dots, luminescent composite, nanoparticles, zink sulphide, structure CdS–CdTe.

Коллоидные системы занимают промежуточное положение между грубодисперсными и молекулярными системами, поэтому получать их можно либо дроблением более крупных частиц (диспергированием), либо объединением молекул или ионов в агрегаты коллоидных размеров (конденсацией) с применением физических и химических методов.

Сегодня особое внимание уделяется методу химической конденсации как наиболее простому и перспективному для получения коллоидных квантовых точек. Химическая конденсация представляет собой любую химическую реакцию, в результате которой образуется плохо растворимое соединение. Это может быть реакция гидролиза, восстановления, окисления, нейтрализации и др. Коллоидный синтез реализуется в нескольких вариантах: при высокой или

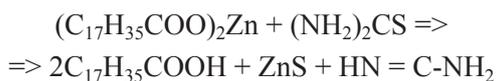
комнатной температуре, в инертной атмосфере в среде органических растворителей или в водном растворе, с использованием металлоорганических предшественников, с использованием молекулярных кластеров, облегчающих зародышеобразование. В результате коллоидного синтеза получают нанокристаллы, покрытые монослоем адсорбированных на поверхности длинноцепочечных органических лигандов [1].

В последнее время появилось много исследований [2–9], посвященных синтезу квантовых точек сульфида цинка коллоидным способом. Как правило, во всех работах в процессе синтеза для ограничения роста частиц и для предотвращения их коагуляции применяются поверхностно-активные вещества. В качестве источников ионов Zn_2^+ используются растворимые соли цинка: $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$ и

$Zn(CH_3COO)_2$, в качестве источников ионов S_2 – водный раствор Na_2S . Так как пик люминесценции ZnS находится в ультрафиолетовой области спектра, то для получения люминесценции в видимой области наночастицы ZnS легируют Ag , Cu , Mn и Fe .

Экспериментальная часть

Для синтеза квантовых точек в качестве источника ионов серы использовалась тиомочевина, в качестве источника ионов цинка – стеарат цинка, в качестве стабилизатора – сополимер стирола с бутилметакрилатом. Образование сульфида цинка протекало по реакции



Реакционная смесь готовилась путем введения в раствор полимера соли цинка, тиомочевины и активатора (соли меди) в соответствующих количествах. Смесь перемешивалась до полного растворения, затем фильтровалась и высушивалась на воздухе до полного удаления растворителя. Полученная сухая смесь измельчалась, просеивалась и помещалась в стеклянную тару. В этом состоянии полуфабрикат (исходная смесь) может храниться длительное время и использоваться по мере необходимости, не теряя своих первоначальных свойств и способности к эффективному синтезу.

Для синтеза сульфида цинка порошок исходной смеси загружался в реактор с плотно завинчивающейся крышкой и помещался в термостат, разогретый до $50-70$ °С. Температура в термостате повышалась до 180 °С, и при этой температуре смесь выдерживалась в течение $20-25$ минут. Затем термостат отключался, и реактор оставлялся в нем до полного охлажде-

ния. Конечный продукт получался в виде слитка, который растворялся в органическом растворителе (толуоле) и наносился на поверхность солнечного элемента в виде пленки методом центрифугирования либо ручного полива. Под действием УФ-облучения конечный продукт светился зеленым цветом (рис. 1). После выключения УФ-облучения в течение примерно 20 минут наблюдалось явно выраженное послесвечение, интенсивность которого составляла около 20 % от первоначального значения.

В качестве солнечного элемента применялась структура $CdS-CdTe$, полученная путем последовательного вакуумного напыления слоев CdS и $CdTe$ на стеклянную подложку, покрытую проводящим слоем двуокиси олова. Толщины слоев составляли $1,5$ и $6,0$ мкм соответственно. Люминесцентные композиции наносились на противоположную сторону стеклянных подложек методом центрифугирования (рис. 2). Толщины слоев не превышали $0,5$ мкм.

На рис. 3 приведены спектральные характеристики э.д.с. холостого хода солнечного элемента и люминесценции композита. Как видно, максимум люминесценции близок к половинной э.д.с. при длине волны $550-570$ нм. Эксперимент показал, что после экспонирования струк-



Рис. 1. Свечение квантовых точек сульфида цинка под действием ультрафиолетового излучения

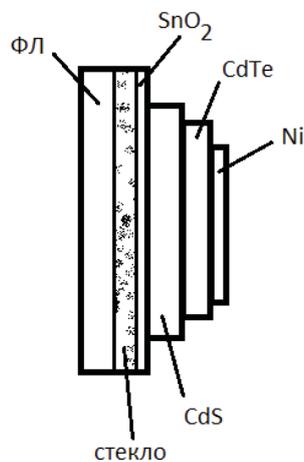


Рис. 2. Общий вид структуры солнечного элемента CdS–CdTe с люминесцентным фильтром на основе композита квантовых точек ZnS–полимер

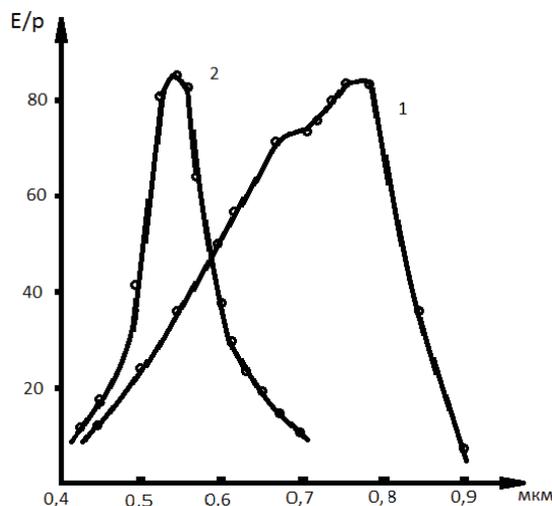


Рис. 3. Спектральное распределение фотоэдс солнечного элемента CdS–CdTe (кривая 1) и люминесцентного фильтра (кривая 2)

туры CdS–CdTe имитатором солнечного света мощностью 100 мВ/см² в течение 5 минут солнечный элемент продолжает фиксировать послесвечение люминофора в течение еще примерно 10 минут.

Проведенные эксперименты показали перспективность применения разработанных материалов в качестве активных фильтров для солнечных элементов в период временного прерывания солнечного света. Кроме того, люминесцентные материалы с успехом могут найти применение в качестве защитных фильтров от коротковолнового излучения.

Цитированная литература

1. Васильев Р.Б., Дирин Д.Н. Квантовые точки: синтез, свойства, применение // Методические материалы ФНМ. – М., 2007. – С. 34.

2. Robina Shahid, Muhammet S. Toprak, Hesham M.A. Soliman et al. // J. Chem. – 2012. – Vol. 10(1). – P. 54–58.

3. Qi Xiao, Chong Xiao // Applied Surface Science. – 2008. – Vol. 254. – P. 6432–6435.

4. Hamid RezaShakur // Physica E. – 2011. – Vol. 44. – P. 641–646.

5. Bijoy Barman, Sarma K.C. // Chalcogenide Letters. – 2011. – Vol. 8. 3. – P. 171–176.

6. Mohaghehpour E., Rabiee M., Moztarzadeh F. et al. // Materials Science and Engineering C. – 2009. – Vol. 29. – P. 1842–1848.

7. Hui Li, Wan Y. Shih and Wei-Heng Shih. Ind. // Eng. Chem. Res. – 2010. – Vol. 49. – P. 578–582.

8. Dhara S., Arora A.K., Berac Santanu et al. // J. Raman Spectrosc. – 2010. – Vol. 41. – P. 1102–1105.

9. Malgorzata Geszke, Marek Murias, Lavinia Balan et al. // Acta Biomaterialia. – 2011. – Vol. 7. – P. 1327–1338.

УДК 512.556.3

СОХРАНЕНИЕ ПОЛУИЗОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗОМОРФИЗМА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ПОДКОЛЬЦАМ И ФАКТОРКОЛЬЦАМ ПСЕВДОНОРМИРОВАННЫХ КОЛЕЦ

С.А. Алещенко

Статья посвящена изучению некоторых конструкций псевдонормированных колец, сохраняющих полуизометрический изоморфизм. Показано, что полуизометрический изоморфизм (полуизометрический слева, полуизометрический справа) сохраняется при переходе к подкольцам псевдонормированных колец. Получены достаточные условия сохранения полуизометрического изоморфизма (полуизометрического слева, полуизометрического справа) при взятии факторколец псевдонормированных колец.

Ключевые слова: псевдонормированное кольцо, идеал, факторкольцо, подкольцо, односторонний идеал, изометрический гомоморфизм, полуизометрический изоморфизм.

CONSERVATION OF SEMI-ISOMETRIC ISOMORPHISM WITH TRANSITION TO SUBRINGS AND QUOTIENT-RING OF PSEUDO-NORMALIZED RINGS

S.A. Aleschenko

The article is devoted to the study of several constructions of pseudo-normalized rings, keeping a semi-isometric isomorphism. It is shown, that the semi-isometric isomorphism (semi-isometric on the left, semi-isometric on the right) is kept in transition to subrings of pseudo-normalized rings. We obtained the sufficient conditions to keep the semi-isometric isomorphism (semi-isometric on the left, semi-isometric on the right) taking quotient-ring of pseudo-normalized rings.

Keywords: pseudo-normalized ring, ultimate, quotient-ring, subring, one-sided ultimate, isometric homomorphism, semi-isometric isomorphism.

Введение

Определение 1. Вещественнозначную функцию ξ , заданную в кольце R , называют псевдонормой, если выполнены следующие условия:

- 1) $\xi(r) \geq 0$ для любого $r \in R$;
- 2) $\xi(r) = 0$ тогда и только тогда, когда $r = 0$;
- 3) $\xi(-r) = \xi(r)$ для любого $r \in R$;
- 4) $\xi(r_1 + r_2) \leq \xi(r_1) + \xi(r_2)$ для любых $r_1, r_2 \in R$;
- 5) $\xi(r_1 \cdot r_2) \leq \xi(r_1) \cdot \xi(r_2)$ для любых $r_1, r_2 \in R$.

Кольцо R с заданной в нем псевдонормой называют псевдонормированным кольцом и обозначают (R, ξ) .

В теории дискретных колец, и в частности в общей теории радикалов колец, большую роль играет следующая теорема об изоморфизме:

Теорема 1. Пусть R – кольцо, S – подкольцо кольца R . Если I – идеал в R , то существует изоморфизм $\varphi: S / (S \cap I) \rightarrow (S + I) / I$.

Если кольцо R имеет дополнительную структуру, а именно топологию или псевдонорму, то при формулировке аналогов теоремы 1 естественно требовать, чтобы изоморфизм φ сохранял эту дополнительную структуру.

Так, например:

- если (R, τ) – топологическое кольцо, то изоморфизм φ должен быть и гомео-

морфизмом соответствующих топологических пространств;

• если (R, ξ) – псевдонормированное кольцо, то изоморфизм φ должен быть изометрией соответствующих метрических пространств.

В работах [1], [2] показано, что теорема 1 для топологических и псевдонормированных колец в общем случае неверна. Поэтому аналоги теоремы 1 приходится рассматривать для случаев, когда подкольцо S удовлетворяет дополнительным условиям: S – двусторонний идеал; S – односторонний идеал; S – достижимое подкольцо.

В работах [2], [3] были рассмотрены понятия:

Определение 2. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца. Изоморфизм $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ назовем полуизометрическим (полуизометрическим слева, полуизометрическим справа), если существует такое псевдонормированное кольцо $(\hat{R}, \hat{\xi})$, что выполнены следующие условия:

– R является идеалом (левым идеалом, правым идеалом) в кольце \hat{R} ;

– $\hat{\xi}|_R = \xi$;

– изоморфизм φ может быть продолжен до изометрического гомоморфизма $\hat{\varphi}: (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ псевдонормированных колец, т. е. такого гомоморфизма $\hat{\varphi}$, что

$$\bar{\xi}(\hat{\varphi}(\hat{r})) = \inf \{ \hat{\xi}(\hat{r} + i) \mid i \in \ker \hat{\varphi} \}$$

для всех $\hat{r} \in \hat{R}$.

В работах [2], [3] были доказаны следующие теоремы.

Теорема 2. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, $\varphi: R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм. Тогда следующие утверждения эквивалентны:

1. Изоморфизм $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом псевдонормированных колец.

$$2. \frac{\xi(a \cdot b)}{\xi(b)} \leq \bar{\xi}(\varphi(a)) \leq \xi(a) \text{ и}$$

$$\frac{\xi(b \cdot a)}{\xi(b)} \leq \bar{\xi}(\varphi(a)) \leq \xi(a)$$

для любых $a, b \in R \setminus \{0\}$.

3. Существуют псевдонормированное кольцо $(\tilde{R}, \tilde{\xi})$ и гомоморфизм $\tilde{\varphi}: \tilde{R} \rightarrow \bar{R}$ такие, что:

а) R является идеалом кольца \tilde{R} , причем $\tilde{\xi}|_R = \xi$ и $\tilde{\varphi}|_R = \varphi$;

$$\text{б) } \bar{\xi}(\varphi(r)) = \min \{ \tilde{\xi}(r + a) \mid a \in \ker \tilde{\varphi} \}$$

для каждого $r \in R$, т. е. для любого $r \in R$ существует такой элемент $a_r \in \ker \tilde{\varphi}$, что $\bar{\xi}(\varphi(r)) = \tilde{\xi}(r + a_r)$.

Теорема 3. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, $\varphi: R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм. Тогда следующие утверждения эквивалентны:

1. Изоморфизм $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом слева.

$$2. \frac{\xi(b \cdot a)}{\xi(a)} \leq \bar{\xi}(\varphi(b)) \leq \xi(b) \text{ для любых } a, b \in R \setminus \{0\}.$$

3. Существуют псевдонормированное кольцо $(\tilde{R}, \tilde{\xi})$ и гомоморфизм $\tilde{\varphi}: \tilde{R} \rightarrow \bar{R}$ такие, что:

а) R является левым идеалом кольца \tilde{R} , причем $\tilde{\xi}|_R = \xi$ и $\tilde{\varphi}|_R = \varphi$;

б) гомоморфизм $\tilde{\varphi}: (\tilde{R}, \tilde{\xi}) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является изометрическим гомоморфизмом псевдонормированных колец;

$$\text{в) } (\ker \tilde{\varphi})^2 = 0.$$

Теорема 4. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, $\varphi: R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм. Тогда следующие утверждения эквивалентны:

1. Изоморфизм $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом справа.

$$2. \frac{\xi(b \cdot a)}{\xi(b)} \leq \bar{\xi}(\varphi(a)) \leq \xi(a) \text{ для любых } a, b \in R \setminus \{0\}.$$

3. Существуют псевдонормированное кольцо $(\tilde{R}, \tilde{\xi})$ и гомоморфизм $\tilde{\varphi}: \tilde{R} \rightarrow \bar{R}$ такие, что:

а) R является правым идеалом кольца \tilde{R} , причем $\tilde{\xi}|_R = \xi$ и $\tilde{\varphi}|_R = \varphi$;

б) гомоморфизм $\tilde{\varphi}: (\tilde{R}, \tilde{\xi}) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является изометрическим гомоморфизмом псевдонормированных колец;

в) $(\ker \tilde{\varphi})^2 = 0$.

Следствие 1. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, $\varphi: R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм. Если

$\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом слева и полуизометрическим изоморфизмом справа, то $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом.

В настоящей работе рассматривается вопрос о сохранении полуизометрического изоморфизма (полуизометрического слева, полуизометрического справа) при переходе к подкольцам и факторкольцам псевдонормированных колец.

1. Основные результаты

Следующая теорема изучает сужение полуизометрического изоморфизма (полуизометрического слева, полуизометрического справа) на подкольца.

Теорема 5. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, A – подкольцо кольца R , $\varphi: R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм. Тогда справедливы следующие утверждения:

I. Если $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм слева, то изоморфизм $\varphi|_A: (A, \xi|_A) \rightarrow (\varphi(A), \bar{\xi}|_{\varphi(A)})$ также является полуизометрическим слева.

II. Если $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм справа, то изоморфизм $\varphi|_A: (A, \xi|_A) \rightarrow (\varphi(A), \bar{\xi}|_{\varphi(A)})$ также является полуизометрическим справа.

III. Если $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм псевдонормированных колец, то $\varphi|_A: (A, \xi|_A) \rightarrow (\varphi(A), \bar{\xi}|_{\varphi(A)})$ также является полуизометрическим изоморфизмом.

Доказательство. Обозначим:

подкольца $A = R_0$ и $\varphi(A) = \bar{R}_0$;
псевдонормы $\xi|_A = \xi_0$ и $\bar{\xi}|_{\varphi(A)} = \bar{\xi}_0$;

отображение $\varphi|_A = \varphi_0$,
 $\varphi_0: (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$.

I. Если $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм слева, то по теореме 3 выполнены неравенства $\frac{\xi(b \cdot a)}{\xi(a)} \leq \bar{\xi}(\varphi(b)) \leq \xi(b)$ для любых

$a, b \in R \setminus \{0\}$. Тогда для изоморфизма $\varphi_0: (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ также справедливы неравенства $\frac{\xi_0(b \cdot a)}{\xi_0(a)} \leq \bar{\xi}_0(\varphi_0(b)) \leq \xi_0(b)$

для любых $a, b \in R_0 \setminus \{0\}$. Следовательно, по теореме 3 изоморфизм $\varphi_0: (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ является полуизометрическим слева.

II. Если $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм справа, то по теореме 4 выполнены неравенства $\frac{\xi(b \cdot a)}{\xi(b)} \leq \bar{\xi}(\varphi(a)) \leq \xi(a)$ для любых

$a, b \in R \setminus \{0\}$. Тогда для изоморфизма $\varphi_0: (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ также справедливы неравенства $\frac{\xi_0(b \cdot a)}{\xi_0(b)} \leq \bar{\xi}_0(\varphi_0(a)) \leq \xi_0(a)$

для любых $a, b \in R_0 \setminus \{0\}$. Следовательно, по теореме 4 $\varphi_0: (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ является полуизометрическим изоморфизмом справа.

III. Если изоморфизм $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом псевдонормированных колец, то $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ является полуизометрическим изоморфизмом слева и полуизо-

метрическим изоморфизмом справа. Тогда из I и II следует, что $\varphi_0 : (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ является полуизометрическим изоморфизмом слева и полуизометрическим изоморфизмом справа. Значит, согласно следствию 1 изоморфизм $\varphi_0 : (R_0, \xi_0) \rightarrow (\bar{R}_0, \bar{\xi}_0)$ является полуизометрическим изоморфизмом псевдонормированных колец. \square

Следующая теорема изучает вопрос сохранения полуизометрического изоморфизма (полуизометрического слева, полуизометрического справа) при переходе к факторкольцам.

Теорема 6. Пусть (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ – псевдонормированные кольца, \bar{J} – замкнутый идеал в $(\bar{R}, \bar{\xi})$, отображение $\varphi : R \rightarrow \bar{R}$ – кольцевой изоморфизм, $(R, \xi)/\varphi^{-1}(\bar{J}) = (\hat{R}, \hat{\xi})$ и $(\bar{R}, \bar{\xi})/\bar{J} = (\tilde{R}, \tilde{\xi})$ – факторкольца колец (R, ξ) и $(\bar{R}, \bar{\xi})$ соответственно, $\Phi : \hat{R} \rightarrow \tilde{R}$ – отображение, действующее по правилу

$$\Phi(r + \varphi^{-1}(\bar{J})) = \varphi(r) + \bar{J}.$$

Тогда справедливы следующие утверждения:

I. Если $\varphi : (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм слева, то изоморфизм $\Phi : (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\tilde{R}, \tilde{\xi})$ также является полуизометрическим слева.

II. Если $\varphi : (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм справа, то изоморфизм $\Phi : (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\tilde{R}, \tilde{\xi})$ также является полуизометрическим справа.

III. Если $\varphi : (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм псевдонормированных колец, то $\Phi : (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\tilde{R}, \tilde{\xi})$ также является полуизометрическим изоморфизмом.

Доказательство. Так как \bar{J} – замкнутый идеал в $(\bar{R}, \bar{\xi})$, то функция $\bar{\xi}(\bar{r} + \bar{J}) = \inf \{ \bar{\xi}(\bar{r} + \bar{j}) \mid \bar{j} \in \bar{J} \}$ является псевдонормой в кольце $\bar{R}/\bar{J} = \tilde{R}$ (см. [4], теорема 1.5.36).

Если $\varphi : (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм (полуизо-

метрический слева, полуизометрический справа), то для любых $a \in R$ выполнено неравенство $\bar{\xi}(\varphi(a)) \leq \xi(a)$ (см. теоремы 2–4), из которого следует, что изоморфизм φ является непрерывным. Так как прообраз замкнутого множества при непрерывном отображении также является замкнутым множеством, то $\varphi^{-1}(\bar{J})$ является замкнутым идеалом в кольце (R, ξ) . Значит, функция $\hat{\xi}(r + \varphi^{-1}(\bar{J})) = \inf \{ \xi(r + j) \mid j \in \varphi^{-1}(\bar{J}) \}$ является псевдонормой в кольце $R/\varphi^{-1}(\bar{J}) = \hat{R}$.

В дальнейшем будем обозначать замкнутый идеал $\varphi^{-1}(\bar{J}) = J$.

Согласно теореме 1 указанное выше отображение $\Phi : \hat{R} \rightarrow \tilde{R}$ будет кольцевым изоморфизмом.

I. Пусть $\varphi : (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм слева. Проверим выполнение условий теоремы 3 для отображения $\Phi : (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\tilde{R}, \tilde{\xi})$.

I.1. Покажем, что для любых $\hat{a}, \hat{r} \in \hat{R} \setminus \{0\}$ выполнено неравенство

$$\frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} \leq \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})).$$

Для элементов $\hat{a}, \hat{r} \in \hat{R} \setminus \{0\}$ существуют такие элементы $a, r \in R \setminus J$, что $\hat{a} = a + J$, $\hat{r} = r + J$. Пусть $\varepsilon > 0$ – произвольно. Так как

$$\begin{aligned} \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) &= \tilde{\xi}(\varphi(r) + \bar{J}) = \\ &= \inf \{ \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i)) \mid i \in J \}, \end{aligned}$$

то для положительного числа $\varepsilon_1 = \frac{1}{2}\varepsilon$ найдется элемент $i_1 \in J$ такой, что

$$\bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) < \tilde{\xi}(\varphi(r) + \bar{J}) + \varepsilon_1.$$

Поскольку

$$\hat{\xi}(\hat{r}) = \hat{\xi}(r + J) = \inf \{ \xi(r + i) \mid i \in J \},$$

то для положительного числа

$$\varepsilon_2 = \min \left\{ \frac{1}{2} \hat{\xi}(a+J), \frac{\varepsilon_1}{2} \cdot \frac{\hat{\xi}(a+J)}{\bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1))} \right\}$$

найдется такой элемент $i_2 \in J$, что

$$\xi(a+i_2) \geq \hat{\xi}(a+J) > \xi(a+i_2) - \varepsilon_2.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} &= \frac{\hat{\xi}((r+J) \cdot (a+J))}{\hat{\xi}(a+J)} \leq \\ &\leq \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\hat{\xi}(a+J)} < \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2) - \varepsilon_2} = \\ &= \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2)} + \\ &+ \left(\frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2) - \varepsilon_2} - \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2)} \right). \end{aligned}$$

Оценим разность

$$\frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2) - \varepsilon_2} - \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2)}.$$

Так как $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизо- метрический изоморфизм слева, то

$$\begin{aligned} \xi((r+i_1) \cdot (a+i_2)) &\leq \\ &\leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) \cdot \xi(a+i_2), \end{aligned}$$

значит,

$$\begin{aligned} \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2) - \varepsilon_2} - \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2)} &= \\ = \xi((r+i_1) \cdot (a+i_2)) \cdot \frac{\varepsilon_2}{\xi(a+i_2)(\xi(a+i_2) - \varepsilon_2)} &\leq \\ \leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) \cdot \xi(a+i_2) \times \end{aligned}$$

$$\times \frac{\varepsilon_2}{\xi(a+i_2) \cdot (\xi(a+i_2) - \varepsilon_2)} =$$

$$= \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) \cdot \frac{\varepsilon_2}{\xi(a+i_2) - \varepsilon_2} \leq$$

$$\leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) \cdot \frac{\varepsilon_2}{\hat{\xi}(a+J) - \varepsilon_2} \leq$$

$$\leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) \cdot \frac{\varepsilon_2}{\frac{1}{2} \hat{\xi}(a+J)} =$$

$$= \frac{2 \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1))}{\hat{\xi}(a+J)} \varepsilon_2 \leq \varepsilon_1.$$

Таким образом, имеем

$$\frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} = \frac{\hat{\xi}((r+J) \cdot (a+J))}{\hat{\xi}(a+J)} <$$

$$< \frac{\xi((r+i_1) \cdot (a+i_2))}{\xi(a+i_2)} + \varepsilon_1 \leq$$

$$\leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i_1)) + \varepsilon_1 <$$

$$< \tilde{\xi}(\varphi(r) + \bar{J}) + \varepsilon_1 + \varepsilon_1 = \tilde{\xi}(\varphi(r) + \bar{J}) + \varepsilon =$$

$$= \tilde{\xi}(\Phi(r+J)) + \varepsilon = \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) + \varepsilon.$$

Совершая предельный переход в не- равенстве

$$\frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} < \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) + \varepsilon$$

при $\varepsilon \rightarrow 0$, получим

$$\frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} \leq \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})).$$

1.2. Покажем, что для любого $\hat{r} \in \hat{R}$ выполнено неравенство

$$\tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) \leq \hat{\xi}(\hat{r}).$$

Пусть $r \in R$ такой элемент, что $\hat{r} = r + J$. Поскольку $\varphi: (R, \xi) \rightarrow (\bar{R}, \bar{\xi})$ – полуизометрический изоморфизм слева, то

$$\tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) = \tilde{\xi}(\varphi(r) + \bar{J}) =$$

$$= \inf \{ \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(j)) \mid j \in J \} \leq$$

$$\leq \bar{\xi}(\varphi(r) + \varphi(i)) = \bar{\xi}(\varphi(r+i)) \leq \xi(r+i)$$

для любого $i \in J$. Мы видим, что число $\tilde{\xi}(\Phi(\hat{r}))$ является одной из нижних граней множества $\{\xi(r+i) \mid i \in J\}$. Следовательно,

$$\begin{aligned} \tilde{\xi}(\overline{\Phi(\hat{r})}) &\leq \inf \{ \xi(r+i) \mid i \in J \} = \\ &= \hat{\xi}(r+J) = \hat{\xi}(\hat{r}). \end{aligned}$$

Таким образом, для любых $\hat{a}, \hat{r} \in \hat{R} \setminus \{0\}$ выполнены неравенства

$$\frac{\hat{\xi}(\hat{r} \cdot \hat{a})}{\hat{\xi}(\hat{a})} \leq \tilde{\xi}(\Phi(\hat{r})) \leq \hat{\xi}(\hat{r}).$$

Значит, по теореме III изоморфизм $\Phi: (\hat{R}, \hat{\xi}) \rightarrow (\bar{\hat{R}}, \bar{\hat{\xi}})$ является полуизометрическим изоморфизмом слева. Утверждение I доказано.

Утверждение II теоремы доказывается аналогично утверждению I; утверждение III теоремы следует из I и II. \square

Цитированная литература

1. **Arnautov V.I.** Semitopological isomorphism of topological groups // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova. Matematica. – 2004. – № 1. – P. 15–25.

2. **Aleschenko S.A., Arnautov V.I.** Quotient rings of pseudonormed rings // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova. Matematica. – 2006. – № 2. – P. 3–16.

3. **Aleschenko S.A., Arnautov V.I.** Properties of one-sided ideals of pseudonormed rings when taking the quotient rings // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova. Matematica. – 2008. – № 3. – P. 3–8.

4. **Arnautov V.I., Glavatsky S.T., Mikhailev A.V.** Introduction to the theory of topological rings and modules. – New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. – 502 p.

УДК 515.14

ПРИМЕР СЧЕТНОГО МОДУЛЯ НАД ДИСКРЕТНЫМ КОЛЬЦОМ, КОТОРЫЙ НЕ ДОПУСКАЕТ НЕДИСКРЕТНЫХ МЕТРИЗУЕМЫХ МОДУЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ

В.И. Арнаутков, Г.Н. Ермакова

Построен пример дискретного кольца (R, τ_0) и счетного R -модуля M такого, что всякая (R, τ_0) -модульная метризуемая топология на M является дискретной.

Ключевые слова: счетное кольцо, счетный модуль, топологическое кольцо, модульная топология над топологическим кольцом, метризуемая топология, базис фильтра окрестностей точки.

AN EXAMPLE OF COUNTABLE MODULE OVER DISCRETE RINGES, WHICH DOESN'T ADMIT INDISCRETE METRIZED MODULE TOPOLOGIES

V.I. Arnaytov, G.N. Ermakova

An example of a discrete ring (R, τ_0) and a countable R -module M is given, in which any (R, τ_0) metrizable-module topology is discrete constructed.

Keywords: countable ring, countable module, topological ring, module topology of over topological rings, metrizable topology, basis of the filter of neighborhoods of point.

Вопрос о существовании неметризуемых хаусдорфовых модульных топологий был рассмотрен в работах [1] и [2]. В частности, было доказано, что любой бесконечный модуль над кольцом с дискретной топологией допускает неметризуемую хаусдорфовую модульную топологию, и построен пример топологического кольца (R, τ_0) и R -модуля M , для которого решетка всех (R, τ_0) -модульных топологий не содержит хаусдорфовых топологий.

Настоящая статья является продолжением этих исследований и посвящена построению примера дискретного кольца (R, τ_0) и счетного R -модуля M такого, что всякая (R, τ_0) -модульная метризуемая топология на M является дискретной.

1. Предварительные результаты

Для изложения основных результатов нам потребуются две хорошо известные теоремы (см., например, [1]):

Теорема 1. Если (R, τ) – топологическое кольцо и M – некоторый R -модуль, то совокупность $\Lambda = \{U_\delta \mid \delta \in \Delta\}$ подмножеств модуля M является базисом фильтра окрестностей нуля для некоторой (R, τ) -модульной топологии τ_1 на M тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия:

1. $0 \in \bigcap_{\delta \in \Delta} U_\delta$;

2. Для любых подмножеств V_1 и V_2 из Λ существует подмножество $U_3 \in \Lambda$ такое, что $U_3 \subseteq U_1 \cap U_2$;

3. Для любого подмножества $U_1 \in \Lambda$ существует подмножество $U_2 \in \Lambda$ такое, что $U_2 + U_2 \subseteq U_1$;

4. Для любого подмножества $U_1 \in \Lambda$ существует подмножество $U_2 \in \Lambda$ такое, что $-U_2 \subseteq U_1$;

5. Для любого подмножества $U_1 \in \Lambda$ и любого элемента $r \in R$ существует подмножество $U_2 \in \Lambda$ такое, что $r \cdot U_2 \subseteq U_1$;

6. Для любого подмножества $U_1 \in \Lambda$ и любого элемента $m \in M$ существует окрестность V_2 нуля в топологическом кольце (R, τ) такая, что $V_2 \cdot m \subseteq U_1$;

7. Для любого подмножества $U_1 \in \Lambda$ существуют окрестность V_2 нуля в топологическом кольце (R, τ) и подмножество $U_2 \in \Lambda$ такие, что $V_2 \cdot U_2 \subseteq U_1$.

Теорема 2. Топологическая группа является метризуемой (т. е. ее топологию можно задать некоторой метрикой) тогда и только тогда, когда топологическая группа является отделимой и обладает счетным базисом фильтра окрестностей нейтрального элемента.

2. Основные результаты

Пример. Пусть X – множество мощности континуума и пусть $Y = \{y_1, y_2, \dots\}$ – счетное множество.

Рассмотрим свободную ассоциативную алгебру R над двухэлементным полем Z_2 , порожденную множеством X , и линейное пространство M над полем Z_2 , для которого множество Y является базисом.

Рассмотрим множество \tilde{N} всех строго возрастающих счетных последовательностей натуральных чисел.

Если ω_0 – наименьшее счетное трансфинитное число и ω_c – наименьшее трансфинитное число мощности континуума, то:

$$\tilde{N} = \{\tilde{m}_\alpha \mid \omega_0 \leq \alpha < \omega_c\}$$

$$\text{и } X = \{x_\alpha \mid 1 \leq \alpha < \omega_c\}.$$

Определим умножение элементов множества $Y \cup \{0\}$ на элементы множества X следующим образом:

– положим, $x_\alpha \cdot 0 = 0$ для любого трансфинитного числа $\alpha < \omega_c$;

– если $\alpha < \omega_0$, т. е. α является натуральным числом, то, положим, $x_\alpha \cdot y_k = y_{\alpha+k-1}$ для любого натурального числа k ;

– если $\omega_0 \leq \alpha < \omega_c$, то \tilde{m}_α является возрастающей последовательностью натуральных чисел, т. е. $\tilde{m}_\alpha = (m_1, m_2, \dots)$, тогда возьмем $x_\alpha \cdot y_k = y_b$, если $k \in \{m_1, m_2, \dots\}$, и $x_\alpha \cdot y_k = 0$, если $k \notin \{m_1, m_2, \dots\}$.

Используя дистрибутивные законы и ассоциативность умножения, мы можем доопределить операцию умножения элементов из группы $M(+)$ на элементы кольца R таким образом, что группа M станет R -модулем.

Покажем теперь, что любая не-дискретная модульная топология на R -модуле M , имеющая конечный или счетный базис фильтра окрестностей нуля, является антидискретной и, значит, не является метризуемой.

Допустим противное, т. е. на R -модуле M имеется не-дискретная и неантидискретная модульная топология τ , которая имеет конечный или счетный базис Ω фильтра окрестностей нуля.

Если $\{0\} \neq \bigcap_{V \in \Omega} V$ и $0 \neq g \in \bigcap_{V \in \Omega} V$, то существует такое натуральное число n , что $g = k_1 \cdot y_1 + k_2 \cdot y_2 + \dots + k_n \cdot y_n$ и $k_n \neq 0$, т. е. $k_n = 1$.

Так как последовательность $(n, n+1, n+2, \dots) \in \tilde{N}$, то $(n, n+1, n+2, \dots) = \tilde{m}_\alpha$ для некоторого трансфинитного числа $\omega_0 \leq \alpha < \omega_c$.

Если теперь $V \in \Omega$, то (см. теорему 1, свойство 5) для элемента $x_\alpha \in R$ существует такая окрестность $V_1 \in \Omega$, что $x_\alpha \cdot V_1 \subseteq V$. Тогда (см. выше, определение операции умножения элементов из M на элементы из R) $y_1 = x_\alpha \cdot y_n = x_\alpha \cdot g = x_\alpha \cdot V_1 \subseteq V$.

Итак, мы доказали, что $y_1 \in V$ для любого $V \in \Omega$.

Если теперь $V \in \Omega$ и $h = y_{k_1} + y_{k_2} + \dots + y_{k_s} \in M$, то существует такая окрестность $V'_1 \in \Omega$, что $V'_1 + V'_1 + \dots + V'_1 \subseteq V$,
s слагаемых

и существуют такие окрестности $V_{k_1}, V_{k_2}, \dots, V_{k_s} \in \Omega$, что $x_{k_i} \cdot V_{k_i} \subseteq V'_1$ для любого натурального числа $1 \leq i \leq s$. Тогда

$$\begin{aligned} h &= y_{k_1} + y_{k_2} + \dots + y_{k_s} = \\ &= x_{k_1} \cdot y_1 + x_{k_2} \cdot y_1 + \dots + x_{k_s} \cdot y_1 \subseteq \\ &V'_1 + V'_1 + \dots + V'_1 \subseteq V. \end{aligned}$$

s слагаемых

Из произвольности элемента $h \in M$ следует, что $V = M$, а из произвольности окрестности V следует, что топология τ является антидискретной для случая, когда $\{0\} \neq \bigcap_{V \in \Omega} V$.

Пусть теперь $\{0\} = \bigcap_{V \in \Omega} V$. Дальней-

шее доказательство проведем в несколько этапов.

I этап. Покажем, что для любого натурального числа n и любой окрестности $V \in \Omega$ существует такой элемент $h \in V$, что $h = k_{n+1} \cdot y_{n+1} + k_{n+2} \cdot y_{n+2} + \dots + k_{n+t} \cdot y_{n+t}$ и $k_i \in \{0, 1\}$ для $n+1 \leq i \leq n+t$.

Допустим противное, т. е. что окрестность $V_0 \in \Omega$ не содержит таких элементов, и пусть V_1 – такая окрестность нуля в (M, τ) , что $V_1 - V_1 \in V_0$.

Так как для натурального числа n множество

$$M_n = \{l_1 \cdot y_1 + l_2 \cdot y_2 + \dots + l_{n-1} \cdot y_{n-1} \mid l_i \in \{0,1\}, 1 \leq i \leq n-1\}$$

является конечным, то существуют такие элементы $g = k_1 \cdot y_1 + k_2 \cdot y_2 + \dots + k_m \cdot y_m \in V_1$ и $g' = k'_1 \cdot y_1 + k'_2 \cdot y_2 + \dots + k'_m \cdot y_m \in V_1$, что $k_i = k'_i$ для $1 \leq i \leq n$. Тогда $h = g - g' = (k_{n+1} - k'_{n+1}) \cdot y_{n+1} + (k_{n+2} - k'_{n+2}) \cdot y_{n+2} + \dots + (k_m - k'_m) \cdot y_m \in V_1 - V_1 \subseteq V_0$.

Этим утверждение, указанное в I этапе, доказано.

II этап. Построение по индукции возрастающей последовательности n_1, n_2, \dots натуральных чисел и последовательности g_1, g_2, \dots элементов из модуля M .

Если $\Omega = \{V_1, V_2, \dots\}$, то возьмем произвольный элемент $g_1 = k_1 \cdot y_1 + k_2 \cdot y_2 + \dots + k_{n_1} \cdot y_{n_1} \in V_1$. Согласно утверждению, доказанному в I этапе, существует элемент $g_2 = k_{n_1+1} \cdot y_{n_1+1} + k_{n_1+2} \cdot y_{n_1+2} + \dots + k_{n_2} \cdot y_{n_2} \in V_2$.

Допустим, что для натурального числа $k \geq 2$ уже определены элементы $g_i = k_{n_{i-1}+1} \cdot y_{n_{i-1}+1} + k_{n_{i-1}+2} \cdot y_{n_{i-1}+2} + \dots + k_{n_i} \cdot y_{n_i} \in V_i$ и натуральные числа n_i для всех $2 \leq i \leq k$.

Согласно утверждению, доказанному в I этапе, существует элемент $g_{k+1} = k_{n_k+1} \cdot y_{n_k+1} + k_{n_k+2} \cdot y_{n_k+2} + \dots + k_{n_{k+1}} \cdot y_{n_{k+1}} \in V_{k+1}$.

Итак, мы определили возрастающую последовательность n_1, n_2, \dots натуральных чисел и последовательность g_1, g_2, \dots элементов из модуля M таких, что $g_i = k_{n_{i-1}+1} \cdot y_{n_{i-1}+1} + k_{n_{i-1}+2} \cdot y_{n_{i-1}+2} + \dots + k_{n_i} \cdot y_{n_i} \in V_i$ для любого натурального числа i .

III этап. Проверим, что $y_1 \in \bigcap_{i=1}^{\infty} V_i$.

Если n_1, n_2, \dots – последовательность натуральных чисел, построенная во II этапе, то она принадлежит \tilde{N} и, значит, $(n_1, n_2, \dots) = \tilde{m}_\alpha$ для некоторого трансфинитного числа $\omega_0 \leq \alpha < \omega_c$.

Если i – произвольное натуральное число, то для элемента x_α и окрестности нуля V_i существует такое натуральное число j , что $x_\alpha \cdot V_j \subseteq V_i$. Тогда из определения операции умножения элементов из M на элементы из R следует, что $y_1 = x_\alpha \cdot g_j \in x_\alpha \cdot V_j \subseteq V_i$.

Из произвольности числа i следует, что $y_1 \in \bigcap_{i=1}^{\infty} V_i$.

Получили противоречие с допущением, что $\{0\} = \bigcap_{i=1}^{\infty} V_i$, значит, случай

$\{0\} = \bigcap_{i=1}^{\infty} V_i$ невозможен.

Следовательно, любая не дискретная модульная топология на R -модуле M , имеющая конечный или счетный базис фильтра окрестностей нуля, является антидискретной.

Цитированная литература

1. **Arnautov V.I., Glavatsky S.T., Mikhalev A.V.** Introduction to the theory of topological rings and modules // Marsel Dekker, inc. New York, basel-Hong Kong. – 1996. – P. 502.
2. **Арнауттов В.И.** О топологизации бесконечных модулей // Математические исследования. – 1972. – Т. 7, № 4. – С. 241–243.

ПРОЦЕСС РЕСУРСООБМЕНА В СИСТЕМЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИЯХ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Г.В. Спиридонова, Н.В. Семенова

Рассмотрена модель процесса ресурсообмена (товарообмена) в открытой микроэкономической системе последовательно-параллельной структуры с одним рынком предложения, одним рынком спроса, состоящей из шести фирм. В аналитической форме выведены формулы, характеризующие данный процесс. Приведен пример расчета характеристик указанной системы.

Ключевые слова: процесс ресурсообмена, микроэкономическая система.

THE PROCESS OF RESOURCE EXCHANGE IN THE SERIES-PARALLEL STRUCTURE SYSTEM WITH DEMAND AND SUPPLY OF NON-LINEAR FUNCTIONS

G.V. Spiridonova, N.V. Semenova

A model of the process of resource exchange (barter) in an open microeconomic system of series-parallel structure, with a single market of proposal and demand, consisting of 6 companies, was considered. Supply and demand functions are nonlinear. The authors have deduced the formulas characterizing the process in an analytical form. An example of the calculation of the system characteristics was given.

Keywords: process of resource exchange, microeconomic system, supply and demand nonlinear functions.

Одной из актуальных задач микроэкономики является определение прибылей систем, состоящих из фирм-посредников, которые покупают и продают ресурс (товар) друг другу и населению.

Процесс ресурсообмена в открытых микроэкономических системах последовательной, параллельной и смешанной

структур при линейных функциях спроса-предложения ресурса (товара) исследовано в работах [1, 2].

Рассмотрим открытую микроэкономическую систему последовательно-параллельной структуры (рис. 1) с одним рынком спроса, одним рынком предложения, состоящую из шести фирм-посредников:

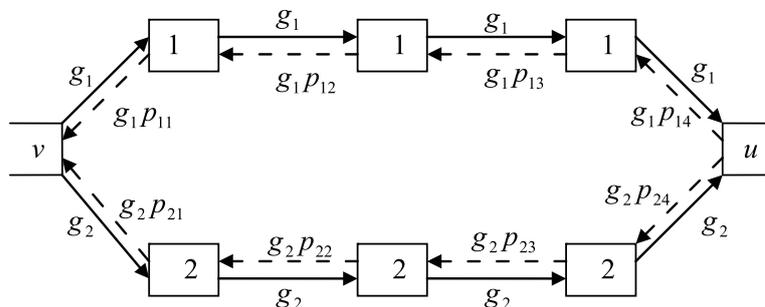


Рис. 1. Открытая микроэкономическая система последовательно-параллельной структуры

11, 12, 13, 21, 22, 23. Система, состоящая из нескольких фирм, которые продают ресурс друг другу и окружению, рынкам предложения и спроса, является неоднородной.

Решение этой задачи выполним для нелинейных функций спроса и предложения [3], характеризующих ресурсообмен системы с одним рынком спроса и одним рынком предложения. В стационарном режиме фирма не может накапливать запас ресурса, поэтому интенсивности потоков ресурса на входе и на выходе фирмы должны быть равны. Обозначим интенсивности потоков ресурсов (товаров) через g_1 и g_2 (см. рис. 1), прибыли фирм через n_{11}, n_{12}, n_{13} ($n_{1j}, j = \overline{1,3}$); n_{21}, n_{22}, n_{23} ($n_{2j}, j = \overline{1,3}$). Цены покупки-продажи ресурсов фирмами обозначим $p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}$ ($p_{1j}, j = \overline{1,4}$); $p_{21}, p_{22}, p_{23}, p_{24}$ ($p_{2j}, j = \overline{1,4}$).

Фирма 11 приобретает g_1 единиц ресурса на рынке предложения по цене p_{11} и несет затраты в объеме $g_1 p_{11}$. Затем она продает этот ресурс фирме 12 по цене p_{12} и получает выручку $g_1 p_{12}$. В свою очередь, фирма 12 продает указанный ресурс фирме 13 по цене p_{13} и получает выручку $g_1 p_{13}$ и так далее: фирма 13 продает ресурс в объеме g_1 по цене p_{14} на рынке спроса и получает выручку $g_1 p_{14}$. Аналогично происходит процесс ресурсообмена в фирмах 21, 22, 23. В результате g_2 единиц ресурса по цене p_{24} будет продано на рынке спроса. Каждая из фирм решает задачу определения цен продажи так, чтобы получить максимальную прибыль.

Математическая модель задачи для системы последовательно-параллельной структуры имеет вид:

$$n_{11} = g_1 (p_{12} - p_{11}) \rightarrow \max_{p_{12}}, \quad (1)$$

$$n_{12} = g_1 (p_{13} - p_{12}) \rightarrow \max_{p_{13}}, \quad (2)$$

$$n_{13} = g_1 (p_{14} - p_{13}) \rightarrow \max_{p_{14}}, \quad (3)$$

$$n_{21} = g_2 (p_{22} - p_{21}) \rightarrow \max_{p_{22}}, \quad (4)$$

$$n_{22} = g_2 (p_{23} - p_{22}) \rightarrow \max_{p_{23}}, \quad (5)$$

$$n_{23} = g_2 (p_{24} - p_{23}) \rightarrow \max_{p_{24}}. \quad (6)$$

Рассмотрим случай, когда функции спроса и предложения заданы в нелинейном виде.

Функция спроса:

$$g_i = \alpha_i (u - p_{i4})^2, \quad i = 1, 2. \quad (7)$$

Функция предложения:

$$g_i = \beta_i (p_{i1} - v)^2, \quad i = 1, 2. \quad (8)$$

Применим описанный в работе [4] алгоритм и методику решения. Основной задачей является вычисление формул для расчета оптимальных значений цен покупки-продажи ресурса (товара), оптимального потока ресурса в системе, прибылей каждой фирмы и максимальной прибыли системы.

Метод решения заключается в следующем. Находим частные производные функций (1)–(6) по указанным параметрам, приравниваем их к нулю и решаем полученную систему уравнений. Рассматриваем те решения системы, которые удовлетворяют условиям задачи [3, 4]. Процесс решения состоит из нескольких этапов.

Этап 1. Полагаем $i = 1$ и выполняем следующие действия:

1) фиксируем значение p_{13} , решаем задачи (3) и (7), находим зависимость: $p_{14}(p_{13})$ и $g_1(p_{13})$;

2) с учетом найденных значений решаем задачу (2) и получаем зависимости $p_{13}(p_{12})$ и $g_1(p_{12})$;

3) решаем задачи (1) и (8), находим значения p_{12}^* , g_1^* и p_{11}^* ;

4) последовательно находим: n_{11}^* , p_{13}^* , n_{12}^* , p_{14}^* , n_{13}^* .

Шаг 1. Решаем задачи (3) и (7):

$$n_{13} = \alpha_1(u - p_{14})^2(p_{14} - p_{13}) \rightarrow \max_{p_{14}},$$

$$g_1 = \alpha_1(u - p_{14})^2,$$

$$n_{13} = \alpha_1(u - p_{14})^2(p_{14} - p_{13}) \rightarrow \max_{p_{14}}.$$

Чтобы найти оптимум, продифференцируем данное выражение по p_{14} . Получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_{13}}{\partial p_{14}} &= -2\alpha_1(u - p_{14})(p_{14} - p_{13}) + \\ &+ \alpha_1(u - p_{14})^2 = 0. \end{aligned}$$

Решая это уравнение относительно p_{14} , получаем два решения:

1) $u = p_{14}$, которое не удовлетворяет условию задачи;

$$2) p_{14}(p_{13}) = \frac{1}{3}(u + 2p_{13}).$$

Подставим полученное выражение в (7) и найдем соответствующий поток товара:

$$\begin{aligned} g_1(p_{13}) &= \alpha_1\left(u - \frac{1}{3}(u + 2p_{13})\right)^2 = \\ &= \alpha_1\left(u - \frac{2p_{13} + u}{3}\right)^2 = \alpha_1\left(\frac{2u - 2p_{13}}{3}\right)^2. \\ g_1(p_{13}) &= \frac{4}{9}\alpha_1(u - p_{13})^2. \quad (9) \end{aligned}$$

Шаг 2. Подставляем найденное значение $g_1(p_{13})$ в (2): $n_{12} = g_1(p_{13} - p_{12})$, получаем: $n_{12} = \frac{4}{9}\alpha_1(u - p_{13})^2(p_{13} - p_{12})$.

Продифференцируем данное выражение по p_{13} :

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_{12}}{\partial p_{13}} &= \frac{4}{9}\alpha_1(2(u - p_{13})(-1) \cdot (p_{13} - p_{12}) + \\ &+ (u - p_{13})^2) = 0, \end{aligned}$$

$$(u - p_{13})(-2p_{13} + 2p_{12} + u - p_{13}) = 0.$$

Решая это уравнение относительно p_{13} , получаем два решения:

1) $u = p_{13}$, которое не удовлетворяет условию задачи;

$$2) p_{13}(p_{12}) = \frac{2p_{12} + u}{3}.$$

Найдем $g_1(p_{12})$: значение $p_{13}(p_{12})$ подставим в (9):

$$\begin{aligned} g_1 &= \frac{4}{9}\alpha_1\left(u - \frac{2p_{12} + u}{3}\right)^2 = \\ &= \frac{4}{9}\alpha_1\left(\frac{3u - 2p_{12} - u}{3}\right)^2, \\ g_1(p_{12}) &= \frac{16\alpha_1}{81}(u - p_{12})^2. \end{aligned}$$

Шаг 3. Аналогично решаем задачи (1) и (8). Подставляем полученное выражение для $g_1(p_{12})$ в условие (8) и получаем:

$$\frac{16\alpha}{81}(u - p_{12})^2 = \beta_1(p_{11} - v)^2;$$

$$(p_{11} - v)^2 = \frac{16\alpha_1}{81\beta_1}(u - p_{12})^2;$$

$$p_{11} - v = \frac{4}{9}\sqrt{\frac{\alpha_1}{\beta_1}}(u - p_{12});$$

$$p_{11}(p_{12}) = v + \frac{4}{9}\sqrt{\frac{\alpha_1}{\beta_1}}(u - p_{12}).$$

Обозначим:

$$\frac{16\alpha_1}{81\beta_1} = \gamma_1^2, \quad \frac{16\alpha_1}{81} = \gamma_1^2\beta_1,$$

тогда

$$p_{11}(p_{12}) = v + \gamma_1(u - p_{12}),$$

$$g_1(p_{12}) = \gamma_1^2\beta_1(u - p_{12})^2.$$

Найденные значения $g_1(p_{12})$ и $p_{11}(p_{12})$ подставляем в (1):

$$n_{11} = g_1(p_{12} - p_{11}),$$

получаем:

$$n_{11} = \gamma_1^2 \beta_1 (u - p_{12})^2 (p_{12} - v - \gamma_1 (u - p_{12})).$$

Продифференцируем данное выражение по p_{12} и аналогично вышеописанному найдем значения p_{12}^* , p_{11}^* , g_1^* :

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_{11}}{\partial p_{12}} &= \gamma_1^2 \beta_1 \cdot 2(u - p_{12}) \cdot (-1)(p_{12} - v - \\ &- \gamma_1 (u - p_{12})) + \gamma_1^2 \beta_1 (u - p_{12})^2 (1 + \gamma_1) = 0, \\ (u - p_{12}) &(-2\gamma_1^2 \beta_1 (p_{12} - v - \gamma_1 (u - p_{12})) + \\ &+ \gamma_1^2 2\beta_1 (u - p_{12})(1 + \gamma_1)) = 0. \end{aligned}$$

Решив это уравнение, получим решение, удовлетворяющее условию задачи:

$$p_{12}^* = \frac{2v + 3\gamma_1 u + u}{3(1 + \gamma_1)} = \frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)}.$$

Последовательно находим g_1^* , p_{11}^* :

$$\begin{aligned} g_1 &= \gamma_1^2 \beta_1 (u - p_{12})^2 = \\ &= \gamma_1^2 \beta_1 \left(u - \frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} \right)^2 = \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{2u - 2v}{3(1 + \gamma_1)} \right)^2; \\ g_1^* &= \frac{4}{9} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right)^2; \\ p_{11} &= v + \gamma_1 (u - p_{12}) = \\ &= v + \gamma_1 \left(u - \frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} \right) = \\ &= v + \gamma_1 \left(\frac{3u(1 + \gamma_1) - 2v - u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} \right) = \\ &= v + \gamma_1 \left(\frac{3u + 3\gamma_1 u - 2v - u - 3\gamma_1 u}{3(1 + \gamma_1)} \right) = \\ &= v + \gamma_1 \left(\frac{2u - 2v}{3(1 + \gamma_1)} \right); \end{aligned}$$

$$p_{11}^* = v + \gamma_1 \cdot \frac{2}{3} \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right).$$

Шаг 4. Найденные значения g_1^* , p_{11}^* , p_{12}^* подставляем в n_{11} :

$$n_{11} = g_1 (p_{12} - p_{11});$$

$$n_{11} = \frac{4}{9} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right)^2 \times$$

$$\times \left(\frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} - \left(v + \gamma_1 \cdot \frac{2}{3} \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right) \right) \right),$$

$$\text{получаем } n_{11}^* = \frac{4}{27} \gamma_1^2 \beta_1 \frac{(u - v)^3}{(1 + \gamma_1)^2}.$$

Аналогично находим p_{13}^* и n_{12}^* :

$$p_{13} = \frac{1}{3}(2p_{12} + u) = \frac{1}{3} \left(2 \cdot \frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} + u \right),$$

откуда

$$p_{13}^* = \frac{u(5 + 9\gamma_1) + 4v}{9(1 + \gamma_1)};$$

$$n_{12} = g_1 (p_{13} - p_{12});$$

$$n_{12}^* = \frac{4}{9} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right)^2 \times$$

$$\times \left(\frac{u(5 + 9\gamma_1) + 4v}{9(1 + \gamma_1)} - \frac{2v + u(1 + 3\gamma_1)}{3(1 + \gamma_1)} \right) =$$

$$= \frac{4}{9} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right)^2 \cdot \frac{2u - 2v}{9(1 + \gamma_1)};$$

$$n_{12}^* = \frac{8}{81} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u - v}{1 + \gamma_1} \right)^3.$$

Находим p_{14}^* , n_{13}^* , p_{14}^* :

$$p_{14} = \frac{1}{3}(u + 2p_{13}) = \frac{1}{3} \left(u + 2 \frac{u(5 + 9\gamma_1) + 4v}{9(1 + \gamma_1)} \right) =$$

$$= \frac{1}{3} \frac{19u + 27u\gamma_1 + 8v}{9(1 + \gamma_1)};$$

$$p_{14}^* = \frac{1}{27} \cdot \frac{8v + (19 + 27\gamma_1)u}{(1 + \gamma_1)};$$

$$n_{13}^* = g_1(p_{14} - p_{13});$$

$$n_3 = \frac{4}{9} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u-v}{1+\gamma_1} \right)^2 \times \left(\frac{1}{27} \cdot \frac{8v + (19 + 27\gamma_1)u}{(1 + \gamma_1)} - \frac{u(5 + 9\gamma_1) + 4v}{9(1 + \gamma_1)} \right);$$

$$n_3^* = \frac{16}{243} \gamma_1^2 \beta_1 \cdot \left(\frac{u-v}{1+\gamma_1} \right)^3.$$

Найдем общую прибыль фирм 11, 12, 13:

$$n^* = n_{11}^* + n_{12}^* + n_{13}^* = \frac{4}{27} \gamma_1^2 \beta_1 \frac{(u-v)^3}{(1+\gamma_1)^2} + \frac{8}{81} \gamma_1^2 \beta_1 \left(\frac{u-v}{1+\gamma_1} \right)^3 + \frac{16}{243} \gamma_1^2 \beta_1 \cdot \left(\frac{u-v}{1+\gamma_1} \right)^3;$$

$$n_1^* = \frac{4}{243} \gamma_1^2 \beta_1 \cdot \frac{(19 + 9\gamma_1)}{(1 + \gamma_1)^3} (u-v)^3.$$

Этап 2. Аналогично зафиксировав значение $i = 2$, выполняем действия, описанные в пунктах 1–4 этапа 1. Решив последовательно задачи (6), (7), (5) и задачи (4), (8), вычисляем формулы для p_{22}^* , g_2^* и p_{21}^* ; n_{21}^* , p_{23}^* , n_{22}^* , p_{24}^* , n_{23}^* .

Замечаем, что для $i = 1, 2$, и получаем следующие формулы.

Цены покупки-продажи ресурса фирмами: $i = 1, 2$:

$$p_{i1}^* = v + \frac{2}{3} \gamma_i \left(\frac{u-v}{1+\gamma_i} \right);$$

$$p_{i2}^* = \frac{2v + u(1 + 3\gamma_i)}{3(1 + \gamma_i)};$$

$$p_{i3}^* = \frac{u(5 + 9\gamma_i) + 4v}{9(1 + \gamma_i)};$$

$$p_{i4}^* = \frac{1}{27} \cdot \frac{8v + (19 + 27\gamma_i)u}{(1 + \gamma_i)}.$$

Прибыли фирм: $i = 1, 2$:

$$n_{i1}^* = \frac{4}{27} \gamma_i^2 \beta_i \frac{(u-v)^3}{(1+\gamma_i)^2};$$

$$n_{i2}^* = \frac{8}{81} \gamma_i^2 \beta_i \left(\frac{u-v}{1+\gamma_i} \right)^3;$$

$$n_{i3}^* = \frac{16}{243} \gamma_i^2 \beta_i \cdot \left(\frac{u-v}{1+\gamma_i} \right)^3;$$

$$n_{i1}^* + n_{i2}^* + n_{i3}^* =$$

$$= n_i^* = \frac{4}{243} \gamma_i^2 \beta_i \cdot \frac{(19 + 9\gamma_i)}{(1 + \gamma_i)^3} (u-v)^3.$$

Потоки ресурсов:

$$g_i^* = \frac{4}{9} \gamma_i^2 \beta_i \left(\frac{u-v}{1+\gamma_i} \right)^2,$$

где

$$\gamma_i^2 = \frac{16\alpha_i}{81\beta_i}, \quad i = 1, 2.$$

Прибыль всей системы:

$$n^* = \sum_{i=1}^2 \left(\frac{4\gamma_i^2 \beta_i}{243} \cdot \frac{(19 + 9\gamma_i)}{(1 + \gamma_i)^3} (u-v)^3 \right).$$

Используя программу Microsoft Office Excel, можно при различных значениях α_i , β_i определить значения потоков ресурса (товара), прибылей фирм и прибыли всей системы (рис. 2–5).

Расчеты показывают (см. рис. 2 и 3), что наибольшие значения прибылей имеют фирмы 11 и 21, управляющие ценами продажи ресурса (товара). Наибольший вклад в прибыль системы вносят фирмы 11, 12, 13: $M1 > M2$ (см. рис. 4). Это связано с тем, что значения $\alpha_1 / \beta_1 < \alpha_2 / \beta_2$.

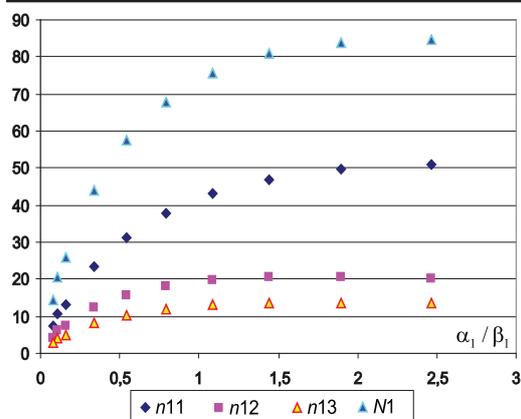


Рис. 2. Зависимость прибылей n_{11}, n_{12}, n_{13} фирм 11, 12, 13 и их суммарной прибыли $N1$ от спроса

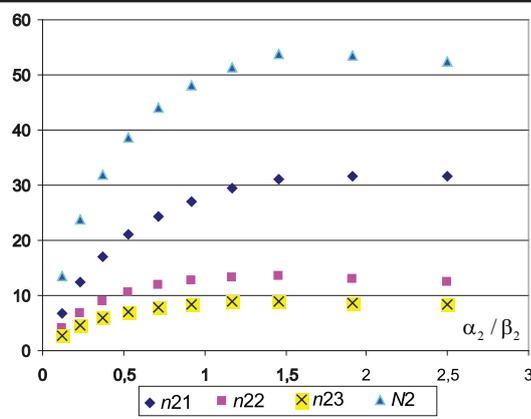


Рис. 3. Зависимость прибылей n_{21}, n_{22}, n_{23} фирм 21, 22, 23 и их суммарной прибыли $N2$ от спроса

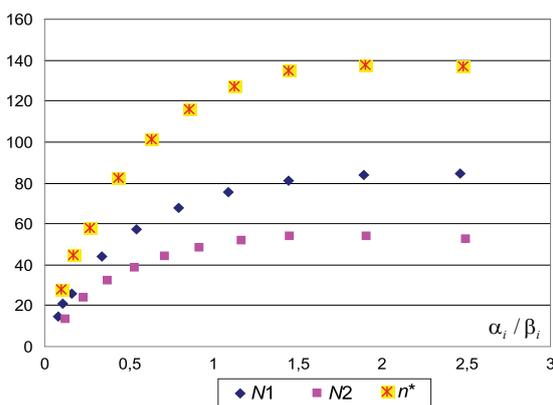


Рис. 4. Зависимости от спроса суммарных прибылей системы и прибылей $N1$ фирм 11, 12, 13 и $N2$ фирм 21, 22, 23

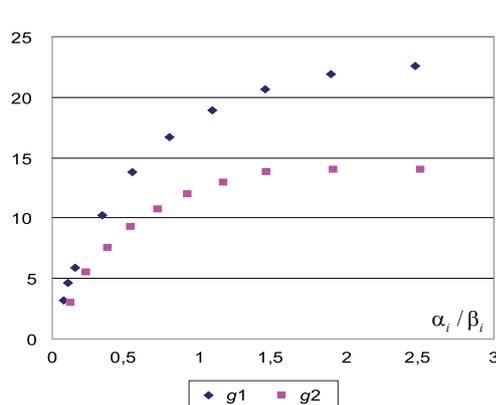


Рис. 5. Зависимость от спроса потоков ресурсов (товаров) g_1 и g_2 (с увеличением спроса потоки ресурсов растут)

Анализ формул показывает, что они справедливы для любого значения $i = 1, n$.

Цитированная литература

1. Амелькин С.А. Предельные возможности процесса ресурсообмена в неоднородной открытой микроэкономической системе // Математическое моделирование. – 2004. – № 4.
2. Спиридонова Г.В., Топор Е.С. Оптимизация прибыли в открытой системе смешанной структуры для случая s фирм // Вестник При-

днестр. ун-та. Сер.: Физ.-мат. и техн. науки. – 2011. – № 3(39). – С. 76–80.

3. Спиридонова Г.В., Семенова Н.В. Задача оптимизации ресурсообмена в открытой системе последовательной структуры при нелинейных функциях спроса и предложения // Интеграционные процессы в естественнонаучном и математическом образовании: Сб. научных трудов участников междунар. конф. – М.: РУДН, 2013. – С. 394–397.

4. Цирлин А.М. Оптимальное управление обменом ресурсами в экономических системах // АиТ. – 1995. – № 3. – С. 116–126.

ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

УДК 621.002.3

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ ПРЕССОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПАКЕТА

Ф.Ю. Бурменко, Л.Л. Юров, Ю.Ф. Бурменко, Г.П. Лупашко

На основе экспериментальных исследований и анализа патентной информации предложен способ управления тепловым режимом прессования многослойного пакета в технологии изготовления слоистых пластиков преимущественно для печатных плат.

Ключевые слова: слоистые пластики, прессование, тепловой режим.

METHOD OF CONTROL OF THERMAL CONDITIONS OF PRESSING OF MULTIWALL BAG

F.Yu. Burmenko, L.L. Yurov, Yu.F. Burmenko, G.P. Lupashko

The method of control of thermal conditions of pressing of multiwall bag in the manufacturing techniques of laminated plastics (mainly for printed circuit boards) is offered on the basis of exploratory tests and the analysis of patent information.

Keywords: laminated plastics, molding, thermal conditions.

Широко известны технологии изготовления слоистых пластиков (стеклопластиков, текстолитов, гетинаксов и др.) путем горячего прессования определенного количества заготовок, сформированных из листов предварительно пропитанных синтетическим связующим волокнистого материала (препрега), для получения листового материала толщиной 0,5–100 мм, форматом 1270 × 1070 мм. Для увеличения производительности оборудования в процессе [1] формируют многослойный пакет, состоящий из определенного количества последовательно расположенных заготовок (листов препрега) и так называемых прокладочных металлических листов, который помещают

между греющими плитами пресса (рис. 1). Формование изделий происходит при заданных значениях давления и температуры, которые определяются в зависимости от состава и свойств препрега, обычно $P_{уд} = 20\text{--}40$ кгс см², $T = 100\text{--}170$ °С [1].

Согласно процессу [1] количество заготовок в многослойном пакете обычно составляет от 7 до 11 листов при толщине готового материала 0,5–2,0 мм и снижается до 3 или 1 при увеличении толщины заготовки и готового материала по причине низких значений теплопроводности прессуемого полимерного материала и неравномерности прогрева внешних и внутренних слоев пакета. Частично проблему

неравномерности прогрева многослойного пакета по толщине решают путем ступенчатого набора температур и выдержки во времени на этих ступенях. О недостаточности такого приема свидетельствуют результаты эксперимента, в ходе которого отслеживался реальный температурный режим внешних и внутренних слоев пакета, состоящего из 11 заготовок препрега, при толщине готового материала 1,5 мм в сравнении с заданным тепловым режимом (рис. 2).

Как видно, реальный температурный режим выпечки внутренних заготовок существенно отличается от заданного. Необходимо также отметить, что увеличение

толщины пакета приводит к увеличению тепловых потерь, при этом Δt° по площади изготавливаемого материала достигает 15°C . В результате возникают дефекты, следствием которых являются повышенные технологические потери и несоответствие свойств готового материала требованиям нормативно-технической документации. Кроме того, снижается производительность оборудования. Увеличение производительности оборудования достигается в процессе [1] усложнением его конструкции, т. е. применением многоэтажных (до 22 этажей) прессов, что значительно усложняет технологический процесс и сказывается на экономических показателях производства.

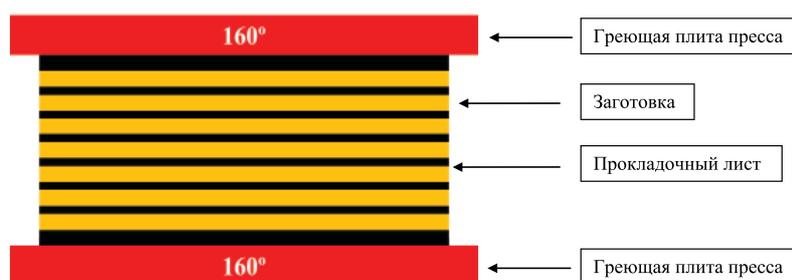


Рис. 1. Схема сборки многослойного пакета

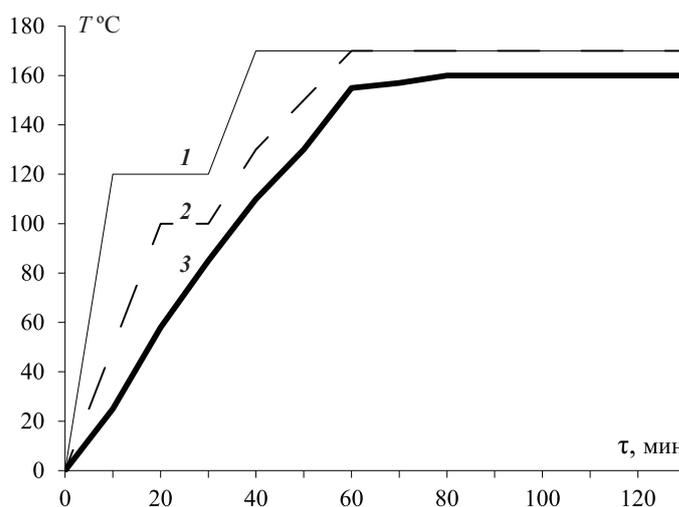


Рис. 2. Температурный режим прессования многослойного пакета: 1 — заданный режим прессования; 2 — реальный режим для внешних заготовок; 3 — реальный режим для внутренних заготовок

Одним из решений проблемы неравномерного нагрева многослойного пакета в производстве слоистых пластиков является предложение фирмы SEDAL, известное как система нагрева ADARA (рис. 3). Система предназначена для изготовления фольгированных стеклопластиков толщиной не более 0,1 мм для многослойных печатных плат (МПП) [2]. Суть этой системы заключается в том, что для разогрева пакета используется тепло, выделяемое медной фольгой при пропускании через нее электрического тока (эффект Джоуля).

Поскольку фольга распределена по всему прессуемому пакету, нагрев по всей его толщине производится очень равномерно, а благодаря малой инертности фольги можно точно изменять температуру в пакете. Размещение термопар в нагреваемом пакете позволяет точно отслеживать реальную температуру внутри него. Благодаря равномерности прогрева прессуемого пакета нет необходимости перегревать внешние части пакета, для того чтобы температура в середине оказалась достаточной для полимеризации смолы, а следовательно, в одном проеме установки можно прессовать пакеты толщиной до 260 мм. В обычных же системах довольно затруднительно прессовать в одном проеме пакеты толще 30 мм,

что приводит к использованию громоздких и энергоемких многэтажных прессов.

Однако, как следует из описания, данный способ позволяет изготавливать только фольгированные материалы, при этом рекомендуемая толщина изготавливаемого материала должна составлять не более 0,1 мм. Самыми востребованными на рынке материалов для печатных плат являются диэлектрики толщиной 1,0–1,6 мм для двусторонних плат и толщиной 0,2–0,5 мм для МПП, изготовление которых согласно технологии ADARA не может быть реализовано. Помимо этого способ ADARA не позволяет изготавливать нефольгированные материалы (конструкционные и электротехнические).

На основе экспериментальных исследований и анализа патентной информации авторами предложен способ управления тепловым режимом прессования многослойного пакета, состоящего из последовательно расположенных заготовок диэлектрического полимерного материала и металлических прокладочных листов, путем одновременного и равномерного нагрева каждой из заготовок с возможностью регулировки степени их нагрева. При этом в качестве нагревательных элементов применяются металлические прокладочные листы, поверхности которых содержат ок-

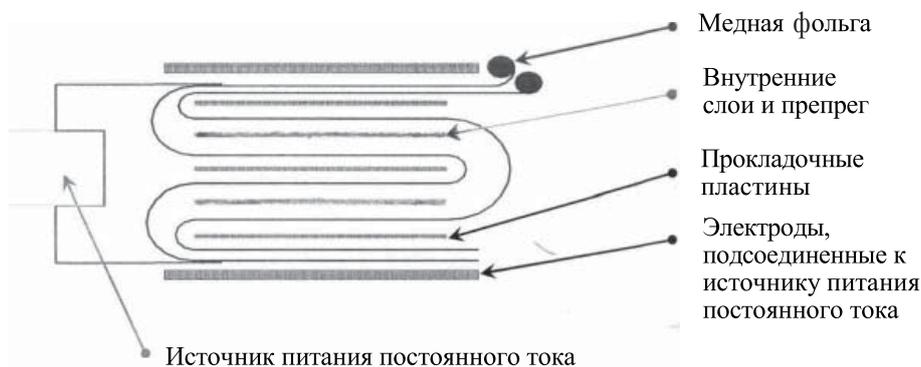


Рис. 3. Схема сборки пресс-пакета в системе ADARA

сидный диэлектрический слой, покрытый резистивным материалом в виде топологической схемы, по которой подается электрический ток, а степень нагрева регулируется изменением напряжения. Основой металлических прокладочных листов служат анодированные алюминиевые листы с оксидным слоем в виде окиси алюминия или стальные листы, облицованные алюминиевой фольгой с анодированной внешней поверхностью.

Другим способом решения проблемы неравномерного нагрева многослойного пакета является применение структуры прокладочных листов в виде сэндвича. Между двумя алюминиевыми листами с оксидированными поверхностями толщиной 0,5–1,0 мм помещается лист фольги из резистивного материала толщиной от 0,001 до 0,05 мм (рис. 4).

Все слои резистивного материала в собранном пакете (рис. 5) соединяются последовательно в одну цепь, к которой

через понижающий трансформатор подается постоянный ток силой и напряжением, аналогичными показателям системы ADARA.

Реализация предлагаемого технического решения позволяет обеспечить заданный тепловой режим прессования многослойного пакета при равномерном распределении температур по всей площади прессуемого материала с отклонениями не более ± 2 °С. Термограмма процесса прессования многослойного пакета, сформированного по схеме рис. 5, приведена на рис. 6. При этом количество заготовок изготавливаемого материала в многослойном пакете, а следовательно его высота, ограничивается только техническими характеристиками применяемого прессового оборудования (расстояние между столом и ползуном).

Количество тепла, снимаемое в процессе прессования изделий в системе ADARA, ограничено техническими харак-

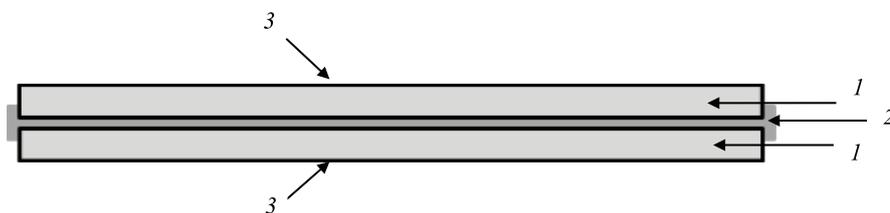


Рис. 4. Структура греющего прокладочного листа:
1 – алюминий; 2 – фольга; 3 – слой окиси алюминия

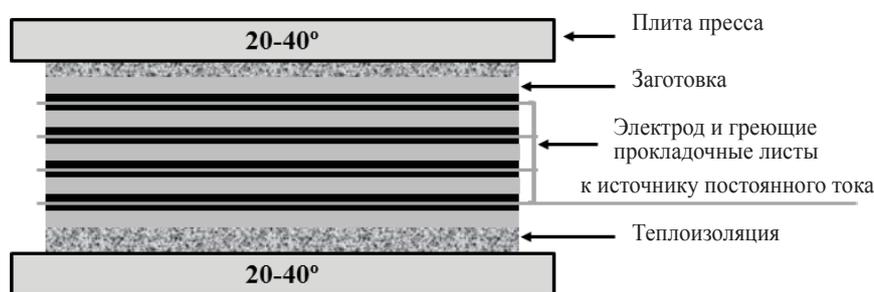


Рис. 5. Схема прессования многослойного пакета (предлагаемый способ)

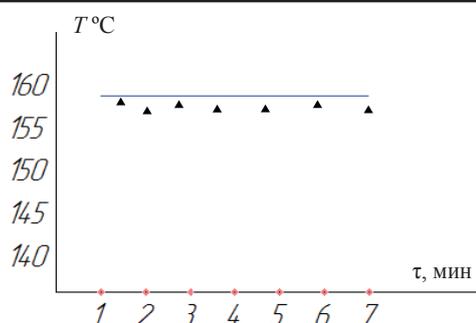


Рис. 6. Термограмма процесса прессования предлагаемым способом

теристиками применяемой в качестве нагревателя медной фольги. В предлагаемом варианте греющие элементы выполнены

из теплостойких материалов с изначально заданными значениями электрических характеристик, что позволяет обеспечить теплоток, необходимый для изготовления пластин из диэлектрического материала толщиной до 2,5 мм на основе термоактивных связующих.

Цитированная литература

1. Технологический процесс «Стеклотекстолиты фольгированные и электротехнические» ТО. ТП. 09. ЗАО «Завод «Молдавизолит»».
2. Техническая информация фирмы CEDAL.

УДК 519.24:377.1

ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА ПО АНАЛИЗУ СОСТАВА АБИТУРИЕНТОВ

Ю.А. Долгов, Ю.В. Балашова

На основе количественного анализа поступивших в ПГУ абитуриентов с помощью вероятностных оперативных характеристик, привязанных к одному из четырех типов средних учебных заведений Приднестровья, разработан метод прогноза выпуска бакалавров, пригодный для любых специальностей.

Ключевые слова: прогноз, бакалавры, состав абитуриентов.

NUMERICAL FORECAST OF HIGHSCHOOL GRADUATES ON ENTRANT COMPOSITION ANALYSIS

Y.A. Dolgov, Y.V. Balashova

A method of forecasting of highschool bachelors for any specialties is worked out on base quantity analysis of university entrants in Shevchenko State University of Pridnestrovie by means of probability operating characteristics tied to one of four type Transnistrian secondary schools.

Keywords: forecast, bachelors, university entrants.

По итогам предыдущих исследований найден метод прогнозирования успешности окончания вуза отдельно взятым сту-

дентом, основанный на учете результатов каждой сессии и посещаемости занятий [1]. При этом было выявлено, что одним

из самых значимых факторов выступает вид среднего учебного заведения, которое окончил абитуриент. В то же время вопрос об общем количестве выпускников данного потока (группы, специальности) по сравнению с общим количеством абитуриентов, успешно прошедших вступительные испытания и зачисленных в вуз, остался нерассмотренным. Настоящее исследование призвано заполнить этот пробел.

Решение задачи будем искать методами, которые разработаны для выборочного статистического приемочного контроля изделий, произведенных при групповых технологических процессах (аналогия с обучением) [2, 3, 4]. Однако в отличие от массового производства изделий обучение в вузе более соответствует мелкосерийному производству, а следовательно, применение упомянутых классических методов (в частности, использование оперативной характеристики) здесь требует некоторой корректировки. Теоретическое обоснование такой корректировки и методология ее использования изложены нами в работе [5]. Рассмотрим дополнительные ограничения, связанные со спецификой задачи.

Если в потоке (группе) студентов при первоначальном списочном составе N человек в процессе обучения будут отчислены M из них, то относительная величина $q = M / N$ есть доля дефектных изделий (говоря техническим языком). Наиболее полно вероятность P выпуска потока (группы) по прогнозируемому отсеву может быть описана в виде оперативной характеристики $P(q)$, качественная интерпретация которой представлена на рис. 1. Она зависит от доли дефектных изделий q и от плана контроля, т. е. от объема n выборки, приемочного q_0 и браковочного q_m уровней дефектности. При этом риск поставщика $\alpha = 1 - P(q_0)$, риск потребителя $\beta = P(q_m)$.

Теоретическими трудами [6, 7] доказано, что при контроле по количе-

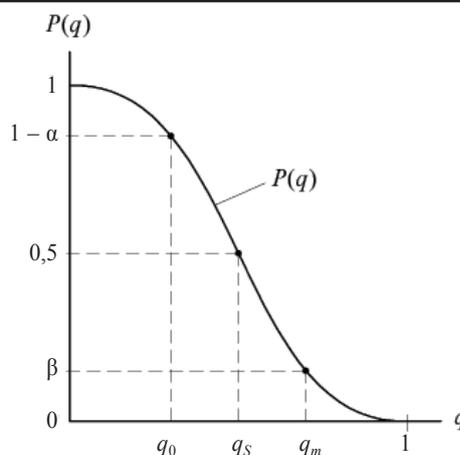


Рис. 1. Оперативная $P(q)$ -характеристика

ственному признаку самым выгодным в смысле точности и минимального объема выборки является контроль по линейной комбинации выборочных характеристик \bar{X} и S , где среднее арифметическое $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$, а среднеквадратическое отношение $S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$.

Таким образом, условие приемки по максимуму (т. е. максимальное число окончивших вуз) можно записать в виде

$$\bar{X} + k_s \cdot S = u, \quad (1)$$

где k_s – некоторая постоянная, в которой сосредоточен план контроля при фиксированных значениях α и β .

Поскольку случайные выборочные характеристики \bar{X} и S независимы и при этом \bar{X} имеет нормальное распределение, а $y = \frac{S}{\sigma} \sqrt{v}$ имеет χ -распределение [8] ($v = n - 1$ – число степеней свободы), выражение (1) можно переписать в виде

$$u = \bar{X} + k_s \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{v}} \cdot y, \quad (2)$$

моменты которого равны:

$$M[u] = M[X] + k_s \frac{\sigma}{k_n}; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \sigma^2[u] &= \frac{\sigma^2}{n} + k_s^2 \sigma^2 \left(1 - 1/k_n^2\right) = \\ &= \sigma^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{k_s^2}{2n-1,4} \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь $k_n = \sqrt{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{\Gamma(n-1/2)}{\Gamma(n/2)}}$ – поправочный коэффициент на малость объема выборки при $n \geq 2$ (табл. 1).

Проделав разложение Шарлье и ограничившись первыми тремя числами, можно распределение величины u считать приближенно нормальным с параметрами (3) и (4). Тогда оперативная характеристика примет вид

$$\begin{aligned} P(q) &= F_0 \left(\frac{N - M[u]}{\sigma[u]} \right) = \\ &= F_0 \left(\frac{U_{1-q} - k_s / k_n}{\sqrt{1/n + k_s^2 / (2n-1,4)}} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Если бы была какая-либо возможность установить приемочный q_0 или браковочный q_m уровень дефектности либо

определить риски α и β , то по формуле (5) легко можно было бы определить постоянную k_s – план контроля и найти все интересующие нас показатели. Однако такой возможности нет, вследствие чего необходимо искать обходные пути.

Одним из таких путей является свойство нормального закона распределения $P(q) = 0,5$ при квантиле равном нулю. Тогда из выражения (5) следует

$$u_{1-q_s} - k_s / k_n = 0 \quad \text{и} \quad u_{1-q_s} = \frac{k_s}{k_n}, \quad (6)$$

где q_s – доля дефектности, при которой квантиль выражения (5) превращается в желаемый нуль.

Определить величину q_s можно различными путями: по формулам нормального распределения Гаусса или Лапласа, по соответствующим таблицам, но наименее трудоемким является вычисление аппроксимационным полиномом (с точностью до 10^{-5}) [9]:

$$q = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{k_s}{k_n} \right)^2 \right] \left[a_1 \lambda - a_2 \lambda^2 + a_3 \lambda^3 \right], \quad (7)$$

где

$$\lambda = \frac{1}{1 + p(k_s / k_n)};$$

$$\begin{aligned} p &= 0,33267; & a_1 &= 0,4361836; \\ a_2 &= 0,1201676; & a_3 &= 0,937298. \end{aligned}$$

Таблица 1

Поправочные коэффициенты k_n

n	k_n	n	k_n	n	k_n	n	k_n
1	–	11	1,0254	21	1,013	31	1,0088
2	1,2533	12	1,0233	22	1,0122	32	1,0084
3	1,1284	13	1,0215	23	1,0118	33	1,0083
4	1,0858	14	1,0197	24	1,0112	34	1,0079
5	1,064	15	1,0185	25	1,0109	35	1,0078
6	1,0513	16	1,0171	26	1,0103	36	1,0075
7	1,0425	17	1,0162	27	1,0101	37	1,0074
8	1,0366	18	1,0151	28	1,0096	38	1,0071
9	1,0318	19	1,0144	29	1,0094	39	1,007
10	1,0285	20	1,0135	30	1,009	40	1,0068

Динамика обучения студентов ИТИ

Вид среднего учебного заведения	Код учебного заведения	Поступили в вуз, чел.	Окончили вуз, чел.	Доля окончивших вуз, %	Доля отчисленных из вуза, %
Сельская школа	6	15	7	0,47	0,53
Колледж	7	7	4	0,57	0,43
Городская школа	8	32	23	0,72	0,28
Лицей, гимназия	9	12	11	0,92	0,08
Всего	–	66	45	0,68	0,32

Проиллюстрируем все сказанное на реальном примере.

В 2011 году на одну из специальностей Инженерно-технического института было зачислено 66 абитуриентов, а окончили вуз в 2015 году только 45 бакалавров. Общая картина динамики обучения представлена в табл. 2.

Отчетливо видно, что вывод предыдущих исследований [1] о существенном влиянии на выпуск вуза уровня школьной подготовки подтверждается. Поэтому все расчеты будем вести отдельно для групп лиц, окончивших однотипные средние учебные заведения, причем в качестве опорных точек q_s возьмем долю лиц, окончивших вуз. Оперативные характеристики (OX_i) представим в виде рис. 2, а результаты расчетов отобразим в табл. 3. В качестве контрольной выборки возьмем наугад по пять поступивших абитуриентов, окончивших разные средние учебные заведения, а прогнозное количество окончивших вуз подсчитаем по формуле

$$N_0 = \sum_{i=6}^9 q_i N_{0i}, \quad (8)$$

где q_i – доля окончивших вуз (по формуле (7)); N_{0i} – количество абитуриентов, окончивших i -й суз.

Ошибка прогнозирования

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{|N - N_0|}{N} \cdot 100\% = \\ &= \frac{|45 - 45,92|}{45} \cdot 100\% = 2,04\%. \end{aligned}$$

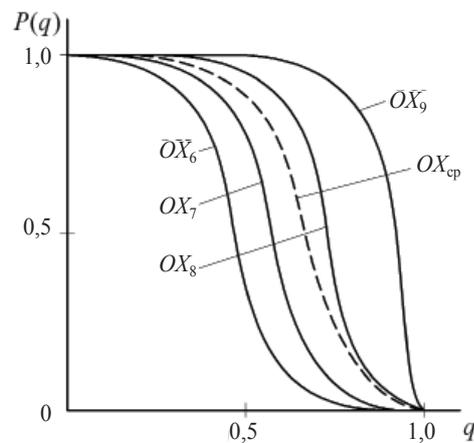


Рис. 2. Частные и усредненная оперативные характеристики

Таблица 3

Результат прогноза

Код (i)	n_i	(k_s/k_n)	λ_i	q_i	N_{0i}
6	5	0,07527	0,97557	0,4699	7,05
7	5	-0,17637	1,06233	0,5701	3,99
8	5	-0,58284	1,24053	0,7222	23,11
9	5	-1,40507	1,87767	0,9811	11,77
$\Sigma(\cdot)$	–	–	–	–	45,92

Итак, найден метод прогнозирования количества бакалавров, окончивших вуз, по результатам поступления абитуриентов на любую специальность (единый поток, группа или другое административное объединение) с учетом вида среднего учебного заведения Приднестровья с помощью специально разработанных оперативных характеристик, подлежащих ежегодной корректировке.

Цитированная литература

1. Прогнозирование результатов обучения студентов в вузе на основе обобщенной функции полезности: Отчет о НИР/ГР071200295. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2015. – С. 36–65.
2. **Беляков Ю.Н.** Вероятностные методы выборочного контроля. – М.: Наука, 1975. – 407 с.
3. **Наулер Л., Хоуэлл Дж., Голд Б. и др.** Статистические методы контроля качества продукции: Пер. с англ. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 104 с.
4. Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля: ГОСТ 20736-75 (СТ СЭВ 1672-79). – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 552 с.
5. **Долгов Ю.А.** Методы выборочного контроля и математического моделирования для управления групповыми технологическими процессами: Дис. ... д-ра техн. наук. – ЛЭТИ, 1990. – 331 с.
6. **Долгов Ю.А.** Статистическое моделирование: Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. – Тирасполь: Полиграфист, 2011. – 352 с.
7. **Шор Я.Б.** Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М.: Сов. радио, 1962. – 552 с.
8. **Закс Ш.** Теория статистических выводов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 776 с.
9. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и таблицами / Под ред. М. Абрамовица и И. Стигана. – М.: Наука, 1979. – 832 с.

УДК 621.9

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОКАТА**

Е.А. Царюк, В.Г. Звонкий

Рассмотрен метод получения мерных заготовок ротационным деформированием проката клиновым инструментом. На основе анализа закономерностей деформирования и формирования поверхностей заготовки в зоне разделения предложена методика оптимизации параметров процесса на выполнение математического моделирования.

Ключевые слова: *режущий инструмент, разделение проката, метод линий скольжения.*

**METHODOLOGICAL FORMING BASIS
AND MATH MODELING OF THE PROCESS
OF MILL PRODUCTS DIVISION**

E.A. Tsaruk, V.G. Zvonkiy

The article deals with the method of receiving of cut-to-length sections by rotate mill products deformation of cam steel. Based on the analyses of regularity of deformation and formation of working surfaces in separation zone the optimization of process parameters for the execution of mathematical modeling is proposed.

Keywords: *cutting tool, mill products division, slip-line method.*

Постановка задачи

Снижение износа и повышение периода стойкости режущего инструмента при обработке материалов, особенно труднообрабатываемых, остаются наиболее важными и актуальными задачами технологии машиностроения, и в первую очередь в автоматизированном производстве и на станках с программным управлением [1].

Режущий инструмент является тем средством, без которого нельзя полностью реализовать заложенные в станках технологические возможности и достичь высоких технико-экономических показателей обработки деталей. Именно поэтому большое внимание уделяется совершенствованию режущего инструмента и инструментальных материалов.

Описание объекта исследования

Распространенным методом получения мерных заготовок является резка прутков клиновым инструментом, в частности клиновыми дисковыми ножами (КДН) [2]. Метод исключает отход металла при отрезке каждой заготовки, позволяет получать точные по длине осесимметричные заготовки, обеспечивает достаточную стойкость инструмента, не требует (вследствие локальности контакта инструмента с заготовкой) больших усилий для закрепления и резки заготовки.

Анализ пластического течения металла, выполненный на стадии зарождения пластической деформации, выявил, что преимущественное вытеснение металла на наружную поверхность происходит в момент контакта инструмента с боковыми поверхностями канавки, которая образовалась на предыдущих этапах деформирования заготовки [3]. Для уменьшения высоты наружного наплыва необходимо

увеличить протяженность поверхности контакта до начала внедрения КДН в пруток за данный оборот вращения последнего, что можно реализовать за счет оптимизации геометрии заточки КДН.

Оптимизация параметров ротационного разделения проката может быть осуществлена на основе изучения закономерностей деформирования и формирования поверхностей заготовки в зоне разделения [4].

Методика исследования

Для теоретического анализа разделения проката используем метод линий скольжения, позволяющий исследовать процессы с нестационарным течением металла только на характерных стадиях, когда сохраняется геометрическое подобие границ очага пластических деформаций, и анализировать локальные явления, которые обычно выступают в качестве основных в решении технологических задач. Результаты экспериментов по выявлению физических полей линий скольжения при резке заготовки КДН подтвердили правомерность теоретического анализа процесса разделения методом линий скольжения.

При использовании данного метода для каждого отдельного внедрения ножа реализуется поле линий скольжения, которое условно изображено на рис. 1. Эта схема, принятая для определения начала отгиба торца, содержит ряд упрощений по сравнению с полем линий скольжения и включает участок контакта инструмента с заготовкой и граничную линию раздела пластического и жесткого участков заготовки.

На участках контакта AB и EF протяженностью L нормальное контактное давление q изменяется по линейной зависимости, а на участках BC и EC – по степенной зависимости $q = cq_{B(E)}^n$ (c – пос-

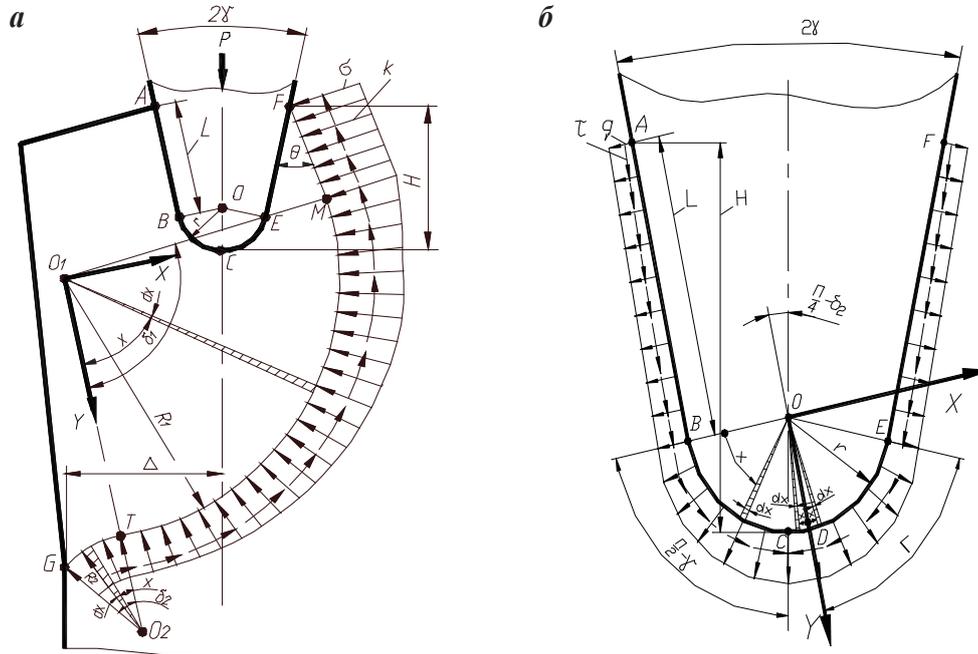


Рис. 1. Расчетная схема поля линий скольжения при выходе пластической деформации на торцевую поверхность заготовки:
 а – распределение напряжений вдоль жесткопластической границы $FMTG$;
 б – распределение напряжений на поверхности контакта $ABCEF$

тоянная; $q_{B(E)}$ – нормальное контактное давление в точках B и E ; n – степенной показатель). Касательные напряжения τ приняты постоянными на всем участке контакта. К поверхности контакта примыкает прямоугольный треугольник FEM с углом в вершине F , равным Θ (значение угла Θ определяется в зависимости от условий внешнего трения).

Участок жесткопластической границы MTG аппроксимирован двумя дугами окружностей MT и TG с радиусами R_1 и R_2 и центральными углами δ_1 и δ_2 .

Величину относительного нормального контактного давления в точке F ($\bar{q}_F = q_F / k$) определим из соотношения (k – пластическая постоянная)

$$\bar{q}_F = 1 + 2\delta_1 - 2\delta_2 + \sin 2\Theta.$$

Из геометрических соотношений расчетной схемы можно записать:

$$L = \frac{H - r(1 - \sin \gamma)}{\cos \gamma},$$

где H – глубина врезания; r – радиус закругления вершины (характеризует износ инструмента); 2γ – угол заточки КДН.

$$R_1 = \left(\cos(\alpha - \gamma) - \sin\left(\frac{\pi}{4} - \delta_2\right) \right) \times \\ \times \left(L \sin \Theta \cos(\Theta - \gamma) + r \cos \gamma + \right. \\ \left. + R_2 \left[\sin\left(\frac{\pi}{4} - \delta_2\right) - \frac{\sqrt{2}}{2} \right] + \Delta \right)^{-1},$$

где Δ – ширина отделяемой заготовки.

Для плоской системы сил, действующих на отделяемую часть заготовки, слева от линии *FMTG* составлены три уравнения равновесия (сумма проекций всех сил от нормальных и касательных напряжений, действующих на два взаимно перпен-

дикулярных направления *X* и *Y*, и сумма моментов всех сил, действующих относительно точки O_1 , равны нулю).

В общем виде уравнение равновесия от суммы проекций всех сил на ось *X* выглядит так:

$$\begin{aligned}
 & -qL \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{L(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} \right] \cdot 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) \sin\gamma + \\
 & + 2qr \sin\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) \left\{ - \left[1 + \frac{L(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} \right] \cos\gamma + \frac{r(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} (\sin\gamma-1) \right\} - \\
 & - 2\tau L \sin\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) \cos\gamma + 2\tau r \sin\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) [\sin\gamma-1] + \\
 & + kR_2 [\cos\delta_2 - \sin\delta_2 + 2(\delta_2-0,5)] + \\
 & + kR_1 \{ 2(\delta_2-0,5) - 4 + 3\sin\delta_1 - 2(\delta_1-\delta_2+0,5)\cos\delta_1 \} - kL \cos\theta \cos\delta_1 \cdot 2(\delta_1-\delta_2) = 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Сумма проекций всех сил на ось *Y* равна

$$\begin{aligned}
 & qL \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{L(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} \right] \cdot 2 \sin\gamma \cos\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) + \\
 & + 2qr \cos\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) \left\{ \left[1 + \frac{L(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} \right] \cos\gamma + \frac{r(\eta-1)}{L+r\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)} (1-\sin\gamma) \right\} + \\
 & + 2\tau L \cos\left(\frac{\pi}{4}-\delta_2\right) \cos\gamma + 4\tau r \sin\left(\delta_2-\frac{\gamma}{2}\right) \cos\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\gamma}{2}\right) + \\
 & + kR_2 [\sin\delta_2 - 4\cos(\delta_2-0,5) + 3\cos\delta_2 + 1] + \\
 & + kR_1 \{ 1 + 2(\delta_2-\delta_1-0,5)\sin\delta_1 - \cos\delta_1 \} + kL \cos\theta \cos\delta_1 \cdot 2(\delta_1-\delta_2) = 0.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Результаты исследования

Решение системы нелинейных алгебраических уравнений, включающих уравнения Генки, геометрические соотношения расчетной схемы и уравнения равновесия, позволили получить соотношения между исходными параметрами процесса (γ , Θ , H , r) и неизвестными параметрами расчетной схемы (q , R_1 , R_2 , δ_1 , δ_2 , η).

Полученные соотношения представлены на рис. 2–7. Анализ рисунков позволяет сделать следующие выводы:

- с увеличением угла заточки рабочей части инструмента γ увеличиваются значения углов δ_1 и δ_2 и уменьшаются значения соответствующих радиусов R_1 и R_2 . При этом значение нормального контактного давления q уменьшается;

- при изучении влияния увеличения радиуса инструмента r можно установить, что нормальное контактное давление q пропорционально увеличивается, уменьшая при этом коэффициент упрочнения η , значения углов δ_1 , δ_2 , однако значения соответствующих радиусов R_1 , R_2 увеличиваются;

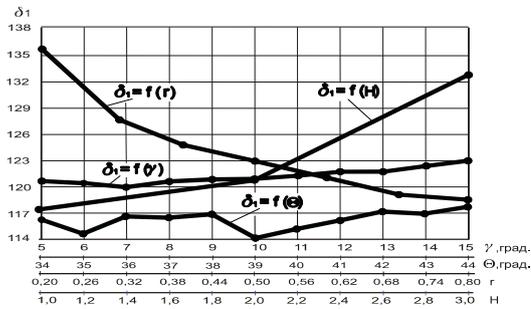


Рис. 2. Зависимость радиуса дуги δ_1 от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

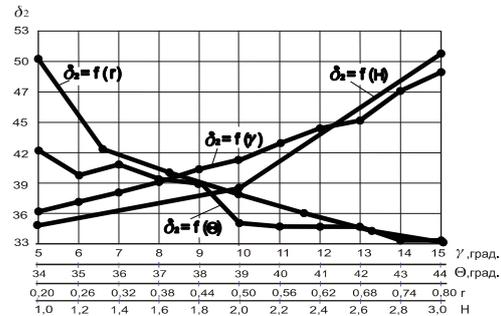


Рис. 3. Зависимость радиуса дуги δ_2 от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

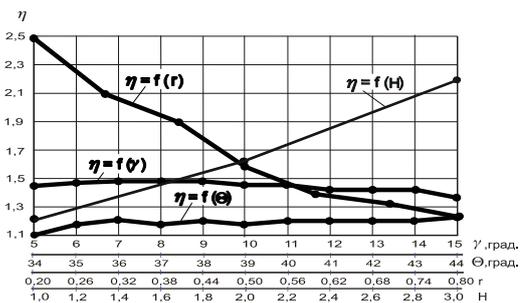


Рис. 4. Зависимость коэффициента упрочнения η от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

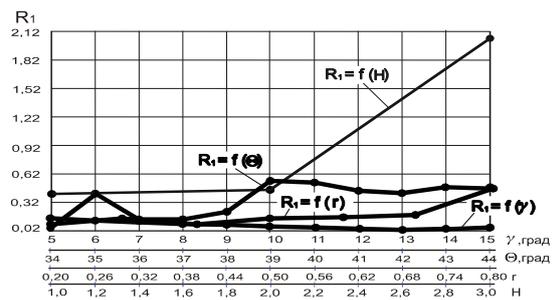


Рис. 5. Зависимость радиуса дуги R_1 от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

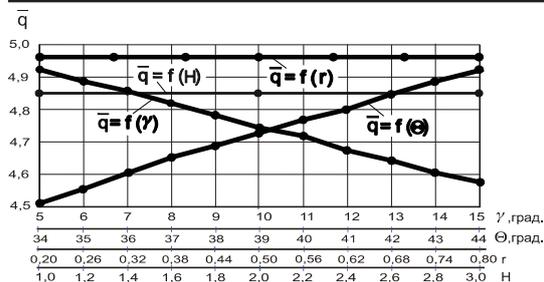


Рис. 6. Зависимость нормального контактного давления \bar{q} от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

• увеличивая угол трения Θ , можно существенно увеличить контактное давление q и коэффициент упрочнения η , вызывая соответственно увеличение значения угла δ_1 и уменьшение угла δ_2 с увеличением их радиусов R_1 и R_2 ;

• равномерное внедрение инструмента сопровождается увеличением контактного давления q , а также увеличением значений углов δ_1 , δ_2 и соответствующих радиусов R_1 , R_2 . При этом коэффициент упрочнения η пропорционально возрастает.

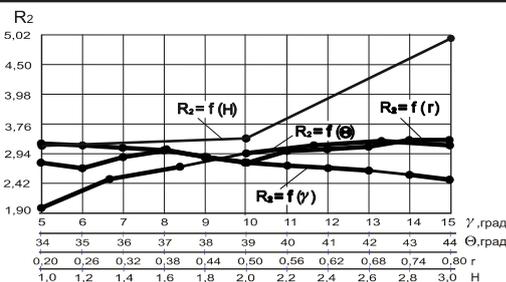


Рис. 7. Зависимость радиуса дуги R_2 от угла заточки инструмента γ (при $\Theta = 44^\circ$, $H = 1$, $r = 0,6$), угла трения Θ (при $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$, $r = 0,8$), радиуса инструмента r (при $\Theta = 45^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $H = 1$) и глубины внедрения инструмента H (при $\Theta = 42^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $r = 0,8$)

Цитированная литература

1. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов: Учебное пособие для вузов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002.
2. <http://files.lib.sfu-kras.ru>
3. Унксов Е.П., Джонсон У., Колмогоров В.Л. и др. Теория пластических деформаций металлов: Монография / Под ред. Е.П. Унксова, А.Г. Овчинникова. – М.: Машиностроение, 1983.
4. <http://science.misis.ru>

УДК 004.932.4

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА СКАНИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В.И. Великодный, Е.В. Калинкова

Предлагается модель приложения для устранения шума, основанная на искусственных нейронных сетях (ИНС) прямого распространения. Обучающая выборка для предлагаемой ИНС содержит изображения смятой бумаги и подобных образцов шума. Экспериментальные результаты показывают эффективность метода для устранения шума на отсканированных изображениях.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, цифровая обработка изображений, устранение шума.

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR DENOISING OF SCANNED IMAGES

V.I. Velikodniy, E.V. Kalinkova

The author proposes the model of image denoising based on feed-forward artificial neural networks (ANN). Training set for the proposed ANN contains images of creased paper and similar noise samples. Experimental results demonstrate the effectiveness of the method to denoising in scanned image.

Keywords: *artificial neural networks, digital image processing, denoising.*

Актуальность и цель исследования

Устранение шума и предварительная обработка изображений – одна из важнейших задач цифровой обработки изображений. Этот процесс может применяться как для улучшения восприятия текста документа человеком, так и в качестве предварительного этапа алгоритма сжатия или оптического распознавания.

Существует большое количество методов устранения шумовой компоненты в пространственной и частотной областях: усредняющие фильтры, фильтры, основанные на порядковых статистиках, режекторные, полосовые и др. [1]. С учетом того что сканированные документы могут содержать шум, подчиняющийся самым различным моделям, наиболее эффективным представляется использование адаптивных фильтров. Их построение осложнено тем, что модель заранее не известна, что затрудняет выбор параметров метода. Поэтому для построения модели фильтрации можно использовать алгоритмы машинного обучения, в частности искусственные нейронные сети.

Наилучшие результаты в задачах восстановления изображений показывают сети прямого распространения [2], сети Хопфилда, клеточно-нейронные сети, обобщенные адаптивные нейронные фильтры, нейронечеткие системы и др. [3]. Также в настоящее время наблюдается значительный прогресс в развитии сверточных ней-

ронных сетей и их применении в цифровой обработке изображений.

Цель работы – изучить возможности применения глубинного обучения для устранения шума, а именно искусственных нейронных сетей прямого распространения с большим числом скрытых слоев.

Описание метода

Построим фильтр, работающий следующим образом. Для каждого пикселя на основе контекста (квадратной области, окружающей его и включающей сам пиксель) принимается решение о том, какова должна быть его яркость. Для этого используется искусственная нейронная сеть, на входы которой подаются значения пикселей контекста, а на единственном выходе формируется предсказанное значение. Сеть представляет собой многослойный перцептрон [4]. Входной слой равен размеру контекста. Как показали эксперименты, сеть полностью устраняет шум на подавляющем большинстве изображений уже при радиусе контекста равном 2. Размеры скрытых слоев – 512, 256, 128, 64. Выход у сети один. В качестве функции активации хорошо показал себя $\text{th } x$.

Начальное распределение весов – равномерное, нормированное на $\sqrt{N_{in}}$, где N_{in} – количество входов [5].

Перед обучением сети выбирается набор изображений, содержащих текст как

на фоне типичных образцов шума, так и без шума. Каждому изображению без шума попиксельно соответствует изображение с шумом. Значения яркостей пикселей необходимо нормировать на отрезок $[-0,9; 0,9]$ (для соответствия области значений активационной функции). Цветные изображения можно обрабатывать разделив их на каналы: яркостный и хроматические (например, в соответствии с моделью YCbCr).

Алгоритм обучения – стохастический градиентный спуск с величиной шага 0,01 и коэффициентом инерции 0,9. В качестве функции потерь используется среднеквадратическое отклонение предсказанного значения яркости пикселя от истинного значения в изображении без шума.

Шаги обучения:

1. Предобработка каждого изображения: увеличение изображений с шумом на размер области контекста и заполнение значениями пикселей на границах.

2. Формирование обучающей выборки: для каждого пикселя в изображении без шума выделяется контекст в изображении с шумом с центром в соответствующем пикселе; множество контекстов формирует множество признаков, а множество исходных пикселей – множество ответов.

3. Обучение сети.

4. Тестирование с целью предотвратить переобучение.

Шаги фильтрации:

1. Предобработка фильтруемого изображения.

2. Применение обученной сети.

Оценка качества восстановления

Для оценки качества восстановления изображения могут использоваться различные метрики [6]. Наиболее распространена метрика *PSNR*, но также применяются *PSNR-HVS-M* (учитывающая модель

зрительной системы человека), *SSIM* (метрика структурного подобия), *QMCS* (основанная на вейвлет-преобразовании) и др. К сожалению, более точные метрики подобия требуют больших вычислительных ресурсов на больших выборках, поэтому в работе была использована метрика *PSNR*, вычисляемая по формуле

$$PSNR = -10 \lg \frac{1}{S_w S_h} \sum_{i,j} (R_{i,j} - S_{i,j})^2 \text{ (дБ)},$$

где R , S – восстановленное и исходное изображения размером $S_w \times S_h$ с элементами в диапазоне $[0,1]$.

Данная метрика характеризует пиковое отношение сигнала к шуму и является неплохим компромиссом с точки зрения качества быстрого действия. Значения метрики выше 30–40 дБ говорят о высокой степени сходства двух изображений. В этом случае отличия будут слабо различимы человеком.

Результаты эксперимента

Для обучения использовался набор из 10 изображений размером 540×420 пикселей с одним (яркостным) каналом. Таким образом, объем обучающей выборки составил 1 114 560 прецедентов, а тестовой – 139 320 прецедентов.

Изображения содержали растеризованные фрагменты текстовых документов, на которые был наложен синтезированный шум, а также отсканированные пятна и изображения помятостей бумаги. Кегль и начертание шрифта варьировались. Шум накладывался программно, так как при сканировании распечатанного документа сложно добиться попиксельного совмещения сканированного и исходного изображения.

Динамика изменения значения функции потерь во время обучения представлена на рис. 1.

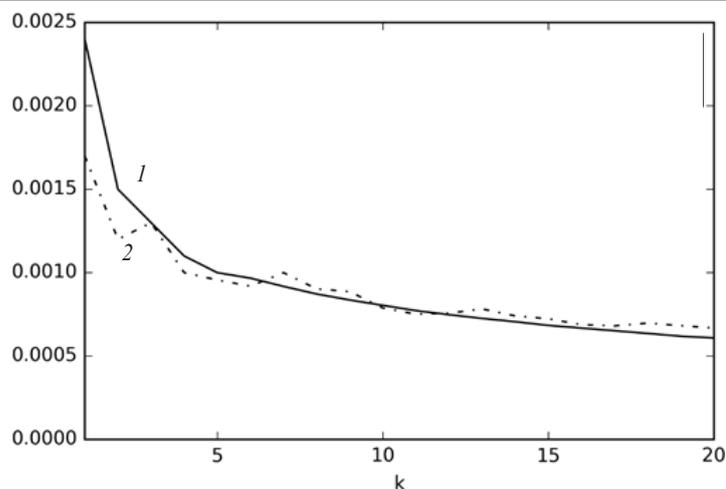


Рис. 1. Значение функции потерь на обучающей (1) и тестовой (2) выборках в зависимости от номера эпохи (k)

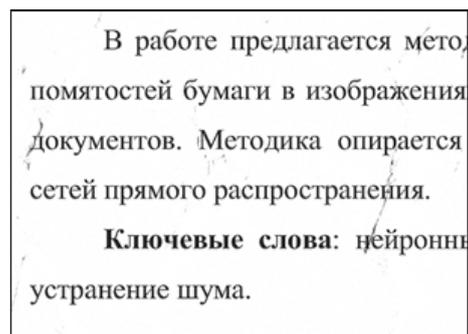
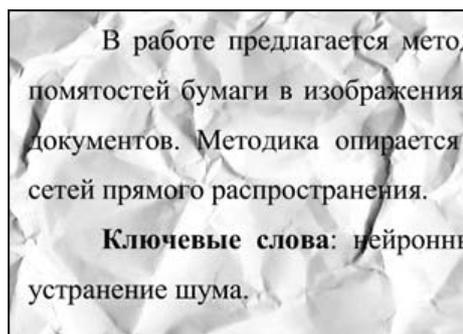


Рис. 2. Изображение с шумом (слева) и реконструированное (справа)

Примеры работы обученного фильтра приведены на рис. 2.

Следует заметить, что подобный результат сложно получить простыми фильтрами. Например, если использовать пороговый фильтр, то либо останутся большие пятна в темных областях, либо буквы станут слишком тонкими из-за того, что они состоят не только из черных пикселей.

Метод тестировался на отдельной выборке из 72 изображений с различными видами шума. Среднее значение *PSNR* составило 32 дБ. Сравнительно низкое значение метрики объясняется тем, что, хотя

визуально форма букв восстанавливалась точно, при увеличении заметно, что их рисунок перестает быть равномерным и состоит из темно-серых пикселей, которые приводят к накоплению ошибки.

Рассмотренное на рис. 2 изображение – сложный случай, пример ситуации, когда шум не устранен полностью, так как он содержит большие темные участки. Однако при тестировании обычно алгоритм устранял практически весь шум и восстановленное изображение было неотличимо от оригинала. В частности, 75 % тестовой выборки после обработки не содержало

видимого шума вообще, а оставшиеся изображения включали незначительный шум в виде небольших точек. При этом шум проявлялся лишь в тех случаях, когда его было затруднительно отделить даже вручную.

Оборудование и программное обеспечение

Расчеты выполнялись на компьютере с ОС *GNU/Linux* (версия ядра – 4.4.0-16), процессором *Intel Core i7 4770K*, объемом ОЗУ 12 Гбайт. Для гетерогенных вычислений применялся графический ускоритель *Nvidia GeForce GTX 460SE v2* (1 Гбайт ОЗУ, 336 ядер *CUDA*).

Расчетная программа была написана на языке *Python 3.5* с использованием библиотек *numpy 1.11.0*, *scikit-learn 0.17.1*, *Pillow 3.1.1*, *Keras 0.3.2* [7] (бэкэнд – *Theano 0.8.1* [8]). Для компиляции расчетных модулей использовались *gcc 5.3.1* и *CUDA Toolkit 7.0*. Среда разработки – *Jupyter 1.0.0*.

Время расчетов – 52 мин. (около 157 сек. на эпоху). Пиковое потребление оперативной памяти при обучении модели – 1,1 Гбайт. (Для сравнения при обучении на 50 изображениях пиковое потребление составило 8,3 Гбайт, а время обучения – 60 час.)

Выводы

Таким образом, предлагаемая методика продемонстрировала хорошие результаты. Изображения восстанавливаются достаточно точно даже в тех случаях, когда другие методы дают худший результат.

К недостаткам подхода можно отнести уменьшение регулярности заливки рисунков букв и большее время применения фильтра.

В дальнейшем рассмотренную методику можно улучшить, применив ансамбль методов, обученных для устранения конкретных видов шума. Планируется также исследовать возможности сетей с иными архитектурами.

Цитированная литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Hidalgo J.L., España S., Castro M.J. et al. Enhancement and Cleaning of Handwritten Data by Using Neural Networks // Pattern Recognition and Image Analysis: Second Iberian Conference, IbPRIA 2005, Estoril, Portugal, June 7–9, 2005. – Proceedings. – Part I.
3. Egmont-Petersen M., de Ridder D., Handels H. Image processing with neural networks – a review // Pattern Recognition. – 2002. – № 35.
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2008. – 1103 с.
5. LeCun Y., Bottou L., Orr G. et al. Efficient BackProp / Orr G., Muller K. (eds.), Neural Networks: Tricks of the trade. Springer, 1998.
6. Pedersen M., Hardeberg J.Y. Survey of full-reference image quality metrics. // Høgskolen i Gjøviks rapportserie. – 2009. – № 5.
7. Chollet F. keras // GitHub repository. – Доступ: <https://github.com/fchollet/keras>
8. Bergstra J., Breuleux O., Bastien F. et al. Theano: A CPU and GPU Math Expression Compiler / Proceedings of the Python for Scientific Computing Conference (SciPy). – 2010. June 30 – July 3, Austin, TX.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

С.Г. Федорченко, О.С. Белоконь

Предложен новый подход, основанный на использовании обобщенной функции полезности Харрингтона–Менчера, позволяющий определить область трудовой деятельности, к которой выпускник вуза подготовлен наилучшим образом. Приведен пример с реальными данными.

Ключевые слова: обобщенная функция полезности, учебная дисциплина, весовой коэффициент.

REVEALING OF OPTIMAL OF GRADUATING STUDENT'S LABOUR ACTIVITY ON AN EXAMPLE OF DIRECTION "COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING"

S.G. Fedorchenko, O.S. Belokon

The article proposed the new approach, based on the use of generalized utility function of Harrington–Mencher, allowing define the area of labour activity, to which graduating student is prepared well. The numerical example is given with real data.

Keywords: The generalized utility function, educational subject, the weighting factor.

Введение

За время обучения в вузе студент изучает более 40 дисциплин, которые формируют различные компетенции, указанные в соответствующем ФГОС. В данном случае нас интересует, насколько хорошо или плохо выпускник подготовлен к профессиональной деятельности после окончания вуза. Для этого рассмотрим те учебные дисциплины, которые отвечают за профессиональную подготовку студента.

1. Граф взаимодействия учебных дисциплин

Каждая дисциплина отвечает за формирование того или иного фрагмента профессиональной подготовки выпускника. Рассмотрим конкретное направление, по

которому проводится обучение студентов. Сформируем группы дисциплин по областям знаний, профессиональных навыков, которые они формируют. Внутри каждой группы расположим дисциплины в том порядке, в котором, по нашему мнению, их необходимо изучать. Мы получим некий граф, содержащий ряд ветвей. Каждая ветвь этого графа соответствует некоторой области профессиональной подготовки и включает названия учебных дисциплин. Последовательность расположения дисциплин в пределах одной ветви говорит о предполагаемой последовательности их изучения.

Представляет интерес взаимосвязь ветвей графа и видов профессиональной деятельности выпускника вуза, взятых из соответствующего ФГОС.

Рассмотрим дисциплины направления «Информатика и вычислительная техни-

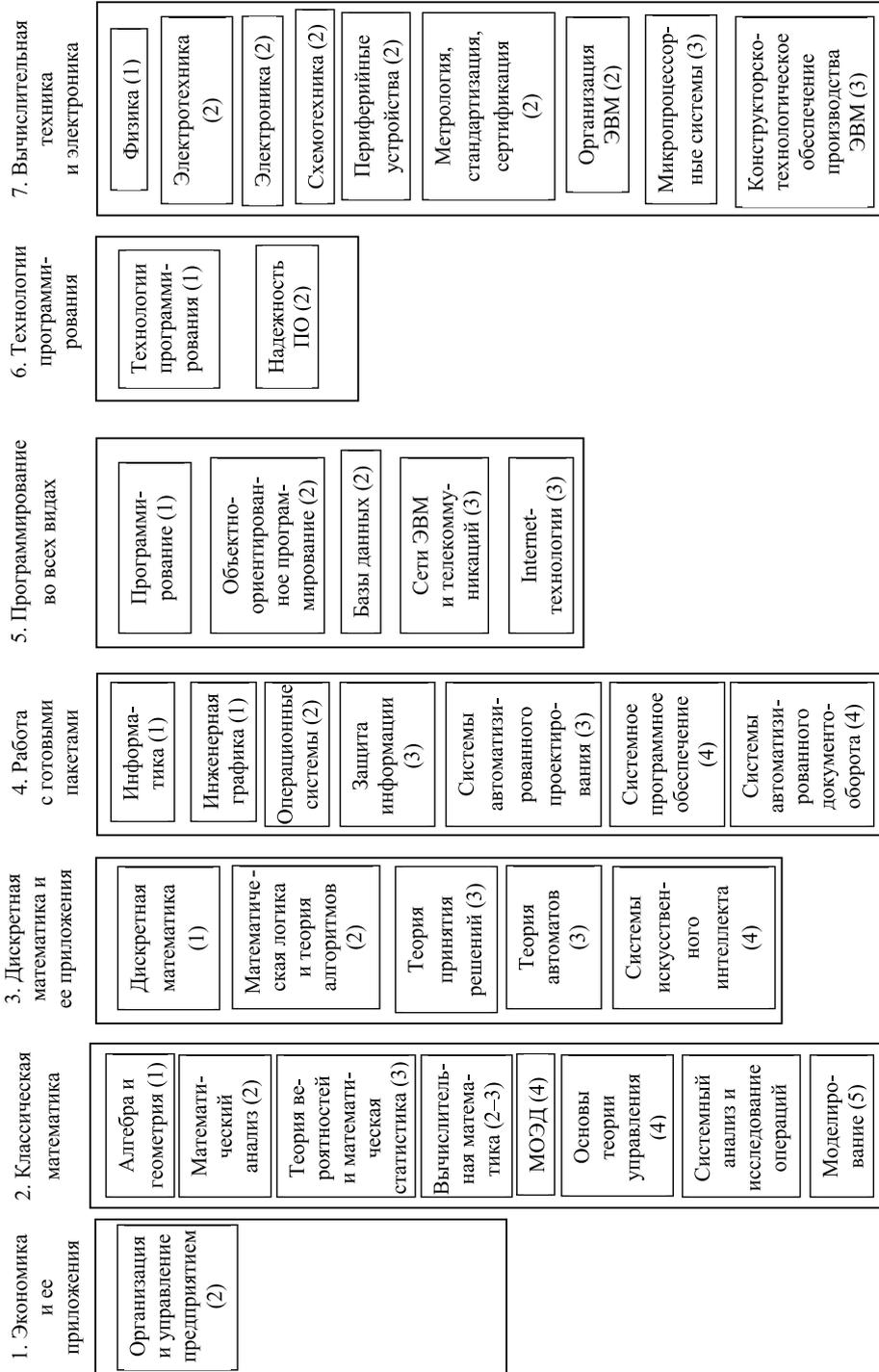


Рис. 1. Граф взаимодействия учебных дисциплин направления «ИБТ» (набор 2011 года)

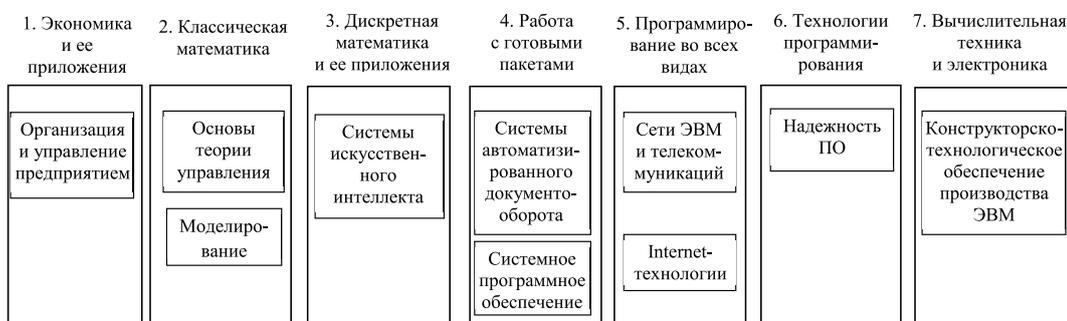


Рис. 2. Сжатый граф взаимодействия учебных дисциплин для направления «ИВТ» (набор 2011 года)

ка» («ИВТ»), используя для этого учебный план 2011 года набора. Как было сказано, возьмем только те учебные дисциплины, которые оказывают существенное влияние на профессиональную подготовку выпускника.

Нами были выделены следующие группы учебных дисциплин:

- 1) экономика и ее приложения;
- 2) классическая математика;
- 3) дискретная математика и ее приложения;
- 4) работа с готовыми пакетами программ;
- 5) программирование во всех видах;
- 6) технологии программирования;
- 7) вычислительная техника и электроника.

Полученный результат представлен на рис. 1.

Около названия дисциплины в скобках стоит порядковый номер ее изучения в данной ветви графа. Ряд дисциплин имеют одинаковые номера, т. е. могут изучаться параллельно.

Дисциплины, представленные на рис. 1, изучаются одна за другой, т. е. дисциплина, изучаемая позже, опирается на знания, полученные при изучении более ранней дисциплины этой ветви. Тогда об уровне знаний студента можно судить

по тем дисциплинам, которые изучаются в конце каждой ветви. Это одна, иногда две дисциплины. Исходя из приведенного рассуждения можно сократить данный граф, оставив только те дисциплины, которые в каждой ветке изучаются последними. Полученный граф представлен на рис. 2.

2. Оценка уровня подготовленности выпускника вуза

В стандарте направления «ИВТ» представлены следующие виды профессиональной деятельности выпускника:

- 1) проектно-конструкторская;
- 2) проектно-технологическая;
- 3) научно-исследовательская;
- 4) монтажно-наладочная;
- 5) сервисно-эксплуатационная.

Попытаемся оценить, насколько важны для каждого вида деятельности знания, полученные при изучении дисциплин каждой ветви графа. Для этого выставим для каждой ветви графа, каждого вида профессиональной деятельности весовые коэффициенты в интервале от 0 (не играет роли) до 1 (крайне необходимо) согласно ФГОС-3. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Весовые коэффициенты для каждого вида профессиональной деятельности, каждой ветви графа (см. рис. 2) согласно ФГОС-3 для направления «ИВТ»

№ п/п	Вид профессиональной деятельности	№ группы дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Проектно-конструкторская	1	0	0,7	0,5	0,7	0,5	0,5
2	Проектно-технологическая	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7	0,7
3	Научно-исследовательская	0,5	1	1	0,5	0,7	0,5	0,5
4	Монтажно-наладочная				1	0,7	1	1
5	Сервисно-эксплуатационная		0,5	0,5	1	0,7	0,7	1

Таблица 2

Соотношение значений по 5-балльной шкале и значений d -функции

Средний балл по 5-балльной шкале	Значения d -функции
5	1
4,75	0,925
4,5	0,85
4,25	0,775
4	0,7
3,75	0,65
3,5	0,6
3,25	0,55
3	0,5
2	0

Таблица 3

Значения частной d -функции для каждой группы предметов, для каждого студента

№ студента	Значения d -функции для групп дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,82	0,70	0,70	0,75	0,79	0,85	0,78
2	0,68	0,86	0,62	0,62	0,70	0,70	0,67
3	0,65	0,59	0,62	0,70	0,57	0,70	0,65
4	0,85	0,90	0,78	1,00	0,95	1,00	0,78
5	0,63	0,61	0,57	0,60	0,57	0,85	0,62
6	0,65	0,61	0,70	0,75	0,70	0,85	0,60
7	0,70	0,70	0,78	0,78	0,78	0,85	0,70
8	0,50	0,50	0,50	0,57	0,53	0,60	0,50
9	0,65	0,57	0,62	0,67	0,62	0,70	0,65
10	0,60	0,57	0,57	0,62	0,57	0,70	0,60
11	0,67	0,62	0,62	0,79	0,78	0,70	0,67
12	0,62	0,58	0,62	0,75	0,75	0,70	0,62
13	0,68	0,52	0,57	0,62	0,57	0,70	0,67
14	0,58	0,52	0,57	0,60	0,50	0,60	0,57
15	0,88	0,86	0,90	0,90	0,95	1,00	0,95
16	0,82	0,59	0,78	0,70	0,79	0,85	0,77
17	0,62	0,52	0,62	0,57	0,50	0,85	0,55

Используем полученные нами данные для определения, к какой области профессиональной деятельности наилучшим образом подготовлен тот или иной студент.

Для каждой группы учебных дисциплин возьмем оценки студентов 2011 года набора и рассчитаем средний балл. После этого переведем оценки по 5-балльной шкале в соответствующие значения частной d -функции полезности [1, 2, 3]. Воспользовавшись соотношениями, приведенными в табл. 2, получим результаты, представленные в табл. 3.

Значения обобщенной функции полезности D рассчитаем по формуле

$$D = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{\alpha_i}}. \quad (1)$$

Здесь: i – номер группы дисциплин; d_i – значение частной функции полезности для i -й группы дисциплин; α_i – вес i -й группы дисциплин.

Полученные значения обобщенной функции полезности D (табл. 4) позволяют определить для каждого студента ту область трудовой деятельности, к которой он подготовлен наилучшим образом. Так, студент № 1 наилучшим образом подготовлен к работе в монтажно-наладочной области и чуть хуже – в проектно-конструкторской.

**Значения D для различных областей трудовой деятельности,
для каждого студента группы «ИВТ»**

№ студента	Область трудовой деятельности				
	Проектно-конструкторская	Проектно-технологическая	Научно-исследовательская	Монтажно-наладочная	Сервисно-эксплуатационная
	Значение D				
1	0,78	0,772	0,754	0,792	0,766
2	0,67	0,682	0,698	0,669	0,681
3	0,64	0,640	0,628	0,660	0,644
4	0,88	0,906	0,881	0,926	0,900
5	0,63	0,628	0,619	0,659	0,631
6	0,70	0,699	0,682	0,721	0,697
7	0,76	0,761	0,752	0,775	0,762
8	0,53	0,533	0,521	0,550	0,535
9	0,65	0,643	0,628	0,663	0,644
10	0,60	0,605	0,594	0,625	0,607
11	0,70	0,708	0,678	0,730	0,705
12	0,67	0,677	0,650	0,699	0,675
13	0,63	0,616	0,598	0,644	0,616
14	0,57	0,561	0,555	0,572	0,564
15	0,92	0,925	0,912	0,949	0,930
16	0,79	0,755	0,738	0,774	0,747
17	0,61	0,589	0,585	0,614	0,590

Выводы

1. Нами разработан подход, позволяющий численно оценить, к какой области трудовой деятельности выпускник вуза подготовлен наилучшим образом.

2. Данный подход является универсальным, т. е. может быть использован для любого направления, специальности.

3. Предложенный нами подход испытан на реальных данных. В результате проделанной работы получена имитационная модель, позволяющая в перспективе «проигрывать» различные варианты изменения организации учебного процесса с целью повышения уровня подготовки выпускников в интересующей нас области трудовой деятельности.

4. Данный подход в дальнейшем можно развить, если учитывать не только

оценки студентов, но и их физическое состояние, характер.

Цитированная литература

1. Долгов Ю.А. Статистическое моделирование: Учебник для вузов. – Тирасполь: РИО ПГУ, 2002. – 280 с.

2. Менчер Э.М. Обобщенная функция полезности // Радионуклиды и ионизирующие излучения в исследованиях по виноградарству. – Кишинев: Штиинца, 1983. – С. 104–118.

3. Федорченко С.Г., Долгов Ю.А., Кирсанова А.В. и др. Обобщенная функция полезности и ее приложения / Под ред. С.Г. Федорченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2011. – 196 с.

УДК 537.39

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЙСТВИЯ ТОКОВ ИНФРАНИЗКИХ ЧАСТОТ НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

В.Н. Радченко, Т.А. Федорова

Статья посвящена исследованиям электрофизических свойств тела человека в диапазоне частот 0–20 Гц. Выявлено, что характер сопротивления тела резистивно-емкостный, действие токов инфранизких частот принципиально не отличается от действия токов промышленной частоты. Доказано, что при любых действиях электричества на тело человека модель тела не может иметь в своем составе индуктивных элементов.

Ключевые слова: инфранизкие частоты, модель тела человека, синтез, напряжение, сопротивление тела, электрофизические свойства тела человека, напряжение прикосновения, вольт-амперная характеристика, импеданс тела.

EXPERIMENTAL STUDIES OF CURRENT ACTION OF SUBSONIC FREQUENCIES ON A HUMAN BODY

V.N. Radchenko, T.A. Fedorov

The article is devoted to the researches of electrophysical properties of a human body in frequency range of 0–20 Hz. It is revealed, that the character of resistance of a body is resistance-capacitance, current action of the subsonic frequencies doesn't differ essentially from action of currents of industrial frequency. As a result of the researches it is proved that in case of any effects of electricity on the human body, the model of a body can't incorporate the inductive elements.

Keywords: subsonic frequencies, model of human body, synthesis, tension, body resistance, electro-physical properties of the human body, tangency tension, the volt-ampere characteristic, body impedance.

Тело человека как элемент электрической цепи представляет собой слоистую структуру с разными электрофизическими свойствами слоев. Кроме явлений электрической проводимости, способности накапливать заряды и поляризации модель должна учитывать также биоэлектрические явления.

Скорость реакции организма на действие тока является конечной. Если организм не может отслеживать изменение мгновенных значений параметров возмущения, то он реагирует изменением интегральных показателей организма, прежде всего изменением интенсивности обмена веществ. Реакция организма в этом случае выражается через изменение во време-

ни электропроводности тканей тела и их способности накапливать заряды, которые учитываются в модели рис. 1 с помощью источника ЭДС $e_{\text{бел}}$.

Определение параметров элементов данной модели – сложная научно-техническая задача, частичному решению которой посвящены диссертации [1–3]. Авторы показали, что обобщенная модель довольно полно воссоздает характеристики тела человека при действии на него переменного напряжения с частотой ≥ 20 Гц. Сформулированные в [4, 5] основы синтеза нелинейной обобщенной модели тела человека (см. рис. 1), которая воссоздавала бы его электрофизические свойства при любых значениях напряжения прикосновения,

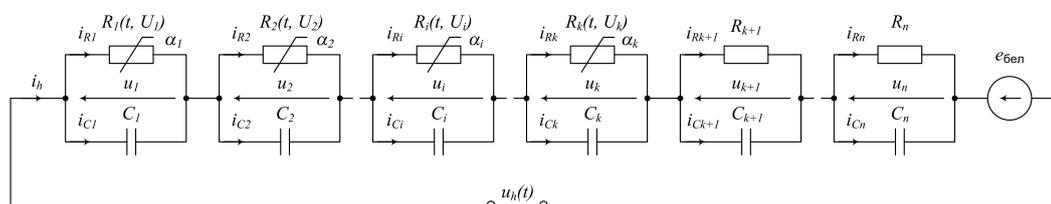


Рис. 1. Модель тела человека как элемента электрической цепи

не были реализованы. Причиной стала неопределенность электрофизических свойств тела человека (и соответственно характер изменения параметров элементов обобщенной модели) при действии напряжений в диапазоне частот 0–20 Гц.

Согласно [6] в диапазоне частот 4–11 Гц полное сопротивление тела человека имеет активно-индуктивный характер, а при частотах свыше 11 Гц – активно-емкостный. Во время опытов с частотами 4, 8 и 11 Гц (путь тока «палец–палец» одной руки) при напряжении всего 1–2 В наблюдались болевые ощущения и судорожные симптомы. При частотах свыше 15 Гц болевые ощущения не наступали. Сказанное связывается с эффектом действия на человека инфранизких звуковых частот. При значительной мощности звуковые колебания с частотой ниже 16 Гц пагубно действуют на человека. Это объясняется совпадением данных частот с частотами собственных колебаний внутренних органов человека, находящимися в диапазоне 6–9 Гц. Особо опасной является частота 7 Гц, которая отвечает частоте альфа-волн мозга [7].

Таким образом, возникла необходимость проведения исследований электрофизических свойств тела человека в диапазоне частот 0–20 Гц.

Предмет исследований – частотные и вольт-ампер-секундные характеристики тела человека в диапазоне частот 0–20 Гц.

Поскольку первоочередной необходимостью являлся качественный анализ не-

совместимых рекомендаций [4, 5] и [6, 8], принципиальным было использование исследовательской установки, которая обеспечила бы возможность проведения опытов при напряжениях не 1–2 В, а, по крайней мере, на порядок больших и диапазоне токов через тело не до 0,1 мА, а также на порядок большем. Такие значения токов предотвращают возможные методические погрешности измерений [6, 8]. Здесь уместно отметить, что во времена проведения опытов [6, 8] не существовало приборов для достоверных измерений в диапазоне частот $0 < f < 20$ Гц без важного влияния на параметры режима исследовательской схемы за счет их внутреннего сопротивления.

Токи инфранизких частот применяют во многих промышленных установках, в частности в электромагнитных мешалках плавильных печей [9], для электрогидравлического измельчения, бурения, раскалывания и других видов измельчения материалов. В больших печах частота тока составляет 0,5–5,5 Гц.

Учитывая распространенность токов инфранизких частот и специфичность их действия, необходимость синтеза обобщенной нелинейной модели тела человека, нами были проведены опыты по изучению влияния таких токов на организм человека [10].

В [6, 8] в качестве источника напряжения с частотой до 20 Гц использовался транзисторный мост ТТ-3152 с управляемым генератором на операционных уси-

лителях, который генерировал фиксированные частоты 4, 8 и 11 Гц. Напряжение источника не превышало 1–2 В, значение тока – 0,1 мА. Форма напряжения в [6, 8] не описана.

Для наших опытов в качестве источника напряжения использовался генератор электродинамической модели с независимым возбуждением номинальной мощностью 5 кВА и номинальным напряжением $U_{ном} = 230$ В, специальное исполнение которого обеспечивает синусоидальность напряжения во всех режимах (внешняя характеристика от 0 до 230 В – линейная).

Напряжение на выводах генератора регулировалось током возбуждения, а частота – изменением скорости вращения ротора (от 0 до 1500 об./мин) приводным двигателем постоянного тока.

Напряжение прикосновения и ток сквозь тело человека определяли методом амперметра-вольтметра с правильным измерением тока (рис. 2).

Показания измерительных приборов дублировались регистрацией параметров действия на двухлучевом электронном осциллографе.

Было проведено три серии опытов.

В первой серии исследуемый объект охватывал каждой рукой цилиндрические электроды с площадью поверхности прикосновения около 76 см².

Во второй серии также с прохождением тока путем «рука–рука» исследуемый объект нажимал ладонями на круглые плоские электроды с площадью поверхности прикосновения 2,5 см².

В третьей серии ток проходил от указательного до среднего пальца левой руки, как в опытах, результаты которых приведены в [6, 8] (электроды такие же, как во второй серии).

Во всех опытах был задействован один и тот же объект. В каждом опыте фиксировали следующие координаты вольт-амперной характеристики (ВАХ):

- напряжение источника питания;
- ток сквозь тело;
- угол фазового сдвига между напряжением прикосновения и током сквозь тело.

Для каждой точки ВАХ по значениям напряжения прикосновения и тока сквозь тело определяли импеданс тела.

В первой серии опытов координаты ВАХ снимали плавным изменением частоты при определенном значении напряжения прикосновения (рис. 3).

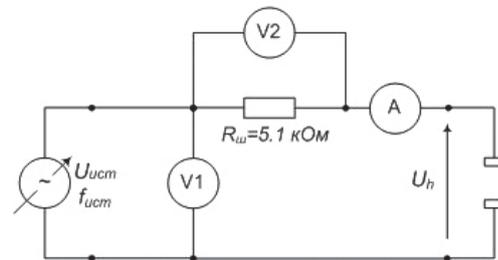


Рис. 2. Схема снятия вольт-амперных характеристик

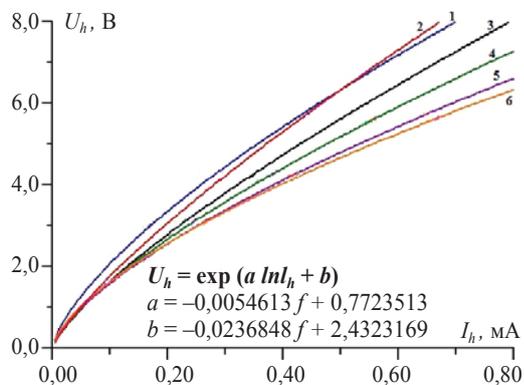


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики тела человека при инфранизких частотах

(путь тока «рука–рука», площадь поверхности прикосновения к электродам – большая):

$$1 - f = 3 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,69212 \ln I_h + 2,32491);$$

$$2 - f = 5 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,78928 \ln I_h + 2,39105);$$

$$3 - f = 8 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,76368 \ln I_h + 2,25476);$$

$$4 - f = 10 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,72165 \ln I_h + 2,14531);$$

$$5 - f = 15 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,68294 \ln I_h + 2,04088);$$

$$6 - f = 20 \text{ Гц}, U_h = \exp(0,65130 \ln I_h + 1,99222)$$

Во второй серии опытов координаты ВАХ снимались путем плавного увеличения напряжения на определенной частоте от минимального значения до значения, ограниченного допустимым током возбуждения генератора (рис. 4).

В третьей серии опытов (рис. 5) координаты ВАХ снимались так же, как во второй.

Во всех сериях опытов на всех частотах высшие значения напряжений прикосновения существенно превысили напряжения в опытах [6, 8], однако специфических ощущений действия тока не было зафиксировано. Лишь во второй серии опытов при значениях токов, соизмеримых со значениями ощутимых токов при частоте 50 Гц, ощущалось действие тока. Характер ощущений по субъективному восприятию подопытного объекта был близким к характеру ощущений при действии напряжения 50 Гц.

Эта часть экспериментальных исследований показала, что сопротивление тела

человека имеет резистивно-емкостный характер и что модель тела не может иметь в своем составе индуктивных элементов.

Остается невыясненным, какими в модели тела должны быть ВАХ ее резисторов, чтобы воссоздать естественную нелинейность ВАХ тела. Поскольку распределение напряжения между резисторами модели зависит от частоты, для определения характера нелинейности резисторов опыты нужно проводить при низких частотах, при которых характер распределения напряжения между сопротивлениями модели практически не отличается от распределения напряжения между сопротивлениями при постоянном напряжении.

Опыты проводились при частоте 0,0414 Гц. Напряжение такой частоты получали от специально разработанного стенда. Амплитуды синусоидального напряжения с частотой 1/24 Гц составляли соответственно 60, 90, 100, 120 и 160 В, время подъема напряжения $U_m t$ – от 0 до 6 с. Результаты опытов приведены на рис. 6.

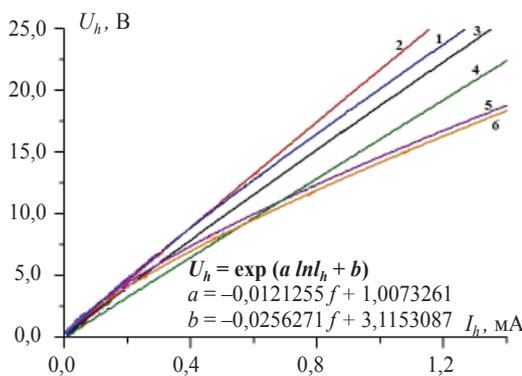


Рис. 4. Вольт-амперные характеристики тела человека при инфранизких частотах (путь тока «рука–рука», площадь поверхности прикосновения к электродам – 2,5 см²):
 1 – $f=3$ Гц, $U_h = \exp(0,89233 \ln I_h + 3,00422)$;
 2 – $f=5$ Гц, $U_h = \exp(0,96836 \ln I_h + 3,07775)$;
 3 – $f=8$ Гц, $U_h = \exp(0,94435 \ln I_h + 2,93326)$;
 4 – $f=10$ Гц, $U_h = \exp(0,98786 \ln I_h + 2,77713)$;
 5 – $f=15$ Гц, $U_h = \exp(0,74252 \ln I_h + 2,68417)$;
 6 – $f=20$ Гц, $U_h = \exp(0,76888 \ln I_h + 2,65207)$

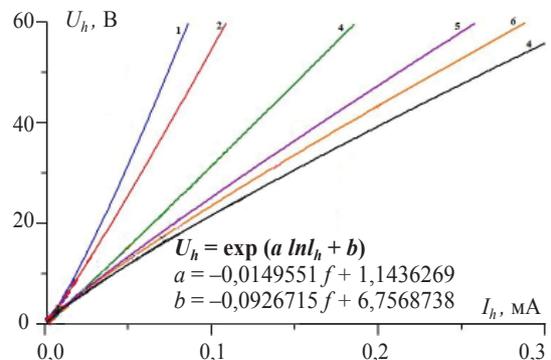


Рис. 5. Вольт-амперные характеристики тела человека при инфранизких частотах (путь тока «указательный палец – средний палец левой руки», площадь поверхности прикосновения к электродам – 2,5 см²):
 1 – $f=3$ Гц, $U_h = \exp(1,17189 \ln I_h + 6,96781)$;
 2 – $f=5$ Гц, $U_h = \exp(1,09240 \ln I_h + 6,51732)$;
 3 – $f=8$ Гц, $U_h = \exp(0,86284 \ln I_h + 5,06237)$;
 4 – $f=10$ Гц, $U_h = \exp(1,03289 \ln I_h + 5,82862)$;
 5 – $f=15$ Гц, $U_h = \exp(0,90914 \ln I_h + 5,32355)$;
 6 – $f=20$ Гц, $U_h = \exp(0,88034 \ln I_h + 5,18861)$

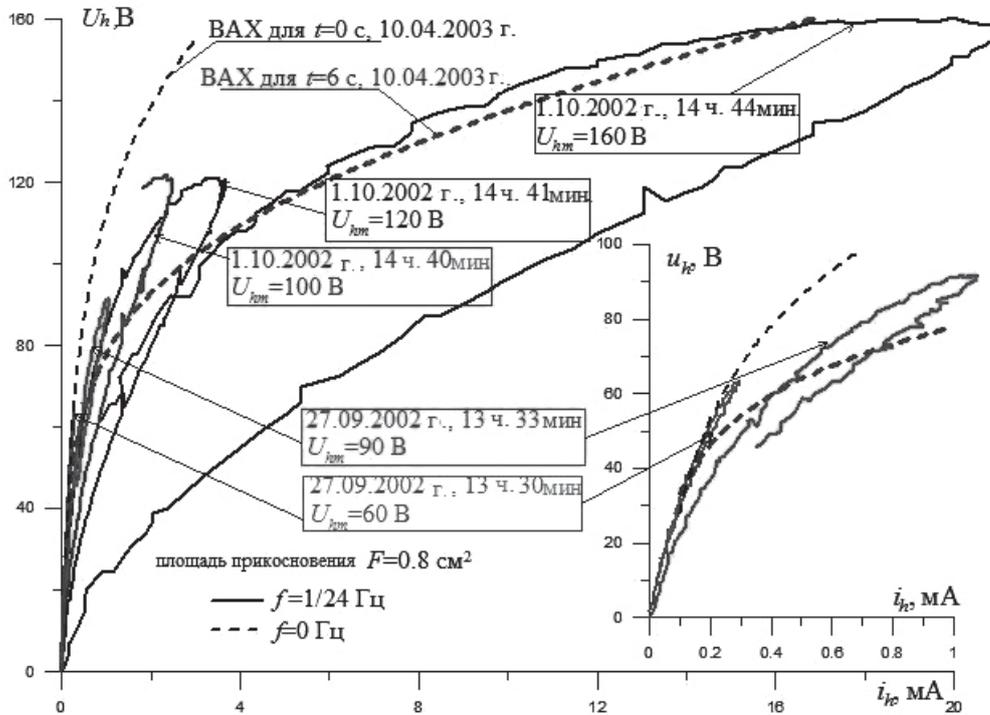


Рис. 6. Вольт-амперные характеристики при действии напряжения инфранизкой частоты (путь тока «рука–рука»)

Как видно, ВАХ имеют четко выраженные прямую и обратную ветки. На характер обратной ветки существенно влияет инерционность реакции организма на предыдущее действие напряжения.

Для сравнения пунктиром показаны ВАХ того же человека, снятые при действии постоянного напряжения прикосновения в другое время. Поскольку по условиям опыта [11] напряжение изменялось от 0 до максимального значения $U_{h \text{ макс}}$, полученные характеристики отображают прямую ветку ВАХ для времени действия $t = 0$ с и $t = 6$ с, что отвечает четверти периода синусоиды с частотой $1/24$ Гц.

Практическое значение для изучения влияния напряжения на тело человека имеет интервал времени 0–6 с, что разрешает ограничиться воспроизведением резисторами модели прямой ветки ВАХ.

Для большей наглядности на рис. 7 приведена соответствующая ампер-секундная характеристика при напряжении прикосновения $U_{hm} = 160$ В. Видно, что амплитуда тока I_{hm} сквозь тело человека сдвинута во времени относительно амплитуды U_{hm} напряжения прикосновения. Данное явление не следует интерпретировать в качестве доказательства резистивно-индуктивного характера сопротивления тела, как это сделано в [6, 8]. В [11] показано, что и при действии постоянного напряжения ток сквозь тело зависит от значения напряжения и продолжительности действия: $i_h = f(U_h, t)$. Изменение тока во времени при действии постоянного напряжения обусловлено реакцией организма на уменьшение интенсивности обмена веществ. Поэтому и в случае опыта из рис. 7 скорость уменьшения активного со-

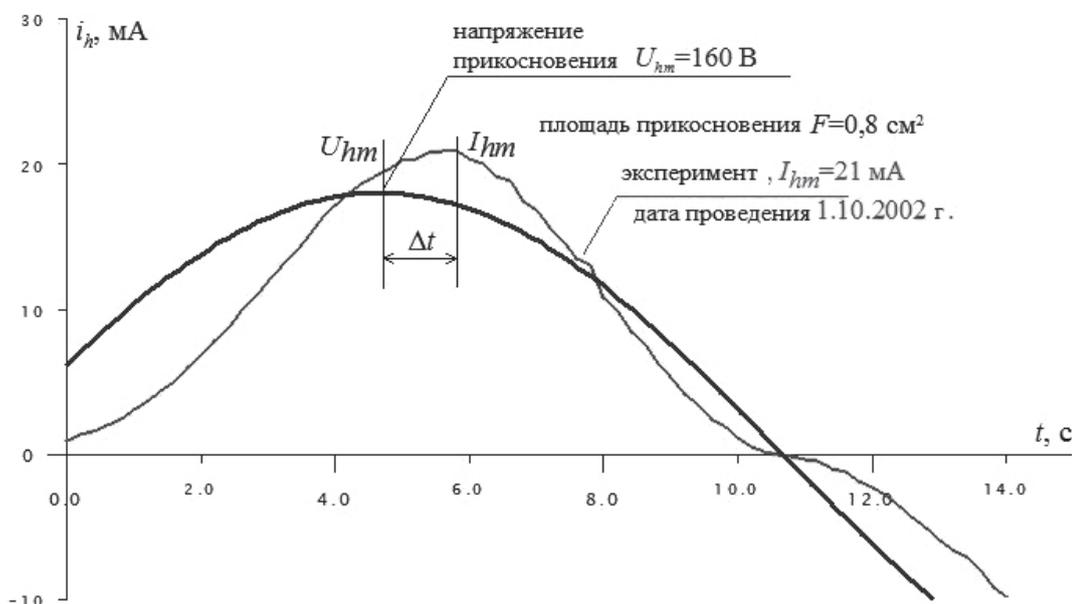


Рис. 7. Ампер-секундная характеристика при действии напряжения инфранизкой частоты

противления тела на некотором интервале времени Δt от момента наступления $U_{пм}$ к моменту наступления $I_{пм}$ больше, чем скорость уменьшения напряжения прикосновения, которое обуславливает продолжение нарастания тока.

Выводы

1. Характер сопротивления тела во всех опытах — активно-емкостный; действие токов инфранизких частот принципиально не отличается от действия токов промышленной частоты. Отсюда очевидно, что при любых действиях электричества на тело человека модель тела не может иметь в своем составе индуктивных элементов.

2. Обнаруженное явление уменьшения во времени резистанса тела человека при действии постоянного напряжения имеет место также при действии переменного напряжения и предопределяет посте-

пенный рост амплитуды переменного тока сквозь тело человека.

3. ВАХ при постоянном напряжении совпадают с построенными по амплитудным значениям ВАХ тела людей, снятыми при переменном напряжении с частотой до 1 Гц, что разрешает определять параметры нелинейности резисторов обобщенной модели тела человека по параметрам нелинейности ВАХ при постоянном напряжении.

4. Для создания обобщенной модели тела человека, которая адекватно отображает электрофизические характеристики тела человека при действии напряжения прикосновения произвольной частоты, достаточно экспериментальных вольт-амперных и ампер-секундных характеристик тела при действии постоянного напряжения и частотных характеристик в диапазоне 20–200 000 Гц при действии напряжения, которое не превышает напряжения ощущения.

Цитированная литература

1. **Голубов С.В.** Усовершенствование контроля сменных токов и напряжений прикосновения для безопасной эксплуатации электроустановок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Макеевка, 2007. – С. 20.
2. **Комаров В.И.** Математическая модель тела человека как объекта защиты в электрических сетях до 1000 В: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Львов, 2004. – С. 18.
3. **Малиновский А.А.** Безопасность взаимодействия человека с электрическими установками: Монография. – Львов: Львовская политехника, 2004. – С. 188.
4. **Малиновский А.А.** Развитие теории электробезопасности и синтез безопасных электрических сетей: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Львов, 2004. – 30 с.
5. **Малиновский А.А., Никонец Л.О., Гапанович В.Г.** Теория и практика электробезопасности: Учебное пособие. – Львов: Львовская политехника, 2005. – С. 244.
6. **Щуцкий В.И., Маврицын А.М., Сидоров А.И. и др.** Электробезопасность на открытых горных работах. – М.: Недра, 1983. – 192 с.
7. **Князевский Б.А., Марусова Т.П., Шипунов Н.В. и др.** Охрана труда в электроустановках. – М.: Энергия, 1970. – С. 320.
8. **Щуцкий В.И., Николайшвили Н.Э.** Электрическое сопротивление живого организма как один из критериев электробезопасности // Горный журнал. – 1980. – № 1. – С. 64–67.
9. **Свенчанский А.Д.** Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева. – М.: Энергоиздат, 1981. – С. 296.
10. **Малиновский А.А., Никонец Л.О., Олейник М.И. и др.** Теоретические основы построения обобщенной модели тела человека как элемента электрического круга // Новости энергетики. – 2008. – № 5. – С. 41–46.
11. **Никонец Л.О., Малиновский А.А., Шелех Ю.Л.** Математическая модель взаимодействия организма человека с источником постоянного напряжения // Вестник НУ «Львовская политехника» «Электроэнергетические и электромеханические системы». – 2003. – № 487. – С. 102–107.

УДК 004.9:378.1

**ЭЛЕКТРОННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА
КАК НЕОБХОДИМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ
СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА***Л.А. Тягульская, О.В. Сташкова, Е.С. Гарбузняк*

Рассмотрены структура, основные элементы, субъекты электронной информационно-образовательной среды, а также продемонстрированы ее возможности на примере российских вузов и филиала Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

Ключевые слова: электронная информационно-образовательная среда, нормативные документы, образовательный портал, информационно-методическое сопровождение учебного процесса.

THE ELECTRONIC INFORMATION- EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS A NECESSARY COMPONENT OF THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS

L.A. Tyagulskaya, O.V. Stashkova, H.S. Garbuznyak

The structure, basic elements and subjects of electronic information-educational environment are considered, its possibilities are demonstrated on an example of Russian universities and the branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie in Rybnitsa.

Keywords: *the electronic informational and educational environment, normative documents, the educational portal, the information and methodical support of the educational process.*

Понятие «электронная информационно-образовательная среда» (ЭИОС) сегодня прочно вошло в практику деятельности вузов, так как эта среда является важнейшим элементом системы формирования компетенций обучающихся и выпускников в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего образования [1]. Стоит также отметить, что ни одно высшее учебное заведение не сможет пройти аккредитацию, если у него отсутствуют элементы ЭИОС.

Функционирование ЭИОС определяют следующие нормативные документы:

- закон «Об образовании»;
- закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
- закон «О персональных данных»;
- государственные образовательные стандарты (ФГОС) высшего образования;
- устав высшего учебного заведения.

Согласно статье 9-1 (Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) Закона ПМР «Об образовании» [2] ЭИОС включает в себя:

- электронные информационные ресурсы;
- электронные образовательные ресурсы;
- совокупность информационных технологий;

– совокупность телекоммуникационных технологий;

– совокупность соответствующих технологических средств.

На основе перечисленных нормативных документов каждый вуз составляет свое Положение об электронно-информационной образовательной среде, где указывает цель и задачи, элементы, механизм реализации, взаимодействия, связи ЭИОС. Несмотря на то что Положения различных вузов имеют некоторые отличия, все же основная цель функционирования ЭИОС – обеспечение возможности удаленного интерактивного доступа к информационным и образовательным ресурсам и информационной открытости вуза в соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования. При этом элементы ЭИОС, как правило, решают определенный круг задач. В целом можно выделить следующие составляющие электронной информационно-образовательной среды [3]:

1. Система электронной поддержки учебных курсов, которая предназначена для накопления, систематизации, хранения и использования электронных образовательных ресурсов. Она позволяет решить такие задачи, как:

- разработка учебных модулей непосредственно в системе или загрузка уже разработанных учебных модулей;
- разработка тестов и контрольно-измерительных материалов, опросов, контрольных заданий;

– организация обучения с помощью различных инструментов (чатов, форумов и т. д.);

– фиксация хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации, результатов освоения основной образовательной программы и др.

2. Система тестирования, которая позволяет осуществлять текущее и промежуточное оценивание, итоговое тестирование обучающихся.

3. Система автоматизации учебного процесса, которая направлена на решение таких задач, как:

– автоматизация процесса проектирования учебных планов, учебных дисциплин;

– формирование единой информационной базы данных абитуриентов, студентов, учебных планов и др.;

– мониторинг образовательного процесса.

4. Система «Антиплагиат», которая, как правило, используется при проверке выпускных квалификационных работ.

5. Электронная библиотечная система, которая создается в целях обеспечения информационно-библиотечного обслуживания обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС и удовлетворения потребностей профессорско-преподавательского состава и сотрудников вуза.

6. Корпоративная сеть и электронная почта вуза.

7. Официальный сайт учебного заведения, который позволяет выполнить требования законодательства об обеспечении открытости образовательной организации. Обычно на сайте вуза размещаются документы, регламентирующие различные стороны учебного процесса. Следует отметить, что структура представления информации об образовательной организации определена таким нормативным документом, как Приложение к письму Рособнадзора от 25.03.2015 г. № 07-675 «Методические рекомендации представле-

ния информации об образовательной организации в открытых источниках с учетом соблюдения требований законодательства в сфере образования» [4]. Согласно этому Приложению на официальном сайте вуза должны быть следующие разделы, расположенные в указанном порядке:

– Основные сведения

– Структура и органы управления образовательной организацией

– Документы

– Образование

– Образовательные стандарты

– Руководство. Педагогический (научно-педагогический) состав

– Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса

– Стипендии и иные виды материальной поддержки

– Платные образовательные услуги

– Финансово-хозяйственная деятельность

– Вакантные места для приема (перевода).

8. Сайт приемной комиссии вуза, который содержит информацию о ее деятельности.

Помимо составляющих ЭИОС в Положении вуза часто описываются субъекты среды. Как правило, выделяются следующие субъекты ЭИОС:

– администратор, который осуществляет выдачу логина и пароля, назначает права доступа;

– авторизованные пользователи (руководитель, профессорско-преподавательский состав, сотрудники, аспиранты и студенты образовательного учреждения), которые имеют доступ к разделам, определенным соответствующей им ролью;

– неавторизованные пользователи (абитуриенты и другие заинтересованные в информации лица), которые имеют доступ к главной странице, странице с формой регистрации.

Следует отметить, что разграничение прав обусловлено законами «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и «О персональных данных». К тому же каждому субъекту интересен конкретный вид информации. Руководители вуза с помощью ЭИОС могут получить представление об уровне учебно-методических материалов преподавателей, их потенциале. Профессорско-преподавательскому составу среда дает возможность использовать результаты опыта предшественников и своих коллег, осуществлять обмен знаниями с другими преподавателями. Это особенно важно для молодых преподавателей, которым достаточно сложно сразу изучить все нормативные акты, связанные с учебным процессом, и разработать на их основе новые документы. Аспирантам, студентам и абитуриентам ЭИОС открывает большие возможности для самоподготовки, оперативного получения консультаций от преподавателя и обмена информацией.

Для более детального изучения функционала электронной информационно-образовательной среды ниже продемонстрированы ее возможности на примере российских вузов (поскольку сегодня приднестровское образование ориентировано на Российскую Федерацию не только в реализации образовательных программ, но и в вопросах, связанных с организацией и функционированием ЭИОС вуза) и филиала Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

Одним из вузов, который давно ведет работу в области информатизации образования, является Университет российского инновационного образования (РИО). Студенты и аспиранты учебного заведения обеспечены на весь период обучения индивидуальным неограниченным доступом к различным электронным библиотекам и электронным базам данных с

информацией, необходимой для освоения образовательных программ. При этом предусмотрена круглосуточная возможность доступа к указанным ресурсам из любой точки пребывания обучающихся, где есть Интернет [1].

Электронная информационно-образовательная среда Университета РИО обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах (все документы представлены в формате *pdf*).

Особое внимание следует уделить таким разделам ЭИОС, как «Портфолио студента» и «Портфолио аспиранта». В них фиксируется ход образовательного процесса, результаты промежуточной аттестации и результаты освоения образовательных программ, а также ведется учет работ обучающегося, рецензий и оценок этих работ. Кроме того, портфолио содержит результаты научно-исследовательской, проектной и внеучебной деятельности.

ЭИОС Самарского государственного экономического университета (рис. 1) имеет похожую структуру и содержание. Однако она отличается несколькими дополнительными положительными нововведениями, такими как:

- система тестирования, которая позволяет осуществлять текущее и промежуточное оценивание, итоговое тестирование обучающихся;

- система проверки курсовых работ и выпускных квалификационных работ на плагиат, которая позволяет организовать целостный процесс проверки студенческих работ и диссертаций на наличие заимствований;

- раздел, содержащий информацию обо всех дистанционных олимпиадах и конкурсах, которые проводятся на базе образовательного учреждения.

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

<http://lms2.sseu.ru/>

- Сведения об образовательной организации**
Нормативный срок обучения, срок действия государственной аккредитации ФГБОУ ВО "СГЭУ". Образовательные программы. Результаты приёма. Результаты перевода, восстановления и отчисления.
- Электронный каталог ЭУММД (ФГОС)**
Электронный каталог учебно-методический материалов дисциплин (рабочие программы, учебно-методическое обеспечение дисциплины).
- Электронные учебные курсы**
Электронные учебные курсы для аспирантов, магистрантов, бакалавров, слушателей курсов повышения квалификации.
- Промежуточный и итоговый контроль**
В этом разделе размещены промежуточные тесты из предыдущей версии системы промежуточного и итогового контроля. Новые тесты размещены в каталоге ЭУММД (ФГОС).
- Портфолио обучающихся**
Учащимся СГЭУ для входа на сайт портфолио необходимо в блоке "Сайты сети СГЭУ" нажать на ссылку "Портфолио СГЭУ" (в этом случае Вам не придется вводить логин и пароль).
- Олимпиады и конкурсы**
В этом разделе доступна информация о всех, проходящих в настоящее время в СГЭУ, дистанционных олимпиадах и конкурсах.
- Электронные издания**
В этом разделе размещены электронные копии учебников, методических рекомендаций и других материалов, разработанных преподавателями и сотрудниками СГЭУ.
- Проверка курсовых и ВКР на плагиат**
Проверка курсовых и выпускных квалификационных работ на плагиат.

Рис. 1. ИИОС Самарского государственного экономического университета

Филиал Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице давно ведет работу в направлении реализации ИИОС.

Преподавательский состав кафедры информатики и программной инженерии совместно со студентами в рамках научно-исследовательской работы осуществляет деятельность по реализации заочной лингвистической школы, а также системы электронной поддержки учебных курсов (рис. 2), которая включает в себя систему тестирования.

Система электронной поддержки учебных курсов позволяет обеспечить информационно-методическое сопровождение учебного процесса, эффективное взаимодействие преподавателей и студентов, а также осуществлять текущий и итоговый контроль.

Сегодня головным вузом, Приднестровским государственным университетом им. Т.Г. Шевченко, на базе свободно рас-

пространяемого веб-приложения *Moodle*, позволяющего реализовывать проекты в сфере электронного обучения, ведется работа по формированию образовательного портала [5]. Информационно-образовательное сопровождение учебных курсов осуществляется силами профессорско-преподавательского коллектива университета, причем это является обязательным требованием при участии в конкурсе на замещение вакантной должности и при присвоении квалификационной категории.

Сотрудники филиала активно проходят обучение в очной аспирантуре Брянского государственного технического университета, которое осуществляется дистанционно посредством интернет-телемостов. Аспиранты не только получают необходимые знания по изучаемым дисциплинам, но и выступают с результатами своей научно-исследовательской работы по актуальным темам. Интернет-телемосты являются сред-

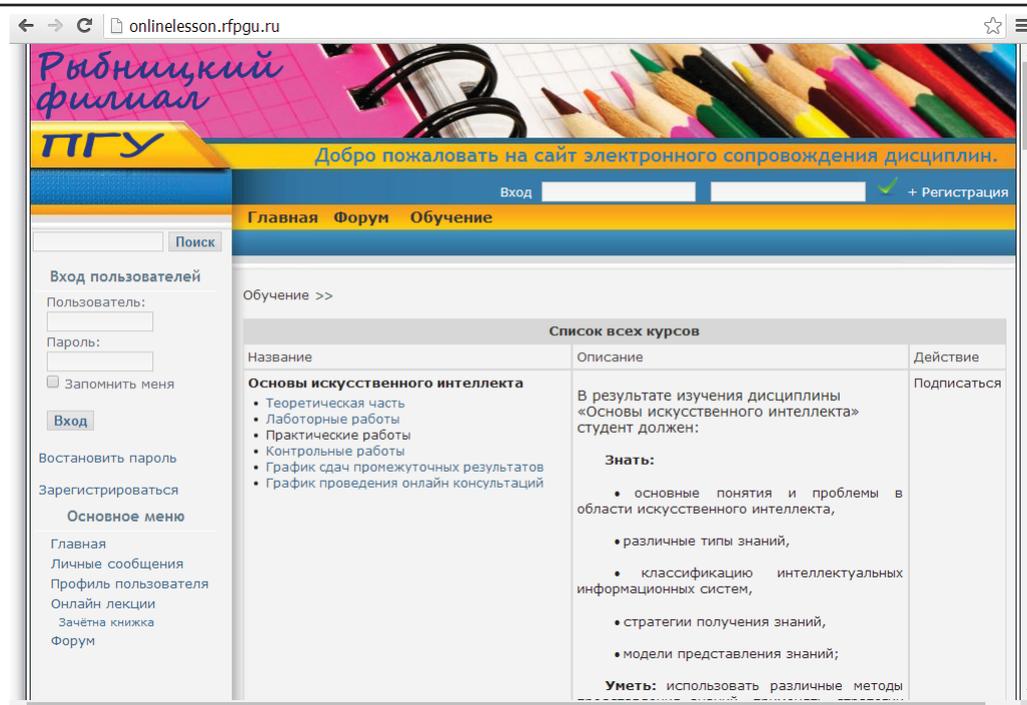


Рис. 2. Сайт электронного сопровождения учебных курсов

ством связи с зарубежными вузами-партнерами, позволяют значительно расширить коммуникационные процессы между различными учебными заведениями с целью повышения эффективности образования.

В филиале Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице частично внедрены такие элементы, как подсистема автоматизации процесса проектирования учебных планов и расписание занятий, реализованные средствами *Microsoft Office Excel*.

Сотрудники деканата филиала работают с программными комплексами «Методист» и «Заочное отделение», что позволяет автоматизировать документооборот по учебному процессу дневного и заочного отделений. При этом необходимые сведения импортируются из приложения «Применная комиссия».

Электронная библиотечная система рыбницкого филиала (рис. 3) создана в

целях обеспечения информационно-библиотечного обслуживания обучающихся в соответствии с требованиями ФГОС и удовлетворения потребностей профессорско-преподавательского состава и сотрудников. Она включает в себя: электронный каталог, электронную библиотеку разрабатываемых ППС материалов, состоящую из электронных аналогов учебно-методических материалов, сайт библиотеки, который является точкой доступа к внешним электронно-библиотечным, информационным, справочным и поисковым системам, а также к иным информационным ресурсам, аккумулируемым библиотекой.

Официальный сайт филиала ПГУ (рис. 4) позволяет выполнить требования законодательства об обеспечении открытости образовательной организации. Как сайт филиала, так и образовательный портал содержат документы, регламентирующие различные стороны учебного процесса.

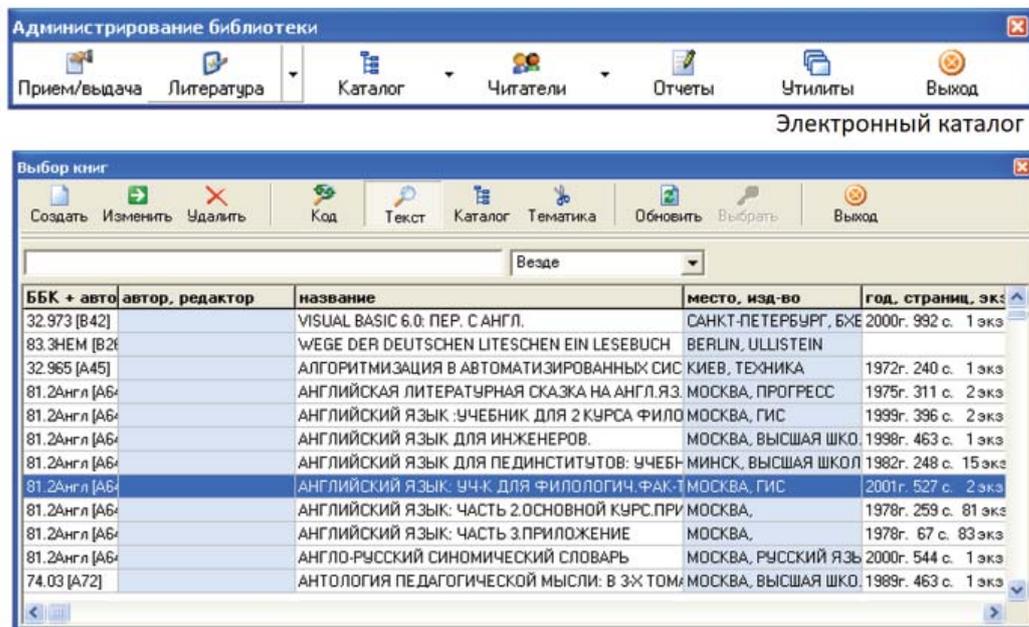


Рис. 3. Электронная библиотечная система филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице

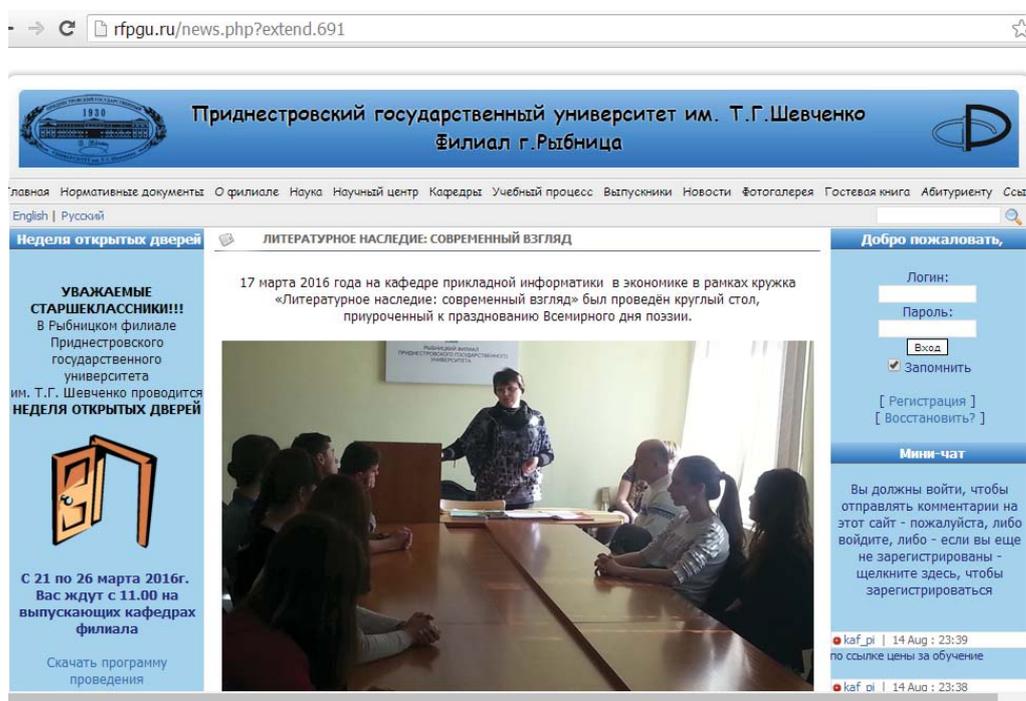


Рис. 4. Официальный сайт филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице

Корпоративная сеть и корпоративная электронная почта филиала создают условия для функционирования ЭИОС. Очевидно, что оно невозможно без программно-аппаратной базы, которая представляет собой специализированную инфраструктуру, включающую совокупность программно-аппаратных средств обеспечения взаимодействия участников образовательного процесса (серверы, компьютеры, коммутаторы, маршрутизаторы, системы передачи данных, лицензионное программное обеспечение и др.), в том числе специализированные системы, позволяющие применять элементы электронного обучения. Также в программно-аппаратную базу входит сеть специализированных аудиторий, расположенных в разных корпусах филиала: учебные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (проекционной техникой, интерактивными досками и т. д.), и компьютерные аудитории.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что электронная информационно-образовательная среда является результатом интеграции информационных и телекоммуникационных технологий в учебный процесс. Функционирование ЭИОС – необходимое требование государственных образовательных стандартов, способствующее развитию коммуникативных, творческих и профессиональных компетенций. Именно поэтому электронная информационно-образовательная среда выступает неотъемлемой составляющей современного образовательного процесса.

Однако ЭИОС в существующем формате не способна обеспечить всем полноценное обучение. Например, для людей с ограниченными возможностями необходима организация учебного процесса посредством прослушивания лекций в режиме видеотрансляций, дистанционного проведения практических и лабораторных занятий, сдачи в интерактивном режиме зачетов и экзаменов. Внедрение работы с такими студентами в ЭИОС как ее составляющей

позволит им не только получать высшее образование, но и участвовать в научно-исследовательской деятельности: работе научно-исследовательских лабораторий, студенческих научных объединений в рамках вуза, а также международного научного сообщества. Благодаря этому частично будет решена и социальная проблема, а именно люди с ограниченными возможностями смогут самореализоваться в учебной, научной и трудовой деятельности.

Сегодня также актуальной проблемой является формирование индивидуальной образовательной траектории студента в рамках выбранного им направления. ЭИОС может выступать как некий инструмент, который поможет в разрешении этой проблемы.

Таким образом, несмотря на все преимущества и неотъемлемость электронной информационно-образовательной среды, существует необходимость в ее дополнении согласно требованиям современного информационного общества.

Цитированная литература

1. Сайт Университета российского инновационного образования. – Доступ.: <http://urao.edu/elektronnaya-informatsionnaya-obrazovatel'naya-sreda>
2. Официальный сайт Министерства просвещения Приднестровской Молдавской Республики. – Доступ.: http://minpros.info/index.php?option=com_content&task=view&id=46&lang=rus
3. Положение об электронной информационно-образовательной среде ВГБОУ ВПО «Горно-Алтайский государственный университет». – Доступ.: <http://studydoc.ru/doc/959582/polozhenie-ob-e-lektronnoj-informacionno>
4. Приложение к письму Рособнадзора от 25.03.2015 г. № 07-675. – Доступ: http://www.obrnadzor.gov.ru/common/upload/doc_list/Metodicheskie_rekomendatsii.pdf
5. Сайт Образовательного портала ПГУ им. Т.Г. Шевченко. – Доступ.: <http://moodle.spsu.ru>

УДК 51.001.57:621(075.8)

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Л.Я. Козак, Л.А. Тягульская

Исследуется проблема построения математических моделей и разработки программных средств, визуализирующих имитационную модель. Излагается метод решения этой задачи путем автоматического построения имитационных моделей на основе диаграмм UML-языка.

Ключевые слова: структурное и физическое моделирование, математические, специализированные, предметно-ориентированные и универсальные пакеты прикладных программ.

THE SOFTWARE OF MODELLING OF TECHNICAL SYSTEMS AND PROCESSES

L.Y. Kozak, L.A. Tyagulskaya

The authors explore the problem of construction of mathematical models and software development, visualized simulation model. The authors state the method of resolving of this problem by automatically building the simulation models on the basis of UML-language.

Keywords: structural and physical modeling, mathematical, specialized, subject-oriented and universal application program packages.

В основе исследования сложных систем с использованием математического моделирования лежит системный подход, конечной целью которого является системное проектирование, направленное на построение системы с заданным качеством. В свою очередь, системное проектирование базируется на результатах системного анализа, позволяющего выявить причинно-следственные связи между параметрами и характеристиками исследуемой системы и реализуемого с использованием математических моделей, которые дают возможность прогнозировать эффект, достигаемый при изменении структурно-функциональных параметров системы и параметров нагрузки.

Основной задачей при построении имитационной модели является необходимость построения математических моделей и разработки программных средств, визуализирующих имитационную модель. В современных системах имитационного моделирования предпринимаются попытки

решить эту проблему при помощи автоматизации разработки алгоритма имитационной модели, взяв за основу различные графоаналитические схемы (визуальных моделей) и используя методы объектно-ориентированного проектирования, которые значительно облегчают задачу создания имитационной модели и делают модель интуитивно понятной для пользователей.

На кафедре информатики и программной инженерии филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице был разработан метод решения этой проблемы путем автоматического построения имитационных моделей на основе диаграмм UML-языка [1]. Предложена концепция интеграции визуального и имитационного моделирования, а также метод автоматизированного синтеза имитационных моделей технологических процессов (на примере выплавки высокоуглеродистой марки стали на Молдавском металлургическом заводе) на основе языка UML. Такой подход

предполагает построение UML-моделей технологических процессов с последующим автоматизированным формированием имитационной модели. Спецификацию технологических процессов предлагается проводить с использованием диаграмм унифицированного языка моделирования UML, который является в настоящее время промышленным объектно-ориентированным стандартом языка моделирования бизнес-процессов, информационных систем и других объектов моделирования. Построение UML-моделей позволяет структурировать предметную область, дает визуальное представление о моделируемых процессах, обеспечивает возможность рассмотрения системы на разных уровнях абстракции и с разных точек зрения [2].

Инструментарий исследования составили методы научного познания – наблюдения, сравнения, системного анализа; а также унифицированный язык моделирования UML, современное программное обеспечение общего и специального назначения: Microsoft Office 2003, Delphi 7, Free Pascal [3].

Для того чтобы оценить потребительскую ценность системы UML и ее перспективы на рынке программных средств для имитационного моделирования, необходимо сравнить предлагаемую систему с конкурирующими программами в отношении возможностей и степени удовлетворения требованиям пользователей. Для этого был проведен сравнительный анализ пакетов моделирования технических систем по критерию функциональной полноты, что и стало целью нашего исследования.

Функциональная полнота системы как объект исследования выступает наиболее важным критерием при выборе программного средства. Главной задачей рассматриваемых систем является выполнение функций управления технических процессов, однако дополнительные возможности, не предусмотренные стандартами,

техническими картами, существенно повышают функциональность программных продуктов и удобство их использования.

Моделирование технических систем в общем случае предполагает несколько основных этапов, таких как: формулирование целей моделирования; разработка концептуальной модели; разработка математической модели; параметризация модели; выбор методов моделирования; выбор средств моделирования; проверка адекватности модели (верификация); проведение экспериментов на модели (расчет характеристик); анализ результатов моделирования.

На этапе определения и формулирования целей моделирования определяется объект моделирования, формулируются задачи анализа и синтеза, выявляются наиболее важные характеристики, подлежащие исследованию, обозначаются требования к качеству функционирования в виде ограничений, налагаемых на характеристики системы, устанавливается критерий эффективности, указываются требования к точности результатов моделирования и форме их представления на примере инструментальных средств. Далее приводится классификация инструментальных средств, которые могут в той или иной мере использоваться для моделирования технических систем, опираясь на такие важнейшие показатели, как назначение и возможности пакета, состав библиотек, функциональная полнота и принципы построения моделей, методы интегрирования и средства визуализации результатов.

Классификация прикладных программных пакетов моделирования технических систем

Схема современных инструментальных программных средств для моделирования технических систем предложена на рисунке.



Классификация прикладных программных пакетов моделирования технических систем

Компьютерные математические пакеты, такие как MathLab, MathCad, Maple и Mathematica, хорошо адаптированы к проведению расчетов, когда изучаемая модель задана в аналитической форме. Удобство изменения факторов в сочетании с заранее определенной процедурой обработки и визуализации результатов существенно облегчает научное исследование. В таких многовариантных расчетах расходы, связанные с написанием специального программного средства на языке пакета, управляющего численным экспериментом, окупаются той легкостью, с которой возможно повторить все вычисления снова и снова при внесении изменений в исходную модель, состоящую из множества факторов. Программирование сводится к написанию относительно небольших по объему программ, состоящих в основном из макросов и т. п. [4].

С точки зрения моделирования технических объектов единственным плюсом систем компьютерной математики является математическая прозрачность вычислений и легкость создания объектов, осуществляющих математические вычисления.

К числу минусов можно отнести отсутствие следующих важных возможностей: создание предметно-ориентированной среды; компонентное моделирование с применением достаточно большого количества типовых блоков; автоматизация построения математической модели; быстрая модификация модели; оперативное изменение метода моделирования и т. д. В результате применение систем компьютерной математики или алгебры ограничивается решением простых задач с прозрачностью вычислений.

Пакеты компонентного моделирования ориентированы в основном на вычислительные эксперименты и являются в современном мире ведущими в процессах проектирования технических процессов. Они позволяют пользователю «не думать» о программном средстве, реализующем модель, и тем самым создают некий удобный интерфейс, благодаря которому можно создавать виртуальные системы и проводить с ними эксперименты.

Под **специализированными программными пакетами** подразумеваются программные средства, которые долгое

время создавались и развивались для конкретных отраслей на специализированных предприятиях и были ориентированы на специфическую терминологию определенной прикладной области (металлургии, теплотехники, атомной энергетики и т. д.). Пакеты, написанные на языках Fortran, Пролог и т. п., уходят в прошлое, заменяясь предметно-ориентированными программными средствами. Это связано с тем, что специализированные пакеты требуют тесного сотрудничества программиста и специалиста в предметной области, а еще лучше владения специалистом основами и средствами программирования. Переход к компонентным пакетам позволяет исправить сложившуюся ситуацию. Кроме того, специализированные пакеты с трудом поддаются модификации, в них достаточно сложно использовать современные программные средства визуализации и выполнять обработку результатов вычислительных экспериментов.

Пакеты компонентного моделирования по технологии моделирования или способам их применения можно разделить на две группы: предметно-ориентированные и универсальные.

Предметно-ориентированные пакеты предназначены для решения научно-исследовательских и промышленных задач в конкретной предметной области. Библиотеки компонентов описываемых пакетов состоят из хорошо изученных и отлаженных моделей из довольно узкой предметной области, которые лишь накапливаются, корректируются и адаптируются для решения определенных задач. В итоге накопленная база моделей со временем приобретает большую ценность. Спектр методов решения задач проектирования ограничен хорошо отработанными, ориентированными на узкий класс задач инструментами, в надежности и эффективности которых у пользователей нет сомнений.

Так называемые **универсальные пакеты** прикладных программ ориентированы на определенный класс математических моделей и применимы для любой прикладной области, где такие модели востребованы и необходимы. В основе универсального пакета лежат библиотеки компонентов общего назначения. В этих пакетах используется множество численных методов, способных справиться с широким спектром задач. Обычно универсальные пакеты обладают развитыми средствами визуализации, обеспечивающими демонстрацию изучаемого явления с различных сторон, а не только одним, принятым в определенной предметной области способом [5].

По принципам представления исходной модели пакеты компонентного моделирования можно разделить на пакеты физического и структурного моделирования. **Пакеты физического моделирования** позволяют использовать как ориентированные, так и неориентированные связи и компоненты. Подход очень естествен и удобен для представления типовых блоков физических систем. К пакетам физического моделирования относят: MCNP, FLUKA, Geant 3, 4. Блоки **пакетов структурного моделирования** обладают направленным действием, каждый последующий блок не влияет на предыдущий.

Достоинством такого подхода выступает, прежде всего, простота создания не очень сложных моделей даже не слишком обученными пользователями. Наиболее востребованными примерами пакетов визуального структурного (блочного) моделирования являются: AnyLogic, EASY5, VisSim и, конечно же, один из самых известных – MatLab/Simulink (MathWorks) [3].

Некоторые пакеты позволяют очень естественно и наглядно описывать технические системы со сложной логикой переключений. Исследователи определяют такие пакеты прикладных программ в каче-

стве третьей группы, предназначенной для **моделирования гибридных систем** [1]. К этому направлению относится отечественный пакет Model Vision Studium, а также пакет Shift [4].

Очень коротко рассмотрим особенности и возможности некоторых распространенных универсальных пакетов визуального моделирования, которые могут быть применены для моделирования технических процессов и систем. К числу универсальных, не ориентированных на конкретные прикладные области пакетов для моделирования технических процессов и систем можно отнести пакетный комплекс MathWorks, а также построенный по его образу и подобию пакет VisSim. Данные пакеты предназначены для исследования и моделирования динамических систем в широком понимании этого термина, включая и непрерывные, и дискретные, и гибридные модели. Пакеты отличаются относительной простотой и интуитивной понятностью интерфейсов в сочетании с требованиями к мощности компьютеров.

Пакеты физического моделирования многими специалистами считаются более перспективными инструментами для изучения технических процессов или систем. Во-первых, исследователь избавлен от необходимости проводить структурные преобразования модели, с тем чтобы перейти к структуре направленных блоков. Во-вторых, эти пакеты используют форму задания исходной информации, которая гораздо ближе и понятнее специалистам в предметных областях. И наконец, большинство современных пакетов физического моделирования не только допускают использование направленных блоков, но и могут взаимодействовать с классическими пакетами структурного моделирования, например с Simulink [5].

Наиболее распространенными, универсальными и доступными являются пакеты моделирования технических сис-

тем и процессов, работающие в среде MathWorks и отличающиеся полнотой функциональных возможностей рассматриваемой системы. Приложения среды MathWorks позволяют моделировать технологические системы, включающие механические, электрические и информационные элементы. Среди этих приложений имеет смысл выделить пакеты визуального моделирования SimMechanics, SimPowerSystems, StateFlow.

К достоинствам указанных пакетов следует отнести простой и удобный интерфейс, наличие библиотеки встроенных функций, возможность символьных вычислений, графические средства представления результатов, а также возможность интеграции с множеством программных продуктов. Математические пакеты являются инструментальными средствами, позволяющими реализовать как численное, так и имитационное моделирование систем. В математическом пакете Mathcad имеется возможность взаимодействия со следующими программами: приложением для моделирования систем на сигнальном или физическом уровне VisSim/Comm PE, программными комплексами САПР Pro/ENGINEER, SolidWorks, AutoCAD, чертежным приложением SmartSketch, табличным процессором Excel, математическим пакетом MatLab. Открытая архитектура приложения в сочетании с поддержкой технологий .NET, HTML и XML позволяет легко интегрировать Mathcad практически в любые IT-структуры и инженерные приложения. Кроме того, поддерживаются стандартные языки программирования сценариев, такие как VBScript и Jscript, есть возможность создания электронных книг (e-Book).

Как видно из проведенного анализа, почти все рассматриваемые программные продукты полностью подтверждают свою функциональную полноту. Исключение составляет только программа Simulink

(MathWorks). Это объясняется тем, что данный продукт изначально разрабатывался для моделирования технических процессов и поддерживает формирование визуальных моделей только в собственной нотации, наиболее полно отвечающей поведению технических объектов, но требующей адаптации для моделирования экономических процессов, что усложняет построение имитационных моделей экономических систем.

В ходе исследования был проведен анализ существующих инструментов имитационного моделирования, выявлены их достоинства и недостатки. Обосновано применение метода интеграции визуального и имитационного моделирования для повышения эффективности анализа технологических и производственных процессов. Предложена оригинальная методика синтеза имитационных моделей на основе диаграмм языка UML. Благодаря этой методике разработана и реализована система имитационного моделирования UML (в качестве примера взят реальный технологический процесс на металлургическом производстве). Указанная система обладает следующими преимуществами:

- 1) простота освоения и использования;
- 2) возможность расширения за счет включения в систему дополнительных диаграмм языка UML;
- 3) наглядное представление исследуемого процесса в виде диаграммы UML;
- 4) минимизация затрат времени на построение адекватной имитационной модели технологического процесса (на примере выплавки высокоуглеродистой марки стали на Молдавском металлургическом заводе).

Предложенная система дала возможность руководству Молдавского метал-

лургического завода объективно оценить рациональность распределения и использования ресурсов предприятия, выявить резервы сокращения издержек, повысить эффективность не только производственного, но и технологического процесса.

Сравнение систем имитационного моделирования технологических процессов по критерию функциональной полноты позволило определить сходства и различия исследуемых систем по функционалу и выделить наиболее подходящую систему (MathWorks), полностью удовлетворяющую требованиям пользователей к функциональной полноте. В дальнейшем научном исследовании для осуществления выбора оптимальной системы могут быть использованы, например, критерии экономической эффективности или совокупной стоимости владения.

Цитированная литература

1. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Имитационное моделирование сложных динамических систем. – Доступ.: http://www.exponenta.ru/soft/others/mvs/ds_sim.asp
2. Трудоношин В.А., Пивоваров Н.В. САПР. Математические модели технических объектов. – М.: Высш. шк., 1986. – 160 с.
3. Норенков И.П., Трудоношин В.А., Федорук В.Г. Математическое моделирование объектов мехатроники // Наука и образование. – 2005. – № 3 (Март). – Доступ.: <http://www.techno.edu.ru:16001/db/msg/25272.html>
4. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы: Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 224 с.
5. Воронин А.В. Моделирование технических систем. – Доступ.: <http://fan-5.ru/entry/work-401226.php#5>

УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Л.Н. Николаева, К.Н. Попадюк

Рассмотрено применение информационных технологий в образовании, основные преимущества использования информационных технологий в высшем образовании, заключающиеся в том числе в облегчении обмена информацией между преподавателем и студентами.

Ключевые слова: информационные технологии, презентации, интерактивные доски, информационные потоки, компьютеризация.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN HIGHER EDUCATION

L.N. Nicolaeva, C.N. Popadiuc

The article considers the use of information technologies in education, the main advantages of the use of information technology in higher education, the advantages of communication, the information exchange between teachers and students.

Keywords: information technologies, PP-presentations, interactive boards, information flows, computerization.

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него информационных технологий, которые проникли и проникают практически во все сферы человеческой деятельности. Информационные технологии обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является компьютеризация образования. Использование современных информационных технологий выступает основным условием развития более эффективных подходов к обучению и совершенствованию методики преподавания информационных технологий. Применение информационных технологий способствует:

- повышению мотивации студентов к обучению;
- экономии времени;
- лучшему представлению, пониманию и усвоению учебного материала благодаря наглядности.

Информационные технологии помогают провести занятие более продуктивно и научить студентов навыкам самостоятельной работы. Они используются прежде всего с целью:

- организации учебного процесса;
- подготовки учебно-методических комплексов;
- изучения нового материала (можно выделить два направления – презентация, подготовленная преподавателем, и использование готовых программ);
- компьютерного контроля знаний студентов;
- создания сайтов, позволяющих связать между собой студентов, родителей и преподавателей.

Можно выделить ряд задач, решаемых с помощью информационных технологий:

- 1) совершенствование организации преподавательской работы, повышение индивидуализации обучения;
- 2) повышение продуктивности самоподготовки студентов;

3) индивидуализация работы самого преподавателя;

4) ускорение тиражирования и доступа к достижениям педагогической практики;

5) активизация процесса обучения;

6) обеспечение гибкости процесса обучения.

Компьютеризация высшего образования относится к числу крупных инноваций в последние несколько десятилетий. Внедрение информационных технологий в сферу высшего образования позволяет преподавателям качественно изменить содержание, методы и формы обучения. Целью этих технологий в образовании является:

– повышение качества обучения;

– повышение интереса студентов к научной деятельности;

– оптимизация поиска необходимой информации;

– развитие мышления;

– освоение навыков работы с информацией и различными программными продуктами.

Информатизацию высшего образования необходимо рассматривать не просто как использование компьютера и других электронных средств обучения, а как новый подход к организации учебного процесса. Благодаря современным информационным технологиям – электронной почте, Skype, Viber, WhatsApp общение между преподавателем и студентами может быть распределено в пространстве и во времени (например, преподаватель и студент могут общаться между собой, находясь в разных странах, в удобное для них время). С помощью сервисов Internet становится возможным дистанционный обмен информацией (задания для самопроверки, интересующие вопросы, контрольные работы), что позволяет студентам и преподавателям проводить анализ полученных сообщений и отвечать на них в удобное время [1].

Главным направлением в информатизации высшего образования должен стать переход от освоения навыков работы с компьютерами и программными обеспечениями к обучению правильному содержанию формированию компетенций студентов, отбору и корректному использованию образовательных электронных учебников, обучающих программ, энциклопедий, ресурсов и других электронных источников.

Современный преподаватель должен не только обладать знаниями в области информационных технологий, но и быть компетентным специалистом по применению новых информационных технологий в своей профессиональной деятельности в высшем образовательном учреждении.

Информатизация высшего образования ведет к изменению существенных сторон процесса обучения. Изменяется деятельность преподавателя и студента. Студент может оперировать большим количеством разнообразной информации, обрабатывать данные, моделировать процессы. Преподаватель также освобождается от рутинных действий и получает возможность анализировать процесс обучения, отслеживать обучение студента.

Однако следует отметить, что часть преподавателей не готовы к переходу от традиционных методов обучения к применению информационных технологий в процессе образования [2]. Компьютер пока используется в основном как вспомогательное средство. Внедрение информационных технологий способствует совершенствованию качества образования в вузе, расширению границ процесса обучения, повышению эффективности индивидуальной деятельности студентов. Информационные технологии позволяют подготовить квалифицированных специалистов по разработке и применению технологий и средств информатизации образования.

Трудности освоения информационных технологий в образовании возникают из-за отсутствия не только методической базы их использования в этой сфере, но и четкого представления о развитии информационной компетентности обучаемых, что заставляет преподавателя на практике ориентироваться на личный опыт и умение эмпирически искать пути эффективного применения компьютерных технологий [3].

Несмотря на возникающие сложности, эффективное использование информационных технологий в сфере образования является одной из важнейших современных задач. Преодоление создавшегося противоречия видится в разработке методической системы, нацеленной на развитие информационной компетентности студентов, в том числе посредством обучения их компьютерным технологиям. Наиболее актуальной в настоящее время видится проблема, связанная с избыточным потоком информации из сети Internet.

В 2015/16 учебном году было проведено анкетирование студентов II курса Рыбницкого филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко, обучающихся по направлению «Прикладная информатика», для определения качества усвоения лекционного материала на лекции с использованием презентации и на традиционной лекции. Результаты анкетирования «Применение презентаций на лекционных занятиях» приведены в таблице.

На основе данных анкетирования была составлена диаграмма (рис. 1), исходя из которой можно сделать вывод, что 57 % студентов усваивают новый материал при использовании интерактивной доски.

Результаты исследования показывают, что при использовании интерактивной доски 57 % студентов усваивают лекционный материал отлично и 43 % – хорошо; при использовании презентации 43 % – отлично и 57 % – хорошо; на традиционной лекции материал усваивают частично 71% студентов и хорошо только 29 % (рис. 2–4). Следовательно, для представления студентам нового материала препода-

Результаты анкетирования «Применение презентаций на лекционных занятиях»

Вопросы анкеты	Кол-во студентов
1. Что вы предпочитаете при усвоении нового лекционного материала? – Интерактивная доска – Презентация – Традиционная лекция	4 3 0
2. В какой степени вы усваиваете новый лекционный материал при использовании интерактивной доски? – Отлично – Хорошо – Частично – Не усваиваю	4 3 0 0
3. В какой степени вы усваиваете новый лекционный материал при использовании презентации? – Отлично – Хорошо – Частично – Не усваиваю	3 4 0 0
4. В какой степени вы усваиваете материал при традиционной лекции? – Отлично – Хорошо – Частично – Не усваиваю	0 2 5 0

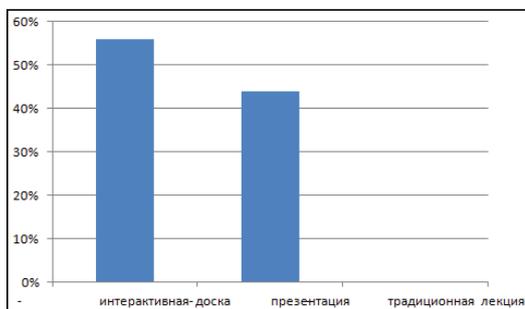


Рис. 1. Диаграмма «Что вы предпочитаете при усвоении нового лекционного материала?»

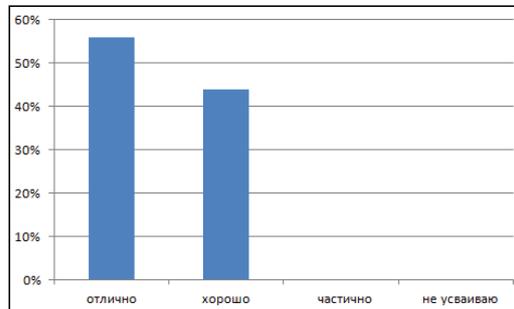


Рис. 2. Диаграмма «Качество усвоения нового материала при использовании интерактивной доски»

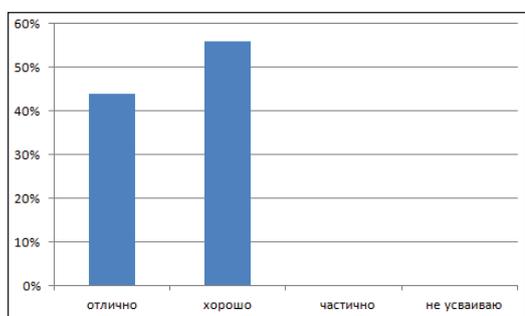


Рис. 3. Диаграмма «Качество усвоения нового материала при использовании презентации»

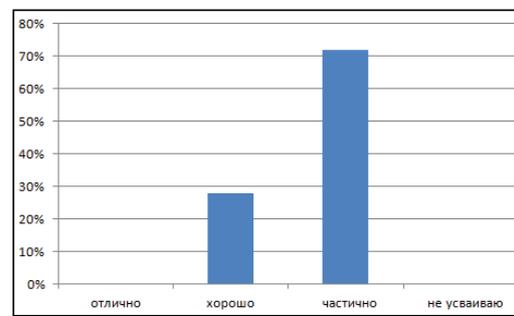


Рис. 4. Диаграмма «Качество усвоения нового материала на традиционной лекции»

давателю необходимо применять на парак интерактивные доски и презентации.

Стоит отметить, что информационные технологии в значительной мере повышают мотивацию студентов к обучению, проведению различных научно-исследовательских работ, экспериментов, созданию инновационных проектов и статей. В наш XXI век – век компьютеров использование информационных технологий в высшем образовании является необходимостью, способной подготовить студентов к жизни и работе в современном информационном обществе.

Цитированная литература

1. Широкова Е.А. Облачные технологии. Современные тенденции технических наук. – Уфа, 2011.
2. Зайцева С.А., Иванов В.В. Информационные технологии. – Доступ.: <http://sgpu2004.narod.ru/infotek/infotek2.htm> (дата обращения: 30.11.2015).
3. Грибан О.Н. Информационные технологии в образовании. – Доступ.: <http://griban.ru/blog/14-informacionnye-tehnologii-v-processe-obucheniya.html> (дата обращения: 30.11.2015).

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

УДК 338.2(478)

РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В.И. Глебов, Н.Н. Смоленский

Изложен комплекс мер, направленных на развитие экономики и обеспечение экономической безопасности Приднестровской Молдавской Республики, среди которых структурная перестройка промышленности, трансформационные процессы в развитии агропромышленного комплекса и малого предпринимательства, иных отраслей экономики.

Ключевые слова: экономика, структура экономики, экономическая безопасность.

THE DEVELOPMENT OF ECONOMY AND PROVIDING OF THE PRIDNESTROVIAN MOLDAVIAN REPUBLIC WITH THE ECONOMIC SECURITY

V.I. Glebov, N.N. Smolenskii

The article is devoted to the complex of measures directed at the development of economy and providing the Pridnestrovian Moldavian Republic with the economic security. Among these measures are structural rebuilding of industry, transformational processes in the development of agricultural and industrial complex, small business and other branches of economy.

Keywords: economy, structure of economy, economic security.

Настоящая статья подготовлена на основе проекта Программы социально-экономического развития Приднестровской Молдавской Республики на 2016–2021 годы, представленного научным коллективом Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в рамках республиканского конкурса, который проводился в феврале–июне 2015 года. Одним из разработчиков программы является соавтор статьи Н.Н. Смоленский.

Структурная перестройка промышленности

Сложившаяся в Приднестровье ситуация, когда несколько промышленных предприятий-экспортеров создают почти весь валовой внутренний продукт (ВВП) республики, очень опасна для экономики. Кроме того, эти предприятия являются основными донорами республиканского бюджета. Во время мирового кризиса они потеряли значительную часть произ-

водства продукции и до сих пор не могут восстановить свою работу. К тому же они создавались в СССР с учетом кооперации с другими предприятиями на всей территории Союза.

Выпуск продукции на указанных производствах соответствовал послевоенному технологическому циклу мирового развития экономики (химизация, машиностроение, автомобилизация и пр.).

Позже высокоразвитые страны перешли на следующий, пятый, технологический цикл мирового развития экономики – информационный, основой которого является микроэлектроника и программное обеспечение. Ярким примером таких государств служат Япония и Южная Корея.

У нас же вся экономика базировалась на предприятиях устаревшего технологического цикла периода СССР. В своем развитии промышленность республики даже не подошла к пятому технологическому циклу, в то время как быстроразвивающиеся страны уже переходят к шестому циклу – использованию нанотехнологий.

При смене технологических циклов (укладов) меняется не только технологическая структура экономики, но и ее институциональная система.

Согласно исследованиям академика РАН С.Ю. Глазьева те отстающие страны, которые успевают раньше других освоить производства и направления нового технологического цикла, вырываются вперед, оседлав новую длинную волну экономического роста. Именно таким образом совершались экономические чудеса в Великобритании в XVIII–XIX веках, России и США в конце XIX – начале XX века, послевоенной Японии, на этой основе осуществляется взрывной рост экономики Китая в настоящее время.

В связи с вышесказанным видится целесообразным принятие следующих мер:

1. Производство продукции импортозамещения – потребительских това-

ров и продуктов питания для внутреннего рынка с перспективой на экспорт.

1.1 Производство потребительских товаров на внутренний рынок – это в наших условиях один из основных элементов антикризисной политики, эффективность которого подтверждена мировым опытом.

1.2 Производство продуктов питания. Для этого необходимо создать высокотехнологичную, эффективную перерабатывающую промышленность по переработке местной сельскохозяйственной продукции. Необязательно строить большие перерабатывающие заводы. Наоборот, много мелких технологических линий, расположенных в районах и селах, позволит перерабатывать овощи, фрукты и другое сырье, поставляемые не только крупными, но и фермерскими и частными (домашними) хозяйствами. Эта консервная продукция станет наиболее перспективным экспортным товаром для зарубежных рынков, в первую очередь для России.

Для производства указанной продукции необходимо применять новейшие импортные технологии. Такой подход использовали во время кризиса Китай и ряд других стран как элемент антикризисной политики.

Применение отмеченной антикризисной меры в нашей республике позволит эффективно воздействовать на развитие экономики и сократить отрицательную величину торгового баланса (импорт–экспорт), а в последующем сделать его положительным, что немаловажно для экономической безопасности.

Наиболее подходящим для реализации этого направления является малый бизнес при активном участии и поддержке государственных органов власти.

2. Развитие и поддержка государством инновационных технологий в информационно-коммуникационной области.

Это направление, как показало изучение мирового опыта, не только является

высокотехнологичным, высокоэффективным самостоятельным направлением при относительно небольших затратах на его развитие, но и позволяет обеспечить эффективное развитие другим предприятиям и отраслям промышленности Приднестровья.

3. Модернизация дорожно-транспортной инфраструктуры и строительство недорогого государственного социального жилья.

Данная мера позволит построить надежную дорожно-транспортную сеть, возобновить международный транзит и соответственно поступление доходов в бюджет, создать большое количество рабочих мест, вернуть ту рабочую силу, которая уехала за рубеж, чтобы заработать денег на приобретение жилья, а также окажет положительное влияние на развитие экономики республики в целом.

Направление обладает мультипликационным эффектом, так как дает возможность развитию смежного направления по производству дорожных машин и механизмов. Иначе говоря, для развития этих направлений потребуется значительно меньший объем инвестиций.

Для реализации указанных направлений можно создать государственную корпорацию на базе государственно-частного партнерства, куда войдут Рыбницкий цементно-шиферный комбинат, строительные и дорожно-строительные управления. Корпорация будет обеспечиваться местным сырьем: котельцом, известняком, цементом, песчано-гравийной смесью и т. п.

4. Развитие станкостроения.

Для развития этого направления в республике есть базовое предприятие со своим потенциалом.

Как было сказано, для модернизации дорожно-транспортной инфраструктуры и строительства жилья потребуется большое количество машин и механизмов. Кроме того, сельскому хозяйству, особенно фер-

мерским хозяйствам и их объединениям, также необходимы различные механизмы.

5. Развитие приборостроения.

Для развития этого направления в республике есть базовое предприятие, которое тесно связано с российской оборонной отраслью и ее научным потенциалом.

Развитие инновационных технологий в информационно-коммуникационной области окажет значительную поддержку развитию приборостроения.

6. Развитие солнечной энергетики.

Приднестровье не имеет достаточного количества собственных энергетических ресурсов, поэтому производство солнечных батарей и комплексов по аккумулированию энергии, нагреву воды, помещений позволит экономить на использовании других импортируемых энергоносителей не только в частном секторе, но и в промышленности. Опыт по выпуску солнечных батарей есть у НП ЗАО «Электромаш».

В республике, как и в Турции и ряде других стран, которые могут служить примером в этом вопросе, большое количество солнечных дней в году, что позволит не только самим эффективно использовать солнечную энергию, но и экспортировать ее в соседние регионы.

Таков неполный перечень возможных направлений развития промышленности. Чтобы воплотить предложенные и другие направления в жизнь, Правительству ПМР необходимо утвердить Программу развития промышленности Приднестровья. Только таким образом у нас получится сформировать высокотехнологичную, соответствующую современным требованиям, эффективную промышленность как одну из основ развитой экономики.

Освоив производства и направления этого технологического цикла экономического развития, мы сможем сделать новый шаг. Для этого необходимо финансирование государством развития науки (до 3–4 % ВВП), организация и поддержка разработок

в области экономики, социальной политики, государственного управления, наукоемких, инновационных технологий, развития информационно-коммуникационных технологий, модернизации транспортной и телекоммуникационной инфраструктуры, высокотехнологичных направлений с большим мультипликатором, стимулирующих экономическую и инновационную активность в смежных производствах. Это позволит нам довольно быстро построить современную высокоэффективную экономику.

Трансформационные процессы в развитии агропромышленного комплекса

Одним из важнейших направлений стратегического социально-экономического развития республики является сельское хозяйство и в целом агропромышленный комплекс.

Природно-климатические условия ПМР, биоклиматический потенциал республики, включая доступность водных ресурсов и черноземные почвы, обеспечивают лучшие условия для ведения сельского хозяйства, чем в большинстве районов Молдовы, Украины, России и многих других государств.

Чтобы поднять уровень развития сельского хозяйства и пищевой промышленности в Приднестровье, следует решить ряд ключевых задач:

1. Повысить роль государства в осуществлении землеустройства. Для этого нужно провести инвентаризацию сельскохозяйственных угодий, восстановить функции планирования, рационального использования и охраны земель; разработать и принять Концепцию использования и охраны земельных ресурсов на республиканском уровне; составить схемы землеустройства районов и затем приступить к составлению проектов межхозяйственного

землеустройства, на основе которых отводить земельные участки конкретным землепользователям, обозначать на местности границы, выдавать свидетельства на право землепользования, оформлять договоры аренды не более чем на пять лет с последующим продлением этих договоров при надлежащем использовании арендуемой земли (а не на 99 лет).

2. Принять меры по сохранению плодородия земли. Установленный земельный налог распространяется на все земли независимо от их плодородия и расположения из-за отсутствия кадастровой оценки. Землепользователи не несут никакой ответственности за состояние плодородия. По этой причине отсутствует и государственный контроль за использованием земли и сохранением ее качества.

Чтобы приостановить пагубные последствия безответственного хозяйствования на сельскохозяйственных угодьях, необходимо в течение двух–трех лет провести кадастровую оценку и установить земельный налог в зависимости от плодородного состояния почвы; принять законодательные акты, предусматривающие регулярное проведение анализа почвы, и при повышении плодородия снижать земельный налог, а при снижении плодородия накладывать штрафные санкции вплоть до изъятия земли у землепользователя. Для этого следует создать государственную земельную службу, в которой сосредоточить все функции управления земельными ресурсами, в том числе в области земельного кадастра, землеустройства, оценки земли, мониторинга земель, государственного контроля за использованием и охраной земель. Недопустимо, чтобы один землеустроитель в районе занимался вопросами распределения земли и чтобы местные органы власти принимали решения о переводе пашни в другую категорию для использования ее не по сельскохозяйственному назначению.

В странах, где имеются государственные земельные службы, например национальная служба в Швеции, Финляндии, Китае, земельный департамент в Австралии, Новой Зеландии, Великобритании, земельные дела решаются на должном уровне. Поэтому необходимо принять Закон ПМР «О землеустройстве» и дополнить его законами об оценке земель, об инвентаризации земель, о мерах по экономической защите сельскохозяйственных угодий от их использования в несельскохозяйственных целях, в том числе под строительство коттеджей.

В условиях недостаточности финансовых ресурсов для выполнения задач по охране и рациональному использованию земель целесообразно создать земельный денежный фонд, включив в источники его формирования средства республиканского бюджета, отчисления от земельных платежей, средства от компенсации потерь и убытков в сельхозпроизводстве при изъятии земель для несельскохозяйственных целей, от уплаты штрафов за нарушения правил землепользования и др.

3. Определить наиболее перспективные формы хозяйствования и разработать для них законодательные и нормативно-правовые акты функционирования. Однако в целом аграрную политику надо строить на развитии крупного товарного производства, ориентируясь на крупные формы землевладения и землепользования и предприятия различных форм собственности, а также на создании ассоциаций по производству и переработке сельскохозяйственной продукции.

Существующее земельное законодательство требует значительной доработки для передачи государственной земли от неэффективных к эффективным пользователям – юридическим лицам, для обеспечения сельским жителям возможности организовывать семейный сельскохозяйственный бизнес.

4. Стимулировать создание широкой инфраструктуры для обеспечения деятельности сельхозпроизводителей по оказанию услуг по завозу минеральных удобрений и средств защиты растений, по ремонту техники, по проведению агротехнических работ на землях небольших сельхозпроизводителей и др.

В законодательных актах, помимо решения вопросов о формах хозяйствования, жизнедеятельности крестьянских сообществ, следует закрепить отношения крестьян с государством, с партнерами в сферах обмена, перераспределения и потребления. Необходимо создать экономические, правовые и общественные правила для обеспечения равных условий функционирования всех форм хозяйствования.

5. Разобраться с проблемой натурализации земельных долей, которую в принципе на практике решить невозможно, имея сегодня крупные села и ранее существовавшие крупные сельскохозяйственные предприятия. Нужно изучить вопрос, сделать земельную долю конвертируемой, стоимостной, позволяющей пенсионерам и работникам социальной сферы получить за нее деньги или иметь пожизненное содержание (в виде арендной платы или получения продукции), а их наследникам получить стоимостный выкуп. Земельную долю работающего на сельскохозяйственном предприятии необходимо включить в неделимый фонд предприятия, сделав работника собственником доли, а земельную долю неработающего – выкупить и включить в неделимый фонд предприятия.

6. Обеспечить развитие лизинговой деятельности как формы государственной поддержки для формирования технического потенциала сельхозпроизводителей, их технического перевооружения. Лизинг является выгодным инструментом инвестиционной политики и имеет большое значение для развития производства и межгосударственных отношений. Следу-

ет изучить имеющуюся законодательную базу Российской Федерации и международные правовые акты по осуществлению лизинговой деятельности.

Одной из важнейших составляющих стратегии социально-экономического развития республики является обеспечение продовольственной безопасности.

В последнее время ученые мира, в том числе российские, отмечают тяжелую ситуацию с продовольственными ресурсами, которая постоянно ухудшается. Дефицит продовольствия с сокращением земельных ресурсов для его получения и значительным ежегодным ростом населения планеты приведет к тому, что через 10 лет мировая продовольственная проблема может обостриться до кризиса. В такой ситуации импортная составляющая по продовольственным товарам в Приднестровье резко сократится, а на то количество продовольствия, которое будет завозиться, возрастут цены, что отрицательно скажется на социальных условиях жизни населения республики. Страны, экспортирующие продовольствие, имея экономические преимущества, будут решать ключевые вопросы экономики и политики.

Обеспеченность Приднестровья продовольствием по утвержденной потребительской корзине и по медицинским нормам по большинству продуктов составляет от 0 до 50 %. При этом следует заметить, что наши земельные ресурсы и природно-климатические условия дают возможность не только полностью обеспечить себя всеми продуктами питания, но даже экспортировать большое количество разнообразных видов.

Целенаправленная, глубоко продуманная аграрная политика, разработанные и утвержденные отраслевые программы обеспечат укрепление государственности ПМР, продовольственную безопасность и, кроме того, расширят экономические связи с другими странами.

Опыт десятилетий показал, что природно-климатические условия Придне-

стровья для овощеводства и садоводства уникальны и позволяют насытить их продукцией внутренний рынок, а также поставлять товар в Российскую Федерацию и Белоруссию, где условия производства этих видов продукции сильно ограничены.

Следует вернуться к выращиванию и переработке сахарной свеклы и табака; возобновить производство семян овощных культур и увеличить производство продукции животноводства всех видов.

В связи с вышесказанным необходимо разработать отраслевые программы развития по каждому виду растениеводческой и животноводческой продукции, в которых предусмотреть систему стимулирования их производства, а на импорт значительно увеличить размер пошлин. Все принимаемые меры должны защитить отечественного производителя продовольственной продукции от внешней экспансии, в том числе путем дотирования отдельных видов сельскохозяйственной продукции и продовольствия, частичной компенсации затрат на приобретение энергоносителей и материальных ресурсов, используемых на технологические цели.

7. Провести упорядочение системы кредитования, укрепив возможность деятельности Банка сельскохозяйственного развития.

8. Пересмотреть механизм распределения российской помощи, предоставляемой Приднестровью на безвозвратной основе для развития аграрного сектора, с целью обеспечения доступа к ней разных групп производителей и исключения возможности распоряжения ею только лицами близкими к власти.

9. Разработать социальную государственную политику. Надо понимать, что силу государства составляет обустроенность села и благополучие его жителей. Не секрет, что молодежь стремится покинуть село, уехать за рубеж в поисках работы, хотя мы знаем, что она дискриминационная. Дома

пустую. Наша стратегия ориентирована на проведение государственной политики по возрождению села, а значит, необходимо восстанавливать на селе социальную инфраструктуру. С этой целью надо принять программы по восстановлению домов культуры, организации образовательных и медицинских учреждений, строительству дорог, связывающих село с райцентром, внедрению современных средств связи, чтобы приблизить жизнь на селе к городу, чтобы молодежь стремилась идти по стопам родителей, жить и работать на своей Родине, которая начинается с калитки родительского дома.

Кроме того, необходимо глубоко анализировать результаты принятых мер. А для этого нужны данные, представляемые в орган статистики как по крупному и мелкому земледелию, так и по приусадебным участкам, по развивающемуся предпринимательству. Органы государственного управления должны оказать всемерную поддержку органам статистики.

Проведение стратегической социально-экономической политики развития агропромышленного комплекса не только создаст условия для увеличения средств, поступающих в республиканский и местные бюджеты, но в первую очередь позволит значительно улучшить социально-экономическое положение села и благосостояние его жителей, сохранит землю для будущих поколений, обеспечит продовольственную безопасность, существенно сократит миграцию и еще больше утвердит Приднестровскую Молдавскую Республику как самостоятельное государство.

Основные направления и параметры развития транспорта и связи

Приоритетными направлениями устойчивого социально-экономического развития транспорта должны стать:

– обновление, модернизация подвижного состава, транспортных объектов и коммуникационных систем, обслуживающих перевозочный процесс, приведение их в соответствие с мировыми стандартами;

– развитие собственной базы ремонта подвижного состава и производства необходимых элементов для него;

– повышение безопасности дорожного движения и выполнение природоохранных требований в процессе эксплуатации автотранспортных средств;

– создание системы информационного обеспечения рынка транспортных услуг;

– совершенствование механизма государственной поддержки развития транспорта;

– обустройство международных транспортных коридоров, проходящих по территории республики.

Для создания в стране современной инфраструктуры и коммуникационных систем связи, которые могли бы обеспечить устойчивую и качественную работу отрасли, потребуются решение следующих задач:

– внедрение современных технологий;

– расширение номенклатуры и повышение качества услуг при условии соблюдения антимонопольного законодательства.

Реализация мер по устойчивому развитию транспорта и связи позволит повысить качество предоставляемых услуг, экологическую безопасность и конкурентоспособность, выйти на более высокий уровень технологического обслуживания.

Совершенствование строительного комплекса

Строительный комплекс выполняет особую роль в функционировании экономики, поскольку создает материальную основу деятельности всех ее отраслей, определяет облик страны на длительный период и формирует среду жизнедеятельности граждан.

Основной целью строительного комплекса является наиболее полное удовлетворение потребности населения и народного хозяйства республики в высокоэффективной строительной продукции, успешно конкурирующей на внутреннем и внешнем рынках.

Для этого необходимо:

– создание новых ресурсосберегающих технологий, универсальных архитектурно-конструктивно-планировочных систем зданий и сооружений нового поколения и расширение объемов их внедрения;

– возведение жилых и административных зданий по эффективным проектам, обеспечивающим снижение уровня затрат на всех стадиях инвестиционно-строительного цикла, повышение их теплозащитных и потребительских качеств;

– развитие территорий, моделей расселения, инженерно-транспортной инфраструктуры населенных пунктов в соответствии с утвержденными генеральными планами.

Обеспечению устойчивого развития строительного комплекса будут способствовать:

– создание развитой инфраструктуры, прежде всего строительство дорог, коммуникаций, предприятий по обслуживанию населения; повышение качества благоустройства прилегающих к зданиям и сооружениям территорий; расширение зон озеленения;

– развитие лизинговой формы обновления активной части основных фондов предприятий комплекса; создание прокатной базы для предоставления строительной техники и оборудования предприятиям, имеющим эпизодическую потребность в технике;

– разработка и принятие законодательно-нормативных актов по защите строительного рынка республики, стимулированию производителей к внедрению новых технологий, освоению производ-

ства эффективных строительных материалов, конструкций и изделий.

Реализация указанных мероприятий позволит расширить ассортимент, повысить конкурентоспособность строительной продукции на внутреннем и внешнем рынках, обеспечить устойчивое развитие комплекса.

Направления стратегии развития малого предпринимательства

Новым этапом в развитии малого предпринимательства в Приднестровье должны стать новые механизмы поддержки и инструменты управления данным сектором экономики. При этом во главу угла законодательства в сфере малого предпринимательства следует поставить принцип «упрощения», а именно: упрощения порядка государственной регистрации, налогообложения, бухгалтерского учета, налоговой и статистической отчетности, оформления трудовых отношений, реорганизации, ликвидации или банкротства, механизмов инвестирования и кредитования. Соответственно все правоотношения, связанные с созданием и деятельностью малого предприятия, должны быть существенно проще, чем в более крупном бизнесе. Обеспечение приоритетности указанного принципа необходимо прежде всего для того, чтобы несоответствие ему препятствовало разработке и принятию любого правового акта в сфере правового регулирования деятельности малого бизнеса. При этом следует установить жесткий контроль за исполнением принятых нормативных актов и закрепить меры ответственности за неисполнение.

Необходимо также развивать комплексную инфраструктуру поддержки малого бизнеса на республиканском и муниципальном уровнях. Главной задачей этой комплексной инфраструктуры должна стать реализация государственной по-

литики и мониторинг ее осуществления с целью четкого разделения государственных функций между органами государственной власти и местного самоуправления. Закрепление принципа системности и последовательности в принимаемых решениях и совершенствовании нормативно-правовой базы даст новый импульс развитию малого предпринимательства.

В качестве стратегических направлений, способствующих в долгосрочной перспективе развитию малого предпринимательства, предлагаются следующие:

1. В области регистрации, налогообложения, бухгалтерского учета и отчетности:

1) упростить процедуру регистрации субъектов малого бизнеса (в том числе посредством замены максимально возможного количества разрешительных процедур и документов на уведомительные – для начала ведения конкретных видов предпринимательской деятельности, особенно в промышленно-производственной и инновационной сферах);

2) повысить заинтересованность субъектов малого предпринимательства в применении упрощенной системы налогообложения посредством увеличения порога, разрешающего использование данной упрощенной системы;

3) расширить льготные налоговые режимы для субъектов малого предпринимательства, осуществляющих предпринимательскую деятельность в сфере промышленного производства, сельского хозяйства, информационных технологий (в том числе посредством закрепления на законодательном уровне такого режима, как единый налог на вмененный доход (ЕНВД), при этом для плательщиков единого налога на вмененный доход необходимо существенно упростить порядок ведения бухгалтерского учета);

4) устранить административные и организационные барьеры в сфере земель-

ных правоотношений (в том числе в части формирования земельного участка), в области строительства (в том числе при подключении к инженерно-техническим коммуникациям);

5) инициировать мероприятия, направленные на защиту предпринимателей от неправомерных действий налоговых органов в ходе осуществления контроля, в том числе посредством разработки системы мер юридической ответственности, применяемых к должностным лицам налоговых органов, злоупотребляющим своими правами;

6) исключить дублирование полномочий и функций органов государственной власти, сократить количество требуемых согласований и упростить процедуру получения согласований путем введения режима «одного окна».

2. В части разработки новых механизмов поддержки малого предпринимательства:

1) способствовать созданию потребительских кооперативов сельских хозяйств, кредитных кооперативов, для чего необходимо принять закон о кредитной кооперации;

2) содействовать учреждению центра кластерного развития для субъектов малого предпринимательства с целью создания условий для эффективного взаимодействия субъектов малого бизнеса с учреждениями образования и науки, некоммерческими и общественными организациями, органами государственной власти и местного самоуправления, инвесторами для реализации совместных кластерных проектов и активизации кластерных инициатив;

3) содействовать интеграции потребительских коопераций как объединений отдельных хозяйствующих субъектов и функций системы потребительской кооперации в целостный организм с новым качеством управления и более высокой эффективностью;

4) способствовать созданию и развитию микрофинансовых организаций посредством принятия закона о микрофинансовой деятельности и микрофинансовых организациях;

5) привлекать субъекты малого бизнеса к деятельности по долгосрочному развитию муниципальных образований посредством разработки четкой стратегии развития первых, в том числе:

а) улучшения инфраструктуры поддержки малого предпринимательства на муниципальном уровне, которая должна включать структурные подразделения по поддержке и развитию малого бизнеса внутри органов местного самоуправления, а также аналогичные общественные структуры, независимые от органов местного самоуправления;

б) разработки программ поддержки малого предпринимательства в муниципальном образовании с учетом инвестиционных и бизнес-паспортов муниципального образования, направленных на использование конкретных возможностей развития малого бизнеса и преимуществ данной территории. Программы должны предусматривать создание материально-технической базы для малого предпринимательства (бизнес-инкубаторы, свободные площади под аренду и т. п.);

б) способствовать внедрению различных форм и механизмов взаимодействия государства и частного сектора в лице малого предпринимательства, в том числе посредством реализации процедуры государственно-частного партнерства (для чего необходимо принять закон о государственно-частном партнерстве);

7) активизировать деятельность созданных координационных или совещательных органов при исполнительных органах государственной власти по разработке совместных мероприятий (консультационного, информационного, организационного характера и пр.) по поддержке малого

предпринимательства, в том числе в части оценки эффективности государственной поддержки малого предпринимательства. Такая оценка должна носить комплексный и систематический характер и включать:

а) выявление тенденций в динамике показателей, характеризующих развитие малого предпринимательства и эффективность его деятельности;

б) оценку вклада (доли) государственной поддержки в получение социально-экономического эффекта на всех уровнях (ВВП, занятость, налоговые доходы бюджетной системы, доходы малых предприятий и др.);

в) оценку социальных эффектов от поддержки малого бизнеса.

3. Для улучшения доступа субъектов малого предпринимательства к финансовым и имущественным ресурсам:

1) способствовать развитию сектора микрофинансирования малого бизнеса посредством принятия закона о венчурном инвестировании, в котором выделить аспект микрокредитования субъектов малого предпринимательства, а также внести соответствующие изменения в Закон ПМР «Об инвестиционной деятельности», предусматривающие создание благоприятных условий для субъектов малого предпринимательства;

2) в отношении субъектов малого предпринимательства, осуществляющих предпринимательскую деятельность по приоритетным направлениям, а также реализующим инвестиционные и инновационные проекты:

а) ввести субсидирование ставки по кредитам в банках Приднестровья;

б) выделять на конкурсной основе под конкретные проекты целевые кредиты;

в) предоставлять в аренду помещения для целей производства по льготной ставке арендной платы;

3) способствовать созданию и развитию небанковских депозитно-кредитных организаций (НДКО), в том числе посредством:

а) предоставления им права осуществлять деятельность с наличными денежными средствами;

б) снижения объема обязательной отчетности пропорционально фактически осуществляемым НДС операциям по сравнению с банковскими операциями;

4) провести мониторинг эффективности исполнения законодательства Приднестровской Молдавской Республики о разгосударствлении и приватизации, в том числе в части реализации преимущественного права на выкуп арендатором ранее арендованного государственного или муниципального имущества, с целью активизации процедуры отчуждения субъектам малого предпринимательства неиспользуемого государственного или муниципального имущества в виде малых объектов приватизации.

4. Для защиты и развития конкурентоспособности субъектов малого предпринимательства:

1) усовершенствовать механизм правовой защиты и правового обеспечения деятельности субъектов малого предпринимательства посредством принятия закона о защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора);

2) улучшить действующее законодательство в области государственного контроля (надзора) с учетом необходимости усиления правовой защищенности малого бизнеса при проведении государственного контроля (надзора), в том числе в части расширения сферы правового регулирования указанного закона;

3) способствовать обеспечению добросовестной конкуренции в сфере осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд посредством принятия соответствующего закона, регулирующего правоотношения при размещении государственного и муниципального заказов и предусматривающего:

а) упрощение доступа малого бизнеса к государственному и муниципальному заказам;

б) приоритетность субъектов малого предпринимательства на получение определенных видов государственного и муниципального заказов (например, в сфере информационных технологий);

в) размещение государственного и муниципального заказов через открытые аукционы в электронной форме;

4) совершенствовать государственную тарифную политику на услуги в сфере естественных монополий в части обеспечения прозрачности и экономической обоснованности формирования устанавливаемых государством цен (тарифов), а также в части прогнозирования социально-экономических и иных последствий после принятия соответствующего решения об изменении регулируемых цен (тарифов);

5) предусмотреть на государственном уровне для определенных субъектов малого предпринимательства компенсационные меры в случае значительного увеличения тарифов на энергоносители, не позволяющего данным организациям осуществлять рентабельную предпринимательскую деятельность (например, в виде прямого субсидирования затрат на энергоносители для предприятий агропромышленного комплекса и производственной сферы);

6) провести административную реформу в части существенного сокращения числа государственных и муниципальных унитарных предприятий (за исключением действующих в стратегически важных отраслях народного хозяйства) с сохранением за ними необходимости осуществления исключительно публичных функций;

7) обеспечить создание равных конкурентных условий для государственных (муниципальных) организаций и частных предприятий, прежде всего на рынке социальных услуг и в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

5. Для развития малых инновационных предприятий:

1) создать благоприятные условия, в том числе налоговые, для обеспечения и финансирования инновационной деятельности с учетом интересов и финансовых возможностей субъектов малого предпринимательства посредством внесения соответствующих изменений в Закон ПМР «О государственной поддержке инновационных видов деятельности»;

2) инициировать реформирование системы профессионального обучения и повышения квалификации для работников и предпринимателей с акцентом на изучение наиболее современных достижений научно-технического прогресса;

3) оказывать содействие (финансовую поддержку) субъектам малого предпринимательства, организующим обучение и стажировку своих работников, в том числе за рубежом, в сфере инновационного бизнеса;

4) разработать сбалансированную государственную инновационную политику, включающую три взаимосвязанных элемента – генерирование инноваций, их распространение и формирование на них спроса, прежде всего со стороны отечественных промышленных предприятий и бизнес-сектора, а также зарубежных компаний. При этом государственный спрос на инновационную продукцию необходимо формировать по приоритетным направлениям экономики, для чего потребуются:

а) создать систему частичного государственного субсидирования научных исследований, заказываемых бизнес-сектором у малых компаний, научно-технических организаций, университета и пр.;

б) разработать механизмы заключения и развития государственно-частного партнерства в инновационной сфере с конечным ориентиром на коммерциализацию проекта (в том числе посредством софинансирования научных исследований);

в) создать систему информирования бизнеса о создаваемых инновационных продуктах.

6. Для развития механизмов кооперации малого предпринимательства с крупными предприятиями:

1) стимулировать крупные промышленные организации работать с субъектами малого предпринимательства (правило «второй руки» при размещении государственного или муниципального заказа на крупных предприятиях). При этом государственный (муниципальный) контракт должен быть обременен обязательным процентом работ (услуг, поставки комплектующих и пр.), выполненных малыми предприятиями на основе субконтрактации;

2) инициировать подготовку комплексных изменений в законодательстве Приднестровской Молдавской Республики с целью стимулирования перехода крупных промышленных предприятий к моделям производства на основе аутсорсинга;

3) оказывать содействие в развитии программ подготовки кадров производственных специальностей, включая подготовку и переподготовку на базе крупных предприятий кадров для малого бизнеса, образующих с данным крупным предприятием кластерную цепочку.

7. Для развития молодежного предпринимательства:

1) инициировать популяризацию идеи предпринимательства среди молодежи посредством формирования привлекательных образов, моделей поведения и жизненных стратегий в области предпринимательства;

2) способствовать созданию инфраструктуры поддержки начинающих предпринимателей (от учреждения бизнес-школ до принятия программ субсидирования реализации молодежных предпринимательских проектов).

Таковы основные возможные направления развития экономики и обеспечения экономической безопасности республики.

УДК 330/34 (478)

ФАКТОРЫ И УРОВЕНЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И СТРУКТУРА ЭКОНОМИКИ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В.И. Глебов, Н.Н. Смоленский

Анализируется структура экономики Приднестровской Молдавской Республики, уровень и факторы экономического развития, включая такие, как природно-ресурсный потенциал и экологический фактор, демоэтнические факторы, пространственные факторы, правовые и иные факторы.

Ключевые слова: факторы экономического развития, уровни экономического развития, структура экономики.

THE FACTORS AND LEVEL OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND ECONOMIC STRUCTURE OF THE PRIDNESTROVIAN MOLDAVIAN REPUBLIC

V.I. Glebov, N.N. Smolenskii

The article is devoted to the analysis of economic structure of the Pridnestrovian Moldavian Republic, the factors and levels of economic development including natural and resource potential, ecological factor, demoethnic, spatial, legal and other factors.

Keywords: factors of economic development, levels of economic development, structure of economy.

1. Факторы экономического развития

Современный уровень развития, структура и специализация экономики Приднестровья, ее место в территориальном разделении труда, динамика основных макроэкономических показателей, возможное направление реформирования хозяйства определяются воздействием значительного количества факторов. Среди них выделяются природные и экологические, демографические и миграционные, пространственные и политические, военные и правовые, информационные и управленческие, экономические и технические, исторические и многие другие [1].

Природно-ресурсный потенциал и экологический фактор

Приднестровье характеризуется незначительной величиной суммарного при-

родно-ресурсного потенциала, пригодного для экономической деятельности. Регион не располагает первичными топливными ресурсами, рудными полезными ископаемыми и лесными ресурсами промышленного значения, что обуславливает его абсолютную зависимость от импорта перечисленных материалов.

Республика обладает значительным агроклиматическим и почвенным потенциалом, позволяющим вести высокопродуктивное сельское хозяйство. Регион характеризуется умеренно-континентальным климатом, короткой малоснежной и теплой зимой, продолжительным жарким летом и сравнительно небольшим количеством атмосферных осадков. Рельеф преимущественно равнинный (Приднестровская трассовая равнина), что создает достаточно благоприятные условия для эффективной экономической деятельности.

Сложившаяся экологическая ситуация становится важнейшим фактором современного и перспективного развития Приднестровской Молдавской Республики.

Демоэтнические факторы

В теории и практике управления человеческий потенциал рассматривается в качестве основного условия поступательного и эффективного развития экономических систем всех иерархических уровней.

Современная демоэтническая ситуация в Приднестровской Молдавской Республике существенно отличается от десятилетия 80-х годов и обусловлена социально-экономическим и военно-политическим развитием региона в 90-е годы.

Динамика численности населения республики и отдельных административно-территориальных единиц обусловлена естественным и миграционным движением, а также территориальными изменениями, связанными с уточнением юрисдикции отдельных населенных пунктов.

Значительное влияние на социально-экономическое и политическое развитие государства оказывает этнический фактор. Этнический состав населения сформировался в результате взаимодействия этносов преимущественно индоевропейской семьи.

Интеллектуальный потенциал

Для системы образования Приднестровской Молдавской Республики характерны следующие особенности:

– с переходом к рыночным отношениям нарушились традиционные взаимосвязи между профессиональными учебными заведениями и работодателями;

– содержание образования специалистов, призванных осуществлять непосредственно реформирование хозяйства, не всегда соответствует требованиям переходной экономики;

– выпускники школ республики, обучающиеся в зарубежных странах, прояв-

ляют устойчивую эмиграционную склонность;

– часть лиц, получающих высшую квалификацию в регионе, эмигрируют непосредственно после окончания учебного заведения, поскольку Приднестровье для них является непривлекательным;

– отсутствуют существенные стимулы для привлечения высококвалифицированных специалистов из других стран;

– эмиграционные тенденции наблюдаются и среди специалистов, отработавших значительный период времени в ПМР;

– высококвалифицированный персонал сокращается в результате естественной убыли и достижения пенсионного возраста;

– в Приднестровье не сложилась эффективная система повышения квалификации и переподготовки кадров (за исключением педагогических).

Все изложенное свидетельствует о том, что Приднестровская Молдавская Республика значительно уступает ведущим государствам в кадровой конкуренции. Для региона, лишенного иных конкурентных преимуществ (дешевого сырья и топлива, высокоразвитых основных фондов), кадровый потенциал является ведущим фактором эффективной предпринимательской деятельности и повышения конкурентоспособности на внешнем рынке.

Исторические факторы

Крупнейшие предприятия Приднестровья, составляющие основу его экономического потенциала, были созданы в условиях централизованной плановой экономики с ориентацией на общесоюзный рынок и рынок стран – членов Совета экономической взаимопомощи. После распада Союза Советских Социалистических Республик оптимальная деятельность этих предприятий была нарушена усложнением условий экспортно-импортного обмена.

Среди исторических факторов также следует отметить длительный опыт экономического развития в условиях единого народнохозяйственного комплекса СССР, характеризующегося низкой степенью свободы экономических агентов и отсутствием опыта принятия и реализации самостоятельных хозяйственных решений, особенно в области внешнеэкономической деятельности.

К этой группе факторов относятся традиции и навыки населения в осуществлении определенных видов деятельности.

Пространственные факторы

К данной группе факторов относятся размеры и конфигурация территории, географическое положение Приднестровской Молдавской Республики.

Абсолютные размеры площади государства (3,6 тыс. км²) свидетельствуют об отсутствии богатого разнообразия природных условий, о небольшой емкости внутреннего рынка, незначительных совокупных издержках, связанных с обеспечением внутриреспубликанского взаимодействия экономических контрагентов.

Республика расположена на крайнем юго-западе крупной физико-географической страны – Восточно-Европейской (Русской) равнины. Южные широты умеренного пояса предопределили благоприятные природные условия, высокий агроклиматический и биолого-почвенный потенциал, позволяющий вести высокопродуктивное агропромышленное производство.

Транспортно-географическое положение также благоприятствует развитию экономики региона, через территорию которого проходят важные автомобильные, железнодорожные магистрали, линии электропередач и трубопроводы, связывающие Россию и Украину со странами Юго-Восточной Европы.

Политико-географическое и военно-географическое положение Приднестровья характеризуется высокой динамикой и определяется преимущественным воздействием внешних факторов, среди которых выделяются стратегические интересы Российской Федерации (Государственная Дума Федерального Собрания РФ объявила Приднестровскую Молдавскую Республику зоной особых стратегических интересов России).

Политические факторы

Приднестровской Молдавской Республике присущи все атрибуты суверенной государственности: свободно избранный представительный орган (Верховный Совет), исполнительная власть, представленная президентом и правительством, собственная судебная и правоохранительная системы, вооруженные силы, бюджет с независимыми источниками финансирования, государственная символика (флаг, герб, гимн).

Наряду с общегосударственными действуют местные органы власти, состоящие из советов народных депутатов и органов территориального административного самоуправления.

По форме правления Приднестровье – президентская республика.

Особенностью государства является достаточно позднее начало формирования классических политических партий с четкими социально-экономическими программами, способными оказывать существенное влияние на разработку стратегических экономических решений.

Международное политическое положение страны остается достаточно неустойчивым, что объясняется отсутствием соответствующего политико-правового статуса. Такое положение не обеспечивает необходимого уровня правовых гарантий для эффективного участия во внешнеэкономической деятельности.

Военные факторы

Наиболее существенными аспектами влияния военных факторов на социально-экономическое развитие республики являются:

– военный конфликт 1992 года и его последствия (нарушение экономического цикла; потребность в дополнительных инвестициях для восстановления социально-экономических объектов; рост социальных расходов, связанных с обеспечением системы льгот участникам военных событий);

– необходимость создания собственных вооруженных сил для обеспечения внешней безопасности, что привело к росту нагрузки на расходную часть бюджета;

– значительный военный арсенал, признание части которого в качестве собственности республики может существенно облегчить бремя внешнего долга;

– наличие ограниченного контингента российских войск (ОГРВ), оказывающего определенное воздействие на уровень занятости и доходов населения;

– военно-исторические интересы Российской Федерации, система международных договоренностей в рамках Совета Европы, определяющих перспективы и условия присутствия российских войск в Приднестровье.

Правовые факторы

Реальная и всесторонняя оценка параметров, относящихся к правовым факторам, осложняется конфиденциальным характером существенной части информации. Имеющаяся же информация позволяет выделить следующие признаки, характерные для правового пространства Приднестровской Молдавской Республики:

– незавершенность процесса создания основополагающих нормативных актов, регулирующих как общегосударственные процессы в целом, так и хозяйственную деятельность в частности;

– низкая степень интеграции в международное правовое пространство, обусловленная отсутствием политико-правового статуса;

– высокая доля предпринимательских сделок на неформальном рынке, о которой можно судить по таким косвенным признакам, как: величина денежной массы, обрабатываемой вне официальных банковских структур, рост продаж товаров длительного пользования и строительство капитальных индивидуальных домов, несопоставимые с динамикой официальной заработной платы.

Информационное обеспечение экономических преобразований

Сложившаяся в ПМР система учета макроэкономических показателей и процессов существенно отличается от принятых в иных странах механизмов учета.

Отсутствие достоверной макроэкономической информации, полученной на основе международных методик, приводит к неадекватной (часто завышенной) оценке современного экономического потенциала республики, переоценке реальных возможностей и недооценке возможных опасностей и угроз.

Адекватная экономическая информация необходима для сокращения совокупных издержек, проведения оптимальной инвестиционной и налоговой политики. Это позволит повысить эффективность приватизации, налогообложения, послужит реальным ориентиром для иностранных инвесторов.

Экономические факторы

Современное экономическое развитие ПМР осуществляется в невероятно жестких условиях дефицита инвестиционных ресурсов. Такая ситуация обусловлена недостаточными размерами внутрифирменных ресурсов, отсутствием доступа к внешним источникам финансирования, необходимостью обслуживания постоянно увеличивающегося внешнего долга, параллельным об-

ращением значительной части финансовых ресурсов на неформальном рынке, утечкой капитала за рубеж. Положение усугубляется отсутствием действенного механизма стимулирования инвестиций в реальный сектор экономики. Все это крайне затрудняет стабилизацию экономической ситуации и переход к инновационному типу развития.

Экономика республики сегодня соответствует параметрам сформулированного в 70-е годы прошлого века постулата «магического четырехугольника»: спад производства, безработица, инфляция, пассивный торговый баланс. В большей степени к хозяйству региона применим термин «стагфляция», который означает инфляционный рост цен, сопровождаемый стагнацией производства и увеличением безработицы.

2. Уровень экономического развития и структура экономики

Анализ внутреннего экономического потенциала, основных макроэкономических пропорций и эффективности национальной экономики основан на использовании значительного количества статистических показателей, среди которых выделяются:

- величина и структура валового внутреннего продукта (ВВП);
- величина валового внутреннего продукта на душу населения;

– общая численность занятых и их распределение по отраслям, сферам, секторам, организационно-правовым формам предпринимательства [2].

Наиболее универсальным показателем оценки внутреннего экономического потенциала, уровня социально-экономического развития и анализа основных хозяйственных параметров является показатель валового внутреннего продукта (табл. 1). Он характеризует не только современный уровень развития экономики, но и особенности ее структуры, эффективность функционирования отдельных отраслей, степень вовлеченности в мировые интеграционные процессы [3–6].

Следует иметь в виду, что реальный ВВП республики значительно выше официального. Это обусловлено как методологическими особенностями системы учета, так и значительными размерами теневого (неформального, неучтенного) оборота, достигающего по некоторым оценкам 50 % общего экономического оборота. Однако абсолютный ВВП не достигает значительных величин и несопоставим с аналогичными показателями крупных и средних по размеру государств.

Определенное представление об уровне экономического и социального развития дает анализ величины валового внутреннего продукта на душу населения (см. табл. 2). По этому показателю Приднестровье значительно уступает европей-

Таблица 1

**Динамика валового внутреннего продукта
в Приднестровской Молдавской Республике, млн руб. ПМР**

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
ВВП в действующих ценах	916,7	4198,6	6789,0	8481,4	8597,4	9388,1	10393,3	11735,5	11691,0

Таблица 2

**Динамика валового внутреннего продукта в расчете на душу населения
в Приднестровской Молдавской Республике, руб. ПМР**

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
ВВП в расчете на душу населения	1397,6	7620,0	12640,6	15986,5	16374,8	18045,2	20154,5	22947,8	23045,8

ским государствам с трансформируемой экономикой, высокоразвитым и новым индустриальным странам.

Экономическая система ПМР включает совокупность демографических (трудовых ресурсов), технических (средств и предметов труда), природных (природных ресурсов и условий) элементов, взаимодействующих в рамках существующего хозяйственного механизма и нормативно-правового пространства, и осуществляет производство, распределение, обмен и потребление материальных благ и услуг.

Для анализа экономической структуры использован ряд стандартных показателей,

позволяющих выявить основные макроэкономические соотношения и обеспечивающих приемлемый уровень межстрановых (межрегиональных) сопоставлений.

Анализ макроструктурных экономических показателей свидетельствует о своеобразных пропорциях, существенно отличающих хозяйственный комплекс Приднестровья от экономических систем других государств (табл. 3).

Под влиянием совокупности разнообразных факторов в Приднестровской Молдавской Республике сложилась многоотраслевая экономика, ведущее место в которой занимают, прежде всего, отрасли

Таблица 3

Удельный вес распределения численности работников списочного состава по отраслям экономики ПМР, %

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Промышленность	28,2	27,3	27,7	27,9	26,5	25,7	24,4	23,7	22,4
Сельское хозяйство	17,4	8,4	6,2	5,2	4,8	5,0	5,3	5,3	5,8
Лесное хозяйство	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Строительство	4,4	3,0	3,4	3,4	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5
Транспорт и связь	4,4	4,9	5,3	5,1	5,2	5,4	5,3	5,3	5,1
Торговля и общественное питание, снабжение и сбыт, заготовки	15,1	14,7	17,3	16,5	16,1	16,4	16,7	18,6	19,5
Информационно-вычислительное обслуживание	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
Операции с недвижимым имуществом	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Общая коммерческая деятельность	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3
Редакции и издательства	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
Жилищно-коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание	4,2	5,1	5,6	5,5	5,8	5,7	5,9	6,1	6,3
Здравоохранение и социальное обеспечение	7,3	8,4	9,1	9,6	10,0	10,2	10,3	10,0	9,9
Образование	12,2	13,2	14,6	15,1	16,1	16,3	16,5	16,0	15,6
Культура и искусство	1,5	1,4	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	2,9	2,9
Наука и научное обслуживание	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Банки, кредитование	0,9	1,4	1,7	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	2,1
Страхование	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Органы управления	2,7	3,5	4,1	4,4	4,6	4,7	4,8	4,4	4,7
Другие отрасли	0,5	7,3	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0

обрабатывающей промышленности: трудоемкое и нематериалоемкое машиностроение, пищевая и легкая промышленность, производство строительных материалов. Исключением являются теплоэнергетика и черная металлургия, для эффективного функционирования которых необходимо импортировать значительные объемы первичных энергоносителей и металлолома.

Республика также выделяется трудоемким сельским хозяйством.

О высокой степени индустриализации государства также свидетельствует значительная численность и высокая доля граждан, занятых в промышленном производстве.

Доля занятых в первичном секторе (сельском хозяйстве, добывающей промышленности, лесном хозяйстве) соответствует значению этого показателя в странах с трансформируемой экономикой. Однако в отличие от большинства из них первичный сектор ПМР формируется почти исключительно за счет граждан, занятых в сельском хозяйстве.

В конце XX – начале XXI века быстрыми темпами в валовом внутреннем продукте и общей численности занятых в экономике увеличивается доля сферы услуг, т. е. третичного (сервисного) сектора экономики. Однако все равно по этим показателям республика уступает постиндустриальным странам и находится на уровне центральноевропейских и восточноевропейских государств.

Составленная трехсекторная макроэкономическая модель хозяйства Приднестровья отражает ведущую роль промышленности в создании валового внутреннего продукта и в некоторых других макроэкономических показателях.

По доле промышленности в ВВП (в последние годы этот показатель составляет около 50 %) республика занимает одно из первых мест в мире, что свидетельствует о высокой степени индустриализации.

Это значит, что с формальной точки зрения ПМР приближается к рубежу, отделяющему индустриальное общество от постиндустриального. Но в отличие от высокоразвитых и новых индустриальных стран, где изменения межсекторных пропорций и рост доли сервисного сектора происходили на фоне улучшения макроэкономических показателей первичного и вторичного секторов (рост производительности труда и объема производства), в Приднестровской Молдавской Республике эти тенденции прослеживаются в условиях деградации (существенного спада объемов производства) и снижения эффективности хозяйственной деятельности.

Так как промышленность занимает доминирующее положение в структуре валового внутреннего продукта, динамика промышленного производства существенно влияет на все макроэкономические показатели.

Однако для промышленности республики сохраняется тенденция к сокращению объемов промышленного производства и глубоким структурным изменениям. В связи с этим отрицательным фактором является то, что наиболее противоречивые результаты дает анализ роли сельского хозяйства в макроэкономических показателях. С одной стороны, гипертрофирована его доля в общей численности занятых, в потреблении кредитных ресурсов и дотаций. С другой стороны, аграрный сектор имеет отрицательную долю в валовом внутреннем продукте и является источником убытков, которые по абсолютным размерам перекрывают всю народнохозяйственную прибыль. Все это свидетельствует о весьма низкой эффективности сельскохозяйственной отрасли.

Разгосударствление и приватизация обусловили создание значительного количества новых организационно-правовых форм предпринимательства (частные, арендные и народные предприятия, акци-

онерные общества открытого и закрытого типа, унитарные предприятия, муниципальные предприятия, предпринимательские структуры с иностранным участием и иные).

Количественный анализ роли новых форм предпринимательства значительно затруднен как отсутствием соответствующей статистической базы, так и противоречивостью действующих нормативно-правовых актов, не позволяющих провести четкую границу между отдельными формами предпринимательства.

Определенное представление об укладах экономической жизни можно получить на основе анализа распределения основных фондов, численности занятых и валового производства по предприятиям и организациям различных форм бизнеса (табл. 4).

Роль предприятий малого бизнеса постоянно возрастает, о чем свидетельствует рост их абсолютного количества, а также численности занятых в этой сфере предпринимательства. Наибольшее распространение предприятия малого бизне-

Таблица 4

Распределение численности работников, занятых в негосударственном секторе, по отраслям экономики в ПМР, тыс. чел.

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Всего	37,2	80,4	87,6	82,4	76,0	74,6	73,6	77,2	76,6
В том числе:									
Промышленность	7,3	34,0	37,5	36,7	32,7	31,3	29,4	28,6	26,5
Сельское хозяйство	0,6	10,3	7,1	5,7	4,9	5,3	5,7	6,0	6,7
Лесное хозяйство	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Строительство	4,5	3,9	4,4	4,3	4,1	3,8	3,5	3,2	3,1
Транспорт и связь	0,7	2,7	4,4	3,6	3,8	3,8	3,6	3,8	3,5
Торговля и общественное питание, снабжение и сбыт, заготовки	18,9	19,6	25,5	23,5	21,8	22,0	22,2	25,3	26,8
Информационно-вычислительное обслуживание	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Операции с недвижимым имуществом	0,1	0,6	0,8	0,6	0,9	0,8	1,0	1,3	1,3
Общая коммерческая деятельность	1,2	0,9	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
Редакции и издательства	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Жилищно-коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание	0,5	2,1	2,3	2,0	2,1	1,9	2,2	2,8	3,0
Здравоохранение и социальное обеспечение	0,6	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
Образование	0,6	0,6	1,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Культура и искусство	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Наука и научное обслуживание	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Банки, кредитование	0,7	1,9	1,8	1,9	1,9	1,7	1,8	1,9	1,5
Страхование	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Органы управления	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Другие отрасли	0,7	2,0	0,3	1,4	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3

са получили в таких видах деятельности, как торговля, общественное питание, промышленность и строительство.

Малый бизнес способствует росту уровня занятости населения и оказывает значительное влияние на удовлетворение спроса на товары и услуги.

Следствием сложившейся экономической ситуации, а также деформированного механизма распределения доходов является снижение уровня жизни существенной

части населения, образование маргинального социального слоя, увеличение разницы в уровнях потребления между двумя крайними группами.

Несмотря на рост абсолютных показателей доходов и расходов населения (табл. 5), очевидно, что они являются очень незначительными и уступают аналогичным показателям многих стран СНГ.

Схожая ситуация и с состоянием потребительского рынка (табл. 6).

Таблица 5

Доходы и расходы населения в Приднестровской Молдавской Республике

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Денежные доходы населения, млн руб. ПМР	751,8	4829,0	8158,6	8094,8	7848,9	9375,5	10996,8	13225,8	15030,0
Денежные расходы и сбережения населения, млн руб. ПМР	754,5	4826,5	8159,4	8097,0	7848,0	9383,8	10 986,6	13 236,9	15 025,8
Среднемесячная начисленная номинальная заработная плата работающих в экономике, руб. ПМР /долл. США	147,0/ 32,0	1013,0/ 125,0	1625,0/ 193,0	2068,0/ 244,0	2093,0/ 234,0	2580,0/ 273,0	2911,0/ 282,0	3336,0/ 300,0	3715,0/ 335,0
Средний уровень назначенной месячной пенсии, руб. ПМР	61,0	359,0	504,0	570,0	687,0	861,0	1064,0	1221,0	1331,0
Сумма вкладов населения в банках, млн руб. ПМР	26,4	250,0	591,6	693,7	877,5	1244,7	1315,5	1643,9	1802,8

Таблица 6

Показатели потребительского рынка в Приднестровской Молдавской Республике

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Розничный товарооборот, млн руб. ПМР	430,0	3073,3	4929,0	6284,8	4073,3	4787,8	6056,3	7230,6	7925,3
Индекс розничного товарооборота, в % к предыдущему году	111,9	121,3	137,0	95,7	90,2	106,2	108,4	119,4	109,6
Платные услуги населению, млн руб. ПМР	131,4	551,1	918,1	1314,1	1314,2	1598,6	1758,6	1928,6	2107,9
Индексы платных услуг населению, в % к предыдущему году	88,1	99,6	103,7	116,9	98,0	103,6	99,6	101,8	102,6

Резюмируя вышеизложенное, необходимо отметить, что макроэкономические абсолютные и структурные параметры подвержены значительному влиянию конъюнктурных факторов, что обуславливает стихийную динамику системных параметров. В большой степени сложившаяся макроэкономическая ситуация является следствием стратегической модели экономического развития и недостаточно эффективного (часто неадекватного) воздействия институциональных структур на предпринимательскую деятельность [2].

Цитированная литература

1. Смоленский Н.Н. Регулирование рынка труда в Приднестровской Молдавской Республике в условиях трансформации экономики. – Тирасполь: Литера, 2009. – 176 с.
2. Бурла М.П., Гушан В.А., Казмалы Н.М. Экономика Приднестровья на переходном этапе. – Тирасполь: Шериф, 2000. – 368 с.
3. Статистический ежегодник Приднестровской Молдавской Республики – 2002: Статистический сборник / Государственная служба статистики Министерства экономики Приднестровской Молдавской Республики. – Тирасполь, 2002. – 190 с.
4. Статистический ежегодник Приднестровской Молдавской Республики – 2007: Статистический сборник / Государственная служба статистики Министерства экономики Приднестровской Молдавской Республики. – Тирасполь, 2007. – 186 с.
5. Статистический ежегодник Приднестровской Молдавской Республики – 2012: Статистический сборник / Государственная служба статистики Министерства экономики Приднестровской Молдавской Республики. – Тирасполь, 2012. – 188 с.
6. Статистический ежегодник Приднестровской Молдавской Республики – 2014: Статистический сборник / Государственная служба статистики Министерства экономики Приднестровской Молдавской Республики. – Тирасполь, 2014. – 200 с.

УДК 336.77:336.71:643

ИПОТЕЧНЫЙ КРЕДИТ И ЕГО РОЛЬ В РЕШЕНИИ ЖИЛИЩНОЙ ПРОБЛЕМЫ

Л.Г. Сенокосова, К.И. Генцера

Исследуется важнейшая нерешенная проблема – жилищная. Анализируется жилищный фонд ПМР. Рассматривается ипотечное кредитование коммерческими банками республики. Отмечаются достоинства и недостатки ипотечного корпоративного кредитования и предлагаются пути его совершенствования и внедрения в Приднестровье.

Ключевые слова: *жилищный фонд, абсолютный, структурный дефицит, государственный стандарт жилищной обеспеченности, жилищная проблема, ипотека, ипотечное кредитование, бюджетные кредиты, первичное и вторичное жилье, корпоративные клиенты, андеррайтинг, ипотечный корпоративный кредит.*

MORTGAGE LOAN AND ITS ROLE IN SOLVING THE HOUSING PROBLEM

L.G. Senokosova, K.I. Gencerova

The article is devoted to the most important, unresolved problem – housing. The housing of PMR is analysed. The authors analyze the mortgage lending of the commercial banks of PMR and make specific suggestions for its improvement.

The authors reveal advantages and disadvantages of mortgage corporate lending in the article, also suggest the ways of improvement and implementation in Pridnestrovye.

Keywords: *housing, absolute structural deficit, state standard of housing provision, housing problem, mortgage, mortgage lending, public budget loans, primary and secondary housing, corporate clients, underwriting, mortgage corporate loan.*

Жилищный вопрос является традиционно одной из важнейших проблем. Следует отметить, что в разные исторические периоды совершались попытки как-то разрешить эту проблему: устройство коммуналок в «буржуйских» домах, строительство панельных пятиэтажек во времена Хрущева, массовое панельное строительство эпохи «застоя». И в наши дни принимаются соответствующие меры, однако они малоэффективны, а решать проблему надо немедленно. Ее актуальность бесспорна для ПМР, особенно если учесть, что во все времена потребность человека в жилье являлась наиболее важной по сравнению с потребностями в любом другом имуществе длительного пользования. К сожалению, в связи с низкой покупательной способностью большая часть населения Приднестровья не может позволить себе строительство жилья, покупку индивидуального дома или квартиры.

Рассматривая жилищную проблему, необходимо дать понятие жилищного фон-

да. Жилищный фонд – совокупность всех жилищных единиц: жилых домов, жилых помещений независимо от форм собственности. В жилищный фонд не входят места общего пользования, лестничные клетки, чердаки, подвалы, холлы.

Характеристика жилищного фонда республики последних лет отражена в табл. 1.

Как видно, в среднем общая площадь на одного жителя, в том числе городской и сельской местности, пусть медленно, но растет. Жилищный фонд всего, в том числе городской и сельский, уменьшается. Это связано с тем, что жилищный фонд распределен крайне несправедливо: у одних есть возможность жить в шикарных апартаментах, а другим приходится ютиться в маленькой съемной квартире или делить квадратные метры с родственниками.

Сегодня жилищная проблема стоит перед 70 % приднестровских семей. При этом каждая четвертая семья имеет жилье, находящееся в плохом или очень плохом состоянии, поскольку физический износ

Таблица 1

Данные жилищного фонда ПМР (на конец года)

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Жилищный фонд – всего, тыс. кв. м	12 903	12 892	12 887	12 759	12 676
В среднем на одного жителя, кв. м	24,8	25,0	25,2	25,2	25,3
Городской жилищный фонд, тыс. кв. м	8463	8505	8532	8409	8334
В среднем на одного жителя, кв. м	23,6	23,9	24,2	24,0	24,1
Сельский жилищный фонд, тыс. кв. м	4440	4387	4355	4350	4342
В среднем на одного жителя, кв. м	27,5	27,5	27,5	27,8	27,8

жилищного фонда ПМР достиг кризисного значения. Существенная доля жилых домов эксплуатируется свыше 30 лет.

На основании проекта закона ПМР «Об утверждении Республиканской целевой программы “Обеспечение социальным жильем граждан ПМР, нуждающихся в улучшении жилищных условий”», вступившего в силу 15 мая 2012 года, в очереди на улучшение жилищных условий состоит свыше 3 тысяч семей. Согласно данным около 12 % из них проживают в общежитиях или служебных квартирах. Еще 6 % населения проживают в коммунальных квартирах, не имеющих никаких удобств, 18 % – живут в жилищах малоприспособленных для жизни. Кроме того, 45 % граждан желают улучшить свое жилье, но их семейного бюджета хватает только на текущие расходы. Лишь 5–6 % населения могут улучшить свои жилищные условия за счет собственных средств.

К сожалению, указанный закон был отозван 15 января 2014 года распоряжением Председателя Правительства ПМР Татьяной Туранской, хотя важность жилищной проблемы бесспорна. Существуют разные точки зрения на эту проблему: «решение проблемы жилья – это обязанность государства» [1]; «люди должны сами обустроить свою жизнь» [2].

Скорее всего правды нет ни в том, ни в ином варианте; она где-то посередине.

Потребность человека в жилье в принципе безгранична. Суть жилищной

проблемы заключается в дефиците жилья, рассчитанном согласно определенным нормативам и стандартам жилищной обеспеченности. В экономической литературе выделяют четыре степени дефицита жилья (табл. 2).

С переходом к рыночным отношениям основная часть государственного жилья в Приднестровской Молдавской Республике была передана в муниципальную собственность, включая ведомственную жилищную фонд, передававшийся в процессе приватизации государственных предприятий. При этом приватизация проводилась бесплатно. В последнее время общий объем жилищного строительства в республике снизился, строительство государственного и муниципального жилья прекратилось, очередь на получение бюджетного жилья продвигается крайне медленно. В связи с этим требуется переход к новой жилищной политике.

Сегодня в Приднестровье бесплатное жилье в порядке очереди предоставляется только нуждающимся в нем малоимущим и некоторым другим категориям граждан на условиях социального найма. Оно находится преимущественно в муниципальной (в отдельных случаях государственной) собственности и не подлежит приватизации.

Остальные граждане, проживающие в неприватизированных жилых помещениях (кроме специализированного жилищного фонда), могут приватизировать их бес-

Таблица 2

Степени дефицита жилья

Степень	Вид дефицита жилья
I	Абсолютный дефицит, когда количество жилых ячеек меньше числа домохозяйств
II	Структурный дефицит, означающий несоответствие структуры жилищного фонда структуре семей (например, недостаток одно- и многокомнатных квартир при избытке двухкомнатных)
III	Неудовлетворенность качественными характеристиками жилья (малая площадь кухни и коридора, отсутствие центрального отопления, горячего водоснабжения, совмещенный санузел, отсутствие балкона и т. д.)
IV	Потребность в престижном жилье повышенного качества

платно или заключить договор коммерческого найма с собственником жилого помещения. Малоимущие граждане, ранее приватизировавшие свои жилые помещения, имеют право передать их в муниципальную (в отдельных случаях в государственную) собственность и заключить на них договор социального найма при условии, что это жилье является для них единственным местом постоянного проживания [3].

Граждане, желающие улучшить свои жилищные условия и не являющиеся малоимущими, приобретают жилые и другие помещения на рынке жилья с использованием различных кредитных механизмов.

В связи с тем что далеко не каждый приднестронец способен улучшить свои жилищные условия за счет собственных накоплений или государственного бюджета, наиболее оптимальным способом решения данного вопроса является ипотечный кредит. Стоит отметить, что в США ежегодно более 90 % жилой недвижимости приобретается путем привлечения ипотечного кредита. Во Франции, Великобритании и Германии эти расходы составляют более 20 % от величины ВВП.

Ипотека – достаточно сложный механизм, эффективно решающий жилищную проблему только в том случае, если при заключении ипотеки сбалансированы интересы всех участников.

В Приднестровье ипотечное кредитование развито очень слабо. Отмечается недостаточное нормативное и законодательное обеспечение данного направления. Кроме того, практически полностью отсутствует государственная поддержка, без которой в наших условиях ипотечное кредитование в принципе не может развиваться. В связи с этим коммерческие банки, желающие заниматься указанным видом банковского бизнеса, вынуждены самостоятельно адаптироваться к рыночной ситуации, исходя из наличия кредитных ресурсов и существующей ставки рефинансирования. Как следствие, высокий банковский процент и маленький срок кредитования представляют собой кабальные условия для приднестровского покупателя.

Сравним систему ипотечного кредитования в Приднестровье (табл. 3) с условиями предоставления кредитов в Восточной Европе (табл. 4).

Таблица 3

Условия предоставления ипотечного кредита банками ПМР

Банк	Срок кредитования	Процентная ставка	Первоначальный взнос	Доля кредита в стоимости жилья
ЗАО «Приднестровский Сбербанк»	до 10 лет	12 % (руб. ПМР)	20 %	80 %
ЗАО «АКБ “Ипотечный”»				
– первичный рынок жилья	до 10 лет	7 % (руб. ПМР)	35 %	65 %
– вторичный рынок жилья	до 10 лет	18 % (руб. ПМР)	35 %	65 %
ЗАО «Тираспромстройбанк»	до 10 лет	17,5–17,0 % (руб. ПМР)	30 %	50 %

Таблица 4

Условия предоставления ипотечного кредита банками Восточной Европы

Страна	Срок кредитования	Процентная ставка	Доля кредита в стоимости жилья
Болгария	до 30 лет	1–2 %	70 %
Польша	30–60 лет	2–10 %	70–84 %
Венгрия	до 35 лет	2–6 %	88 %

В ПМР предоставлением ипотечных жилищных кредитов занимаются три банка: ЗАО «Приднестровский Сбербанк», ЗАО «АКБ “Ипотечный”», ЗАО «Тираспромстройбанк», каждый из которых разработал свою программу развития ипотеки и реализует ее в силу спроса и предложения. И как показывает анализ, ипотечный кредит могут получить заемщики, доходы которых в месяц выше среднего уровня, т. е. больше 3400 руб. ПМР.

Как выяснилось, банковская система Приднестровья не располагает необходимыми ресурсами для предоставления долгосрочных и недорогих кредитов, а население – высокими доходами для их получения. Банки не в состоянии самостоятельно привлечь ресурсы для ипотеки. Сегодня кредитование осуществляется в основном за счет собственных ресурсов банка. Поэтому без участия государственной поддержки объем предложения по ипотечному кредитованию еще долго не сможет приблизиться к объему спроса.

В настоящее время действуют разные ипотечные программы для приобретения жилья.

Одним из видов ипотечного кредитования молодых семей является выдача бюджетных кредитов на приобретение жилья и(или) строительных материалов, произведенных на территории ПМР, для строительства новых или реконструкции существующих домовладений. Данные кредиты предоставляются на срок до пяти лет под 1 % годовых. На получение бюджетного кредита могут претендовать супруги, состоящие в браке не более пяти лет, при условии, что брачные отношения заключены супругами впервые и хотя бы один из них не достиг 30-летнего возраста.

Действует программа ипотечного кредитования физических лиц от ЗАО «АКБ “Ипотечный”» для приобретения квартир в строящемся доме ЗАО «Текстиль-групп».

Кредит выдается сроком до семи лет и под 7 % годовых, при этом возможно его досрочное погашение. Сумма первого взноса составляет не менее 30 % стоимости квартиры. Обеспечением кредита в период завершения строительства является залог имущественных прав, после сдачи дома в эксплуатацию и получения свидетельства о праве собственности на квартиру – залог квартиры.

Заемщиками по кредиту могут быть только лица, постоянно проживающие в ПМР. Погашение кредита производится равными долями в течение срока кредитования. Возможно досрочное погашение кредита без уплаты комиссий и штрафов.

ОАО «Приднестровский сберегательный банк» предоставляет ипотечный кредит «Свой дом». Кредит на приобретение жилья могут получить лица в возрасте от 25 до 60 лет (мужчины) и до 55 лет (женщины) на момент окончания кредитного договора при наличии трудового стажа на последнем месте работы не менее шести месяцев.

Объекты приобретения: первичное (введение в эксплуатацию жилья) и вторичное жилье. Погашение кредита производится безналичным, наличным способом путем внесения денежных средств через сберегательные кассы банка.

ЗАО «Тираспромстройбанк» выдает кредиты на приобретение недвижимости. Обеспечением кредита служит залог приобретаемой квартиры и поручительство юридического лица (компании-застройщика). Партнерами по кредиту являются ЗАО «СУ-28», ЗАО «Стройтрест». Сумма кредита при этом не может превышать 50 % от суммы стоимости квартиры. Кредит выдается также под залог недвижимости. Срок кредита составляет до трех лет, процентная ставка – 19 % годовых.

Следует также принять во внимание возможность приобретения жилья у застройщика с рассрочкой платежа. Правда,

каждый застройщик предлагает свои условия, но в целом первый взнос составит не менее 30 %, а оставшуюся сумму можно выплачивать по согласованному сторонами графику до сдачи дома в эксплуатацию.

Вот такие программы ипотечного кредитования действуют в Приднестровье. Анализируя эти предложения, можно сделать вывод, что, во-первых, программы, предлагаемые банками, не слишком популярны из-за высоких процентных ставок, во-вторых, проект выдачи бюджетных кредитов доступен не всем слоям населения, а только молодым семьям. Таким образом, процент сделок по приобретению жилья в кредит очень низок, но неизменно растет, поскольку процентные ставки корректируются банками в сторону снижения.

Банкам излишняя мягкость при выдаче ипотеки тоже не сулит ничего хорошего. Напомним, смягчение условий ипотечного кредитования в США в 2000-х годах привело к обвалу сначала американского рынка недвижимости, а потом и всей мировой экономики. ПМР это не грозит, так как ипотека пока еще не стала доступной для большинства населения.

Рынок ипотечного капитала делится на первичный и вторичный. Первичный рынок предоставляет ипотечные кредиты юридическим и физическим лицам под залог объектов недвижимости. Вторичный рынок охватывает процесс купли-продажи специальных ценных бумаг, приобретение которых предоставляет право на покупку квартиры.

Ипотечный кредит способствует повышению стабильности и эффективности банковской системы страны, поскольку этот вид кредитной деятельности имеет определенные преимущества как для кредитора, так и для заемщика (табл. 5).

Перспективы развития ипотечного кредитования в Приднестровской Молдавской Республике крайне малы, что обусловлено ухудшающейся экономической ситуацией, недостатком профессионалов для работы в ипотечном бизнесе, наличием у банков повышенных рисков, которые связаны с отсутствием необходимой заработной платы у населения, и высоким банковским процентом (до 22 %). Такое развитие возможно только в результате разработки Приднестровским республи-

Таблица 5

Преимущества ипотечного кредита для его участников

Преимущества для кредитора	Преимущества для заемщика
<ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнительно низкий риск при кредитовании, поскольку ипотечные кредиты обеспечены надежным и ликвидным активом – недвижимостью 2. Долгосрочный характер кредитов, создающий определенные удобства для кредитора с точки зрения процесса финансового планирования 3. Возможность продавать ипотечные кредиты и закладные на вторичном рынке при существовании развитой системы финансирования недвижимости 4. Возможность получения налоговых и иных льгот от государства 5. Привлечение дополнительных финансовых ресурсов путем выпуска ипотечных ценных бумаг 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность приобретения объекта недвижимости, стоимость которого превышает размер собственных средств, в рассрочку, оплачивая долг кредитору из доходов этого же объекта 2. Возможность размещения ограниченных собственных средств в несколько проектов со смешанным финансированием, что позволяет повысить степень диверсификации инвестиционного портфеля 3. Возможность использования эффекта финансового левериджа (рычага) для получения более высокой ставки дохода на собственный капитал 4. Увеличение стоимости собственного капитала на конец инвестиционного периода на величину погашенного долга, реализуемое при перепродаже объекта недвижимости 5. Перспективная ценность инвестиций в недвижимость, обеспечение большей отдачи со временем. Вложение средств в недвижимость выступает способом противостояния инфляции

канским банком специальных программ, призванных минимизировать процентную ставку за пользование ипотечным кредитом на первичном рынке.

Особое место в системе ипотечного кредитования занимает *корпоративное ипотечное кредитование граждан*. Пробразом корпоративной ипотеки можно считать ведомственные жилищно-строительные кооперативы советских времен, когда государство поощряло предприятия, поддерживающие своих работников в решении жилищного вопроса. С приходом рыночной экономики предприятия прекратили строительство ведомственных домов, считая данную программу убыточной. Однако сегодня, как показывает практика, корпоративное ипотечное кредитование имеет свои сильные стороны:

1. Корпоративная ипотека предусматривает решение предприятием жилищных проблем своих работников путем предоставления целевых ипотечных кредитов в совокупности с различными льготами. Основными видами материальной поддержки сотрудников 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;
- продажа жилья работникам с рассрочкой платежа.

Данные виды материальной поддержки подразумевают, что выбранное работником жилье приобретается с вторичного рынка как самим предприятием, так и специальным риэлторским агентством. Платежи и погашение предоставленной рассрочки могут производиться ежемесячно или с любой периодичностью по согласованию с предприятием. Право собственности на жилье к покупателям может

переходить в момент полной (частичной) оплаты квартиры.

2. Заемщику оказывается юридическая помощь в оформлении документов в банке с поручительством за него, после чего сотрудник предприятия покупает жилье по рыночным расценкам и условиям.

3. Банк существенно снижает кредитный риск. В большинстве случаев предприятие не только гарантирует погашение кредита, но и выплачивает банку разницу между рыночной ставкой процента и льготной ставкой, которую платит заемщик.

4. Предприятие, располагающее значительными финансовыми ресурсами, может осуществлять данные меры материальной поддержки своих работников, поскольку оно способно снижать для себя стоимость квадратного метра жилья следующими способами:

- приобретать у застройщиков не отдельные квартиры, а целые дома по более низкой стоимости;
- получать в банке оптовый жилищный кредит с последующей выдачей целевых жилищных кредитов своим работникам по более низкой процентной ставке;
- осуществлять строительство собственного жилья с последующей перепродажей его в кредит своим сотрудникам по цене ниже рыночных.

5. Корпоративные риски здесь минимальны: если заемщик окажется неплатежеспособным, его квартира может быть перепродана другому сотруднику. Риски для заемщика более существенны, поэтому потенциальному заемщику следует очень внимательно ознакомиться с условиями корпоративного предложения и с договором. Например, при действующем кредитном договоре обычно величина процентной ставки остается неизменной, но в случае увольнения работника она может увеличиваться, на

что важно обратить внимание при подписании договора.

Что касается схемы ипотечного корпоративного кредитования, то стоит отметить ее выгодность для участвующих сторон: банк – компания – работник.

6. Предоставляя ипотеку корпоративным клиентам, банк решает свою проблему привлечения долгосрочных источников денежных средств, приобретает клиентов с прозрачным финансовым статусом, значительно увеличивая спрос на данный вид кредитования, снижая свои затраты на андеррайтинг, упрощая процедуру оформления кредита, так как компания-работодатель предоставляет все необходимые сведения о клиенте. Заявка рассматривается в банке в ускоренном темпе, а квартира приобретается в кратчайшие сроки, поскольку сервисные программы для сотрудников корпораций работают, как правило, по принципу одного окна. Часто принятие окончательного решения занимает всего лишь несколько часов.

7. Компания, участвуя в такой схеме кредитования, расширяет социальный пакет своих сотрудников и тем самым снижает текучесть кадров. Таким образом, работодатель дополнительно мотивирует сотрудников посредством получения льготного жилищного займа. Льготная ипотека выдается работникам с определенным трудовым стажем на данном предприятии, а также ценным сотрудникам, в которых организация особо заинтересована, что является дополнительным стимулом для человека ценить свое рабочее место и трудиться с максимальной отдачей. Получая корпоративный ипотечный кредит, заемщик значительно экономит средства, поскольку ему предоставляется не только сниженный первоначальный взнос (порядка 10 % от стоимости жилья), но и сниженные процентные ставки по кредиту. Экономия также происходит бла-

годаря профессиональным консультациям экспертов.

8. Работник имеет возможность получить ипотеку на специальных условиях, не доступных рядовому заемщику. Например, корпоративное кредитование предполагает полное или частичное отсутствие дополнительных страховок (трудоспособности, жизни и т. п.); достаточно наличия только договора страхования жилья как предмета залога. Также возможно уменьшение размера первоначального взноса.

В качестве успешного примера функционирования корпоративной ипотеки можно отметить опыт кредитования ОАО «Российские железные дороги» своих сотрудников. По его социальному заказу ЗАО «Желдорипотека» разрабатывает план жилищного строительства и продажи жилых помещений работникам.

Систему корпоративного ипотечного кредитования на территории Приднестровья необходимо реализовать путем введения субсидированной ставки по ипотечному кредиту, выплата которой может осуществляться за счет следующих источников:

- доходных статей консолидированного бюджета ПМР;
- нераспределенной прибыли предприятия (фонда потребления и накопления);
- снижения величины резервных фондов коммерческих банков на совокупную сумму субсидированной ставки по ипотечному кредиту, выданному заемщику.

Важно отметить, что в нынешних условиях экономических блокад и растущей миграции республике необходимо поддерживать своих граждан, благодаря чему государство обеспечит прекращение оттока рабочего класса и тем самым укрепит собственное положение.

Стоит подчеркнуть тот факт, что именно ипотечное корпоративное креди-

тование за счет предоставления кредита по сниженной процентной ставке способно минимизировать несоразмерность цены банковского ипотечного продукта и платежеспособности населения, что является острой проблемой приднестровских граждан.

Итак, разработка и внедрение корпоративного ипотечного кредитования на территории Приднестровья позволит:

- решить массовую социальную проблему нехватки жилья;
- развить строительный сектор;
- усилить роль государства в сфере недвижимости;
- расширить социальный пакет сотрудников компаний, тем самым минимизировать текучесть кадров;
- сделать доступным ипотечное кредитование за счет сниженной процентной ставки;
- расширить сегмент потребителей ипотеки;
- сформировать портфель банка, увеличив долгосрочные источники поступления ссудных денег и т. п.

Кроме отмеченных достоинств следует указать и проблемы ипотечного кредитования в ПМР:

1. Высокая стоимость жилья является одной из основных причин, сдерживающих рост массового жилищного строительства. Для снижения стоимости строительства жилья необходим переход к современным эффективным и энергосберегающим архитектурно-строительным решениям.

2. Отечественная промышленность стройматериалов не в полной мере удовлетворяет потребности строительного производства. В ПМР отсутствуют предприятия по выпуску стекла, стекловолокон, конструкций из алюминиевых сплавов, композитных и других материалов, заменяющих древесину и металл. Не развито собственное машиностроение,

нет заводов по производству грузоподъемных машин, подъемно-транспортных механизмов, строительных машин и технологического оборудования. Производство теплоизоляционных материалов и изделий из них находится в начальной стадии.

3. Ипотечное кредитование осуществляется еще на недостаточно высоком уровне. Желает лучшего квалификация специалистов, работающих с клиентами. Ипотека – это сравнительно новый для нас и весьма сложный вид кредитования. Специалист, занимающийся ипотекой, должен глубоко знать банковское дело, гражданское и семейное право, нотариальную деятельность, работу регистрирующих органов, страхование и быть опытным психологом.

Кроме того, целесообразно создать агентство по ипотечному жилищному кредитованию. В результате воспользоваться социальной ипотекой смогут малообеспеченные люди, молодые семьи, ветераны боевых действий. Специальные программы по кредитованию социально незащищенных слоев населения должны разрабатываться Приднестровским республиканским банком и поддерживаться государством.

В качестве заключения необходимо сказать, что ипотечное кредитование содержит в себе огромный потенциал экономического развития, а также влияет на повышение стабильности и эффективности функционирования банковской системы государства, что в совокупности определяет социально-экономическую базу модернизации. Сегодня для благополучия и развития Приднестровской Молдавской Республики необходимо создать надежную институциональную основу ипотечного жилищного кредитования в целях сохранения финансовой стабильности и расширения возможности приобретения гражданами жилья

на первичном и вторичном рынках. Достичь этого возможно путем развития современных институтов жилищного кредитования с ориентиром на лучшие отечественные и зарубежные практики ипотечного кредитования. Важно помнить, что Приднестровье нуждается во внедрении новых ипотечных продуктов и услуг, доступных для различных категорий граждан.

Цитированная литература

1. **Калашник И.А.** Зачем людям ипотека // Корреспондент. – 2014. – № 7. – С. 23.
2. **Кумок С.И.** Ипотека в России // Экономикс. – 2015. – С. 24.
3. Жилищный кодекс Приднестровской Молдавской Республики от 19 июля 2002 г. № 162-3-III (редакция на 19 ноября 2014 г., с изменениями и дополнениями).

УДК 657

ЗНАЧИМОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА

Т.П. Стасюк

Обоснована актуальность формирования управленческой отчетности. Приведен перечень рекомендуемых для применения на предприятиях ПМР форм управленческой отчетности, дано их подробное описание, указаны категории пользователей.

Ключевые слова: управленческий учет, управленческая отчетность, управление, сводка, внутренние пользователи.

SIGNIFICANCE AND CONTENT OF MANAGEMENT REPORTING OF ECONOMIC ENTITY

T.P. Stasyuk

The actuality of forming of management reporting is grounded in the article. The author gives the list of forms of management reporting recommended for the enterprises of the Pridnestrovian Moldavian Republic, their detailed description and categories of users.

Keywords: management accounting, management reporting, management, report, internal users.

Современные кризисные и достаточно сложные условия хозяйствования экономических субъектов ПМР диктуют необходимость изыскивать новые источники информации для принятия экономически обоснованных управленческих решений. Одним из ключевых источников информации является управленческая отчетность, формируемая в системе управленческого учета. Практика показывает, что только

качественно новые данные, создаваемые в грамотно организованной системе управленческого учета на предприятиях ПМР, станут наиболее значимым источником информации при анализе, обосновании и принятии на всех уровнях поистине эффективных управленческих решений, предопределяющих успешность развития экономических субъектов и достижения ими поставленных целей [1].

Сегодня на предприятиях, в организациях и фирмах республики внедрение систем управленческого учета находится в зачаточном состоянии и соответственно достаточно слабо используются формы управленческой отчетности для эффективного управления экономическими субъектами. Кроме того, отсутствует единая методологическая база, методические рекомендации по организации и ведению управленческого учета в отдельных отраслях экономики. Не имеет места четко налаженная работа сотрудников различных отделов по обмену информацией. Отсутствуют внутренние локальные нормативные акты, регламентирующие формирование форм управленческой отчетности. Все изложенные аргументы обуславливают актуальность и научную новизну темы исследования.

Цель исследования заключается в аргументации значимости, разработке и описании форм управленческой отчетности, рекомендуемых экономическим субъектам ПМР для практического применения, что позволит продемонстрировать наиболее рациональное движение данных в системе управленческого учета, провести глубокий анализ и экономически обосновать принятые управленческие решения на разных уровнях управления.

Управленческий учет – это информационно-аналитическая система идентификации, измерения, накопления, планирования, прогнозирования, учета, анализа, подготовки, интерпретации и предоставления финансовой информации, используемой специалистами разных уровней (менеджерами, маркетологами, бухгалтерами, экономистами и т. д.) при планировании, оценке и управлении организацией, формировании альтернативных вариантов управленческих решений для обеспечения оптимального использования ресурсов всех видов и полноты их учета [2].

Управленческая отчетность – система детальной и конкретной информации

об имуществе, капитале, обязательствах, доходах и расходах экономического субъекта, хозяйственных процессах и их результатах, о внутренних и внешних факторах, оказавших влияние на достигнутые результаты, которая необходима управленческому персоналу для прогнозирования, планирования, организации, контроля и регулирования деятельности хозяйствующего субъекта [3].

Информация, содержащаяся в управленческой отчетности, является коммерческой тайной и предназначена только для внутренних пользователей экономического субъекта, в частности для менеджеров различных уровней. Содержание форм управленческой отчетности не регулируется законодательными и нормативными актами. Состав и содержание отчетных показателей, форма и сроки их представления устанавливаются предприятием самостоятельно и зависят от направлений деятельности экономического субъекта, отраслевой принадлежности, ассортимента выпускаемой продукции (работ, услуг), наличия внешнеэкономической деятельности, филиалов, представительств и других специфических особенностей каждого хозяйствующего субъекта [4].

Специалисты службы управленческого учета предприятия должны сами решить для себя в соответствии с внутрифирменными стандартами, какие формы управленческой отчетности необходимо составлять. Своевременность и полнота ее представления напрямую влияют на эффективность деятельности экономических субъектов.

Порядок формирования, состав и перечень показателей внутри форм управленческой отчетности должны быть регламентированы внутренним Положением об управленческой отчетности. Так, в зависимости от потребностей экономического субъекта можно разработать трансформируемый комплект форм управленческой отчетности. Далее рассмотрим основные виды отчетов.

Важно отметить, что графа «Количество для продажи» должна содержать сведения в разрезе категорий: общее количество в наличии минус количество некондиционной продукции минус количество устаревшей продукции.

Отчеты о запасах и движении готовой продукции наиболее полезны следующим категориям пользователей:

- заведующим складами: их интересует информация о наличии, местонахождении и движении запасов готовой продукции, так как необходимо регулярно сверять данные фактического наличия с данными бухгалтерии, производственного отдела, отдела продаж;

- менеджерам отдела продаж: требуются данные о наличии продукции на продажу для планирования продаж и подачи заявок на производство;

- высшему руководству: необходимо осуществлять анализ процесса производства и операций по продаже, чтобы принимать грамотные и своевременные управленческие решения для стратегического планирования.

Отчет о запасах материалов и комплектующих. Для принятия управленческих решений важна информация о наличии материалов и потребности в их закупке с целью обеспечения производства необходимыми ресурсами. Отчет о наличии и движении запасов материалов и комплектующих представлен в табл. 4, 5.

Приведенные управленческие отчеты необходимы следующим категориям пользователей:

- заведующим складами: для контроля за наличием и движением товарно-материальных ценностей по видам и направлениям; получения информации о местонахождении товарно-материальных ценностей всех видов; облегчения периодической инвентаризации материалов и сверки данных с данными бухгалтерии;

- менеджерам отдела снабжения: для контроля за текущими потребностями в восполнении запасов материалов и комплектующих до необходимого минимально допустимого уровня;

- высшему руководству: для анализа динамики производства и закупок, их коррекции при необходимости и грамотного планирования.

В свою очередь, отчет о потребностях в материалах предоставляет данные для формирования **отчета о закупках материалов** (см. табл. 6). Как только отчет о запасах материалов показывает достижение минимально допустимого уровня запасов сырья, составляется отчет на закупку сырья соответствующего вида [5].

Минимально допустимый уровень запасов – это уровень, обеспечивающий непрерывный процесс производства (для запасов материалов) и сбыта (для запасов готовой продукции).

Данные отчета о закупках применяются следующими категориями внутренних пользователей экономического субъекта:

- начальником отдела снабжения (маркетинга): для контроля за ходом закупок и принятия оперативных мер в случае возникновения нестандартных ситуаций; для возможности получения в любой момент информации о количестве уже заказанных материалов, дате доставки партии материалов, потребности в денежных средствах на закупки;

- высшим руководством: для анализа процесса производства и закупочной деятельности предприятия и при необходимости внесения изменений; определения приоритетов в закупках; обеспечения среднесрочного и долгосрочного планирования; планирования денежных потоков.

Отчет о закупках является ключевым инструментом для планирования производства.

продаж и их коррекцию; проследить прямую взаимосвязь с бюджетированием; выполнить анализ и аргументировать альтернативные управленческие решения. Более того, представленные формы внутренней отчетности охватывают все уровни управления экономическим субъектом: стратегический, тактический и оперативный.

Цитированная литература

1. Молчанов С.С. Управленческий учет за 14 дней. Экспресс-курс. – СПб.: Питер, 2013. – 480 с.
2. Воронова Е.Ю. Управленческий учет: Учебник для бакалавров. – М.: Юрайт, 2013. – 551 с.
3. Стасюк Т.П. Формирование системы бухгалтерской управленческой отчетности в части

затрат на производство для повышения качества информационного обеспечения менеджмента на предприятиях ПМР // Сб. матер. научн. конф. ППС. – Тирасполь: Ликрис, 2015. – С. 4–14.

4. Стасюк Т.П. Учет затрат на производство в соответствии с концептуальными аспектами СБУ № 2 «Запасы» // Экономика Приднестровья. – 2014. – № 6–7. – С. 33–39.

5. Назарова А.Н. Разработка процесса постановки системы управленческого учета и управленческой отчетности в организации // Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. – № 1. – С. 174–178.

6. Стасюк Т.П. Система управленческого учета как информационная база для принятия управленческих решений // Сб. матер. республиканской научно-практич. конф. «Управление и маркетинг: перспективы развития в условиях экономики Приднестровья». – Тирасполь: Ликрис, 2013. – С. 125–135.

УДК 330.101.541

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПРИ ФИКСИРОВАННОМ ВАЛЮТНОМ КУРСЕ В ОТКРЫТОЙ ЭКОНОМИКЕ

В.В. Лабунский

Рассматриваются проблемы формирования валютной политики, валютного курса и их взаимосвязь с платежным балансом страны. Анализируются вопросы стабильного функционирования внутреннего рынка государства в условиях открытой экономики.

Ключевые слова: *открытая экономика, валютный курс, финансовые ресурсы, интернационализация экономик.*

THE PROBLEM OF FORMING OF THE INTERNAL AND EXTERNAL ECONOMIC BALANCE IN CASE OF THE FIXED EXCHANGE RATE IN OPEN ECONOMY

V.V. Labunskiy

The problems of forming of the monetary policy, exchanging rate and their interrelation with the balance of payments of the country are considered. The issues of stable functioning of inside market of the state in the conditions of its open economy are analyzed.

Keywords: *open economy, exchanging rate, financial resources, internationalization of economies.*

Экономика Приднестровской Молдавской Республики вовлечена в процессы международного обмена, интернационализации. Она характеризуется высокой степенью открытости и зависимости от внешних факторов.

Сегодня, когда либерализация экономических отношений способствует формированию все более открытых экономических систем, в функционировании которых существенно возрастает роль внешнеэкономических факторов, система макроэкономических взаимосвязей усложняется, а условия внутреннего и внешнего равновесия оказываются неразрывно связанными между собой, что, очевидно, выдвигает на первый план проблему координации внутренней и внешней экономической политики.

В открытой экономике политика формируется подчиняясь целям внутреннего и внешнего равновесия. При этом внутреннее равновесие предполагает:

- полное использование ресурсов страны;
- стабильность уровня внутренних цен [1].

Внешнее равновесие достигается, если баланс текущих операций государства находится в таком положении, когда нет глубокого дефицита, при котором страна в будущем не сможет выплатить долг, и нет значительного избытка, при котором иностранные заемщики не могут погасить свои долги. Необходимо понимать, что деление на внутренние и внешние цели является условным, поскольку, к примеру, занятость в экспортных отраслях сказывается и на внутренней занятости, и на росте экспорта, и на способности выплачивать внешние долги. Экспорт подобно инвестициям повышает совокупный спрос и приводит в действие мультипликатор внешней торговли, посредством которого создается первичная, вторичная, третичная и т. д. занятость. Увеличение же импорта ограничивает действие этого

эффекта вследствие оттока финансовых ресурсов за границу.

Внешняя торговля позволяет повысить способность к сбережениям, благодаря чему через процесс накопления приумножить капитал нации. Действительно, в то время как экспорт увеличивает национальный доход, покупка товаров за границей сокращает затраты на национальное потребление, поскольку сумма расходов на национальное потребление равняется $VНП = \text{личное потребление} + \text{валовые инвестиции} + \text{государственные расходы} + \text{чистый экспорт}$ (разность между экспортом и импортом).

Интернационализация хозяйственной жизни вызвала возникновение взаимозависимости национальных производственных процессов, которая нередко создает сложные проблемы для национальных экономик. Так, экспортная ориентация производства ставит страну в зависимость от изменения мировых цен, колебания мирового спроса, конкуренции на мировом рынке. Особенно опасна такая зависимость для небольших государств с узкой специализацией экономики. Не менее чревата отрицательными последствиями и импортная зависимость. Для страны с низким уровнем экономического развития важное значение имеют вопросы достаточной самообеспеченности основными видами ресурсов и продукции.

В условиях углубления интернационализации экономик стран мира валютная система играет все более важную и самостоятельную роль в мирохозяйственных связях. Кроме того, она оказывает непосредственное влияние на определяющие экономическое положение государства факторы: темпы роста производства, международный обмен, цены, заработную плату, доходы бюджетов разных уровней и т. п.

Международные экономические операции в большинстве случаев связаны с обменом одной национальной валюты на

другую. В ходе осуществления торговых и финансовых операций между странами возникает валютный рынок, на котором в процессе обмена национальных валют устанавливается их курс. Объектами купли-продажи (товарами) на валютном рынке являются иностранные деньги. Их цены, как и цены обычных товаров, измеряются в единицах отечественных денег. Количество последних, уплачиваемое за единицу иностранных денег, называется *обменным курсом*. Обратная ему величина – количество иностранных денег, уплачиваемое за единицу отечественных, называется *девизным курсом*.

Обменный и девизный курсы являются двумя разновидностями валютного курса. Как и все цены, валютный курс устанавливается в результате взаимодействия спроса на иностранные деньги с их предложением. Если закупки (импорт) товаров превышают продажи (экспорт), то на иностранные валюты создается более высокий спрос, чем на национальную валюту. Это приводит к обесцениванию последней, и Центральный банк обязан вмешаться в ситуацию посредством продажи своих резервных валют в обмен на национальную валюту с целью предотвращения резкого колебания курсов (т. е. способствовать установлению внутреннего и внешнего равновесия) и соответственно недопущения ущерба внешней торговле.

Но такое решение способно привести валютный рынок в состояние равновесия только на короткий срок. Если же дефицит по текущему счету платежного баланса страны является долгосрочным, то она вынуждена использовать другой путь – путь девальвации своей национальной валюты по отношению к мировым валютам. Необходимо отметить, что ожидание девальвации национальной валюты давит на национальный валютный рынок с такой силой, что это приводит к переоценке национальной валюты. Кроме того, подобная

ситуация способствует формированию теневого валютного рынка и получению необоснованной спекулятивной прибыли [1].

Колебания валютных курсов оказывают существенное воздействие на изменение физических объемов экспорта и импорта, эволюцию платежных балансов по текущим операциям, объем и направление иностранных инвестиций. В частности, обесценивание национальной валюты предоставляет экспортерам возможность понизить цены на свою продукцию в иностранной валюте и получать при ее обмене на национальном валютном рынке ту же или большую сумму в национальных денежных единицах, что обеспечивает дополнительную конкурентоспособность товаров, улучшает их сбыт и увеличивает экспорт в целом.

Импорт в такой ситуации затрудняется, поскольку для получения той же суммы в иностранной валюте импортеры вынуждены повышать цены. Если обменный курс национальной валюты возрастает (иностранная валюта дешевеет, т. е. приравнивается к меньшему количеству национальной валюты), то цены на импортные товары снижаются, а экспорт дорожает (это ведет к его уменьшению).

Как показали экономические расчеты по 14 ведущим западным странам, изменение валютного курса на 10 % уменьшает или увеличивает объем экспорта для развитых экономик на 7 % и более, для развивающихся – на 3–4 %. Изменение объема импорта при этих же условиях колеблется от 1 до 6 %. Подобные сдвиги в торговле происходят за период не менее двух–трех лет [2]. Кроме того, динамика валютных курсов оказывает значительное влияние на движение предпринимательского капитала и конъюнктуру рынка труда. В частности, повышение курса отечественной валюты увеличивает отток капитала и усиливает стимулы к инвестированию отечественными предпринимателями в экономику дру-

гих стран, что обусловлено меньшими издержками на приобретение иностранных ценных бумаг и факторов производства.

Обменный курс национальной валюты влияет и на конъюнктуру рынка труда. Специфика рынка труда в открытой экономике заключается в том, что при определении реальной заработной платы предприниматели и наемные работники ориентируются на разный уровень цен: первых интересует цена производимой ими продукции, т. е. отечественный уровень цен, а вторых – уровень цен потребительского рынка, который определяется как средневзвешенная величина отечественного и зарубежного уровня цен. Отсюда возникает конфликт интересов производителей и потребителей.

Таким образом, в открытой экономике обменный курс национальной валюты является одним из факторов, определяющих совокупный спрос на блага. Поэтому валютная политика как совокупность экономических, юридических и организационных форм, методов в области валютных отношений, осуществляемых государством, затрагивает все население страны.

Текущая валютная политика подразделяется на дисконтную и девизную. К ней также относится валютное субсидирование и диверсификация валютных резервов. Задачей текущей валютной политики является обеспечение нормального функционирования экономической системы и поддержание равновесия платежного баланса.

Валютная дисконтная политика представляет собой систему экономических и организационных мер по использованию учетной ставки процента для регулирования движения инвестиций, сбалансирования платежных обязательств, ориентированной корректировки валютного курса. Эта политика проявляется в воздействии на состояние денежного спроса, динамику и уровень цен, объем денежной массы и миграцию краткосрочных инвестиций.

Валютная девизная политика – система регулирования валютного курса с помощью покупки и продажи валюты, т. е. посредством валютной интервенции и валютных ограничений. Валютная интервенция – это целевая операция Центрального банка по купле-продаже иностранной валюты для ограничения динамики курса национальной валюты определенными пределами его повышения или понижения. Валютные ограничения представляют собой систему экономических, правовых и организационных мер, регламентирующих операции с национальной и иностранной валютой [3].

В связи с этим открытая экономика требует вмешательства государства при формировании механизма ее осуществления на уровне разумной достаточности. Разумная открытость должна быть построена на принципах эффективности, конкурентоспособности, национальной безопасности с учетом структуры экспорта и движения капитала посредством взвешенной таможенной, валютной, налоговой, кредитной и инвестиционной политики.

Анализ функционирования открытой экономики показывает, что взаимодействие с иностранным сектором усложняет взаимосвязи между основными макроэкономическими переменными и требует учета дополнительных факторов, определяющих конъюнктуру национальной экономики, таких как сальдо платежного баланса, обменный курс и др. Следовательно, целью внешнего равновесия должен быть такой уровень баланса текущих операций, который позволит получить выгоду из международной торговли с наименьшим риском.

Само понятие внешнего равновесия неоднозначно трактуется в современной экономической науке, хотя всегда связывается с определенным состоянием платежного баланса страны, и в частности счета текущих операций. Необходимо отметить, что внешняя торговля оказывает существенное влияние на формирование пла-

тежного баланса, и в особенности на счет текущих операций, так как в его основе лежит расширенный торговый баланс, который отражает соотношение между товарным экспортом и товарным импортом, а также чистые доходы от инвестиции и чистые трансферты. Платежный баланс включает в себя и счет движения капитала, который отражает все международные сделки с активами: доходы от продажи акций, облигаций, недвижимости и других активов иностранцам и расходы, возникшие в результате покупок активов за границей. Продажа иностранных активов увеличивает запасы иностранной валюты, а их покупка уменьшает запасы. Поэтому баланс движения капитала показывает чистые поступления иностранной валюты от всех сделок с активами.

Платежный баланс состоит также из счета официальных резервов, который включает в себя золотовалютные резервы страны. На этом счете отражаются операции по купле-продаже иностранной валюты, золота и других активов, осуществляемые Центральным банком и правительственными органами. Целью таких операций, как правило, является не увеличение прибыли Центрального банка, а урегулирование несбалансированности платежных балансов, поддержка курсов валют и пр. За счет официальных резервов покрывается дефицит или пассивное сальдо по статье счета текущих операций и по счету движения капиталов. При этом в мировой практике общепринятым критерием минимальной достаточности международных резервов является их суммарный объем, равнозначный трехмесячному объему импорта товаров и услуг. В целом макроэкономическое назначение платежного баланса состоит в том, что он отражает сущность международных экономических отношений с зарубежными партнерами и является индикатором для выбора денежно-кредитной, валютной, бюджетно-нало-

говой, внешнеторговой политики государства.

В современных условиях все большее распространение получает широкая трактовка понятия внешнего равновесия, когда в зависимости от конкретных проблем, стоящих перед экономикой, желательным (и в этом смысле равновесным) может быть наличие как дефицита, так и активного сальдо баланса текущих операций. В частности, если приоритетной задачей государственной политики является обеспечение экономического роста, то неизбежным следствием такой политики становится увеличение внутреннего спроса, рост физических объемов импорта в виде инвестиционных поставок и, как правило, ухудшение баланса текущих операций. При этом такой дефицит по счету текущих операций можно рассматривать как внешнее равновесие, поскольку состояние платежного баланса соответствует целям экономического развития. Однако равновесное состояние в данном случае должно предполагать, что уровень дефицита по текущим операциям необходимо поддерживать в определенных пределах, при которых финансирование дефицита будет осуществимым и устойчивым. Иначе наличие хронического дефицита по счету текущих операций может привести к такому накоплению внешнего долга, что его обслуживание превратится в самостоятельную проблему с кумулятивным эффектом.

Аналогично, если у страны значительные размеры внешней задолженности, желательным (и в этом смысле равновесным) становится наличие положительного сальдо по текущим операциям, поскольку это позволяет наращивать валютные резервы и решать проблему внешнего долга. Однако и здесь велика опасность развития негативных процессов, способных подорвать внутреннее равновесие, посредством роста реального валютного курса и ухудшения конкурентных позиций на миро-

вом рынке, утечки капитала, сокращения объема внутренних инвестиций, снижения темпов экономического роста и т. п.

Таким образом, следует различать внешнюю сбалансированность как баланс внешних активов и обязательств страны (как по текущим операциям, так и в рамках всего платежного баланса) и внешнее равновесие как цель государственной макроэкономической политики. Состояние внешнего равновесия теоретически может совпадать с внешней сбалансированностью, но в большинстве случаев предполагает некоторую степень несбалансированности внешних платежей (наличие либо положительного, либо отрицательного сальдо) в зависимости от текущих или долгосрочных потребностей экономического развития страны. При этом значение внешнего экономического равновесия определяется ролью платежного баланса в системе макроэкономических взаимосвязей, обусловленной следующими факторами:

– сальдо счета текущих операций платежного баланса представляет собой разницу между совокупным доходом и совокупными расходами резидентов страны, включая государство. Поэтому состояние счета текущих операций влияет на величину совокупного спроса, что влечет изменения в объемах производства и занятости. При положительном сальдо по счету текущих операций уровень благосостояния государства оказывается меньше, чем это позволяют реальные возможности экономики. Отрицательное сальдо счета текущих операций свидетельствует о том, что совокупные расходы превышают доход, т. е. страна потребляет больше, чем производит. Такое положение возможно, если она живет в долг, но долги придется отдавать, причем с процентами. Поэтому возможность сегодня жить богаче, чем позволяют реальные ресурсы экономики, в будущем обернется потерями благосостояния общества;

– сальдо счета текущих операций показывает разницу между национальными сбережениями и внутренними инвестициями. С этой точки зрения состояние внешнего равновесия некоторые экономисты определяют как чистые потоки международного капитала, соответствующие равновесным уровням национальных сбережений и инвестиций в среднесрочном периоде. Если внутренние инвестиции превышают национальные сбережения, то излишек инвестиций должен финансироваться из-за рубежа за счет притока капитала или предоставления займов. И наоборот, если национальные сбережения превышают внутренние инвестиции, то избыточные сбережения инвестируются за рубежом и используются для кредитования зарубежных партнеров. При этом необходимо подчеркнуть, что в условиях растущей мобильности капиталов зависимость внутренних инвестиций от национальных сбережений ослабевает;

– существует прямая связь между состоянием государственного бюджета и платежным балансом. В частности, рост бюджетного дефицита, если он не сопровождается увеличением частных сбережений или снижением внутренних инвестиций, неизбежно приведет к ухудшению баланса текущих операций. Для того чтобы сальдо баланса текущих операций было положительным, необходимо либо превышение сбережений над инвестициями в частном секторе (при сбалансированном государственном бюджете), либо превышение частных налогов над расходами в секторе государственного управления (при равенстве инвестиций и сбережений в частном секторе);

– статьи финансирования счета текущих операций платежного баланса показывают изменение сальдо чистых иностранных активов банковской системы (включая изменения международных резервов Центрального банка) и изменение чистых иностранных обязательств или

задолженности, образовавшихся в результате деятельности небанковского сектора. Поэтому сальдо текущих операций показывает, насколько в целом изменяются чистые внешние активы страны или внешний долг. Это позволяет конкретизировать оценку влияния счета текущих операций платежного баланса на благосостояние государства с учетом фактора времени. Если счет текущих операций имеет положительное сальдо и страна предоставляет кредиты на международных финансовых рынках, то ее благосостояние в будущем возрастет, поскольку нерезиденты каждую единицу экспорта, неоплаченную сегодня, впоследствии оплатят большей суммой, возросшей на величину процентов по предоставленным коммерческим или финансовым кредитам. Если же счет текущих операций имеет отрицательное сальдо и страна заимствует на международных финансовых рынках, то ее благосостояние в будущем снизится, поскольку она импортирует сегодняшнее потребление за счет экспорта будущего потребления;

– неравновесие платежного баланса при определенных режимах валютного курса (плавающим, регулируемым или фиксированным) предусматривает осуществление Центральным банком интервенций на валютном рынке, что приводит к изменению денежной массы в обращении, следовательно, может иметь инфляционный или дефляционный эффект. Чтобы разорвать эту нежелательную зависимость, Центральный банк может проводить политику стерилизации, когда параллельно с изменением валютных резервов (иностранных активов) производятся изменения и в величине внутренних активов Центрального банка – объемах кредитования правительства или коммерческих банков [4].

В целом необходимо отметить, что если страна имеет дефицит платежного баланса, то растет спрос на иностранную валюту и официальные валютные резер-

вы уменьшаются, поскольку Центральный банк должен покупать собственную валюту в обмен на иностранную. При этом если валютные резервы Центрального банка уменьшаются, а величина внутреннего кредита не меняется, тогда денежная база сокращается на такую же величину. Денежная база связана через денежный мультипликатор с предложением денег. Поскольку от величины предложения денег зависит внутренний платежеспособный спрос, то дефицит платежного баланса может привести к уменьшению деловой активности, сокращению совокупных расходов, падению объемов производства. При активном сальдо платежного баланса возрастание валютных резервов Центрального банка обусловит увеличение денежной базы и через механизм денежной мультипликации рост денежной массы, что приведет к росту платежеспособного спроса, который, в свою очередь, может стимулировать экономический рост, но при внутренней диспропорциональности между спросом и предложением одновременно могут усиливаться инфляционные процессы в экономике.

Отсюда следует, что между внутренним и внешним макроэкономическим равновесием существует тесная взаимозависимость, состояние платежного баланса в целом и его отдельных счетов оказывает значительное воздействие на макроэкономические процессы в стране. Однако вопрос о том, должно ли согласование внутреннего и внешнего равновесия входить в число приоритетных целей государственной экономической политики, является сегодня предметом активных дискуссий вследствие понимания того, что даже в условиях плавающих валютных курсов возможности проведения денежно-кредитной политики, которая была бы независимой от валютной политики, крайне ограничены. Поэтому воздействие изменения обменных курсов на экономику в настоящее время все в большей степени происходит через изме-

нение объемов производства в отраслях, связанных с внешним рынком, а также инвестиций и цен финансовых активов.

В условиях открытой малой экономики (под малой экономикой понимается экономика, составляющая небольшую долю мирового рынка и не оказывающая заметного влияния на мировую экономику) при фиксированном валютном курсе обесценивание национальной валюты предопределяет увеличение чистого экспорта, денежная масса становится эндогенным параметром и фискальная экспансия является чрезвычайно эффективной с точки зрения повышения совокупного спроса: ставка процента не растет и, следовательно, рост государственных закупок не вытесняет ни инвестиции, ни потребление, в результате увеличивается доход. В этом случае денежная экспансия оказывается недейственной (доход не изменяется). Таким образом, при фиксированном курсе и абсолютной мобильности капитала органы регулирования денежной массы оказываются не в состоянии регулировать (изменять) количество денег в обращении. Выпуск, процентная ставка, количество денег не изменяются, но это не означает, что операции на открытом рынке не дают никакого эффекта, он проявляется в следующем: Центральный банк теряет валютные резервы, домохозяйства приобретают иностранные активы.

Денежно-кредитная политика при фиксированном курсе в обычном смысле невозможна (так как надо поддерживать обменный курс, то теряется контроль над предложением денег). Здесь доступен лишь один тип денежно-кредитной политики: изменение фиксированного курса в сторону его снижения (девальвация), что ведет к росту чистого экспорта и совокупного дохода. В этом случае при указанных условиях (фиксированном обменном курсе) фискальная политика активна, а денежная – пассивна, поскольку денежная политика не может

воздействовать на производство, фискальная же политика предопределяет объем производства. Опыт проведения денежно-кредитной политики в различных государствах в течение нескольких десятилетий позволяет выявить ее достоинства и недостатки, определить факторы, оказывающие влияние на ее эффективность. С одной стороны, согласованная с правительством, утвержденная законодательным органом в рамках общих направлений регулирования экономики и проводимая Центральным банком денежно-кредитная политика отличается гибкостью. С другой стороны, в ее проведении возникают серьезные ограничения, которые таят в себе опасность ухудшения экономической ситуации.

Во-первых, изменение экономической ситуации обусловлено общими особенностями использования косвенных методов регулирования, когда одни и те же мероприятия, проводимые государственными органами, обеспечивая положительный эффект на одних рынках, могут вызвать негативные последствия на других рынках. Например, политика дорогих денег, которая достигается путем увеличения учетной ставки процента и ставки резервирования денежных активов, снижает темпы инфляции, обеспечивает стабилизацию на финансовых рынках. В то же время она способна понизить объем кредитов, ухудшить условия инвестирования, вызвать падение темпов экономического роста и спровоцировать увеличение безработицы. В связи с этим при проведении денежно-кредитной политики важно уметь предвидеть возможные негативные последствия и своевременно принять меры для их нейтрализации.

Во-вторых, большое влияние на эффективность денежно-кредитной политики оказывает правильный выбор промежуточных и тактических целей. В данном вопросе речь идет о так называемой технической стороне дела. В частно-

сти, известно, что денежную массу можно представить различными денежными агрегатами, построенными по принципу убывания ликвидности, поэтому, определяя в качестве промежуточной цели, к примеру, темп роста денежной базы, Центральный банк должен выбрать денежный агрегат, который он будет контролировать, – более узкий или более широкий – и соответственно определить тактические цели. Если выбор сделан неправильно, без учета всех происходящих процессов в денежно-кредитной сфере, то предпринимаемые усилия не только не принесут желаемого конечного результата, но и могут ухудшить ситуацию. Так, при фиксированном курсе и абсолютной мобильности капитала органы регулирования денежной массы не в состоянии эффективно регулировать количество денег в обращении.

В третьих, при проведении денежно-кредитной политики и выборе ее целей необходимо учитывать побочные эффекты, обусловленные самим механизмом изменения объема денежной массы в экономике.

Итак, эффективность денежно-кредитной политики в целом зависит от качества работы всех звеньев так называемого передаточного механизма.

Передаточный механизм – это процесс, посредством которого денежно-кредитная политика воздействует на уровень плановых затрат всех субъектов рыночной экономики. В современных условиях в передаточном механизме учитывается влияние изменения предложения денег не только на инвестиции, но и на все компоненты плановых затрат, включая потребление и государственные закупки, причем воздействие осуществляется и через процентную ставку, и через цены на акции и облигации, и через изменение уровня богатства общества в целом. При этом следует помнить, что совокупный спрос равен сумме потребления, инвестиций, государственных закупок и чистого экспорта

(разность между экспортом и импортом) и что потребление находится в прямой зависимости от чистого дохода инвестиций и в обратной зависимости от изменения ставки процента, а чистый экспорт – в обратной зависимости от обменного курса.

В рамках существующего передаточного механизма при определении направлений денежно-кредитной политики необходимо учитывать, по крайней мере, еще два обстоятельства, которые оказывают существенное влияние на конечные результаты:

1) чувствительность совокупного спроса к изменениям процентной ставки. Слабая реакция на динамику процентной ставки или ее отсутствие со стороны основных компонентов совокупного спроса, и прежде всего инвестиционных расходов, разрывает связь между колебаниями денежной массы и объемом выпуска продукции. Поэтому воздействие на основные макроэкономические переменные посредством процентной ставки оказывается неэффективным;

2) изменение процентной ставки вследствие изменения денежной массы зависит от степени эластичности спроса на деньги по отношению к процентной ставке. При относительно неэластичном спросе реакция денежного рынка на динамику предложения денег будет более сильной.

В целом формирование денежно-кредитной политики в переходной экономике Приднестровской Молдавской Республики обуславливается взаимодействием двух групп факторов:

– спецификой особого этапа развития, а именно становлением современной смешанной экономики рыночного типа;

– конкретными социально-экономическими и политическими условиями, в которых осуществляется этот переход.

Особенности экономической политики государства в переходный период связаны с тем, что еще не сформирована устойчивая

экономическая система, обладающая свойством саморегуляции и саморазвития. В современной смешанной экономике, которая характерна для большинства стран мира, государственное регулирование образует с рыночным саморегулированием единый механизм, обеспечивающий функционирование целостной системы. Трансформирующаяся экономика – это не самовоспроизводящаяся на своей основе экономическая система. Старые отношения постепенно изменяются, а создаваемые новые институты, нормы и правила не могут быстро заменить прежние. Существование противоположных механизмов регулирования приводит к столкновению экономических интересов, обострению социально-экономических и политических отношений. Борьба нового и старого обуславливает изменчивость и неустойчивость экономики.

Кроме того, обеспечение равновесия невозможно без активной поддержки государства, поэтому трансформирующаяся экономика для своей стабилизации требует особой схемы отношений между государством и экономическими агентами. Поведение последних в переходный период строится в условиях, когда не сформировались долгосрочные ориентиры экономической деятельности, не сложились устойчивые экономические связи, т. е. в неизвестной, трудно предсказуемой экономической ситуации, на которую оказывает свое воздействие и политическая неопределенность.

В трансформирующейся экономике государство не может напрямую использовать механизмы и инструменты макроэкономического регулирования, дающие положительный эффект в сложившейся системе смешанной экономики. Это в полной мере относится и к денежно-кредитной политике, которая будет безуспешной, если отсутствует адекватная реакция экономических агентов на импульсы, создаваемые денежными институтами. Такая

реакция связана с формированием рыночных механизмов и соответствующих рыночных инструментов. Поэтому в период их становления денежно-кредитная политика усложняется: регулирование денежной массы, процентных ставок, влияющих на уровень инвестиций, денежных потоков в экономике не может ограничиваться только методами, используемыми в уже сложившихся экономических системах.

Влияние второй группы факторов на денежно-кредитную политику связано с исходными социально-экономическими и политическими условиями, в которых осуществляется переход к новой экономической системе. Переходные процессы в экономике ПМР сопровождаются спадом производства, безработицей, структурным дисбалансом, отрицательным внешнеторговым сальдо. Экономическая дестабилизация проявляется в дисбалансе совокупного спроса и предложения, значительном дефиците государственного бюджета, разбалансированности денежного и валютного рынка. Поэтому мероприятия по созданию эффективного механизма хозяйствования должны увязываться со стабилизационными и антиинфляционными мерами.

Эффективность проведения антиинфляционных мер обуславливается диагностикой характера инфляции, т. е. определением ее причин. Покупательная способность денег в современной экономике формируется на основе соотношения денежной и товарной массы. Если денег в экономике становится больше, чем товаров, ценность денежной единицы падает. Это и есть инфляция со стороны спроса. Обратная сторона падения ценности денег в рыночной экономике – рост товарных цен. Суть такого явления можно выразить известной фразой, которая встречается во многих учебниках по экономической теории: «Слишком много денег охотится за слишком малым количеством товаров».

Инфляция, будучи продуктом развития денежного хозяйства, с одной стороны, представляет собой монетарное явление, при котором происходит обесценивание денег в результате того, что в экономике их становится больше, чем нужно для обслуживания товарного хозяйства. С другой стороны, инфляция выступает следствием монополизации экономики, особенно в отраслях, где монопольные фирмы имеют власть над ценой. В этом случае она проявляется со стороны издержек, т. е. предложения. Таким образом, существуют различные механизмы инфляции, а значит, соответственно им должны использоваться различные методы регулирования.

Формирование антиинфляционной политики должно основываться на глубоком понимании механизма развивающейся инфляции и осторожном использовании имеющихся экономических, административных и других рычагов. В трансформирующейся экономике сама по себе финансовая стабилизация, выраженная в замедлении темпа роста цен, не обеспечит автоматического начала экономического роста. Она должна подкрепляться реальными формами налоговой и кредитно-денежной систем, созданием институтов рыночной экономики, налаживанием механизмов работы современной экономики смешанного типа. Если же государство будет заниматься только вопросами финансовой стабилизации в узком смысле, то успехи могут оказаться мнимыми и главные цели (рост экономики, увеличение занятости и благополучие населения) не будут достигнуты.

Конкретными задачами государственных органов в сложившихся условиях должны быть: установление и объяснение глубинных причин и преодоление падения совокупного спроса, неустойчивости производства, отраслевого дисбаланса, отрицательного внешнеэкономического

сальдо, а также определение характера экономических процессов и их влияния на уровень общей занятости. Единой целью решения каждой из этих задач является поиск оптимальных способов и средств (косвенного и прямого воздействия) регулирования общеэкономических процессов, направленных на рост национальной экономики, занятости, экспорта и возможностей увеличивать накопления. В связи с этим экономическая политика должна быть ориентирована на импортозамещение и экспортную направленность с учетом использования сравнительных конкурентных преимуществ ПМР.

Такая направленность политики, обеспечивающая сбалансированное экономическое развитие, – это стратегическая цель, которой можно достичь путем определенного ранжирования тактических и оперативных целей при системном использовании соответствующих механизмов кредитно-денежной, фискальной, бюджетной и внешнеэкономической политики. Следовательно, эффективность государственного регулирования основывается на реальном, достоверном понимании экономических условий с учетом взаимосвязей и разработки адекватных методов и инструментов воздействия на экономику страны.

Цитированная литература

1. Амосов В.В., Гукасян Г.М., Маховикова Г.А. Экономическая теория. – СПб.: Питер, 2002.
2. Видяпин В.И., Журавлева Г.П. Экономическая теория. – М.: ИНФРА, 2008.
3. Сенокосова Л.Г. Основы экономической теории. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2016.
4. Экономическая теория: истоки и перспективы. – М.: МГУ; ТЕИС, 2006.

УДК 657.234+657.6.004.67

ОШИБКИ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ И АУДИТЕ, ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИСПРАВЛЕНИЕ

Н.В. Зеленин

Рассматриваются причины появления ошибок в бухгалтерском учете и финансовой отчетности, приводится их классификация. Раскрывается методика выявления, идентификации и исправления ошибок с учетом требований международных стандартов финансовой отчетности.

Ключевые слова: ошибка в бухгалтерском учете, идентификация и локализация ошибок, исправление ошибок, ретроспективный пересчет.

ERRORS IN ACCOUNTING AND AUDITING, THEIR DETECTION, IDENTIFICATION AND CORRECTION

N.V. Zelenin

This article discusses the causes of errors in the accounting and financial reporting, their classification. The author reveals the methodology to detect, identify and correct errors with a glance to the requirements of international financial Reporting Standards (IFRS).

Keywords: error in the accounting, identification and localization of errors, error correction, a retrospective recalculation.

Экономика Приднестровской Молдавской Республики работает в условиях непризнанности государства и развивается с учетом мировых тенденций рыночных отношений. Одним из ключевых элементов создания инвестиционной привлекательности Приднестровья является следование нормативной базы бухгалтерского учета современным международным стандартам финансовой отчетности (МСФО). Гармонизация российского и приднестровского законодательства, переход нашей республики с 2011 года на стандарты бухгалтерского учета, основанные на принципах МСФО, способствовали возникновению в бухгалтерском учете относительно новых для нас понятий и терминов, связанных с ошибкой. Применение принципов МСФО и направленность бухгалтерской и финансовой отчетности на широкий круг пользователей повышают требования к качеству отчетности и изменению понимания такой категории, как ошибка в бухгалтерском учете.

В статье рассматриваются причины появления ошибок в бухгалтерском учете, методика их выявления и исправления. Вопрос достоверности отчетности и точности в бухгалтерском учете остается на повестке дня. Для ведения бухгалтерского учета без ошибок и составления корректной отчетности специалистам необходимо разбираться в таком понятии, как ошибка в бухгалтерском учете, понимать природу ее возникновения, знать виды, способы выявления, владеть способами исправления ошибок.

Актуальность темы обусловлена тем, что в связи с введением в Приднестровье бухгалтерской и финансовой отчетности на принципах МСФО повышается ответственность организации перед пользователями за ошибки. Практическая значимость статьи состоит в том, что ее содержание может быть использовано в качестве учебного и справочного материала студентами, преподавателями экономических дисциплин, бухгалтерскими работниками.

В ходе изучения темы были исследованы статьи в научных изданиях, публикации в периодической печати, нормативные акты Приднестровской Молдавской Республики и Российской Федерации по вопросам бухгалтерского и налогового учета. Обзор научной литературы по рассматриваемому вопросу показывает, что бухгалтерская и финансовая отчетность организаций имеет большое значение для пользователей при принятии ими управленческих решений.

Предметом исследования является оценка ошибок и порядок их исправления. Категории «ошибка в бухгалтерском учете» посвящены работы российских ученых Ю.А. Бабаева, В.Д. Новодворского, а также приднестровских экономистов В.Г. Якушенко, Т.П. Стасюк. Они изучили причины возникновения бухгалтерских ошибок, создали информационную базу для их классификации.

В условиях перехода на принципы МСФО в Российской Федерации разработано и введено в действие Положение по бухгалтерскому учету (ПБУ) 22/2010 «Исправление ошибок в бухгалтерском учете и отчетности» (Приказ Минфина РФ № 63н от 28.06.2010 г.). В Приднестровье введен в действие такой нормативный документ, как Стандарт бухгалтерского учета ПМР № 8 (СБУ-8) «Учетная политика организации, изменения в расчетных бухгалтерских оценках и ошибки» (утвержден Приказом Министерства финансов ПМР № 111 от 30.04.2009 г.).

Данные нормативные документы формулируют ошибку как неправильное отражение или неотражение фактов хозяйственной деятельности в бухгалтерском учете и отчетности организации. Единственная ситуация, не приводящая к возникновению ошибки, – это неточность в вычислениях при ведении бухгалтерского учета и составлении бухгалтерской отчетности, обнаруженная в результате по-

явления новой информации. Нормативный документ ПБУ 7/98 «События после отчетной даты» (Приказ Минфина РФ № 56н от 25.11.1998 г.) отмечает, что неточности или пропуски, найденные в процессе отражения фактов хозяйственной деятельности, по причине отсутствия доступа организации к новой информации на момент составления отчетности не являются ошибками.

Новую информацию, поступившую в период между датой подписания и датой утверждения бухгалтерской отчетности, организации следует рассматривать как новую информацию о событиях после отчетной даты, способную существенно повлиять на финансовые показатели. Отсюда вытекает необходимость информировать об этом лиц, которым уже была представлена бухгалтерская отчетность. Считается, что такие обстоятельства не связаны с ошибкой в бухгалтерском учете и отчетности. Однако если организация не проинформирует пользователей, получивших отчетность, то возникнет ошибка, классифицирующаяся как неправильное применение нормативного правового акта по бухгалтерскому учету. Например, предприятие отразило в бухгалтерском учете совершенную хозяйственную операцию в одной сумме, а позже в дополнение получило еще один первичный учетный документ, по данным которого меняется учетная оценка ранее отраженной хозяйственной операции. Вместе с тем, если работники других подразделений организации своевременно не представляют документы в бухгалтерию, это считается нарушением графика документооборота, а не фактом недоступности информации.

Применение элементов метода бухгалтерского учета и их взаимосвязь предполагает, что если ошибка допущена в одном из элементов метода, то она обязательно будет выявлена в другом элементе.

Форма бухгалтерского учета, применяемая организацией, должна давать возможность обнаружить ошибки и недочеты. Процедура учетной обработки документов, поступивших в бухгалтерию, предусматривает их проверку по форме, существу и правильности арифметических расчетов. Документы, составленные с нарушениями, бухгалтерией к учету не принимаются и возвращаются для выяснения и уточнения. Прощедшие такой «первичный фильтр» документы в процессе последующей работы с ними подвергаются операциям, связанным с таксировкой, группировкой и контривкой.

Хорошо организованная система внутреннего контроля бухгалтерских операций служит дополнительным барьером и уменьшает риск появления ошибок. Все методы бухучета в совокупности позволяют свести ошибки к минимуму и своевременно принять меры по их исправлению [1, 2, 3].

О высокой цене не выявленных вовремя ошибок и последствий их обнаружения в ходе налоговой проверки можно судить по тому, что применяемая в республике налоговая система предполагает взимание налога с доходов. Поэтому ошибки так или иначе уменьшают либо увеличивают налогооблагаемую базу, что ведет в итоге к недоимке или переплате при перечислении средств в бюджетные и внебюджетные фонды с вытекающими негативными последствиями для финансового положения организации.

Избежать ошибок при составлении бухгалтерской отчетности удастся не всегда, а это означает, что ошибки в бухгалтерском учете необходимо своевременно выявлять и исправлять. При исправлении ошибок прежде всего нужно определить причину, по которой они были совершены. Ошибки могут быть обусловлены неправильным пониманием законодательства о бухгалтерском учете, не совсем

корректной учетной политикой, ошибочным восприятием содержания и формы первичного документа и последующим заблуждением при отражении хозяйственных операций на счетах бухгалтерского учета, невнимательностью специалистов, не до конца опробованными алгоритмами расчетов [4].

На наш взгляд, ошибки целесообразно разделить на ошибки, связанные с человеческим фактором, и ошибки, появляющиеся в результате некорректной работы технических и программных средств.

К ошибкам, связанным с человеческим фактором, следует относить неправильное заполнение отдельных реквизитов документа и арифметические ошибки, появляющиеся при заполнении учетных регистров и форм отчетности. Неполное или недостоверное изложение сущности совершенной сделки в тексте первичного документа искажает содержание хозяйственной операции и влияет на определение величины затрат, корреспонденции счетов. Неверное указание единиц измерения количественных показателей, отражение в учетных документах искаженных расценок на выполнение услуг и работ возникают из-за невнимательности специалистов, составляющих документ. Некорректное определение корреспонденции счетов ведет к ошибочным записям в учетных регистрах бухгалтерского учета, нарушает правило двойной записи и искажает взаимосвязь между синтетическими и аналитическими счетами [5].

Ошибками, зависящими от человеческого фактора, являются ошибки при вычислении оборотов по счетам. К профессиональной некомпетентности бухгалтерских работников относятся ошибки, связанные в той или иной степени с определением состава бухгалтерской и финансовой отчетности. Нарушение методологии ведения бухгалтерского учета и отчетности свидетельствует о недо-

статочной профессиональной подготовке специалистов бухгалтерии. Так, игнорирование необходимости составления промежуточной ежемесячной отчетности ведет к затруднениям при формировании квартальной отчетности и создает предпосылки к появлению существенных ошибок. Это в первую очередь касается малых предприятий, перешедших на упрощенную систему налогообложения. Недостаточно внимательное отношение бухгалтерских работников к составлению пояснительной записки, пропуски в ней обязательной информации приводят к тому, что в ходе аудиторской проверки отчетность организации может быть признана недостоверной.

Среди факторов, ведущих к ошибкам, можно выделить недобросовестные действия должностных лиц. При составлении отчетности может быть неверным подход к применению профессионального суждения и определению оценочных показателей (например, справедливой стоимости активов, срока полезного использования имущества, обязательств по гарантийному обслуживанию) [6].

Вторая группа ошибок возникает из-за сбоев и нарушений в работе технических и программных средств. К ней относятся технические ошибки, связанные с вводом информации в бухгалтерскую программу, обработкой, хранением и передачей данных, описки, пропуски. При сбое программы периодически происходит утрата данных, появляются арифметические и орфографические ошибки.

С внедрением в Приднестровье МСФО роль и значение ошибки значительно повысилась. Не всегда влияние ошибки может быть оценено через призму нормативных документов. Поэтому существует необходимость дополнительного изучения природы ошибок для исправления возможных искажений отчетности организации. Важно не только своевременно

выявлять ошибки, но и правильно их классифицировать (определять виды ошибок), отличать ошибки от фактов мошенничества, а также от изменений бухгалтерских оценок, определять существенность ошибки и раскрывать информацию в бухгалтерской отчетности об ошибках [3].

Нормативные документы по бухгалтерскому учету отмечают, что от недобросовестного действия ошибка отличается отсутствием умысла, лежащим в основе действия, которое привело к искажению финансовой (бухгалтерской) отчетности. Недобросовестные действия носят преднамеренный характер и подразумевают целенаправленное сокрытие фактов. Так, например, ошибка, связанная с необоснованностью учетных записей, означает, что факт хозяйственной жизни отражен в учете без достаточных на то оснований. Наиболее распространенной такой ошибкой является нарушение принципа признания и включение в баланс имущества, на которое предприятие не имеет права собственности. Подобные ошибки приводят к завышению показателей отчетности.

Ошибки в периодизации связаны с неверным распределением операций по учетным периодам, когда их отражают в главной книге и отчетности в отчетном периоде, не соответствующем факту совершения хозяйственной операции. Существует два рода таких ошибок: раннее и позднее закрытие счетов. В первом случае счет закрывают до отчетной даты и отражают операцию отчетного года на счетах следующего года, во втором – наоборот, счет закрывают после отчетной даты, а операции, которые нужно отразить в следующем периоде, включают в счета отчетного года. Раннее закрытие счетов приводит к занижению отчетных данных, а позднее – к их завышению.

В корреспонденции счетов ошибки возникают в результате неверно состав-

ленной бухгалтерской проводки. Подобные ошибки могут быть связаны с низкой компетентностью учетных работников, неверной трактовкой отдельных фактов хозяйственной жизни, а также со слабой системой внутривозвратного контроля.

Ошибки в оценке предполагают, что в отчетности неправильно оценены активы, капитал, обязательства, доходы или расходы. Например, неверно проведена переоценка основных средств, неправильно оценены основные средства, нематериальные активы, неточно рассчитана амортизация. Такие ошибки могут вести как к завышению, так и к занижению валюты баланса, поэтому необходимо всегда проверять актив и пассив баланса организации на наличие подобных нарушений.

Процедура выявления ошибок предполагает их локализацию и идентификацию. Локализация заключается в установлении временного интервала возникновения ошибки и перечня ее возможных документальных носителей. Идентификация направлена на определение точного места нахождения, вычленение конкретного ошибочного значения показателя и его исправление.

Для обнаружения ошибок целесообразно периодически проводить арифметический и логический контроль показателей учетных регистров. Ошибки в документировании выявляются при проведении инвентаризации имущества организации, осуществлении взаимной сверки задолженностей с дебиторами и кредиторами. Ошибки в корреспонденции счетов могут быть обнаружены с помощью проверки бухгалтерских записей. Ошибки в представленной отчетности выявляются при составлении оборотно-сальдовой ведомости субсчетов, с помощью которой можно выделить неоправданное «сокращение» развернутого сальдо по определенным счетам. Для нахождения ошибки в оценке и периодизации применяется

горизонтальный и вертикальный анализ показателей бухгалтерской отчетности. Горизонтальный (динамический) анализ направлен на изучение темпа изменения абсолютных показателей бухгалтерской и финансовой отчетности в сопоставлении с относительными показателями за определенный период. Вертикальный анализ предполагает представление бухгалтерской отчетности в виде относительных величин, характеризующих структуру итоговых показателей. Удельный вес каждой статьи вычисляется как в общем значении отчетной формы, так и по отдельным разделам. Применение горизонтального и вертикального анализа позволяет дать оценку существенности отдельных показателей и найти нетипичные изменения тех или иных статей отчетности, свидетельствующие о возможном наличии ошибок.

После обнаружения ошибки ее нужно исправить. При этом порядок необходимых действий определяется временем, когда была найдена ошибка. Исправление ошибок в зависимости от их характера производится корректурным способом, способом дополнительных проводок и способом «красное сторно».

Ошибки в первичных документах, учетных регистрах и отчетах, созданных ручным способом и не затрагивающих корреспонденцию счетов, исправляются корректурным способом. Он применяется в случае, если ошибка обнаружена до составления баланса и нет необходимости вносить изменения в корреспонденцию счетов. Ошибочная запись зачеркивается тонкой чертой так, чтобы можно было прочитать зачеркиваемое, и над зачеркнутым текстом надписывается правильный текст или цифры. Запись заверяется подписью специалиста, осуществившего исправление, и удостоверяется печатью (если документ отправляется за пределы организации) [5].

Способ дополнительных проводок используется в ситуации, когда корреспонденция счетов указана правильно, но сумма хозяйственной операции занижена. Ошибка исправляется составлением дополнительной бухгалтерской проводки. Однако если корреспонденция счетов определена верно, а сумма хозяйственной операции завышена или составлена неправильная проводка, то ошибки в учетных регистрах за прошедший отчетный период исправляются способом «красное сторно» [1, 7].

Следует отметить, что нормативными документами порядок производства записей способом «красное сторно» не определен. На практике применяются два распространенных варианта такой записи. В первом варианте сторнировочная запись выполняется пастой красного цвета, во втором – число, подлежащее сторнированию, записывается пастой того же цвета, что и остальные записи, а затем обводится вокруг сплошной чертой. Исправление производится в одной и той же сумме и в той же корреспонденции счетов. Способ предусматривает составление бухгалтерской справки, в которую ошибка (корреспонденция счетов, сумма) вписывается красной пастой, а правильная запись (корреспонденция счетов или сумма) выполняется пастой темного цвета. Внесением этих данных в учетный регистр в месяце, в котором обнаружена ошибка, ликвидируется неверная запись и отражается соответствующая сумма и корреспонденция счетов бухгалтерского учета. Исправление ошибки должно быть заверено подписью «Исправлено» и удостоверено подписями лиц, подписавших этот документ, с указанием даты исправления.

Порядок исправления ошибок в документах, регистрах, созданных машинным способом, устанавливается нормативными документами по ведению бухгалтерского учета с использованием вычислительной

техники. В кассовых и банковских документах исправления не допускаются.

СБУ-8 вводит в обращение относительно новые для нас понятия «существенность», «ошибки предшествующего периода», «ретроспективный пересчет» и «практически невозможно». Порядок исправления зависит от того, является ошибка существенной или несущественной и в каком периоде она обнаружена. Организация должна подразделять ошибки на существенные и несущественные. Нормативные документы по организации бухгалтерского учета в Приднестровской Молдавской Республике [7, 8] определяют, информацию как существенную, если ее пропуск или искажение способны оказать влияние на управленческие решения пользователей, принятые на основе финансовой отчетности.

Важным фактором, определяющим исправление ошибок в бухгалтерском учете, является существенность, при оценке которой исходят из характера и размера погрешностей или их сочетания. При этом одной существенной ошибкой может быть сумма нескольких несущественных ошибок. Критериев существенности действующее законодательство не устанавливает, поэтому существенность ошибки организация определяет самостоятельно исходя из величины и характера соответствующих статей бухгалтерской отчетности. Например, в качестве критерия существенности может быть изменение величины статьи баланса под влиянием ошибки на 5–10 %.

Признание ошибки существенной – это вопрос профессионального суждения бухгалтера. Критерии признания существенности ошибок отражаются в учетной политике организации. Устанавливаемые критерии существенности ошибки в учетной политике организации показывают заинтересованным пользователям, какие ошибки для данной организации являются существенными.

Как правило, понятие существенности появляется, когда необходимо дать оценку каким-либо ошибкам, которые обнаруживаются в бухгалтерском учете и при составлении финансовой отчетности.

Стандарт бухгалтерского учета вводит термин «ошибка предшествующего периода», определяя его как пропуски и неверные данные в финансовой отчетности организации за один или более предшествующих отчетных периодов. Эти пропуски и неверные данные получаются в результате неиспользования или неверного использования такой надежной информации, которая была бы доступна или ее разумно можно было бы ожидать в момент утверждения отчетности к выпуску. Подобные ошибки обычно включают последствия неточностей в вычислениях, некорректной учетной политики, недооценки или неправильного толкования фактов хозяйственной деятельности, мошенничества, ненадлежащего применения законодательства о бухгалтерском учете. В случае признания ошибки существенной проводится ретроспективный пересчет, который представляет собой исправление признания оценки и раскрытие сумм в элементах финансовой отчетности, как будто ошибка предшествующего периода никогда не была допущена.

Не всегда возможно установить влияние ошибки на те или иные элементы финансовой отчетности и не всегда возможен ретроспективный пересчет, поэтому в практику бухгалтерского учета введено понятие «практически невозможно». Термин означает, что применение какого-либо требования практически невозможно при условии, что организация, предприняв для этого все разумные усилия, не может его применить. Иными словами, по отношению к конкретному предшествующему периоду практически невозможно ретроспективно применить изменение в учетной политике или вы-

полнить ретроспективный пересчет для исправления ошибки. Данное утверждение допустимо при условии, что результаты такого ретроспективного применения или ретроспективного пересчета не поддаются установлению, пересчет требует дополнительных допущений о намерениях руководства организации в том периоде или проведения значительных оценочных расчетов по суммам, при этом невозможно объективно выделить информацию о данных оценочных расчетах. Ретроспективный пересчет утвержденной бухгалтерской и финансовой отчетности не применяется, если невозможно определить конкретный период, на который оказала влияние ошибка, или невозможно определить влияние такой ошибки накопительным итогом по всем предшествующим отчетным периодам.

Стандарт бухгалтерского учета ПМР № 8 регламентирует способы исправления существенных и несущественных ошибок. При обнаружении ошибки необходимо квалифицировать ее в соответствии с этим стандартом, после чего производить исправления. Если ошибка не отвечает критериям существенности, зафиксированным в учетной политике, то она признается несущественной. Для исправления несущественной ошибки не имеет значения время ее совершения, даже если это прошлые годы. Исправление такой ошибки выполняется в том месяце, в котором она была обнаружена. Ошибка, выявленная после окончания отчетного периода, но до даты подписания бухгалтерской отчетности за текущий год, исправляется записями по соответствующим счетам бухгалтерского учета за декабрь отчетного года.

Так, при обнаружении ошибки отчетного года до окончания этого года, производится ее исправление записями по соответствующим счетам бухгалтерского учета в том месяце отчетного периода, в кото-

ром она была выявлена. Например, ООО «Орион» в апреле 2016 года переплатило работнику, занятому на вспомогательном производстве, 200 руб. Ошибка была выявлена в мае, после выдачи зарплаты. Работник, получивший зарплату, согласился вернуть деньги в кассу. На основании бухгалтерской справки были сделаны проводки: сторнирована излишне выданная сумма: дебет 812 – кредит 531 в сумме 200 руб. Внесение работником денег в кассу отражено следующей корреспонденцией счетов: дебет 241 – кредит 531.

Исправление существенных ошибок производится двумя способами. Точкой раздела принятия решения о применении того или иного способа исправления ошибки является момент государственного утверждения годовой финансовой отчетности в сроки, установленные законодательством ПМР. Существенные ошибки, выявленные в процессе составления годовой отчетности до даты государственного утверждения отчетности, исправляются путем внесения записей за последний месяц отчетного периода, за который составляется отчетность. Ранее предоставленные пользователям годовые отчеты подлежат замене на исправленные с соответствующими пояснениями. Исправление существенной ошибки, обнаруженной после даты государственного утверждения отчетности, производится в том периоде, в котором она была выявлена. В этом случае корреспондирующим счетом является счет нераспределенной прибыли. Одновременно выполняется ретроспективный пересчет сравнительных показателей бухгалтерской отчетности за отчетные периоды, отраженных в бухгалтерской отчетности данной организации за текущий отчетный год, кроме случаев, когда считается невозможным установление связи ошибки с определенным периодом.

Исправление ошибки во всех случаях вызывает изменение в структуре активов

и пассивов, поэтому оформляется бухгалтерской справкой. Порядок и обязательность составления такой справки не регламентированы, ее составление оправдано требованием полноты содержания информации. В ней описывается характер допущенной ошибки, производятся необходимые перерасчеты сумм и указывается порядок внесения исправлений. На основании этого документа бухгалтер вносит корректирующие записи на счета учета. Бухгалтерские проводки следует производить текущей датой, указанной в справке.

Нормативные документы, регламентирующие ведение учета, относят бухгалтерскую справку к первичным документам. Вместе с тем унифицированной формы документа не существует. Организация самостоятельно разрабатывает и прописывает его форму в учетной политике по бухгалтерскому учету. Бухгалтерская справка должна содержать все обязательные реквизиты, перечисленные в законе «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности в Приднестровской Молдавской Республике». К ним относятся: наименование документа, дата составления документа, наименование организации, от имени которой составлен документ, содержание хозяйственной операции, измерители хозяйственной операции в натуральном и денежном выражении, наименования должностей лиц, ответственных за совершение хозяйственной операции и правильность ее оформления, личные подписи указанных лиц.

В пояснительной записке к годовой бухгалтерской отчетности организация обязана раскрывать информацию о существенных ошибках с указанием характера ошибки, способа исправления, суммы корректировки и периода, с которого внесены исправления. Отчетность, в которой исправлена существенная ошибка, называется пересмотренной бухгал-

терской отчетностью. В пояснительной записке необходимо отразить, что данная отчетность заменяет ранее представленную с указанием оснований ее пересмотра.

В бухгалтерском учете периодически совершаются нарушения и ошибки, которые изначально не видны. Обнаружить такую ошибку зачастую становится возможным только при проведении аудиторской проверки. Понятие «ошибка» и «существенность ошибки» в бухгалтерском учете и аудите взаимосвязаны и дополняют друг друга. Существенность зависит от величины статьи или ошибки, по которой принимается суждение относительно пропуска или искажения информации при определенных обстоятельствах. Следовательно, существенность показывает порог или точку отсчета, является исходной качественной характеристикой, которой должна отвечать информация, для того чтобы быть достоверной. Предупреждение возникновения ошибок, их своевременное обнаружение и исправление представляется важной задачей современного подхода к организации бухгалтерского дела на предприятии и проведения качественной аудиторской проверки.

Цитированная литература

1. Положение по бухгалтерскому учету 22/2010 «Исправление ошибок в бухгалтерском учете и отчетности». Утверждено Приказом Минфина РФ от 28.06.2010 г. № 63н (с изм. от 25.10.2010 г., от 08.11.2010 г., от 27.04.2012 г.) – М.: Проспект, П52, 2012. – 240 с.
2. **Зеленин Н.В.** Документационное обеспечение – основа формирования информационной базы учетно-аналитической системы предприятия // Матер. респ. научно-практич. конф. «Управление и маркетинг: тенденции и перспективы развития в условиях экономики Приднестровья», 31 октября 2013 г. – Тирасполь: Ликрис, 2013. – С. 149–156.
3. **Зеленин Н.В.** Ошибки, существенность и вытекающие из этого риски в бухгалтерском учете и аудите // Матер. научно-практич. конф. профессорско-преподавательского состава экономического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко по итогам научно-исследовательской работы в 2014 г. – Тирасполь: Ликрис, 2015. – С. 37–47.
4. **Панкратова Н.М.** Исправление ошибок в бухгалтерском учете и отчетности. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 235 с.
5. **Стасюк Т.П., Смоленский Н.Н., Жигарева Е.Л. и др.** Основы бухгалтерского учета: Учебное пособие. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2013.
6. **Уткина С.А.** Типичные ошибки в бухгалтерском учете и отчетности. – М.: Омега-Л, 2009. – 216 с.
7. Стандарт бухгалтерского учета ПМР № 8 «Учетная политика организации, изменения в расчетных бухгалтерских оценках и ошибки». Утвержден Приказом Министерства финансов ПМР № 111 от 30.04.2009 г.
8. Приказ Минфина ПМР № 94 от 13 апреля 2009 года «Об утверждении принципов подготовки и составления финансовой отчетности в Приднестровской Молдавской Республике».

ПОРЯДОК УЧЕТА, СПИСАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В.Н. Черныш

Аргументирована практическая значимость и необходимость совершенствования учета, списания и утилизации подписных изданий в бюджетных учреждениях Приднестровской Молдавской Республики. Проведен сравнительный анализ нормативно-законодательной базы ПМР и Российской Федерации по данному вопросу. Предложены рекомендации органу исполнительной власти о внесении изменений в нормативно-законодательную базу ПМР с целью правильного осуществления учета, списания и утилизации периодических изданий в бюджетных учреждениях.

Ключевые слова: *периодические печатные издания, экономическая классификация расходов бюджета, корреспонденция субсчетов.*

ORDER OF ACCOUNTING, WRITING OFF AND UTILIZATION OF PERIODIC PUBLICATIONS IN THE BUDGETARY ESTABLISHMENTS

V.N. Chernysh

Practical significance and need of improving of accounting, writing off and the utilization of subscription editions in the budgetary establishments of Pridnestrovian Moldavian Republic are argued in the article. The comparative analysis of normative – legislative base of PMR and Russian Federation is carried out on this subject. The author gives the recommendation to the organ of executive power about the introduction of changes in PMR normative – legislative base for the purpose of the correctness of accounting, writing off and utilization of periodic publications in the budgetary establishments.

Keywords: *periodic printed publications, the economic classification of the expenditures of budget, the correspondence of sub-accounts.*

Под периодическим печатным изданием понимается газета, журнал, альманах, бюллетень, иное издание, имеющее постоянное наименование (название), текущий номер и выходящее в свет не реже одного раза в год. Периодические издания также могут выпускаться в других формах, например в электронном виде, размещаться на съемных носителях и т. д. Периодические издания могут приобретаться для комплектации библиотечного фонда, а также с иной целью.

В соответствии с разделом 4 Приказа Министерства финансов ПМР от 20 октября 2008 года № 199 «Об утверждении указаний о порядке применения бюджетной классификации Приднестровской Мол-

давской Республики» (далее – Указания) с изменениями, внесенными приказами Министерства финансов ПМР от 5 февраля 2009 года; от 17 июля 2009 года, к расходам 111042 «Книги и периодические издания» относятся расходы на приобретение [1]:

- а) учебников;
- б) книг для библиотечной сети и для библиотек в учебных заведениях, школах, больницах и иных учреждениях;
- в) специальной литературы и периодических изданий (газет, журналов, бюллетеней, справочников и т. п.) для бюджетных учреждений.

При этом следует отметить, что подписка на периодические издания входит в категорию прочих текущих расходов (код

экономической классификации расходов бюджета 111000 «Прочие текущие расходы на закупки товаров и оплату услуг»).

В Инструкции по бухгалтерскому учету в бюджетных организациях, утвержденной Приказом Министерства финансов ПМР от 7 октября 2008 года № 193 (далее – Инструкция № 193), не указана корреспонденция субсчетов по данному элементу расходов на периодические издания, а также первичные документы по списанию и утилизации специальной литературы и периодических изданий [2].

В настоящее время одни бюджетные учреждения признают расходы на подписку текущими расходами бюджетных учреждений (основанием для отражения в бухгалтерском учете является подписной абонемент и квитанция об оплате), другие – оприходуют специальную литературу и подписные издания на субсчет 063 «Хозяйственные материалы и канцелярские принадлежности». При этом в соответствии с пунктом 79 Инструкции в субсчете 063 учитываются хозяйственные материалы и канцелярские принадлежности, используемые для текущих нужд организации (электрические лампочки, мыло, щетки и др.), строительные материалы, предназначенные для текущего и капитального ремонта.

В целях гармонизации законодательства Приднестровской Молдавской Республики и Российской Федерации следует отметить, что в соответствии с пунктом 377 Инструкции по бюджетному учету, утвержденной Приказом Минфина РФ от 1 декабря 2010 года № 157н (далее – Инструкция № 157н), периодические издания (газеты, журналы и т. п.), приобретаемые учреждением для комплектации библиотечного фонда, должны учитываться на забалансовом счете 23 «Периодические издания для пользования». В бюджетном учете учитываются периодические издания в условной оценке 1 рубль за 1 объект учета – годовой комплект газеты, номер журнала [3].

На основании решения комиссии учреждения по поступлению и выбытию активов в бюджетном учете РФ отражается выбытие периодических изданий по любым основаниям и оформляется первичным учетным документом (Актом приема-передачи, Актом на списание, иным актом).

Аналитический учет периодических изданий в соответствии с пунктом 378 Инструкции № 157н ведется по объектам учета в Карточке количественно-суммового учета материальных ценностей [3].

В соответствии с Указаниями о порядке применения бюджетной классификации РФ, утвержденными Приказом Минфина России от 1 июля 2013 года № 65н (далее – Указания № 65н), расходы на периодические (газеты, журналы) и справочные издания, в том числе периодические издания для библиотечных фондов, должны учитываться по подстатье 226 «Прочие услуги». Согласно Указаниям № 65н расходы на приобретение периодических изданий не для пополнения библиотечного фонда (например, кадровых и правовых журналов) также относятся на подстатью 226 «Прочие услуги». Для учета таких периодических изданий бухгалтерского счета не предусмотрено [4].

При этом следует отметить, что бюджетное учреждение вправе в порядке, предусмотренном Инструкцией № 157н, вводить дополнительные забалансовые счета и(или) аналитические коды синтетических счетов Единого плана счетов в целях правильности ведения бюджетного учета, а также для обеспечения внутреннего контроля за сохранностью имущества.

Исходя из вышеизложенного и в целях правильности отражения данных бухгалтерского учета и финансовой отчетности бюджетными учреждениями ПМР, обеспечения сохранности периодических изданий, включаемых и не включаемых в библиотечный фонд, рекомендуется отделу по развитию методологии бухгалтерского

учета при Министерстве экономического развития ПМР внести соответствующие изменения в нормативно-законодательную базу республики.

Цитированная литература

1. Приказ Министерства финансов ПМР от 20 октября 2008 г. № 199 «Об утверждении указаний о порядке применения бюджетной классификации Приднестровской Молдавской Республики в части расходов бюджета» (СА308-49).

2. Приказ Министерства финансов ПМР от 7 октября 2008 г. № 193 «Об утверждении Инструкции по бухгалтерскому учету в органи-

зациях, состоящих на бюджете» (рег. № 4636 от 4 декабря 2008 г.). СА3 08-48 (с изменениями).

3. Приказ Министерства финансов РФ от 1 декабря 2010 г. № 157н «Об утверждении Единого плана счетов бухгалтерского учета для органов государственной власти (государственных органов), органов местного самоуправления, органов управления государственными внебюджетными фондами, государственных академий наук, государственных (муниципальных) учреждений и Инструкции по его применению» с изменениями и дополнениями.

4. Приказ Министерства финансов РФ от 1 июля 2013 г. № 65н «Об утверждении Указаний о порядке применения бюджетной классификации Российской Федерации».

УДК 338.467

АУТСТАФФИНГ: ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ИЛИ ЭКОНОМИЯ ЗАТРАТ?

А.А. Цуркан

Отражена актуальность появления на рынке консалтинговых услуг аутстаффинга. Раскрыта сущность, определено правовое поле, рассмотрены основные преимущества и недостатки данной услуги.

Ключевые слова: аутстаффинг, провайдер, аутсорсинг, управление персоналом, кадровый учет, трудовой договор.

OUTSTAFFING: COST OPTIMIZATION OR COST SAVING

A.A. Tsurkan

The actuality of the appearance of outstaffing consulting services in the market is reflected in the article. The author determines the essence, the legal terrain, the main advantages and disadvantages of the given service.

Keywords: outstaffing, provider, outsourcing, personnel management, personnel records, labour contract.

Приднестровский рынок консалтинговых услуг находится на стадии развития, и такой новый вид услуг, как аутстаффинг, многим представителям крупного и сред-

него бизнеса, может быть, еще незнаком. Поэтому в статье раскрывается понятие аутстаффинга, исследуются научные подходы к определению сферы его примене-

ния, а также эффективное использование в период спада производства и экономического кризиса.

В ходе работы изучался опыт российских и зарубежных компаний, которые являются постоянными клиентами фирм-провайдеров, использовались такие методы, как контроль, анализ, сравнение, прогнозирование.

Аутстаффинг (англ. *out* – вне и *staff* – штат) – это способ управления персоналом, предполагающий оказание услуг в форме предоставления в распоряжение заказчика определенного количества работников, не вступающих с ним в какие-либо правовые отношения (гражданско-правовые, трудовые) напрямую, но оказывающих от имени исполнителя определенные услуги (работы) по месту нахождения заказчика.

Если сказать коротко, то аутстаффинг – это вывод персонала за штат компании и оформление его в штат компании-провайдера.

Единственной целью аутстаффинга всегда выступала оптимизация бизнес-процессов в компании.

Иногда фирмы, желающие получить квалифицированную услугу, путают понятия «аутсорсинг» и «аутстаффинг».

Аутсорсинг как разновидность консалтинговых услуг подразумевает передачу выполнения определенных производственных процессов одной компанией другой.

Аутстаффинг предполагает передачу не функций, а конкретных работающих в компании сотрудников. В этом случае они оформляются в штат сторонней организации, но фактически продолжают работать и выполнять свои основные функции на прежнем месте.

На современном этапе развития рынка консалтинговых услуг аутстаффинг обычно рассматривается в качестве услуги для экономии, причем к ней могут при-

бегнуть как крупные, так и средние компании и организации. Экономия средств достигается не за счет снижения трудовой нагрузки на службу отдела кадров, расчетного отдела или сокращения расходов на подбор квалифицированного персонала: это именно тот перечень услуг, за которые предприятия и платят провайдерам. Плата за данные услуги включается в отдельную статью, отражающую плату агентской комиссии.

Расчет стоимости услуги аутстаффинга производится исходя из следующих составляющих:

- фонд оплаты труда работников;
- наличие дополнительных премиальных и компенсационных выплат;
- социальные и иные налоги.

Как видно, данные затраты напрямую связаны с отчислениями на заработную плату сотрудника, т. е. эти затраты уже существуют. Кроме того, существует и обязанность самого работодателя по указанным выплатам.

К существующим затратам добавляются дополнительные затраты, которые составляют основу услуги и непосредственно включают:

- кадровый учет;
- подбор персонала;
- банковское обслуживание;
- комиссию агентства.

Анализ всех элементов затрат показывает, что каждый из них охватывает конкретный вид расходов и вполне логичен и исключение хотя бы одного элемента затрат недопустимо. Тогда напрашивается вопрос: где же экономия, если к существующим затратам необходимо добавить расходы по оплате услуг провайдера?

Экономия, в первую очередь, выражается в расходах заказчика, т. е. фирмы, которая выводит свой персонал за штат. Экономия складывается за счет рассчитанной налоговой базы, а точнее, оформления в штат провайдера по так называемой се-

рой схеме. Это связано с тем, что обычные крупные фирмы и компании, которые занимают определенную долю рынка, стремятся работать в законодательном поле и соответственно не могут позволить себе оформление сотрудников по серой схеме. А вот фирмы, являющиеся провайдерами, готовы таким образом зачислять в свой штат сотрудников заказчика. При этом, как правило, белая заработная плата не превышает ставок МРОТ, а все остальные выплаты проводятся неофициально [1]. Так, благодаря использованию указанной схемы экономия по налоговой базе получается огромной.

Чем же еще привлекательна данная услуга? А тем, что заказчик тратится по минимуму на оплату услуг агентства. Это, в свою очередь, приводит к снижению расходов на услуги кадрового учета, подбор персонала и собственно комиссии агентства за организацию всего процесса. Чаще всего предприятия передают на аутстаффинг практически весь свой штатный персонал, исключение составляет только директор (генеральный директор) и главный бухгалтер [2]. Это дает возможность сократить расходы по ведению учетной документации персонала предприятия, заполнению разнообразных документов по учету выполненных работ или отработанного сотрудниками времени, по осуществлению обязательных записей в их трудовых книжках. Таким образом, чтобы достичь нужной маржинальности контракта, исполнитель экономит на тщательном подборе сотрудников, не производит их оформления, не совершает отчислений в налоговые и социальные службы, а полученные средства просто оседают в компании в качестве прибыли [1].

В конечном итоге при переходе от собственного управления персоналом к аутстаффингу страдает работник, который фактически не защищен и в случае сокращения или неправомерного увольнения не

сможет восстановить свои права в части трудовых отношений.

К сожалению, аутстаффинг используется не как профессиональная услуга, которая помогает оптимизировать внутренние бизнес-процессы, а как легализованный уход от налогов и обязательств перед работниками. Но вместе с тем аутстаффинг с каждым годом все больше и больше пользуется спросом на рынке консалтинговых услуг и, как всякая услуга, имеет свои преимущества и недостатки.

Основными преимуществами аутстаффинга являются:

- минимизация расходов на ведение учета кадров, а также сокращение трудоемкости учетного процесса по расчетам заработной платы каждого работника и ее налогообложению, по перечислению в бюджет и внебюджетные фонды налогов;

- минимизация расходов на поиск высококвалифицированного персонала, мотивацию персонала;

- возможность, не расширяя штат предприятия, использовать работников на сезонных работах, т. е. не оформлять их как постоянно действующий состав сотрудников;

- уменьшение доли как правовой, так и юридической ответственности за действующий персонал предприятия;

- снижение, а иногда полное устранение текучести кадров;

- оптимизация штатного расписания, а в некоторых случаях сокращение персонала предприятия и совмещение отдельных функций;

- наличие определенных возможностей использования упрощенной системы налогообложения с учетом того, что имеющийся штат сотрудников сильно превышает допустимую норму;

- отсутствие проблем, связанных с проверками работающего персонала миграционной, налоговой и иной уполномоченной службой [2].

В то же время данная услуга обладает определенными недостатками:

– сотрудники могут нелояльно относиться к компании, которая не является официальным работодателем по документам;

– невозможно в полной мере проверить квалификацию сотрудников, а также повысить их квалификацию;

– при часто меняющемся составе менеджеров у фирмы-провайдера возникает проблема невозможности осуществления должного контроля за качеством выполняемой сотрудниками работы;

– нет уверенности в том, что работа будет выполнена сотрудником качественно и в установленный срок.

Ведение кадрового делопроизводства – сложный и трудоемкий процесс, требующий компетентности и квалификации кадровых служб, что связано с высокими затратами и рисками. В случае выявления трудовой инспекцией или миграционной службой нарушений (если в штате есть иностранные граждане), ответственность несет и кадровый работник, и руководство предприятия. Даже при незначительных нарушениях могут быть наложены существенные штрафы, причем не только на юридическое лицо, но и на руководителей и должностных лиц организации. Поэтому немаловажное значение в оптимизации расходов предприятия имеет то, что ни государственный надзор в области трудовых отношений, ни миграционная служба, ни налоговая служба не смогут наложить штрафные санкции на предприятие за какие-либо нарушения, допущенные относительно его сотрудников.

Также преимуществом аутстаффинга является сокращение и даже полное отсутствие всяких финансовых расходов, связанных с обеспечением предприятий квалифицированным персоналом, даже если это сезонные работы.

При использовании аутстаффинга предприятие и его руководство полностью

освобождены от ответственности не только перед проверяющими органами, но и в случаях трудовых споров перед работниками.

При формально небольшой численности персонала и относительно низких издержках по его содержанию улучшаются финансовые показатели в расчете на одного сотрудника (прибыль, объем продаж и т. п.). Это может использоваться как инструмент увеличения инвестиционной стоимости компании.

С точки зрения гражданско-правовых отношений договор, заключаемый между двумя предприятиями, основу которого составляет аутстаффинг, можно рассматривать как договор на оказание возмездных услуг. В этом случае возникшие гражданско-правовые отношения должны регулироваться положениями Гражданского кодекса Приднестровской Молдавской Республики о возмездном оказании услуг.

При составлении такого договора необходимо указывать фамилию, имя, отчество работника, силами которого будет оказываться услуга, сроки выполнения данной услуги. Отдельными подпунктами должны быть отмечены права и ответственность сторон.

Заключенный договор предусматривает, что компания-провайдер берет на себя обязательство предоставить предприятию-заказчику тот персонал и той квалификации, который нужен данному заказчику для выполнения определенных работ, и на определенный период времени, а компания-заказчик обязуется оплатить компании-провайдеру указанные услуги.

После заключения договора между двумя организациями договор заключается уже между провайдером и работником, и соответственно провайдер выступает в качестве работодателя.

Согласно заключенному трудовому договору работник обязан по распоряжению провайдера, т. е. своего работодателя, осуществлять трудовую функцию, но не у

него (провайдера), а у другого хозяйствующего субъекта (заказчика) [3].

Периодически, согласно условиям договора, факт осуществления операций по подбору-передаче персонала заказчику и выполнения объема работ подтверждается актами. В то же время никакого документооборота между заказчиком и работником не может быть априори, так как фактическим работодателем является провайдер.

Законность данного вида договоров признана арбитражными судами, и риск их применения связан исключительно с подтверждением обоснованности расходов на эту операцию для целей налогообложения.

С точки зрения трудового права концепция аутстаффинга реализована таким образом, что трудовой договор работника подразумевает возникновение взаимных прав и обязанностей у работника и компании-провайдера, но не у работника и компании-заказчика.

Однако заключение гражданско-правового договора между работником и провайдером как основа действия аутстаффинга лишает работника возможности получения каких-либо гарантий, прав на ежегодный отпуск, компенсаций или иных выплат, которые обычно предусмотрены Трудовым кодексом ПМР.

Аутстаффинг используется предприятиями любой формы собственности, кроме государственной. Среди клиентов чаще всего встречаются частные предприниматели (поскольку их количество в бизнесе больше и они быстрее могут принимать решения, потому что частный предприниматель в одном лице и директор, и орган управления, и собственник бизнеса), а также различные предприятия и юридические лица [3].

При этом форма налогообложения, которую использует заказчик, значения не имеет. Такой способ работы выгоден всем. Следует отметить, что предприятия,

которые используют общую систему налогообложения, могут извлечь из данного проекта дополнительные выгоды. В частности, они абсолютно законно относят оплату услуг аутстаффинга на затраты (любой бухгалтер подтвердит, что это абсолютно законно). Кроме того, при работе с аутстаффингом такие предприятия могут официально платить своим сотрудникам полную сумму заработной платы, а не минимальную зарплату, как они делают сейчас.

Наиболее часто аутстаффинг используется в сфере обслуживания – в ресторанах, кафе, барах, магазинах и в некоторых случаях на предприятиях (при наеме обслуживающего и технического персонала).

Нельзя применять аутстаффинг в охранном бизнесе и фармацевтике, т. е. в тех сферах деятельности, в которых выдается лицензия и лицензионные условия требуют наличия в штате заказчика наемных работников с определенными навыками.

Аутстаффинг как услуга предназначен, в первую очередь, для компаний, желающих выйти на зарубежный рынок. Данная услуга является самой лучшей альтернативой открытию филиала либо представительства. Фирма, которая желает выйти на зарубежный рынок услуг, будет испытывать потребность в профессиональных кадрах, а вновь созданной компании будет очень тяжело ориентироваться в чужой стране на рынке трудовых ресурсов. Любой старт в бизнесе, даже если он фактически начинается не «с нуля», а с выхода на новый рынок, таит в себе немало скрытых опасностей, поэтому подход к данному этапу должен быть самым основательным.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что аутстаффинг в нашей республике находится в зачаточном состоянии, только появляются отдельные самостоятельные направления в его развитии. В связи с этим следует отметить, что фир-

мам-заказчикам данной услуги необходимо очень тщательно подходить к выбору провайдера, что позволит в дальнейшем избежать множества проблем, связанных с некачественным обслуживанием и подбором кадров.

Провайдеры, которые уже успели завоевать лидирующие позиции на рынке, являются наиболее профессиональными и надежными, и выбирать стоит именно из их числа.

Цитированная литература

1. Шаров К. Аутсорсинг и аутстаффинг как факторы снижения проектных рисков // Молодой ученый. – 2012. – № 4. – С. 195–197.
2. Хлебников Д. Аутстаффинг и аутсорсинг персонала: все плюсы и минусы // Коммерческий директор. – 2015. – № 6. – С. 14–27.
3. Горелова Е. Аутсорсинг и аутстаффинг: кого пощадит закон о наемном труде // HR-Journal. – 2015. – № 8. – С. 105–114.

УДК 330.32

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ И ИСТОЧНИКИ ЕГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Е.В. Курпатенко, Г.А. Сиротенко

Рассмотрено понятие «инвестиционный проект». Раскрыта его суть на примере ЗАО «ТМКЗ “KVINT”», изложены его составляющие, охарактеризованы показатели эффективности конкретного инвестиционного проекта.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционный проект, инвестиционный процесс, инвестиционная деятельность, объем инвестируемых средств, процесс принятия решений, цели инвестирования, проблемы инвестирования, риски инвестирования.

THE INVESTMENT PROJECT AND ITS FUNDING SOURCES

E.V. Kurpatenko, G.A. Sirotenko

In the article the concept “the investment project” is considered. Its essence is revealed on the example of JSC “TKS “KVINT”, its components are given, the efficiencies of the specific investment project are characterized.

Keywords: investments, investment project, investment process, investment activity, the amount of invested funds, decision-making, investment objectives, investment issues, investment risks.

Успешное развитие предприятия в современных рыночных условиях неразрывно связано с эффективным управлением всеми сферами его деятельности. Это напрямую касается сложного процесса инвестирования, так как грамотное и своевременное осуществление инвестиционных мероприятий не позволяет предприятию

потерять основные конкурентные преимущества в борьбе за удержание рынка сбыта своих товаров, способствует совершенствованию технологической составляющей производства и в конечном итоге обеспечивает его эффективное функционирование.

Инвестиционный проект – это сложная система взаимосвязанных и взаимо-

зависимых механизмов, использующая экономические ресурсы не только национальной, но и мировой экономики, меняющаяся относительно видов выпускаемой продукции, работ, услуг, методов производства и способов реализации [1].

С точки зрения инвесторов управление должно быть нацелено на обеспечение роста рыночной стоимости бизнеса, т. е. на увеличение стоимости чистых активов, поскольку такой рост позволяет инвесторам получать самый значительный для них по сравнению с другими его формами доход от вложений в инвестиционный проект. Увеличение стоимости чистых активов соответствует росту стоимости проекта. При обосновании стратегии финансирования инвестиционного проекта предполагается выбор методов финансирования, определение источников финансирования инвестиций и их структуры. В качестве методов финансирования могут быть: самофинансирование, т. е. осуществление инвестирования только за счет собственных средств; акционирование, а также иные формы долевого финансирования; кредитное финансирование (инвестиционные кредиты банков, выпуск облигаций); лизинг; бюджетное финансирование; смешанное финансирование на основе различных комбинаций рассмотренных способов; проектное финансирование [2].

Проектное финансирование выступает как метод финансирования инвестиционных проектов, характеризующийся особым способом обеспечения возвратности вложений.

Источники финансирования инвестиционных проектов представляют собой денежные средства, используемые в качестве инвестиционных ресурсов, которые подразделяются на внутренние (собственный капитал) и внешние (привлеченный и заемный капитал, средства финансовых институтов, нефинансовых компаний, населения, государства, иностранных ин-

весторов, а также использование дополнительных вкладов денежных ресурсов учредителей предприятия).

При этом формирование средств, предназначенных для реализации инвестиционного проекта, должно носить строго целевой характер, что достигается, в частности, путем выделения самостоятельного бюджета инвестиционного проекта.

Рассмотрим инвестиционный проект по закупке нового оборудования, применяемый в ЗАО «ТБКЗ «KVINT»».

Тираспольский винно-коньячный завод «KVINT», основанный в 1897 году, является старейшим винодельческим предприятием не только нашей республики, но и всей бывшей Советской Молдавии. Он выпускает алкогольные напитки под торговыми марками «KVINT», «Тирас», «Нистру», «Дойна», «Виктория», «Сюрпризный», «Юбилейный», «Суворов», «Volk», «Volchitsa», «Покровская» и др. В год завод производит около 700 тысяч декалитров винно-коньячной и ликеро-водочной продукции. Предприятие в большей степени ориентируется на внутренний рынок сбыта: около 70 % товара реализуется в ПМР и 30 % составляет экспорт. 4 августа 2006 года произошло изменение организационно-правовой формы собственности завода: из открытого акционерного общества предприятие (преемник всех прав и обязанностей ГУП «Тираспольский винно-коньячный завод «KVINT»») было переименовано в закрытое акционерное общество «Тираспольский винно-коньячный завод «KVINT»». Государственный пакет акций (100 %) ОАО «ТБКЗ «KVINT»» продан ООО «Шериф». Сейчас 51 % акций принадлежит заводу «KVINT» и 49 % – ЗАО «KVINT-Маркет». Для достижения поставленных производственных целей предприятие осуществляет научно-исследовательскую деятельность в области изучения сортов промышленного винограда,

а также разрабатывает новые технологии и виды алкогольной продукции [3].

Предприятие работает стабильно, эффективно и получает запланированную прибыль. Значительное увеличение прибыли отмечалось в 2013 году, что позволило ему увеличить свои фонды – как потребления, так и накопления. Это положительно отразилось на инвестиционной привлекательности предприятия, так как оно смогло финансировать инвестиционный проект [3]. Инвестиционная характеристика завода представлена в табл. 1.

Одним из важнейших показателей, характеризующих финансовую устойчивость предприятия, его независимость от внешних источников финансирования, является коэффициент автономии (степень финансовой независимости), равный доле собственных средств в общей стоимости активов (имущества) организации. Собственные средства (собственный капитал) представляют собой сумму собственных источников формирования средств, доходов будущих периодов и резервов предстоящих расходов и платежей [4].

Минимальное значение коэффициента автономии оценивается на уровне 0,5. Такое значение показателя предполагает, что все обязательства предприятия могут быть покрыты собственными средствами. В период с 2013 по 2015 год коэффициент автономии поддерживался на достаточном уровне (свыше 0,5). В 2014 году данный показатель с 0,76 снизился до 0,75, а в 2015-м снова вернулся к значению 0,76. Увеличение показателя свидетельствует об укреплении финансовой устойчивости и независимости предприятия, а также об уменьшении риска финансовых затруднений.

Поскольку ассортимент винно-коньячных изделий на мировом рынке постоянно обновляется, чтобы не отставать от конкурентов, предприятие уделяет серьезное внимание разработке и внедрению новой продукции. Однако эффективность ассортиментной политики, повышение конкурентоспособности продукции, разнообразие видов винно-коньячных изделий во многом определяются техническими возможностями оборудования. Завод

Таблица 1

Инвестиционная характеристика ЗАО «ТБКЗ «KVINT»»

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Отклонения за 2014 г.	Отклонения за 2015 г.
Выручка от реализации, тыс. руб.	53 108 445	63 200 487	245 632	10 092 042	-62 954 855
Чистая прибыль, тыс. руб.	14 173 118	19 159 562	26 219	4 986 444	-19 133 343
Имущество (активы) – всего, тыс. руб.	65 397 095	71 936 805	82 727 325	6 539 710	10 790 520
В том числе:					
Внеоборотные активы, тыс. руб.	19 882 933	19 971 227	25 151 911	88 287	5 180 684
Собственные оборотные активы, тыс. руб.	45 514 162	51 965 578	57 575 414	6 451 416	5 609 836
Собственный капитал, тыс. руб.	49 987 461	53 986 208	63 234 139	3 998 567	9 247 931
Заемный капитал, тыс. руб.	15 409 634	17 950 597	19 493 186	2 540 963	1 542 589
Коэффициент автономии	0,76	0,75	0,76	-0,01	0,01
Коэффициент финансовой устойчивости	0,70	0,80	0,81	0,10	0,01
Коэффициент финансовой зависимости	0,24	0,25	0,24	0,01	-0,01
Коэффициент финансирования	3,24	3,01	3,24	-0,23	0,23
Коэффициент инвестирования	2,51	2,70	2,51	0,19	-0,19
Коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности	1,95	1,95	1,95	–	–

Таблица 3

Расчет чистых денежных потоков по годам жизненного цикла проекта, тыс. руб.

№	Показатель	Год жизненного цикла проекта					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
1	Доход от продаж	12 291,75	20 895,98	24 583,5	24 583,5	24 583,5	24 583,5
2	Заграты на производство	10 225,50	17 383,35	20 451	20 451	20 451	20 451
3	Прибыль к налогообложению	2066,25	3512,63	4132,5	4132,5	4132,5	4132,5
4	Налог на прибыль, 12 %	247,95	421,52	495,9	495,9	495,9	495,9
5	Чистая прибыль (показатель 3 – показатель 4)	1818,3	3091,11	3636,6	3636,6	3636,6	3636,6
6	Амортизация	566,67	566,67	566,67	566,67	566,67	566,67
7	Чистый денежный поток (показатель 5 + показатель 6)	2385	3657,78	4203,27	4203,27	4203,27	5403,27

тельно, доход от продаж в первом (2016) и во втором (2017) году рассчитывается по формуле

$$B = 0,5 (0,85) \cdot \Sigma B, \quad (1)$$

где ΣB – суммарный доход.

$B_1 = 0,5 \cdot 24583,5 = 12291,75$ (тыс. руб.);

$B_2 = 0,85 \cdot 24583,5 = 20895,98$ (тыс. руб.).

Заграты на производство также изменяются и составят:

за 1-й год: $0,5 \cdot 20451 = 10225,5$ (тыс. руб.);

за 2-й год: $0,85 \cdot 20451 = 17383,35$ (тыс. руб.).

К чистому денежному потоку последнего года реализации инвестиционного проекта прибавляется ликвидационная стоимость основных фондов и сумма вложений в чистый оборотный капитал. Чистый денежный поток шестого года реализации проекта рассчитывается по формуле

$$CF_n = NP + A_t + TV + NWC, \quad (2)$$

где NP – чистая прибыль от операционной деятельности; A_t – амортизационные отчисления для t -го года внедрения проекта; TV – ликвидационная стоимость основных фондов; NWC – инвестиции в чистый оборотный капитал.

Амортизация рассчитывается прямолинейным методом по формуле

$$A = OC - C_n / n, \quad (3)$$

где OC – инвестиции в основные средства; C_n – ликвидационная стоимость основных средств; n – количество лет жизненного цикла товара.

$A = (4000 - 600) / 6 = 566,67$ (тыс. руб.).

$CF_6 = 3099,38 + 566,67 + 600 + 600 = 4865,98$ (тыс. руб.).

Исходные данные взяты из баланса предприятия и проектной документации (табл. 3).

Для расчета срока окупаемости составим вспомогательную табл. 4.

Рассчитав показатели экономической эффективности инвестиционного проекта, делаем выводы:

1) проект прибыльный, так как значение чистой настоящей стоимости проекта положительное. Следовательно, проект следует принять;

Таблица 4

Расчет чистых денежных потоков (ЧДП) накопительным итогом, тыс. руб.

Год	ЧДП	ЧДП накопительным итогом
1-й	2385	2385
2-й	3657,78	6042,78
3-й	4203,27	7861,05
4-й	4203,27	8406,54

2) срок окупаемости проекта составит около двух лет, т. е. за этот период доходы от эксплуатации сравняются с затратами инвестированного капитала. Столь короткий срок окупаемости свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности проекта;

3) внутренняя норма прибыльности составляет 69 % (этот показатель рассчитан путем определения значения чистой приведенной стоимости в точке «0»). При этом значении настоящая стоимость будущих денежных потоков равна инвестиционным затратам. Показатель превышает выбранную ставку дисконта (33 %). Следовательно, по данному методу проект необходимо принять.

Кроме того, определяем точку безубыточности бизнеса по табл. 5.

После проведения анализа базовых значений можно сделать вывод: запас финансовой прочности составляет 19,21 %. Благоприятное значение этого показателя свидетельствует о высоком уровне экономической рентабельности активов [6].

Таким образом, полностью рассмотрен конкретный инвестиционный проект для предприятия ЗАО «ТБКЗ «KVINT»», охарактеризованы показатели эффектив-

ности инвестиционного проекта: коэффициенты финансовой устойчивости положительны, что свидетельствует о целесообразности инвестирования на данном предприятии.

Анализ инвестиционного проекта по закупке нового оборудования и путей его финансирования показал, что у предприятия нет необходимости в привлечении дополнительных средств, поскольку оно не испытывает финансовых трудностей. В то же время, чтобы не извлекать из оборота довольно большую сумму денег, лучше финансировать проект за счет заема средств в банке. Необходимо отметить здесь два вида платы: за собственные финансовые ресурсы предприятия, накопленные в процессе производственной деятельности, и за привлеченные финансовые ресурсы, которые вложены в предприятие в виде финансовых инструментов собственности (акций) [6]. На первый взгляд кажется, что если предприятие уже располагает некоторыми финансовыми ресурсами, то никому не надо за них платить. Это неправильная точка зрения. Дело в том, что, имея финансовые ресурсы, предприятие всегда располагает возможностью инвестировать их, например в какие-либо

Таблица 5

Определение точки безубыточности бизнеса

Показатель	Исходные данные	$F + 200\,000$	$Vq + 20\%$	$q - 20\%$
Выручка, S , тыс. руб.	24 583,5	24 583,5	24 583,5	15 889,44
Выручка в точке безубыточности, SO , тыс. руб.	19 861,80	20 090,32	20 444,79	20 558,62
Объем продаж, q , тыс. шт.	150	150	150	120
Переменные затраты, CV , тыс. руб.	3067,65	3067,65	3681,18	2454,12
Маржа на переменных затратах, тыс. руб.	21 515,85	21 515,85	20 902,32	13 435,32
Коэффициент маржи на переменных затратах	0,88	0,88	0,85	0,85
Постоянные затраты, F , тыс. руб.	17 383,35	17 583,35	17 383,35	17 383,35
Прибыль до выплаты налогов и процентов по кредиту, тыс. руб.	4132,5	3932,5	3518,97	-3948,03
Маржа безопасности, тыс. руб.	4721,70	4493,18	4138,71	-4669,18
Запас финансовой прочности, %	19,21	18,28	16,84	-29,39
Операционный леверидж, DOL , %	5,21	5,47	5,94	-3,40

финансовые инструменты, и тем самым получить прибыль. Поэтому минимальная стоимость данных ресурсов есть «заработок» предприятия от альтернативного способа вложения имеющихся в его распоряжении финансовых ресурсов. Таким образом, предприятие, решая вложить деньги в собственный инвестиционный проект, предполагает, что стоимость этого капитала как минимум равна стоимости альтернативного вложения денег.

Теперь рассмотрим плату собственникам предприятия. Эта плата не ограничивается дивидендами. Прибыль предприятия, оставшаяся в распоряжении собственников (после уплаты вознаграждения кредитному инвестору), распределяется на две части: первая часть выплачивается в виде дивидендов, а вторая – реинвестируется в предприятие. И первая, и вторая принадлежат на самом деле собственникам предприятия. Поэтому при исчислении стоимости собственного капитала необходимо руководствоваться следующим правилом: вся денежная прибыль предприятия (чистый денежный поток), оставшаяся после уплаты кредиторам причитающихся ему сумм, есть плата совокупному собственнику за предоставленные инвестиции и она не должна ограничиваться дивидендными выплатами акционерам [7].

Принятие решения о реализации инвестиционного проекта основано на его экономических и социальных результатах. Главным направлением предварительного анализа является определение показателей возможной экономической эффективности инвестиций, т. е. отдачи от капитальных вложений, которые предусмотрены по проекту [7]. Одним из наиболее ответственных и значимых этапов прединвестиционных исследований является обоснование экономической эффективности инвестиционного проекта, включающее анализ и интегральную оценку всей имею-

щейся технико-экономической и финансовой информации. Оценка эффективности инвестиций проводится в процессе обоснования и выбора возможных вариантов вложения капитала в операции с реальными активами: от замены оборудования на действующем предприятии до создания новых промышленных комплексов или сферы услуг многоцелевого назначения [8].

Инвестор должен получить максимум прибыли при минимуме затрат, т. е. добиться оптимальной эффективности своей деятельности.

Проект оценивается с целью определения потенциальной привлекательности и поиска источников финансирования. Это особенно актуально для проектов, имеющих социальную направленность. Предприятия, будучи объектами инвестирования, могут развиваться по различным направлениям: одни из них планируют разработать и организовать производство новой продукции, другие – приобрести новое технологическое оборудование и тем самым сократить текущие издержки производства, третьи – создать новую структуру сбыта продукции и построить сеть обслуживания потребителей. Однако общей для всех является потребность в инвестиционном проекте.

Таким образом, инвестиционный проект – это комплексный план мероприятий, включающих проектирование, строительство, приобретение технологий и оборудования, подготовку кадров и т. д. и направленных на создание нового или модернизацию действующего производства товаров (услуг) с целью получения экономической выгоды.

Цитированная литература

1. Роль оценки в реализации инвестиционных проектов с участием иностранного ка-

- питала // Российское предпринимательство. – 2012. – № 12(210). – С. 50–55.
2. Хлынин Э.В., Хорошилова Е.И. Современные подходы к оценке эффективности инвестиционных вложений в основной капитал // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8–1. – С. 239.
3. www.kvint.md
4. Игонина Л.Л. Инвестиции: Учебное пособие для вузов. – М., 2012.
5. Ивасенко А.Г., Никонова Я.И. Инвестиции. Источники и методы финансирования. – М., 2011.
6. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А. Инвестиции: Учебное пособие для вузов. – М., 2010.
7. Колтынюк Б.А. Инвестиционные проекты: Учебник. – СПб., 2011.
8. Топсахалова Ф.М. Инвестиции: Учебно-методическое пособие. – М., 2011.

УДК 681.3:657

ОБЛАЧНАЯ БУХГАЛТЕРИЯ

С.А. Коваленко, М.В. Малахова

Рассмотрено такое явление, как облачная бухгалтерия, изучены области ее применения, положительные и отрицательные стороны облачной формы организации ведения бухгалтерского учета.

Ключевые слова: *облачные технологии, облачное хранилище данных, облачная бухгалтерия, «IC: Fresh».*

CLOUD ACCOUNTING

S.A. Covalenco, M.V. Malakhova

The purpose of this article is to examine the phenomenon of «Cloud Accounting» and its sphere of application. Positive and negative sides of cloud forms of organization of accounting were discussed.

Keywords: *cloud computing, cloud storage, cloud accounting, «IC: Fresh».*

Большие скорости доступа к Интернету и его использование в мобильных устройствах меняют рынок современных ИТ-услуг. Облачные технологии приобретают все большую популярность. Вследствие этого почти вся деятельность человека имеет сегодня свое отражение в виртуальном мире.

Облачные технологии – средство ведения бизнеса, географически не привязанное, заметно снижающее первоначальные расходы на капитальные вложения в оборудование и программное обеспечение.

Идея облака состоит в том, чтобы обеспечить повсеместный сетевой доступ по требованию к общему пулу (англ. *pool* – объединение) вычислительных ресурсов (например, к сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам) с любого устройства (компьютера, планшета, смартфона и т. д.) независимо от местоположения пользователя с минимальными затратами [1].

Облачное хранилище данных (англ. *cloud storage*) – модель online-хранилища, в котором данные хранятся на распре-

деленных в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам. Cloud-провайдеры предоставляют услуги по аренде сервера у различных компаний на основе облачных технологий. Компания, предоставляющая облачный сервис, арендует или размещает серверы в дата-центре. Дата-центр – это специализированное охраняемое здание для размещения (хостинга) серверного или сетевого оборудования. Обычно используются независимые европейские (Прибалтика, Германия, Нидерланды) и российские (Санкт-Петербург, Москва) дата-центры. Дата-центры снабжены системами отказоустойчивости и резервирования, что позволяет получить круглосуточный гарантированный доступ к услугам в облаке [2].

Облачным серверам все равно, какую программную платформу использует пользователь и где географически он находится. Основным требованием остается надежный и быстрый канал связи с Интернетом.

В настоящее время наблюдается бум в развитии облачных вычислений. По информации, опубликованной в журнале *Byte*, в 2014–2018 годах объем вычислений, выполняемых в публичных облаках, будет расти со скоростью 44 % в год. Согласно прогнозам компании Cisco в ближайшие пять лет ежегодный объем трафика, проходящего через дата-центры, увеличится в 3 раза – с 2,6 зеттабайт в 2012 году до 7,7 зеттабайт в 2017 году (1 зеттабайт = 1 млрд терабайт).

Online-бухгалтерия, или интернет-бухгалтерия, – это организация системы учета с применением облачных технологий. В то же время есть разделение операционных функций и функций главного бухгалтера. Учет финансов клиента ведется в единой системе через Интернет. Круглосуточный доступ к бухгалтерской online-базе дает возможность руководителю держать свою бухгалтерию под пол-

ным контролем. Бухгалтерский учет online позволяет оптимально быстро синхронизировать работу нескольких удаленных офисов или сотрудников в единой базе данных. Кроме того, бухгалтерский учет на «облаке» – это эффективный мониторинг актуальной бухгалтерской базы профессиональным бухгалтером.

Облачные технологии бухгалтерского учета позволяют значительно увеличить эффективность всех видов бизнеса. Они предоставляют пользователям решения на 100 % готовые к работе. Достаточно просто иметь почти любое устройство, способное соединиться с Интернетом, и получать безграничный доступ к удаленной базе.

Одна из самых распространенных ERP-систем – «1С: Бухгалтерия» имеет свой облачный сервис. Он называется «1С: Fresh».

Сервис «1С: Fresh» основан на концепции SaaS (от англ. *Software as a Service* – приложение как сервис). Эту программу приобретать не нужно. Платить необходимо только за аренду программы, куда входит и обслуживание: техническая поддержка, регулярные обновления в связи с изменениями законодательства, резервное копирование данных, защита от вирусов. При аренде передаются временные неисключительные права. При этом нет необходимости устанавливать какие-либо программы на свой компьютер.

Для бухгалтера удобство состоит в том, что нет никаких отличий в работе системы по сравнению с традиционной версией, построенной по клиент-серверной архитектуре. Для администратора «1С» отличия тоже минимальны.

Рассмотрим online-бухгалтерию в «1С: Fresh».

Принцип работы с «1С: Fresh» ничем не отличается от обычной работы с браузером при посещении веб-страниц. Нужно только открыть любимый браузер, ввести

в строку адреса сайт, а затем личный логин и пароль и начинать работать. Пользователь может даже не заметить, что использует облачный сервис, а не локальную программу.

В личном кабинете есть возможность создавать необходимые конфигурации, добавлять и удалять пользователей. Данные хранятся на облачном сервере «1С». При этом компания «1С» берет на свои плечи всю нагрузку по обновлению, хранению и сопровождению программного комплекса [3, 4].

По необходимости пользователь может делать копии данных и выгружать их на свой компьютер, а также проводить обратную операцию по выгрузке локальной копии на облачный сервис [5]. Это выполняется быстро и без каких-либо затрат. Облачный сервис поддерживает и смешанный режим работы (online / offline), для чего следует настроить автономное рабочее место.

В настоящее время в сервисе «1С: Предприятие 8» через Интернет можно работать со следующими приложениями:

- «1С: Бухгалтерия 8»;
- «1С: Управление небольшой фирмой 8»;
- «1С: Предприниматель 2015»;
- «1С: Отчетность предпринимателя»;
- «1С: Зарплата и управление персоналом 8»;
- «1С-КАМИН: Зарплата»;
- «1С: Бухгалтерия государственного учреждения 8».

Все приложения в сервисе созданы на единой технологической платформе «1С: Предприятие 8», имеют единообразный интерфейс и позволяют настроить между собой обмен данными. Платформа «1С: Предприятие» используется для повышения эффективности управления и учета более чем в 1 000 000 коммерческих организаций и более чем 140 000 сотрудников государственных учреждений.

Технология автономного рабочего места предоставляет следующие возможности:

- на своем компьютере пользователь может работать как online, так и offline;
- требуется однократная настройка автономного рабочего места. Обновление конфигурации осуществляется автоматически до самой актуальной версии;
- данные всегда поддерживаются на автономном рабочем месте в актуальном состоянии. Синхронизация конфигурации в сервисе и на рабочем компьютере осуществляется либо автоматически по расписанию, либо по запросу пользователя [6].

Проанализируем достоинства применения облачных технологий, в том числе в бухгалтерском учете:

1. Снижение затрат и окупаемость: нет необходимости покупать, устанавливать и настраивать программное обеспечение. Все, что нужно, – это компьютер, ноутбук или планшет, на которых комфортно работать с браузером, и хороший доступ в Интернет. Так достигается снижение затрат на программное и аппаратное обеспечение, а также на инфраструктуру, кроме того, становится неактуальным вопрос использования нелицензионного программного обеспечения. Фирма «1С» или ее партнер, оказывающий данную услугу, берет на себя ответственность за своевременное обновление, создание резервных копий, синхронизацию данных, оптимальное распределение нагрузки на ресурсы серверов. Поставщик гарантирует надежную 24-часовую работу сервиса [5, 6].

2. Масштабирование и гибкость. Данное преимущество заключается в том, что можно легко расширить или сузить круг пользователей системы, подключить или отключить услуги, затратив при этом минимум времени и денег. Нет необходимости платить за то, чем не будете пользоваться [5].

3. Безопасность. За безопасностью тоже следит владелец сервиса, а ведь, согласитесь, затраты на безопасность существенны. Хотя, конечно, антивирус на компьютер установить все же придется, но это является нормой для любого компьютера. Данные пользователя, хранящиеся на облачном сервисе, шифруются криптостойкими алгоритмами. Все действия пользователя заносятся в журнал, по которому их можно проверить в режиме реального времени. Изменить данные в журнале нельзя, поэтому с точностью до секунды можно отследить, кто и что делал [6]. Но в случае потери логина и пароля вина будет лежать на самом пользователе.

4. Мобильность: сотрудники могут находиться на любом расстоянии друг от друга, менять свое местоположение, не привязываясь ни к комнате, ни к зданию, ни к стране. Возможность работы сохраняется в командировках и отпуске, можно также брать сверхурочную работу.

5. Работа offline. Реализована возможность работать на локальном компьютере без Сети. Для этого необходимо создать автономное рабочее место. Данные пользователя кэшируются на его компьютер и в дальнейшем синхронизируются с облачным сервисом с целью поддержания актуального состояния, ведь их может запросить другой пользователь.

Облачные технологии при ведении бухгалтерского учета предоставляют как новые, так и усовершенствованные старые возможности всем хозяйствующим субъектам. Особенно хорошо они подходят небольшим и средним предприятиям. Главные преимущества online-бухгалтерии – 24-часовая доступность, надежность, гибкость подключаемых сервисов и низкие затраты.

С каждым годом совершенствуется программное и аппаратное обеспечение, все больше услуг предоставляют облачные технологии. То, что исторически было локально, теперь так не воспринимается. Более того, некоторые облачные сервисы уже не ассоциируются с локальным оборудованием, установленным на компьютере. Руководителям организаций (учреждений), главным бухгалтерам и просто бухгалтерам следует более внимательно посмотреть в сторону облачных технологий и их возможностей. Вероятно, хотя скорее всего так и будет, в ближайшем будущем все задачи можно будет выполнить в «облаках».

Цитированная литература

1. Широкова Е.А. Облачные технологии // Современные тенденции технических наук: Матер. Международн. научн. конф. (Уфа, октябрь 2011 г.). – Уфа: ЛЕТО, 2011. – С. 30–33.
2. Топровер О. Десять вопросов об облачных вычислениях // Мир ПК. – 2009. – № 12. – С. 70–72.
3. Нетесова О.Ю. Новые технологии бухгалтерского учета // Молочно-хозяйственный вестник. – 2014. – № 3(15). – С. 77–82.
4. Как «облака» облегчают работу с государством // По материалам Forbes. – Доступ.: <http://www.buhonline.ru/pub/press/2015/1/9447> (дата обращения: 28.10.2016).
5. Обзор новых сервисов фирмы «1С», обеспечивающих возможность удаленной работы через Интернет. – Доступ.: http://www.soft-servis.ru/poleznaya_informaciya/statyi/199/ (дата обращения: 28.10.2016).
6. Облачная бухгалтерия «1С». Стоит ли уходить в облако?: Матер. интернет-конференции от 19.04.2013. – Доступ.: <http://www.klerk.ru/buh/> (дата обращения: 28.10.2016).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ
ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
зарегистрированных в Министерстве юстиции
Приднестровской Молдавской Республики

Изобретения

(76) Окушко Владимир Ростиславович

г. Тирасполь, ул. Восстания, д. 103, кв. 26

и Чепендюк Татьяна Анатольевна

г. Тирасполь, ул. Федько, д. 34, кв. 15

(11) 478

(21) 16100531

(51) А 61 В 1/00, С 7/00

(22) 28.06.2016

(15) 18.07.2016

(54) Способ оценки формирования зубного ряда, преимущественно постоянных зубов, характеризующийся тем, что, с целью повышения эффективности оценки за счет раннего выявления изменений конфигурации крипты зубного зачатка на рентгенограмме (ортопантограмме), оценку формирования каждого зуба осуществляют по трансформации его крипты из эллипсовидной в сегментированную и по уменьшению среднего диаметра крипты (формированию «констрикционной муфты») судят о начале движения зуба из крипты (прорезывании) и превращении ее в лунку зуба.

Программы для ЭВМ

(71)(73) Общество с ограниченной ответственностью «ТирСкрипт»,

г. Тирасполь, ул. Федько, д. 20, кв. 38

(11) 336

(21) 15300368

(22) 26.09.2016

(15) 27.09.2016

(57) Программный комплекс «Информатор» (далее – ПК «Информатор») предназначен для создания и улучшения связей между организациями и клиентами в разных сферах услуг и в производстве. ПК «Информатор» позволяет пользователю получить информацию о существующих в городе организациях, а им предоставить информацию о себе для привлечения клиентов.

Для этого пользователю необходимо установить мобильное приложение «Информатор»:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.informator.client>

<https://itunes.apple.com/us/app/informator/id1089231686>,

а организации зарегистрироваться на сайте <http://web-informator.com/>

Программный комплекс «Информатор» – это комплекс приложений, нацеленных на предоставление пользователям и организациям следующих услуг:

- система лояльности;
- новостной канал для организаций;
- реклама бизнеса;
- дисконтная программа;
- информирование пользователей о событиях по темам и организациям, на которые они подписаны;
- накопление и обмен дисконтных баллов.

ПК «Информатор» для пользователей предоставляет возможность пользоваться системой скидок в тех организациях, которые подключены к ПК «Информатор». При получении услуги или покупке товаров в организациях, подключенных к системе, пользователь получает дисконтные баллы. При накоплении дисконтных баллов пользователь в праве их использовать для получения скидки в той же организации, где их получил. Пользователи могут обмениваться баллами разных организаций в системе по необходимости и определенным правилам.

Организации размещают свою рекламу и новости для привлечения клиентов, а также информируют покупателей о предстоящих событиях в данной организации. Посредством общения в системе пользователи могут оставлять комментарии о событиях, услугах и покупках в той или иной организации. Они выставляют оценки, тем самым формируя рейтинг организаций в ПК «Информатор».

В приложении можно:

- получать баллы в зависимости от суммы, потраченной в заведении;
- получать скидку за счет накопленных баллов заведения;
- обмениваться баллами между заведениями и пользователями с помощью монет (этот пункт включает в себя покупку и продажу монет);
- просматривать новостную ленту всех заведений (писать комментарии и ставить лайки, фильтровать новости по категориям: Отдых, Спорт, Стиль и мода, Услуги, Продукты питания и Туризм;
- подписываться на заведения (причем все новости заведений, на которые подписан пользователь, будут выводиться в «Моей ленте»);
- просматривать список заведений, зарегистрированных в приложении (как обычным списком, так и на карте отметками);
- изменять данные профиля: загружать фото, заполнять имя, страну, город и дату рождения.

Планируется позже сделать выборку новостей по стране и городу для предотвращения вывода ненужных пользователю новостей.

Программный комплекс «Информатор» включает:

- серверную часть;
- сервис для мобильных приложений;
- лэндинг (гостевой сайт);

- кабинет пользователя;
- кабинет предпринимателя;
- кабинет администратора;
- мобильное приложение клиента (Android и IOS);
- мобильное приложение менеджера (Android).

В процессе работы участвуют три стороны:

предприниматель (владелец заведения; управляет заведением (в приложении) с помощью личного кабинета на сайте);

пользователь (или клиент, тот, кто устанавливает приложение «Информатор» и получает скидки);

сотрудник (относится к заведению и служит оператором зачисления баллов и скидок; пользуется другим приложением – «Информатор для админа»).

Товарные знаки

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Экстрактум»,
г. Тирасполь, ул. 1 Мая, д. 42

(111) 1682

(210) 16201664

(220) 31.05.2016

(151) 10.06.2016

(180) 31.05.2026

(540)



(526) АПТЕКА.

(591) Красный, оттенки зеленого.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Экстрактум»,
г. Тирасполь, ул. 1 Мая, д. 42

(111) 1683

(210) 16201665

(220) 31.05.2016

(151) 10.06.2016

(180) 31.05.2026

(540)



(526) Смысловое выражение.

(591) Зеленый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кейсер»,

г. Тирасполь, ул. Манойлова, 57/2

(111) 1684

(210) 16201666

(220) 23.06.2016

(151) 28.06.2016

(180) 23.06.2026

(540)

(526) АПТЕЧНАЯ СЕТЬ, АПТЕКА.

(591) Зеленый, желтый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

(730) Закрытое акционерное общество «Бендерский мясокомбинат»,

г. Бендеры, ул. Индустриальная, д. 35

(111) 1685

(210) 16201667

(220) 28.06.2016

(151) 29.06.2016

(180) 28.06.2026

(540)

(511)

30 – тесто и изделия из него.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Раст-Унион»,

г. Тирасполь, ул. Свердлова, д. 71, кв. 21

(111) 1686

(210) 16201671

(220) 27.07.2016

(151) 16.08.2016

(180) 27.07.2026

(540)**КОММУНАЛКА**

(511)

36 – агентства по операциям с недвижимым имуществом; анализ финансовый; аренда квартир; аренда недвижимого имущества; аренда офисов [недвижимое имущество]; аренда ферм и сельскохозяйственных предприятий; аренда финансовая; бюро квартирные [недвижимость]; взыскание арендной платы; информация по вопросам страхования; информация финансовая; клиринг; консультирование по вопросам задолженности; консультации по вопросам страхования; консультации по вопросам финансов; кредитование под залог; ликвидация торгово-промышленной деятельности [финансовые услуги]; маклерство*; менеджмент финансовый; обмен денег; организация сбора денег и подписей; оценка леса на корню финансовая; оценка недвижимого имущества; оценка шерсти финансовая; оценки финансовые [страхование, банковские операции, недвижи-

мое имущество]; оценки финансовые стоимости ремонта; перевод денежных средств в системе электронных расчетов; посредничество при операциях с недвижимостью; посредничество при страховании; предоставление ссуд под залог; сбор благотворительных средств; страхование; страхование жизни; страхование от болезней; страхование от несчастных случаев; страхование от несчастных случаев на море; страхование от пожаров; управление жилым фондом; управление недвижимостью; услуги актуариев; услуги банковские; услуги брокерские; услуги по выплате пенсий; услуги попечительские; услуги таможенных брокеров.

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Деливери Интернешнл Парсел»,

Слободзейский район, п. Красное, ул. Фрунзе, д. 93

(111) 1687

(210) 16201669

(151) 23.08.2016

(540)

(220) 26.07.2016

(180) 26.07.2026



(511)

35 – реклама; менеджмент в сфере бизнеса; административная деятельность в сфере бизнеса; офисная служба.

39 – транспортировка; упаковка и хранение товаров; организация путешествий.

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Деливери Интернешнл Парсел»,

Слободзейский район, п. Красное, ул. Фрунзе, д. 93

(111) 1688

(210) 16201670

(151) 23.08.2016

(540)

(220) 26.07.2016

(180) 26.07.2026

DIP

(511)

35 – реклама; менеджмент в сфере бизнеса; административная деятельность в сфере бизнеса; офисная служба.

39 – транспортировка; упаковка и хранение товаров; организация путешествий.

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

- (730) Общество с ограниченной ответственностью «Смак»,**
г. Бендеры, ул. Коммунистическая, д. 45
- (111) 1689**
(210) 16201672 (220) 03.08.2016
(151) 07.09.2016 (180) 03.08.2026
(540)

GURMAN

- (511)
29 – мясо, рыба, птица и дичь.
30 – хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое.
35 – продвижение товаров (для третьих лиц).
43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками.

- (730) Общество с ограниченной ответственностью «Смак»,**
г. Бендеры, ул. Коммунистическая, д. 45
- (111) 1690**
(210) 16201673 (220) 03.08.2016
(151) 07.09.2016 (180) 03.08.2026
(540)

ГУРМАН

- (511)
29 – мясо, рыба, птица и дичь.
30 – хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое.
35 – продвижение товаров (для третьих лиц).
43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками.

- (730) Кока-Кола Компани (The Coca-Cola Company),**
Ван Кока-Кола Плаза, Атланта, Джорджия,
30313, Соединенные Штаты Америки
(One Coca-Cola Plaza, Atlanta, Georgia,
30313, United States of America)
- (111) 1691**
(210) 16201674 (220) 03.08.2016
(151) 07.09.2016 (180) 03.08.2026
(540)



- (591) Красный.
(511)
30 – кофе, чай, какао, сахар, рис, тапиока, саго, заменители кофе; мука и зерновые продукты, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое; мед, сироп из па-

токи; дрожжи, пекарные порошки; соль, горчица; уксус, приправы; пряности; пищевой лед.

32 – пиво; минеральные и газированные воды и прочие безалкогольные напитки; фруктовые напитки и фруктовые соки; сиропы и прочие составы для изготовления напитков.

(730) Кока-Кола Компани (The Coca-Cola Company),

Ван Кока-Кола Плаза, Атланта, Джорджия,
30313, Соединенные Штаты Америки
(One Coca-Cola Plaza, Atlanta, Georgia,
30313, United States of America)

(111) 1692

(210) 16201675

(220) 03.08.2016

(151) 07.09.2016

(180) 03.08.2026

(540)



(591) Черно-белый.

(511)

30 – кофе, чай, какао, сахар, рис, тапиока, саго, заменители кофе; мука и зерновые продукты, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое; мед, сироп из патоки; дрожжи, пекарные порошки; соль, горчица; уксус, приправы; пряности; пищевой лед.

32 – пиво; минеральные и газированные воды и прочие безалкогольные напитки; фруктовые напитки и фруктовые соки; сиропы и прочие составы для изготовления напитков.

(730) Кока-Кола Компани (The Coca-Cola Company),

Ван Кока-Кола Плаза, Атланта, Джорджия,
30313, Соединенные Штаты Америки
(One Coca-Cola Plaza, Atlanta, Georgia,
30313, United States of America)

(111) 1693

(210) 16201676

(220) 03.08.2016

(151) 07.09.2016

(180) 03.08.2026

(540)

Coca-Cola

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кофе, чай, какао, сахар, рис, тапиока, саго, заменители кофе; мука и зерновые продукты, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое; мед, сироп из па-

токи; дрожжи, пекарные порошки; соль, горчица; уксус, приправы; пряности; пищевой лед.

32 – пиво; минеральные и газированные воды и прочие безалкогольные напитки; фруктовые напитки и фруктовые соки; сиропы и прочие составы для изготовления напитков.

(730) Государственное унитарное предприятие «Единые распределительные электрические сети»,

г. Тирасполь, ул. Мира, д. 2

(111) 1694

(210) 16201678

(220) 26.09.2016

(151) 27.03.2016

(180) 26.09.2026

(540)



(591) Белый, синий.

(511)

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

(730) Государственное унитарное предприятие «Единые распределительные электрические сети»,

г. Тирасполь, ул. Мира, д. 2

(111) 1695

(210) 16201679

(220) 26.09.2016

(151) 27.03.2016

(180) 26.09.2026

(540)



(591) Белый, синий.

(511)

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

(730) Общество с ограниченной ответственностью «Наше дело»,

Григориопольский р-н, с. Мочаровка, ул. Садовая, д. 32

(111) 1696

(210) 16201681

(220) 17.10.2016

(151) 18.10.2016

(180) 17.10.2026

(540)



(591) Желтый, зеленый, оттенки зеленого.

(511)

29 – мясо, рыба, птица и дичь; мясные экстракты; овощи и фрукты консервированные, сушеные и подвергнутые тепловой обработке; желе, варенье, компоты; яйца, молоко и молочные продукты; масла и жиры пищевые.

Объекты авторского права

№ п/п	Наименование объекта	Ф.И.О. автора	Дата регистрации
1	2	3	4
268	Статья «Дезинтегратор пространства и времени»	А.В. Медушевский	16.09.2016
269	Учебник для 5 класса «Изобразительное искусство»	Т.И. Голубчикова	28.09.2016

Передача прав на использование объектов интеллектуальной собственности (договоры)

1. № 82/1507, 1508 и 1509 договор об уступке прав на товарные знаки по свидетельствам № 1507 (заявка № 13201475), № 1508 (заявка № 13201476), № 1509 (заявка № 13201477) с приоритетом от 18.11.2013 в отношении услуг, указанных в описании товарных знаков к свидетельствам № 1507, 1508 и 1509. Дата регистрации договора – 13.09.2016. **Лицензиар** – закрытое акционерное общество «Букет Молдавии», г. Дубоссары, ул. Свердлова, д. 109, **лицензиат** – частное предприятие «Дионис», Украина, Одесская обл., г. Одесса, Малиновский р-н, ул. Стуса, д. 2Б.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

2. № 83/1647, 1649 и 1650 неисключительная лицензия на использование товарных знаков по свидетельствам № 1647 (заявка № 15201628), № 1649 (заявка № 15201630), № 1650 (заявка № 15201631) с приоритетом от 19 октября 2015 года в отношении услуг, указанных в описаниях товарных знаков к свидетельствам № 1647, 1649 и 1650. Дата регистрации договора – 13.09.2016. **Лицензиар** – открытое акционерное общество «Общественное телевидение», г. Тирасполь, ул. Христофорова, д. 5, **лицензиат** – Шевчук Евгений Васильевич, г. Рыбница, ул. Кирова, д. 84, корп. 1, кв. 8.

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

Срок действия договора – до 30 января 2017 года.

3. № 84/832, 833, 834, 835, 836, 837 и 838 передаточный акт об уступке прав на товарные знаки по свидетельствам № 832 (заявка № 06200754), № 833 (заявка № 06200755), № 834 (заявка № 06200756), № 835 (заявка № 06200757), № 836 (заявка № 06200758), № 837 (заявка № 06200759), № 838 (заявка № 06200760) с приоритетом

от 18.07.2006 в отношении товаров, указанных в описаниях товарных знаков к свидетельствам № **832, 833, 834, 835, 836, 837 и 838**. Дата регистрации договора – 04.10.2016. **Правообладатель** – Спиритс Интернэионал Би.Ви. (Spirits International B.V.), адрес: 44, rue de la Vallee, L-2661 Люксембург, Люксембоург (44, rue de la Vallee, L-2661 Luxemburg, Luxembourg), **правопреемник** – ЗХС ИП Уолдвайд Сарл (ZHS IP Worldwide Sàrl), адрес: Авеню Ревердил 14, 1260 Ньон, Швейцария (Avenue Reverdil 14, 1260 NYON, Switzerland).

Территория действия договора – Приднестровская Молдавская Республика.

ИЗВЕЩЕНИЯ

1. Срок действия свидетельства № **871** (заявка № 06200798) с приоритетом от 8 ноября 2006 года на товарный знак продлен с 8 ноября 2016 года на 10 лет.
2. Срок действия свидетельства № **791** (заявка № 06200738) с приоритетом от 30 июня 2006 года на товарный знак продлен с 30 июня 2016 года на 10 лет.
3. Срок действия свидетельства № **851** (заявка № 06200803) с приоритетом от 13 ноября 2006 года на товарный знак продлен с 13 ноября 2016 года на 10 лет.
4. Срок действия свидетельства № **841** (заявка № 06200784) с приоритетом от 8 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 8 сентября 2016 года на 10 лет.
5. Срок действия свидетельства № **839** (заявка № 06200796) с приоритетом от 30 октября 2006 года на товарный знак продлен с 30 октября 2016 года на 10 лет.
6. Срок действия свидетельства № **856** (заявка № 06200817) с приоритетом от 8 декабря 2006 года на товарный знак продлен с 8 декабря 2016 года на 10 лет.
7. Срок действия свидетельства № **865** (заявка № 06200795) с приоритетом от 24 октября 2006 года на товарный знак продлен с 24 октября 2016 года на 10 лет.
8. Срок действия свидетельства № **872** (заявка № 06200793) с приоритетом от 24 октября 2006 года на товарный знак продлен с 24 октября 2016 года на 10 лет.
9. Срок действия свидетельства № **866** (заявка № 06200792) с приоритетом от 24 октября 2006 года на товарный знак продлен с 24 октября 2016 года на 10 лет.
10. Срок действия свидетельства № **842** (заявка № 06200785) с приоритетом от 12 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 12 сентября 2016 года на 10 лет.
11. Срок действия свидетельства № **843** (заявка № 06200786) с приоритетом от 12 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 12 сентября 2016 года на 10 лет.
12. Срок действия свидетельства № **844** (заявка № 06200787) с приоритетом от 12 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 12 сентября 2016 года на 10 лет.
13. Срок действия свидетельства № **845** (заявка № 06200788) с приоритетом от 12 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 12 сентября 2016 года на 10 лет.
14. Срок действия свидетельства № **846** (заявка № 06200789) с приоритетом от 12 сентября 2006 года на товарный знак продлен с 12 сентября 2016 года на 10 лет.
15. Срок действия свидетельства № **832** (заявка № 06200754) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.
16. Срок действия свидетельства № **833** (заявка № 06200755) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.
17. Срок действия свидетельства № **834** (заявка № 06200756) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.

18. Срок действия свидетельства № **835** (заявка № 06200757) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.

19. Срок действия свидетельства № **836** (заявка № 06200758) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.

20. Срок действия свидетельства № **837** (заявка № 06200759) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.

21. Срок действия свидетельства № **838** (заявка № 06200760) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарный знак продлен с 18 июля 2016 года на 10 лет.

22. Адрес владельца **Спиритс Интернешнл Н.В. (Spirits International N.V.)**, Уолд Трэйд Сентер, юнит ТМ II 19, Уиллемстад, Кюрасао, Нидерландские Антиллы (World Trade Center, unit TM II 19, Willemstad, Curacao, Netherlands Antilles) в свидетельствах № **832** (заявка № 06200754), № **833** (заявка № 06200755), № **834** (заявка № 06200756), № **835** (заявка № 06200757), № **836** (заявка № 06200758), № **837** (заявка № 06200759), № **838** (заявка № 06200760) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарные знаки изменен на следующий:

(730) 5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Люксембург, Гранд-Дучы оф Люксембург (5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Luxembourg, Grand-Duchy of Luxembourg).

23. Наименование владельца **Спиритс Интернешнл Н.В. (Spirits International N.V.)**, 5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Люксембург, Гранд-Дучы оф Люксембург (5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Luxembourg, Grand-Duchy of Luxembourg) в свидетельствах № **832** (заявка № 06200754), № **833** (заявка № 06200755), № **834** (заявка № 06200756), № **835** (заявка № 06200757), № **836** (заявка № 06200758), № **837** (заявка № 06200759), № **838** (заявка № 06200760) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарные знаки изменено на следующее:

(730) Спиритс Интернэционал Би.Ви. (Spirits International B.V.).

24. Адрес владельца **Спиритс Интернешнл Би.Ви. (Spirits International B.V.)**, 5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Люксембург, Гранд-Дучы оф Люксембург (5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Luxembourg, Grand-Duchy of Luxembourg) в свидетельствах № **832** (заявка № 06200754), № **833** (заявка № 06200755), № **834** (заявка № 06200756), № **835** (заявка № 06200757), № **836** (заявка № 06200758), № **837** (заявка № 06200759), № **838** (заявка № 06200760) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарные знаки изменен на следующий:

(730) 1A, rue Thomas Edison, L-1455 Страссен, Гранд-Дучы оф Люксембург (1A, rue Thomas Edison, L-1455 Strassen, Grand-Duchy of Luxembourg).

25. Адрес владельца **Спиритс Интернешнл Би.Ви. (Spirits International B.V.)**, 5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Люксембург, Гранд-Дучы оф Люксембург (5, rue Eugene Ruppert, L-2453, Luxembourg, Grand-Duchy of Luxembourg) в свидетельствах № **832** (заявка № 06200754), № **833** (заявка № 06200755), № **834** (заявка № 06200756), № **835** (заявка № 06200757), № **836** (заявка № 06200758), № **837** (заявка № 06200759), № **838** (заявка № 06200760) с приоритетом от 18 июля 2006 года на товарные знаки изменен на следующий:

(730) 44, rue de la Vallee, L-2661 Люксембург, Люксембург (44, rue de la Vallee, L-2661 Luxembourg, Luxembourg).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алещенко Светлана Анатольевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа и приложений ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: alesch.svet@gmail.com

Арнаутов Владимир Иванович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры алгебры, геометрии и МПМ ПГУ им. Т.Г. Шевченко, академик АН РМ.

E-mail: arnautov@math.md

Балашова Юлия Владимировна – старший преподаватель кафедры интегрированных компьютерных технологий и систем ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: balashova_ju@mail.ru

Баренгольц Юрий Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математического анализа и приложений ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: barengolft@list.ru

Белоконь Ольга Сергеевна – старший преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: key_olga@mail.ru

Берил Степан Иорданович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: president@spsu.ru

Бурменко Феликс Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машиноведения и технологического оборудования, директор Инженерно-технического института ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: burmenco@mail.ru

Бурменко Юрий Феликсович – старший научный сотрудник НИЛ «Технологическое оборудование» ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: yburmenco@mail.ru

Великодный Вадим Игоревич – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: vadim@velikodniy.name

Гарбузняк Елена Сергеевна – старший преподаватель кафедры информатики и программной инженерии филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: goldfenix@mail.ru

Генцера Ксения Ивановна – аспирант экономического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: kafedra.etime@mail.ru

Глебов Виталий Иванович – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: Nsmolenskii@list.ru

Гоглидзе Татьяна Ираклиевна – главный специалист по гибридной микроэлектронной технологии НИИ «ELIRI» г. Кишинев.

E-mail: t_goglidze@yahoo.com

Дементьев Игорь Витальевич – ведущий научный сотрудник МолдГУ г. Кишинев.

E-mail: dementiev@usm.md

Демиденко Иван Владимирович – аспирант кафедры твердотельной электроники и микроэлектроники ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: demidenko.vanya@list.ru

Долгов Юрий Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и автоматизированного управления производственными процессами ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: dolax2012@yandex.ru

Ермакова Галина Николаевна – кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой алгебры, геометрии и МПМ ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: galla0808@yandex.ru

Звонкий Виталий Георгиевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автоматизированных технологий и промышленных комплексов 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: nikzelenin@mail.ru

Ишимов Виктор Михайлович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры твердотельной электроники и микроэлектроники ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: viktorishimov@mail.ru

Калинкова Елена Вячеславовна – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: vadim@velikodniy.name

Коваленко Сергей Александрович – старший преподаватель кафедры бизнес-информатики и информационных технологий ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

e-mail: ocnelavoc@gmail.com

Козак Людмила Ярославовна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и программной инженерии филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: Ludmilayaroslavovna@gmail.com

Костюкевич Нина Сергеевна – методист физико-математического факультета, младший научный сотрудник НИЛ «Полярн» ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: gravitonchik@gmail.com

Курпатенко Екатерина Владимировна – старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: galina.tiraspol@gmail.com

Лабунский Владимир Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экономической теории и мировой экономики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: etime.kafedra@mail.ru

Лушако Галина Прокофьевна – старший преподаватель кафедры машиноведения и технологического оборудования ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: svet-lana-1@mail.ru

Малахова Мария Владимировна – старший преподаватель кафедры бизнес-информатики и информационных технологий ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: mmvpravda08@gmail.com

Мацкова Наталья Ивановна – старший преподаватель кафедры твердотельной электроники и микроэлектроники ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: nmackova@mail.ru

Николаева Людмила Николаевна – преподаватель кафедры прикладной информатики в экономике филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: lyuda2747@rambler.ru

Попадюк Королина Николаевна – преподаватель кафедры прикладной информатики в экономике филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: korolina92p@mail.ru

Радченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин и информационных систем Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: zav-opdiis@bpfpgu.ru

Семенова Наталья Вячеславовна – старший преподаватель кафедры высшей математики Московского института стали и сплавов.

E-mail: semenova-200662@yandex.ru

Сенокосова Людмила Григорьевна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономической теории и мировой экономики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: etime.kafedra@mail.ru

Сенокосов Эдуард Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой твердотельной электроники и микроэлектроники ПГУ им. Т.Г. Шевченко, член-корреспондент РАЕН.

E-mail: senokosov37@mail.ru

Синявский Элерланж Петрович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей и теоретической физики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: gravitonchik@gmail.com

Сиротенко Галина Александровна – преподаватель кафедры экономики и менеджмента ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: galina.tiraspol@gmail.com

Смоленский Николай Николаевич – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и менеджмента, декан экономического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: Nsmolenskii@list.ru

Спиридонова Галина Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: gali-spiridono@yandex.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

Стасюк Татьяна Петровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: tatiana.stasyuk@gmail.com

Сташкова Ольга Витальевна – старший преподаватель кафедры информатики и

программной инженерии филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: stashkova.ola@mail.ru

Тягульская Людмила Анатольевна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой информатики и программной инженерии, директор филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбнице.

E-mail: tla.ki@list.ru

Федорова Татьяна Анатольевна – преподаватель кафедры общепрофессиональных дисциплин и информационных систем Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: zam-zav-opdiis@bpfpgu.ru

Федорченко Сергей Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: fed_tir@mail.ru

Царюк Елена Александровна – старший преподаватель кафедры автоматизированных технологий и промышленных комплексов ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: len-caruk@yandex.ru

Цуркан Анжела Александровна – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: fikys67@mail.ru

Черныш Валентина Николаевна – старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: viktor.erihs.55@mail.ru

Чукита Виталий Исакович – старший преподаватель кафедры твердотельной электроники и микроэлектроники ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: chykita@mail.ru

Юров Леонард Леонидович – старший научный сотрудник НИЛ «Технологическое оборудование» ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

E-mail: leotir@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleschenko Svetlana Anatolyevna – candidate of physico-mathematical sciences, associate Professor of the Department of mathematical analysis and applications, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: alesch.svet@gmail.com

Arnaytov Vladimir Ivanovich – doctor of physico-mathematical sciences, Professor of the Department of algebra, geometry and MPM Shevchenko State University of Pridnestrovie, academician of the RM.

E-mail: arnautov@math.md

Balashova Yuliya Vladimirovna – senior lecturer of the Department of integrated computer technologies and systems of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: balashova_ju@mail.ru

Barengol'ts Yurii Alexandrovich – head of the Department of mathematical analysis and applications, candidate of physico-mathematical sciences, associate Professor of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: barengol'tf@list.ru

Belokon Olga Sergeevna – senior lecturer of the Department of computing software and automated systems of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: key_olga@mail.ru

Beril Stepan Iordanovich – doctor of physico-mathematical sciences, Professor, head of Department of general and theoretical physics of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: president@spsu.ru

Burmenko Felix Yurievich – candidate of technical Sciences, associate Professor of mechanical engineering and technological equipment of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: burmenco@mail.ru

Burmenko Yurii Feliksovich – senior scientific researcher of the laboratory “Technology equipment” of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: yburmenco@mail.ru

Chernysh Valentina Nicholaivna – senior lecturer of the Department of accounting and audit, faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: viktor.erihs.55@mail.ru

Chukita Vitalii Isakovich – senior lecturer of the Department of solid state electronics and microelectronics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: chykita@mail.ru

Covalenco Sergey Alexandrovich – senior lecturer in business informatics and information technology of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: ocnelavoc@gmail.com

Dementiev Igor Vitalievich – leading researcher of Moldovan State University of Chisinau.

E-mail: dementiev@usm.md

Demidenko Ivan Vladimirovich – post-graduate of the Department of solid-state electronics and microelectronics of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: demidenko.vanya@list.ru

Dolgov Yurii Alexandrovich – doctor of technical sciences, Professor of Department of information technologies and automated control of production processes of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: dolax2012@yandex.ru

Ermakova Galina Nikolayevna – the candidate of pedagogical sciences, associate Professor of Department of algebra, geometry and MPM, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: galla0808@yandex.ru

Fedorchenko Sergei Grigorievich – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of computing software and automated systems, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fed_tir@mail.ru

Fedorova Tatiana Anatolyevna – lecturer of the Department of general professional dis-

ciplines and information systems of the Bender Polytechnic branch, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: zam-zav-opdiis@bpfpgu.ru

Garbuznyak Elena Sergeevna – senior lecturer in computer science and software engineering of the branch of Pridnestrovian state University named by T.G. Shevchenko in Rybnitsa.

E-mail: goldfenix@mail.ru

Gencerova Ksenia Ivanovna – postgraduate of economic faculty of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: kafedra.etime@mail.ru

Glebov Vitaly Ivanovich – doctor of economic Sciences, Professor, Department of Economics and management, faculty of Economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: Nsmolenskii@list.ru

Goglidze Tatiana Iraklievna – chief specialist for hybrid microelectronics technology of Research Institute “ELIRI”, Chisinau.

E-mail: t_goglidze@yahoo.com

Ishimov Victor Mikhailovich – candidate of physico-mathematical sciences, docent of Department of solid state electronics and microelectronics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: viktorishimov@mail.ru

Kalinkova Elena Vyacheslavovna – senior lecturer of the Department of applied mathematics and informatics of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vadim@velikodniy.name

Kostyukevich Nina Sergeevna – methodologist of the faculty of physics and mathematics, junior researcher of research laboratory “Polyaron”, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: gravitonchik@gmail.com

Kozak Lyudmila Yaroslavovna – candidate of technical sciences, associate Professor of computer science and software engineering of Rybnitsa branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: Ludmilayaroslavovna@gmail.com

Kurpatenko Ekaterina Vladimirovna – senior lecturer of the Department of economics and management of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: galina.tiraspol@gmail.com

Labunskii Vladimir Vladimirovich – the candidate of agricultural sciences, associate Professor of the Department of economic theory and world economy, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: etime.kafedra@mail.ru

Lupashko Galina Prokofievna – senior lecturer of the Department of mechanical engineering and technological equipment of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: svet-lana-1@mail.ru

Malakhova Maria Vladimirovna – senior lecturer in business informatics and information technology of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: mmvpravda08@gmail.com

Matskova Natalia Ivanovna – senior lecturer of the Department of solid state electronics and microelectronics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nmackova@mail.ru

Nicolaeva Lyudmila Nikolaevna – lecturer, Department of applied informatics in the economy, Rybnitsa branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: lyuda2747@rambler.ru

Popadiuc Corolina Nikolaevna – lecturer, Department of applied informatics in the economy, Rybnitsa branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: korolina92p@mail.ru

Radchenko Victor Nikolaevich – candidate of technical sciences, associate Professor of the Department of general disciplines and information systems of the Bender Polytechnic branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: zav-opdiis@bpfpgu.ru

Semenova Natalia Vyacheslavovna – senior lecturer of higher mathematics, Moscow Institute of steel and alloys.

E-mail: semenova-200662@yandex.ru

Senokosova Lyudmila Grigorievna – doctor of economic sciences, Professor, head of the Department of economic theory and world economy, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: etime.kafedra@mail.ru

Senokosov Eduard Alexandrovich – doctor of physico-mathematical sciences, Professor, head of the Department of solid-state electronics and microelectronics of Shevchenko State University of Pridnestrovie, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences.

E-mail: senokosov37@mail.ru

Sinyavskii Elerlange Petrovich – doctor of physico-mathematical sciences, Professor of the Department of general and theoretical physics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: gravitonchik@gmail.com

Sirotenko Galina Alexandrovna – lecturer of the Department of economics and management, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: galina.tiraspol@gmail.com

Smolenskii Nicholai Nicholaivich – candidate of economic sciences, head of the Department of economics and management, head of faculty of economics, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: Nsmolenskii@list.ru

Spiridonova Galina Vasilievna – candidate of technical sciences, associate Professor of the Department of applied mathematics and Informatics, Shevchenko State.

E-mail: gali-spiridono@yandex.ru

Starchuk Alexander Sergeevich – candidate of physico-mathematical sciences, associate Professor, Department of general and theoretical physics.

E-mail: star-alex@jdknet.com

Stashkova Olga Vitalyevna – senior lecturer of the Department of computer science and software engineering, branch of Shevchen-

ko State University of Pridnestrovie in Rybnitsa.

E-mail: stashkova.ola@mail.ru

Stasyuk Tatiana Petrovna – candidate of economic sciences, associate Professor, department of accounting and auditing, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: tatiana.stasyuk@gmail.com

Tsaruk Elena Alexandrovna – senior lecturer of Department of automated technologies and industrial complexes of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: len-caruk@yandex.ru

Tsurkan Angela Alexandrovna – senior lecturer of the Department of accounting and auditing of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: fikys67@mail.ru

Tyagulskaya Lyudmila Anatolyevna – candidate of economic sciences, associate Professor of the Department of computer science and software engineering, branch of Shevchenko State University of Pridnestrovie in Rybnitsa.

E-mail: tla.ki@list.ru

Velikodniy Vadim Igorevich – senior lecturer of the Department of applied mathematics and informatics of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: vadim@velikodniy.name

Yurov Leonard Leonidovich – senior scientific researcher of the laboratory “Technology equipment” of Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: leotir@bk.ru

Zelenin Nikolay Valerievich – senior lecturer of the Department of accounting and auditing, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: nikzelenin@mail.ru

Zvonkiy Vitaliy Georgievich – candidate of technical sciences, associate Professor of Department of automated technologies and industrial complexes, Shevchenko State University of Pridnestrovie.

E-mail: mr.zvonkiy@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

<i>С.И. Берил, А.С. Старчук, Ю.А. Баренгольц.</i> ЛЕВИТИРУЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОЛЯРОНЫ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ПРОБЛЕМЕ ПОЛЯРОНА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОЙ СВЯЗИ	3
<i>С.И. Берил, Ю.А. Баренгольц.</i> ПОЛЯРОННАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НА КАТОДЕ АДСОРБИРОВАННОЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ НАНОПЛЕНКИ	19
<i>Э.П. Синявский, Н.С. Костюкевич.</i> МЕЖПОДЗОННОЕ МАГНЕТОПОГЛОЩЕНИЕ В НАНОПРОВОЛОКАХ С УЧЕТОМ РЕЗОНАНСНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ФОНОНОВ	24
<i>Э.П. Синявский, Н.С. Костюкевич.</i> МЕЖЗОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В НАНОТРУБКАХ ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ	30
<i>Э.А. Сенокосов, В.И. Чукина.</i> ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ CdSe, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ В КВАЗИЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ НА КРИСТАЛЛАХ (0001) СЛЮДЫ	36
<i>Т.И. Гоглидзе, И.В. Дементьев, В.М. Ишимов, Н.И. Мацкова, И.В. Демиденко.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ZnS И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В КАЧЕСТВЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	44
<i>С.А. Алещенко.</i> СОХРАНЕНИЕ ПОЛУИЗОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗОМОРФИЗМА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ПОДКОЛЬЦАМ И ФАКТОРКОЛЬЦАМ ПСЕВДОНОРМИРОВАННЫХ КОЛЕЦ	47
<i>В.И. Арнаутков, Г.Н. Ермакова.</i> ПРИМЕР СЧЕТНОГО МОДУЛЯ НАД ДИСКРЕТНЫМ КОЛЬЦОМ, КОТОРЫЙ НЕ ДОПУСКАЕТ НЕДИСКРЕТНЫХ МЕТРИЗУЕМЫХ МОДУЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ	52
<i>Г.В. Спиридонова, Н.В. Семенова.</i> ПРОЦЕСС РЕСУРСООБМЕНА В СИСТЕМЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИЯХ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	56

ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

<i>Ф.Ю. Бурменко, Л.Л. Юров, Ю.Ф. Бурменко, Г.П. Лупашко.</i> СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОМ РЕЖИМОМ ПРЕССОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПАКЕТА	62
<i>Ю.А. Долгов, Ю.В. Балашова.</i> ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА ПО АНАЛИЗУ СОСТАВА АБИТУРИЕНТОВ	66
<i>Е.А. Царюк, В.Г. Звонкий.</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОКАТА	70
<i>В.И. Великодный, Е.В. Калинин.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА СКАНИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	75
<i>С.Г. Федорченко, О.С. Белоконь.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»	80
<i>В.Н. Радченко, Т.А. Федорова.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЙСТВИЯ ТОКОВ ИНФРАНИЗКИХ ЧАСТОТ НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА.	85
<i>Л.А. Тягульская, О.В. Сташкова, Е.С. Гарбузняк.</i> ЭЛЕКТРОННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАК НЕОБХОДИМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	91
<i>Л.Я. Козак, Л.А. Тягульская.</i> ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ	99
<i>Л.Н. Николаева, К.Н. Попадюк.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ	105

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

<i>В.И. Глебов, Н.Н. Смоленский.</i> РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	109
<i>В.И. Глебов, Н.Н. Смоленский.</i> ФАКТОРЫ И УРОВЕНЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И СТРУКТУРА ЭКОНОМИКИ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	121
<i>Л.Г. Сенокосова, К.И. Генцерева.</i> ИПОТЕЧНЫЙ КРЕДИТ И ЕГО РОЛЬ В РЕШЕНИИ ЖИЛИЩНОЙ ПРОБЛЕМЫ	130
<i>Т.П. Стасюк.</i> ЗНАЧИМОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СУБЪЕКТА.	139

<i>В.В. Лабунский.</i> ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПРИ ФИКСИРОВАННОМ ВАЛЮТНОМ КУРСЕ В ОТКРЫТОЙ ЭКОНОМИКЕ	146
<i>Н.В. Зеленин.</i> ОШИБКИ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ И АУДИТЕ, ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИСПРАВЛЕНИЕ	157
<i>В.Н. Черныш.</i> ПОРЯДОК УЧЕТА, СПИСАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	166
<i>А.А. Цуркан.</i> АУТСТАФФИНГ: ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ИЛИ ЭКОНОМИЯ ЗАТРАТ?	168
<i>Е.В. Курпатенко, Г.А. Сиротенко.</i> ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ И ИСТОЧНИКИ ЕГО ФИНАНСИРОВАНИЯ	173
<i>С.А. Коваленко, М.В. Малахова.</i> ОБЛАЧНАЯ БУХГАЛТЕРИЯ	180

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, зарегистрированных в Министерстве юстиции Приднестровской Молдавской Республики	184
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	195

Научно-методический журнал

ВЕСТНИК ПРИДНЕСТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Серия: **Физико-математические и технические науки**

Редактор *Ю.Н. Каченко*
Компьютерная верстка *А.Н. Федоренко*
Технический секретарь *Т.Г. Мустя*

ИЛ № 06150. Сер. АЮ от 21.02.02.
Подписано в печать 26.12.2016. Формат 70×100/16.
Уч.-изд. л. 12,75. Усл. печ. л. 16,45. Тираж 500 экз. Заказ № 254.

Изд-во Приднестр. ун-та. 3300, г. Тирасполь, ул. Мира, 18.