

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(45), 2013**

*Выходит три раза в год*

*Издательство  
Приднестровского  
Университета*  
Тирасполь, 2013

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

С.И. БЕРИЛ, д-р физ.-мат. наук, проф.  
(ответственный редактор)

В.П. СТЕПАНОВ, д-р ист. наук, проф.  
(зам. ответственного редактора)

К.Д. ЛЯХОМСКАЯ, канд. физ.-мат. наук, доц.  
(ответственный секретарь)

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

**Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко.** Вестник Приднестровского университета / Приднестровский гос. ун-т. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2013

Сер.: Физико-математические и технические науки: № 3(45), 2013. – 208 с.  
ISSN 1857-1174

5:378.4(478-24)(082)

П 71

© ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2013

---

Научно-методический журнал

ВЕСТНИК ПРИДНЕСТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Серия: **Физико-математические и технические науки**

Редакторы: *Л.Н. Носкова, Ю.Н. Ткаченко*  
Компьютерная верстка *А.Н. Федоренко*

ИЛ № 06150. Сер. АЮ от 21.02.02.  
Подписано в печать 09.12.2013. Формат 70×100/16.  
Уч.-изд. л. 13,0. Усл. печ. л. 16,8. Тираж 500 экз. Заказ № 391.

*Изд-во Приднестр. ун-та. 3300, г. Тирасполь, ул. Мира, 18.*

## ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

УДК 537.533.2+621.3.032.21

*С.И. Берил*, д-р физ.-мат. наук, проф.

*Ю.А. Баренгольц*, канд. физ.-мат. наук

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АДсорБИРОВАННЫХ АТОМОВ ИЛИ МОЛЕКУЛ НА ТОК ПИКОСЕКУНДНОЙ ВЗРЫВНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

*Рассмотрена потенциальная диаграмма электрона на границе пикосекундного катода в условиях высоковольтного газового разряда с учетом слоя или отдельных адсорбированных атомов, полярных и неполярных молекул. В применении к исследуемым структурам в квазиклассическом приближении получены аналитические выражения для прозрачности барьера и плотности предвзрывного автоэлектронного тока. Показано, что присутствие на эмиттере адсорбата в любом случае приводит к уменьшению площади туннельного барьера и увеличению предпробойного тока автоэлектронной эмиссии.*

Исследования влияния адсорбированных атомов или слоев на начальную стадию высоковольтного импульсного газового разряда впервые обобщены в монографии Ю.Д. Королева и Г.А. Месяца [1]. Созданы и подтверждены многочисленными экспериментами теоретические модели перехода автоэлектронной эмиссии (АЭЭ) во взрывную эмиссию электронов (ВЭЭ) [2]. До последнего времени считалось, что теория генерирования ультракоротких сверхмощных импульсов высоковольтного вакуумного и газового разрядов вполне адекватно описывает процессы импульсного пробоя. При этом термином «ультракороткие импульсы» пользовались для обозначения временных промежутков порядка микро- или наносекунд. Развитие в последние годы техноло-

гий в области сильноточной электроники позволило существенно продвинуться в плане генерации импульсов в еще более коротком диапазоне. 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 настоящее время теоретические модели субнаносекундного вакуумного и газового разрядов основаны на предположении о том, что центрами автоэлектронной эмиссии, предшествующей взрывной эмиссии электронов, являются имеющиеся на катоде микронеоднородности чисто геометрического характера – мик-

роострия, микровыступы, границы микро-трещин, отдельные грани микрокристаллов (при использовании поликристаллических материалов) и т. д. [6–8]. Можно согласиться с тем, что при высоковольтных вакуумных разрядах именно перечисленные нарушения однородности поверхности эмиттера становятся центрами начальных эмиттированных автоэлектронов. Более того, 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, происходит качественное изменение характера процессов, сопровождающих развитие высоковольтного пробоя. Можно говорить и о том, что некоторые процессы, влиянием которых при более длительных импульсах можно пренебречь, приобретают первостепенное значение.

Одним из факторов, не вписывающихся в традиционную модель импульсного пикосекундного пробоя разреженных промежутков, остается малая длительность импульса тока по сравнению с импульсом приложенного напряжения. Говорят, что имеет место «обрыв тока». Авторами [9] высказывается и обосновывается предположение о том, что механизм ограничения длительности, обусловленный переходом АЭЭ с катода в микровзрыв неоднородностей, менее вероятен, чем ограничение тока, вызванное появлением над точечными эмиттерами экранирующего плазменного облака.

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 эта роль может только возрастать. На наш

взгляд, обрыв тока может быть обусловлен до сих пор неучтенным фактом участия в инициировании пикосекундного газового разряда инородных адсорбированных атомов, молекул, островковых пленок или включений, образующихся на поверхности катода в условиях газовой атмосферы.

В любом случае пробой газовой промежутка иницируется туннельным током из локальных участков катода. В работе рассматривается случай присутствия на этих участках адсорбированных атомов, полярных или неполярных молекул.

### Изменение работы выхода катода и ток АЭЭ при наличии полярных адсорбированных молекул

Наличие адсорбированных полярных молекул обуславливает снижение потенциального барьера на величину  $\Delta\varphi$ . При этом согласно [11]

$$\Delta\varphi = \frac{eC_1\theta}{4\pi\varepsilon_0(1+C_2\theta^{3/2})}, \quad (1)$$

где  $e$  – элементарный заряд;  $C_1$  и  $C_2$  – параметры, зависящие от свойств адсорбата;  $\theta$  – степень покрытия ( $\theta = 0$  при отсутствии адатомов и  $\theta = 1$  для монослоя);  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная.

Для случая малых покрытий ( $\theta \ll 1$ ) получаем

$$\Delta\varphi = \frac{eC_1\theta}{4\pi\varepsilon_0}. \quad (2)$$

Если использовать приближение [11]

$$C_1 = 4\pi n_0\mu, \quad (3)$$

где  $n_0$  – число атомов на единичную площадь (поверхностная концентрация адсорбированных атомов), а  $\mu$  – величина, имеющая размерность дипольного момента, то получим



$$\Delta\varphi = \frac{e}{\varepsilon_0} n_0 \mu \theta. \quad (4)$$

Например, для воды  $\mu = 6,14 \times 10^{-30}$  Кл·м [12]. Если принять  $n_0 = 6 \cdot 10^{18}$  м<sup>-2</sup>, то из (4) следует

$$\Delta\varphi = 4,07\theta \text{ эВ},$$

т. е. даже для случая сверхтонких покрытий уменьшение работы выхода может составлять десятые доли электронвольта.

С учетом (4) работа выхода  $\varphi_a$  материала катода, покрытого молекулами адсорбата, определяется выражением

$$\varphi_a = \varphi_0 - \Delta\varphi. \quad (5)$$

Здесь  $\varphi_0$  – работа выхода основного материала катода.

Для вычисления плотности тока АЭЭ используем классическое уравнение Фаулера–Нордгейма:

$$j = \frac{e^3 E^2}{8\pi h \varphi_a t^2(y)} \times \exp\left[-\frac{8}{3eh} \frac{\sqrt{2\pi m \varphi_a^3}}{E} v(y)\right], \quad (6)$$

где  $E$  – напряженность электрического поля;  $h$  – постоянная Планка;  $m$  – масса электрона;  $y = \sqrt{\frac{e^3 E}{4\pi \varepsilon_0 \varphi_a^2}}$  – параметр;

$v(y)$  и  $t(y)$  – табулируемые функции.

Согласно [2] для практических расчетов можно использовать значения

$$t^2(y) \approx 1,1; \quad v(y) \approx 0,95 - 1,03y^2.$$

В качестве примера на рис. 1 воспроизведены зависимости, рассчитанные по формуле (6) для случая адсорбированных молекул воды на эмиттере с работой выхода  $\varphi_0 = 4,5$  эВ при различных значениях  $\theta$ .

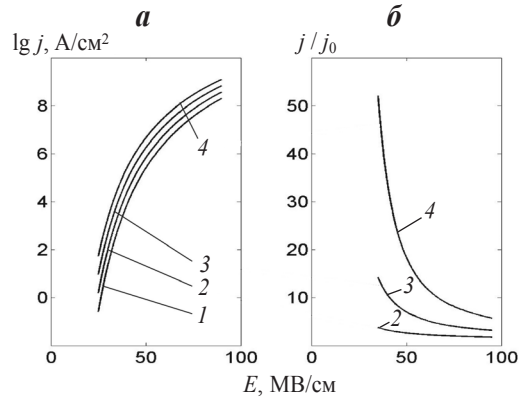


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики тока АЭЭ из катода с работой выхода  $\varphi_0 = 4,5$  эВ при различной степени покрытия ( $\theta$ ) адсорбированными молекулами воды: 1 – 0; 2 – 0,05; 3 – 0,1; 4 – 0,15: а – абсолютные значения плотности тока; б – отношение плотности тока АЭЭ, рассчитанной по формуле (6), к значению плотности тока  $j_0$  (кривая 1), полученному без учета влияния адсорбата

Как видно из рис. 1, наличие полярных адсорбированных молекул на поверхности катода фактически действует на туннелирующие электроны как дополнительное ускоряющее электрическое поле. Таким образом, профиль туннельного барьера будет определяться некоторым эффективным электрическим полем напряженностью  $E_{\text{эф}} = \theta E$ , которое приводит к существенному уменьшению площади барьера и увеличению его прозрачности.

### Потенциальный барьер при наличии неполярных адсорбированных молекул

Известно, что некоторые атомы или молекулы, не являющиеся полярными в обычных условиях, могут получать во внешнем электрическом поле так называемый индуцированный (наведенный) дипольный момент  $\mu_{\text{инд}}$ . Величина этого момента в первом приближении пропорциональна напряженности  $E$  внешнего поля:

$$\mu_{\text{инд}} = 4\pi\varepsilon_0\alpha E, \quad (7)$$

где  $\alpha$  – коэффициент поляризуемости, имеющий размерность объема.

В результате из (4) получим

$$\Delta\varphi = 4\pi\alpha en_0\theta E. \quad (8)$$

Если обозначить

$$\beta = 4\pi\alpha n_0\theta, \quad (9)$$

то из (5) и (8) следует, что

$$\varphi_a = \varphi_0 - e\beta E. \quad (10)$$

Элементарный заряд не включен в константу  $\beta$  для получения в дальнейшем более удобной для численных расчетов размерности  $[\varphi_a] = \text{эВ}$ .

С появлением отрицательной добавки  $\Delta\varphi$ , зависящей от напряженности электрического поля, формула для вольт-амперной характеристики усложняется. Для ее вывода предлагается использовать иной подход по сравнению с тем, который применялся нами для случая полярных молекул. Дело в том, что неполярные молекулы не просто влияют на высоту приграничного потенциального барьера – их присутствие изменяет и форму этого барьера, причем это влияние с ростом приложенного поля возрастает, что приводит к изменению самого характера вольт-амперной характеристики.

В рамках модели Зоммерфельда плотность эмиссионного тока  $j$ , которая в общем случае зависит от напряженности  $E$  и абсолютной температуры  $T$ , определяется соотношением

$$j(E, T) = e \int_{-\infty}^{\infty} N(W, T) D(W, E) dW. \quad (11)$$

Здесь  $N(W, T)$  – равновесное число электронов с энергиями от  $W$  до  $W + dW$ ,

падающих в единицу времени на единицу площади поверхности потенциального барьера на границе эмиттер–вакуум из объема основного материала эмиттера;  $D(W, E)$  – прозрачность этого потенциального барьера.

Дальнейшие преобразования базируются на следующих допущениях.

Во-первых, температуру считаем близкой к нулю. Данное предположение справедливо даже в том случае, когда пробой газового промежутка инициируется при комнатной температуре. Действительно, значение  $kT$  ( $k$  – постоянная Больцмана) при  $T = 300$  К составляет 0,026 эВ, что много меньше характерных величин (работа выхода и ширина зоны проводимости материала эмиттера), которые имеют порядка нескольких электронвольт. В этом случае пределы интегрирования в формуле (11) ограничиваются размерами зоны проводимости материала катода. Тогда из (11) следует

$$j(E, T) = e \int_{-W_F}^0 N(W, T) D(W, E) dW. \quad (12)$$

Во-вторых, распределение электронов по энергиям  $N(W, T)$  считаем подчиняющимся статистике Ферми–Дирака. Тогда

$$N(W, T) = \frac{4\pi mkT}{h^3} \ln(1 + e^{-W/kT}). \quad (13)$$

Учитывая условие  $T \rightarrow 0$ , разложим логарифм в ряд Маклорена, после чего из (13) получим

$$N(W) = -\frac{4\pi mW}{h^3}. \quad (14)$$

Следовательно,

$$j(E) = -\frac{4\pi me}{h^3} \int_{-W_F}^0 W D(W, E) dW. \quad (15)$$

В-третьих, направив ось координат (ось  $Ox$ ) перпендикулярно поверхности эмиттера, можем записать выражение для прозрачности  $D(W, E)$  барьера на границе эмиттер–газ:

$$D(W, E) = \exp \left[ -\frac{4\pi}{h} \sqrt{2m} \int_{x_1}^{x_2} (W_p - W)^{1/2} dx \right], \quad (16)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  – границы потенциального барьера на уровне Ферми материала катода;  $W_p$  – потенциальная энергия электрона вне эмиттера.

Найдем значение  $D(W, E)$  для рассматриваемой системы.

Совместим начало координат с поверхностью чистого катода. Тогда потенциальную энергию электрона вне эмиттера будут формировать следующие составляющие:

1) работа выхода  $\varphi_a$  материала катода (10);

2) классические силы изображения, действующие на электроны, которые покидают катод. Для потенциальной энергии этих сил справедливо выражение

$$W_{из} = -\frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 x}; \quad (17)$$

3) потенциальная энергия  $W_E$  электрона, обусловленная наличием внешнего электрического поля:

$$W_E = -eEx. \quad (18)$$

Следовательно, выражение для полной потенциальной энергии электрона вне катода приобретает вид (рис. 2):

$$W_p = \varphi_0 - e\beta E - \frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 x} - eEx. \quad (19)$$

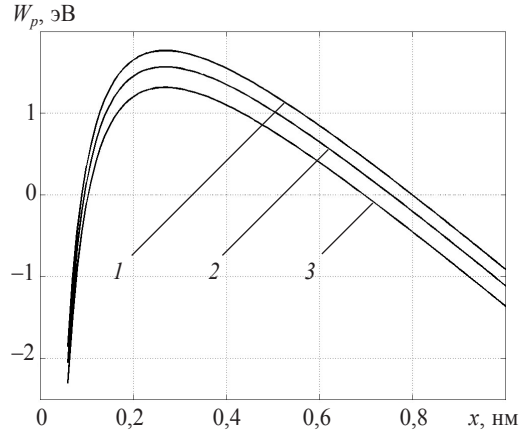


Рис. 2. Потенциальная энергия электрона вне катода ( $\varphi_0 = 4,5$  эВ,  $E = 50$  МВ/см) в присутствии электрического поля напряженностью при различных значениях  $\beta$ : 1 – 0,01; 2 – 0,05; 3 – 0,1

Тогда границы потенциального барьера определяются выражениями (корни уравнения (19)):

$$x_1 \approx \frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 (\varphi_0 - e\beta E)} \quad (20)$$

и

$$x_2 \approx \frac{\varphi_0}{eE} - \beta.$$

В первом случае мы предполагаем доминирующую роль сил изображения непосредственно у поверхности эмиттера, во втором – считаем преобладающим влияние внешнего электрического поля.

Координаты точки максимума потенциальной энергии (рис. 3) соответственно равны:

$$x_m = \sqrt{\frac{e}{16\pi\epsilon_0 E}} \quad (21)$$

и

$$W_{pm} = \varphi_0 - e\beta E - \sqrt{\frac{e^3 E}{4\pi\epsilon_0}}.$$

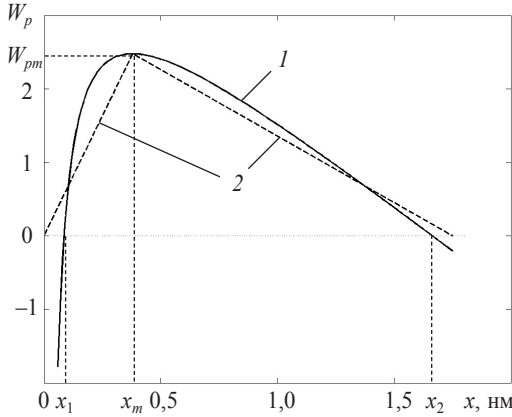


Рис. 3. Реальный потенциальный барьер (кривая 1) и его аппроксимация (отрезок 2) для параметров:  
 $\varphi_0 = 4,5 \text{ эВ}$ ,  $E = 25 \text{ МВ/см}$ ,  $\beta = 0,05$

Полученное выражение (19) позволяет наглядно представить форму и размеры прикатодного барьера, однако его использование для нахождения прозрачности по формуле (16) приводит к необходимости вычисления эллиптических интегралов Эйлера первого и второго рода. Это, в свою очередь, требует привлечения специальных функций, что затрудняет дальнейший теоретический анализ. Однако сам вид барьера, представленного на рис. 2, наталкивает на возможность его линейной аппроксимации — заменить криволинейный барьер треугольным (см. рис. 3).

**Участок  $[x_1, x_m]$ .** Поскольку, как показывают расчеты,  $x_1 \rightarrow 0$  в широком интервале изменения напряженности электрического поля, для аппроксимации можно выбрать прямую, проходящую через две точки:  $(0; 0)$  и  $(x_m, W_{pm})$ . Тогда уравнение этой прямой можно записать в виде

$$W_p = k_1 x, \quad (22)$$

где

$$k_1 = \frac{W_{pm}}{x_m}. \quad (23)$$

Окончательно из (21)–(23) получаем

$$W_p = \sqrt{\frac{16\pi\epsilon_0 E}{e}} \times \left( \varphi_0 - e\beta E - \sqrt{\frac{e^3 E}{4\pi\epsilon_0}} \right) x. \quad (24)$$

**Участок  $[x_m, x_2]$ .** На данном интервале уравнение прямой, если учесть отрицательное значение тангенса угла ее наклона, будет иметь вид

$$W_p = -k_2 x + b. \quad (25)$$

С помощью координат точек  $(x_m; W_{pm})$  и  $(x_2; 0)$ , через которые проходит эта прямая, находим

$$k_2 = \frac{W_{pm}}{x_2 - x_m}, \quad b = \frac{W_{pm} x_2}{x_2 - x_m}. \quad (26)$$

Таким образом, для рассматриваемого участка из формул (20), (21), (25) и (26) вытекает, что

$$W_p = \frac{\varphi_0 - e\beta E - eEx}{\varphi_0 - e\beta E - \sqrt{\frac{e^3 E}{16\pi\epsilon_0}}} \times \left( \varphi_0 - e\beta E - \sqrt{\frac{e^3 E}{4\pi\epsilon_0}} \right). \quad (27)$$

### Прозрачность потенциального барьера и ток АЭЭ при наличии неполярных адсорбированных молекул

Предположим, что электрическое поле, с одной стороны, достаточно сильное, чтобы выполнялись ограничения, с помощью которых получены выражения (20), а с другой — не настолько сильное,

чтобы полностью снять потенциальный барьер. Тогда в соответствии с принятой нами аппроксимацией из формулы (16) следует:

$$D(W, E) = \exp \left( -\frac{4\pi}{h} \sqrt{2m} \left( \int_0^{x_m} \sqrt{k_1 x - W} dx + \int_{x_m}^{x_2} \sqrt{-k_2 x + b - W} dx \right) \right) =$$

$$= \exp \left( -\frac{8\pi}{3h} \sqrt{2m} \left( \frac{(k_1 x_m - W)^{3/2} - (-W)^{3/2}}{k_1} + \frac{(-k_2 x_m + b - W)^{3/2} - (-k_2 d + b - W)^{3/2}}{k_2} \right) \right) \quad (28)$$

По-прежнему считаем, что в предвзрывной АЭЭ участвуют в основном электроны, имеющие энергию вблизи уровня Ферми ( $W \rightarrow 0$ ). В этом случае слагаемым, содержащим  $(-W)^{3/2}$ , пренебрегаем, а оставшиеся выражения раскладываем в ряд Маклорена. В результате получаем окончательное выражение для прозрачности:

$$D(W, E) = D_0(E) e^{C(E)W}, \quad (29)$$

где величины  $D_0(E)$  и  $C(E)$  определяются параметрами барьера:

$$D_0(E) = \exp \left( -\frac{8\pi}{3h} \sqrt{2m} \left( \sqrt{(k_1 x_m)^3} + \frac{1}{k_2} \left( \sqrt{(b - k_2 x_m)^3} - \sqrt{(b - k_2 x_2)^3} \right) \right) \right); \quad (30)$$

$$C(E) = -\frac{4\pi}{h} \sqrt{2m} \times \left( \frac{\sqrt{b - k_2 x_2} - \sqrt{b - k_2 x_m}}{k_2} - \sqrt{\frac{x_m}{k_1}} \right). \quad (31)$$

Полученные формулы (28) и (29) позволяют с помощью (15) записать уравнение для плотности тока АЭЭ:

$$j = -\frac{4\pi m e}{h^3} D_0(E) \int_{-W_F}^0 W e^{C(E)W} dW. \quad (32)$$

И окончательно:

$$j = j_0 \left( 1 - e^{-C(E)W_F} \left( \frac{W_F}{C(E)} + 1 \right) \right), \quad (33)$$

где

$$j_0 = \frac{4\pi m e D_0(E)}{h^3 C^2(E)}. \quad (34)$$

Явный вид полученных выражений указывает на возможные дальнейшие упрощения формулы (33) для каждого конкретного набора параметров основного материала эмиттера и химической природы адсорбированных атомов.

Таким образом, установлено, что присутствие на катоде слоя или отдельных адсорбированных атомов, или молекул (независимо от наличия у них собственного дипольного момента) создает на участках их расположения условия, способствующие развитию взрывоэмиссионных процессов с последующим пробоем газового промежутка.

## 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 разряде // 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 диоде // 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., Yankelevich Yu. B.** About “non-metal” character of a prebreakdown phenomena in vacuum // XIII<sup>th</sup> Intern. Symp. on DEIV. Paris, 1988. – Vol. I. – P. 19–21.

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

12. **Осипов О.А., Минкин В.И., Гарновский А.Д.** Справочник по дипольным моментам. – М.: Наука, 1971. – 416 с.

УДК 537.632

*П.И. Хаджи*, д-р физ.-мат. наук, проф.

*А.П. Зинган*, аспирантка

## ДИНАМИКА СТИМУЛИРОВАННОЙ РАМАНОВСКОЙ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ КОНВЕРСИИ В СМЕСИ ДВУХ БОЗЕ-ГАЗОВ В ПРИБЛИЖЕНИИ ЗАДАННОЙ ПЛОТНОСТИ ФОТОНОВ

*В приближении среднего поля получена система нелинейных дифференциальных уравнений, описывающая динамику атомно-молекулярной конверсии под действием двух рамановских импульсов резонансного лазерного излучения. Полученные интегралы движения дают возможность свести задачу к одному эволюционному уравнению для плотности молекул. Из решения этого уравнения следует, что возможны различные режимы временной эволюции системы в зависимости от начальных условий: периодический, аperiodический режимы и покой. Детально изучена зависимость периода и амплитуды от начальных плотностей частиц и начальной разности фаз. Доказана возможность фазового управления динамикой системы.*

### Введение

Исследование свойств холодных и ультрахолодных молекулярных газов при температурах в несколько микро- либо

нанокельвин является одним из наиболее многообещающих научных направлений в области атомной и молекулярной физики и физической химии [1–6]. В силу своих уникальных свойств ультрахолодные мо-

лекулы открывают широкие перспективы их практического использования. В настоящее время наметился существенный прогресс в теоретическом и экспериментальном исследовании динамики связанных атомного и молекулярного конденсатов как в условиях резонанса Фешбаха, так и в условиях атомно-молекулярной конверсии с участием одного либо двух импульсов резонансного лазерного излучения.

С целью эффективной генерации сильносвязанных ультрахолодных молекул на нижайших уровнях многообещающим является метод стимулированного рамановского адиабатического прохождение (stimulated Raman adiabatic passage (STIRAP)). Успех STIRAP-метода базируется на использовании явления когерентного пленения [7–9] населенности в трехуровневой  $\Lambda$ -схеме (рис. 1). Он требует применения двух импульсов когерентного лазерного излучения, которые связывают начальное и конечное молекулярные состояния с общим электронно-возбужденным состоянием молекулы (см. рис. 1). Этот подход использовался при первой реализации ультрахолодных молекул  $\text{RbCs}$  [10], которые были созданы путем фотоассоциации [7] из ультрахолодных атомов, а затем индуцированно сброшены в нижайшее энергетическое состояние с помощью когерентного лазерного излучения. Совсем недавно, применяя одноступенчатый STIRAP-метод к слабосвязанным Фешбах-молекулам, в [11, 12] удалось генерировать ультрахолодный газ полярных молекул  $^{40}\text{K}^{87}\text{Rb}$ .

Успехи, достигнутые в контроле взаимодействия ультрахолодных атомов, ставят вопрос о возможности осуществления подобного контроля и для ультрахолодных молекул. Резонансные взаимодействия между молекулами могут приводить к синтезу более сложных объектов. Авторы работы [13] наблюдали подстраиваемые магнитным полем столкновительные ре-

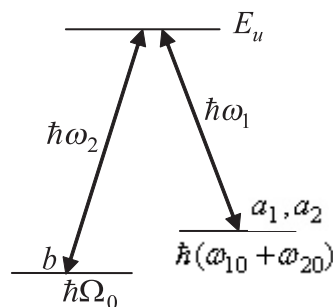


Рис. 1. Энергетическая схема и квантовые переходы в трехуровневой  $\Lambda$ -схеме

зонансы в ультрахолодном газе молекулы  $\text{Cs}_2$ , которые рождались из атомного бозе-конденсата, и интерпретировали их как Фешбах-резонансы для ультрахолодных молекул  $\text{Cs}_2$  с образованием молекул  $\text{Cs}_4$ . Экспериментально [14] и теоретически [15] были изучены процессы столкновений между гетеромолекулами  $^{40}\text{K}^{87}\text{Rb}$ .

В [16, 17] также была изучена динамика атомно-молекулярной конверсии в условиях бозе-эйнштейновской конденсации, но при этом явно учитывалось взаимодействие атомов одного сорта и гомоядерных молекул конденсата с когерентными фотонами обоих рамановских импульсов. Показано, что процесс стимулированной рамановской атомно-молекулярной конверсии, рассматриваемый как единый процесс, может быть и периодическим, и аperiodическим во времени. Период и амплитуда колебаний плотности молекул в конденсате существенно определяются начальными плотностями частиц системы и начальной разностью фаз. Предсказана возможность существования особого состояния системы – покоя – при отличных от нуля плотностях частиц. Показано, что когерентность конденсата атомов, молекул и фотонов предопределяет возможность фазового контроля процесса конверсии. Изучена также роль упругих межчастичных взаимодействий.



В [18] с использованием системы уравнений Гросса–Питаевского изучена динамика процесса фотоассоциации атомно-молекулярного конденсата  $^{87}\text{Rb}$  в сферически симметричной ловушке и показано, что плотности атомов и молекул в ней неоднородны в пространстве и осциллируют во времени. Указано, что, изменяя рамановскую расстройку и длину межатомного расстояния, можно эффективно контролировать динамику атомно-молекулярного конденсата.

## 1. Постановка задачи. Основные уравнения

Изучим динамику процесса атомно-молекулярной конверсии под действием двух рамановских импульсов, который формально можно изобразить в виде реакции  $a_1 + a_2 + c_1 \leftrightarrow b + c_2$ , где символы  $a_1$  и  $a_2$  представляют два различных атома, например  $^{41}\text{K}$  и  $^{87}\text{Rb}$ ,  $c_1$  и  $c_2$  – фотоны с частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , а  $b$  – гетероядерную молекулу. Два различных свободных атома, находящихся в бозе-конденсате с нулевыми кинетическими энергиями (нулевая температура) с полной энергией  $E_i = \hbar(\omega_{10} + \omega_{20})$ , переходят в основное состояние гетероядерной молекулы с энергией  $E_m = \hbar\Omega_0$  через возбужденное молекулярное состояние с энергией  $E_u$ , одновременно поглощая и излучая кванты света с энергиями  $\hbar\omega_1$  и  $\hbar\omega_2$  соответственно (см. рис. 1). При этом используются два коротких фазово-когерентных импульса с энергиями фотонов  $\hbar\omega_1$  и  $\hbar\omega_2$  и определенными значениями амплитуд полей и фаз. Таким образом, пара атомов  $a_1$  и  $a_2$ , связываясь в гетероядерную молекулу  $b$  (см. рис. 1), приводит к переносу одного из фотонов первого импульса ко второму и наоборот. Поэтому усиление одного из импульсов и ослабление второго в процессе атомно-молекулярной конверсии могло бы

быть указанием на существование когерентности процесса. Что касается промежуточного, возбужденного молекулярного состояния с энергией  $E_u$ , то его можно исключить из рассмотрения, используя принцип адиабатического следования.

Рассмотрим процесс рамановской атомно-молекулярной конверсии не как двухступенчатый, а как единый (одноступенчатый) процесс. В этом случае можно представить гамильтониан взаимодействия  $H_{\text{int}}$ , описывающий единый процесс индуцированной атомно-молекулярной конверсии под действием двух импульсов резонансного лазерного излучения:

$$H_{\text{int}} = \hbar g (\hat{a}_1^+ \hat{a}_2^+ \hat{b} \hat{c}_1^+ \hat{c}_2 + \hat{a}_1 \hat{a}_2 \hat{b}^+ \hat{c}_1 \hat{c}_2^+), \quad (1.1)$$

где  $\hat{a}_{1,2}$  и  $\hat{b}$  – бозонные операторы уничтожения атомных и молекулярных состояний с собственными частотами  $\omega_{10}$ ,  $\omega_{20}$  и  $\Omega_0$  соответственно;  $\hat{c}_1$  и  $\hat{c}_2$  – операторы уничтожения фотонов с частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$ ;  $g$  – константа взаимодействия. Нелинейность в (1.1) описывает образование гетероядерного молекулярного бозе-конденсата через стимулированную двумя рамановскими импульсами эмиссию молекулярных бозонов из атомного бозе-конденсата.

Используя (1.1), легко получить систему гайзенберговских уравнений для операторов  $\hat{a}_{1,2}$ ,  $\hat{b}$ ,  $\hat{c}_1$  и  $\hat{c}_2$ . Усредняя эту систему уравнений и используя приближение среднего поля, можно получить систему нелинейных уравнений для амплитуд (параметров порядка) материального  $\langle \hat{a}_{1,2} \rangle = a_{1,2}$ ,  $\langle \hat{b} \rangle = b$  и электромагнитного  $\langle \hat{c}_{1,2} \rangle = c_{1,2}$  полей:

$$\begin{aligned} i\dot{a}_1 &= \omega_{10}a_1 + ga_2^*bc_1^*c_2, \\ i\dot{a}_2 &= \omega_{20}a_2 + ga_1^*bc_1^*c_2, \\ i\dot{b} &= \Omega_0b + ga_1a_2c_1c_2^*, \\ i\dot{c}_1 &= \omega_1c_1 + ga_1^*a_2^*bc_2, \\ i\dot{c}_2 &= \omega_2c_2 + ga_1a_2^*b^*c_1 \end{aligned} \quad (1.2)$$



с начальными условиями  $a_{j0} = \sqrt{n_{j0}} \times \exp(i\varphi_{j0})$ ,  $c_{j0} = \sqrt{f_{j0}} \exp(i\psi_{j0})$ ,  $b_0 = \sqrt{N_0} \times \exp(i\psi_0)$ , ( $j=1, 2$ ), где  $\theta_0 = \theta|_{t=0} = (\psi + \psi_2 - \psi_1 - \varphi_1 - \varphi_2)|_{t=0}$ . Вводя далее в рассмотрение плотности частиц  $n_{1,2} = |a_{1,2}|^2$ ,  $N = |b|^2$ ,  $f_{1,2} = |c_{1,2}|^2$  и две компоненты «поляризации»  $Q = i(a_1 a_2 b^* c_1 c_2^* - a_1^* a_2^* b c_1^* c_2)$  и  $R = a_1 a_2 b^* c_1 c_2^* + a_1^* a_2^* b c_1^* c_2$ , получаем для них следующую систему нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{n}_1 = \dot{n}_2 = \dot{f}_1 = gQ, \quad \dot{N} = \dot{f}_2 = -gQ, \\ \dot{Q} = \Delta R + 2g(n_2 N f_1 f_2 + n_1 N f_1 f_2 - \\ - n_1 n_2 f_1 f_2 + n_1 n_2 N f_2 - n_1 n_2 N f_1), \quad (1.3) \\ \dot{R} = -\Delta Q, \end{aligned}$$

где  $\Delta = \omega_{10} + \omega_{20} - \Omega + \omega_1 - \omega_2$  – расстройка резонанса.

Дополним эту систему начальными условиями:

$$\begin{aligned} n_{1,2}|_{t=0} = n_{10,20}, \quad N|_{t=0} = N_0, \quad f_{1,2}|_{t=0} = f_{10,20}, \\ Q|_{t=0} = Q_0 = 2\sqrt{N_0 n_{10} n_{20} f_{10} f_{20}} \sin \theta_0, \quad (1.4) \\ R|_{t=0} = R_0 = 2\sqrt{N_0 n_{10} n_{20} f_{10} f_{20}} \cos \theta_0. \end{aligned}$$

Из (1.3) легко получить следующие интегралы движения:

$$\begin{aligned} n_1 + N = n_{10} + N_0, \quad n_2 + N = n_{20} + N_0, \\ f_1 + N = f_{10} + N_0, \quad f_2 - N = f_{20} - N_0 \quad (1.5) \end{aligned}$$

и выражения для функций  $Q$  и  $R$ :

$$\begin{aligned} Q^2 = 4n_1 n_2 N f_1 f_2 - R^2, \\ R = R_0 + \frac{\Delta}{g}(N - N_0). \quad (1.6) \end{aligned}$$

Наконец, используя (1.3), можно получить нелинейное дифференциальное уравнение, описывающее временную эволюцию плотности молекул  $N(t)$ , которое при  $\Delta = 0$  можно представить в виде  $\dot{N}^2 + W(N) = E$ , где

$$\begin{aligned} W(N) = -4N(N_0 + n_{10} - N)(N_0 + n_{20} - N) \times \\ \times (N_0 + f_{10} - N)(f_{20} - N_0 + N), \\ E_0 = -4N_0 n_{10} n_{20} f_{10} f_{20} \cos^2 \theta_0. \quad (1.7) \end{aligned}$$

Здесь  $\dot{N}^2$ ,  $W(N)$  и  $E_0$  играют роль соответственно кинетической, потенциальной и полной энергий нелинейного осциллятора, колебания которого происходят в той области значений  $N$ , в которой  $W(N) \leq E_0$ .

Используя (1.3)–(1.6), формальное решение задачи можно представить в квадратурах в виде обобщенного эллиптического интеграла (гиперэллиптического интеграла) [19, 20]:

$$\int_{N_0}^N \frac{dx}{\sqrt{P(x)}} = 2gt, \quad (1.8)$$

где под знаком квадратного корня содержится полином пятой степени:

$$\begin{aligned} P(N) = N(N_0 + n_{10} - N)(N_0 + n_{20} - N) \times \\ \times (N_0 + f_{10} - N)(f_{20} - N_0 + N) - \\ - \left(\frac{\Delta}{2g}(N - N_0) + \sqrt{N_0 n_{10} n_{20} f_{10} f_{20}} \cos \theta_0\right)^2. \quad (1.9) \end{aligned}$$

Из (1.8)–(1.9) следует, что особенности эволюции системы определяются не только значениями начальных плотностей частиц, но и соотношениями между ними. Легко видеть, что плотность генерируемых дополнительно молекул равна наименьшей из плотностей  $f_{10}$ ,  $n_{10}$ ,  $n_{20}$  независимо от рода частиц. Поскольку каждая новая образующаяся молекула содержит по одному из атомов каждого сорта и для ее ге-

нерации требуется один фотон, то процесс образования молекул заканчивается в тот момент, когда обратится в нуль одна из плотностей  $f_{10}$ ,  $n_{10}$ ,  $n_{20}$ .

Выразить интеграл (1.8) через известные функции не представляется возможным. Поэтому дальнейший анализ проблемы можно провести, используя приближения заданной плотности частиц различного уровня либо численные методы.

## 2. Приближение заданной плотности фотонов первого импульса

Рассмотрим случай, когда только одна из компонент системы имеет начальную плотность, на много превышающую начальные плотности других компонент. Сначала изучим эволюцию системы в приближении заданной плотности фотонов первого импульса:  $f_{10} \gg f_{20}$ ,  $n_{10}$ ,  $n_{20}$ ,  $N_0$ . Лимитирующей плотностью во входном канале здесь является меньшая из плотностей атомов ( $n_{10}$  либо  $n_{20}$ ). Пусть начальная разность фаз  $\theta_0 = (2k+1)\pi/2$ . Если  $f_{20} > N_0$ , то плотность молекул определяется формулой

$$N = \frac{(f_{20} - N_0)(N_0 + n_{10}) \operatorname{sn}^2(2K(k) \frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k))}{n_{10} + f_{20} - (N_0 + n_{10}) \operatorname{sn}^2(2K(k) \frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k))}, \quad (2.1)$$

где

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

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{N_0 n_{10} + f_{20}}{f_{20} N_0 + n_{10}}}, \quad (2.2)$$

а амплитуда и период колебаний равны

$$A = N_0 + n_{10},$$

$$T = \frac{2K(k)}{g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_{20})(n_{10} + f_{20})}}. \quad (2.3)$$

Полагая здесь  $N_0 = 0$ , получаем

$$N = \frac{n_{10} f_{20} \operatorname{sn}^2(g\sqrt{f_{10} n_{20}(n_{10} + f_{20})} t)}{f_{20} + n_{10} \operatorname{cn}^2(g\sqrt{f_{10} n_{20}(n_{10} + f_{20})} t)}, \quad (2.4)$$

где

$$k^2 = \frac{n_{10}(n_{20} + f_{20})}{n_{20}(n_{10} + f_{20})}, \quad (2.5)$$

$$T = \frac{2K(k)}{g\sqrt{f_{10} n_{20}(n_{10} + f_{20})}}.$$

С другой стороны, полагая в (2.1)  $n_{10} = n_{20}$ , получаем

$$N = \left( (f_{20} - N_0)(N_0 + n_{10}) \times \right. \\ \times \operatorname{th}^2 \left( g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_{10})(f_{20} + n_{10})} t \pm \right. \\ \left. \pm \operatorname{arth} \sqrt{\frac{N_0 n_{10} + f_{20}}{f_{20} N_0 + n_{10}}} \right) \times \\ \times \left( N_0 + f_{20} - (N_0 + n_{10}) \times \right. \\ \times \operatorname{th}^2 \left( g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_{10})(f_{20} + n_{10})} t \pm \right. \\ \left. \left. \pm \operatorname{arth} \sqrt{\frac{N_0 n_{10} + f_{20}}{f_{20} N_0 + n_{10}}} \right) \right)^{-1}. \quad (2.6)$$

Если же  $N_0 > f_{20}$ , то

$$N = \frac{(N_0 - f_{20})(N_0 + n_{10})}{N_0 + n_{10} - (n_{10} + f_{20}) \operatorname{sn}^2(2K(k) \frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k))}, \quad (2.7)$$

где

$$k^2 = \frac{(N_0 + n_{20})(n_{10} + f_{20})}{(N_0 + n_{10})(n_{20} + f_{20})}, \quad (2.8)$$

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{f_{20}(N_0 + n_{10})}{N_0(n_{20} + f_{20})}},$$

$$T = \frac{2K(k)}{g\sqrt{f_{10}(n_{20} + f_{20})(N_0 + n_{10})}},$$

$$A = n_{10} + f_{20}. \quad (2.9)$$

Полагая в (2.6)  $n_{20} = n_{10} \equiv n_0$ , находим

$$N = \left( (N_0 - f_{20})(N_0 + n_0) \right) \times$$

$$\times \left( N_0 + n_0 - (n_0 + f_{20}) \times \right.$$

$$\times \operatorname{th}^2 \left( g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_0)(f_{20} + n_0)}t \pm \right.$$

$$\left. \left. \pm \operatorname{arth} \sqrt{\frac{f_{20}N_0 + n_0}{N_0 f_{20} + n_0}} \right) \right)^{-1}. \quad (2.10)$$

Отметим, что полученные выражения (2.1)–(2.9) справедливы при условии, что  $n_{20} \geq n_{10}$ . Для случая  $n_{20} < n_{10}$  необходимо во всех решениях (2.1)–(2.9) заменить  $n_{20}$  на  $n_{10}$  и  $n_{10}$  на  $n_{20}$ . Кроме того, формулы (2.1)–(2.10) не следует применять в пределе  $N_0 = f_{20}$ , так как они приводят к неопределенностям типа  $0 \cdot \infty$ . С точки зрения перехода к пределу  $N_0 = f_{20}$  более удобными являются решения, полученные ниже. При  $f_{20} > N_0$  получаем

$$N = \frac{(N_0 + n_{10})(N_0 + n_{20})\operatorname{cn}^2(2K(k)\frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k))}{N_0 + n_{20} - (N_0 + n_{10})\operatorname{sn}^2(2K(k)\frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k))}, \quad (2.11)$$

где

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{n_{10}(N_0 + n_{20})}{n_{20}(N_0 + n_{10})}}, \quad (2.12)$$

а модуль  $k^2$ , период  $T$  и амплитуда  $A$  колебаний определяются по-прежнему формулами (2.2) и (2.3). Здесь при  $N_0 = 0$  снова получаем выражения (2.4) и (2.5). Если  $f_{20} < N_0$ , то решение имеет вид (2.11) с заменой везде  $N_0$  на  $f_{20}$  и  $f_{20}$  на  $N_0$ . Если же  $f_{20} = N_0$ , то эволюция является аperiodической и описывается решением вида

$$N = \left( (N_0 + n_{10})(N_0 + n_{20}) \right) \times$$

$$\times \left( N_0 + n_{20} + (n_{20} - n_{10}) \times \right.$$

$$\times \operatorname{sh}^2 \left( g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_{10})(N_0 + n_{20})}t \pm \right.$$

$$\left. \left. \pm \operatorname{arth} \sqrt{\frac{1 + N_0/n_{20}}{1 + N_0/n_{10}}} \right) \right)^{-1}. \quad (2.13)$$

В формулах (2.11)–(2.13) предполагается, что  $n_{20} > n_{10}$ . Если же  $n_{20} < n_{10}$ , то в (2.11)–(2.13) следует заменить везде  $n_{10}$  на  $n_{20}$  и  $n_{20}$  на  $n_{10}$ . Отметим, что переход к пределу  $n_{20} = n_{10}$  в формулах (2.11)–(2.13) приводит к неопределенности  $0 \cdot \infty$ . Такой предел необходимо осуществлять в формулах (2.1)–(2.9).

Наконец, если одновременно  $N_0 = f_{20}$  и  $n_{20} = n_{10} \equiv n_0$ , то решение имеет вид

$$N = \frac{N_0(N_0 + n_0)\exp(\pm 2g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_0)}t)}{n_0 + N_0 \exp(\pm 2g\sqrt{f_{10}(N_0 + n_0)}t)}. \quad (2.14)$$

На рис. 2 представлена временная эволюция плотности молекул при различных значениях параметров  $f_{20}/N_0$  и  $n_{20}/n_{10}$ . Видно, что в общем случае эво-

люция является периодической, причем амплитуда и период колебаний зависят от параметров системы. Если отношения  $f_{20}/N_0$  и  $n_{20}/n_{10}$  приближаются к единице, то период осцилляций плотности молекул быстро растет и при  $f_{20}/N_0 = 1$  и  $n_{20}/n_{10} = 1$  обращается в бесконечность. При этом профиль плотности молекул стремится к форме гиперболического секанса и тангенса с асимптотами  $N = 0$  и  $N = N_0 + n_{10}$  соответственно (рис. 2 и 3). Таким образом, в этом приближении возможно установление аperiodической эволюции при

двух соотношениях между различными параметрами. На рис. 3 представлена аperiodическая эволюция при одновременном выполнении равенств  $N_0 = f_{20}$  и  $n_{10} = n_{20}$ . Что касается периода колебаний, то вне области прямых  $f_{20}/N_0 = 1$  и  $n_{20}/n_{10} = 1$  период медленно изменяется в зависимости от параметров и обращается в бесконечность на этих прямых (рис. 4).

Если рассматривать случай произвольной начальной разности фаз  $\theta_0$ , то для получения решения  $N(t)$  необходимо знать корни уравнения

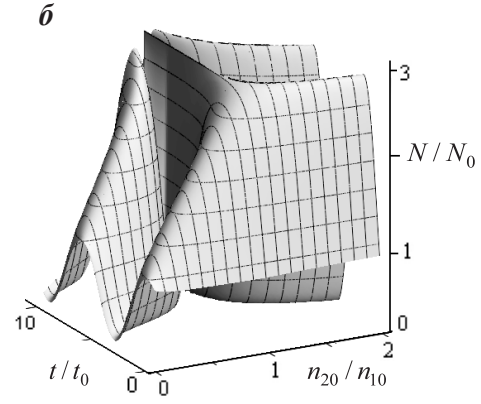
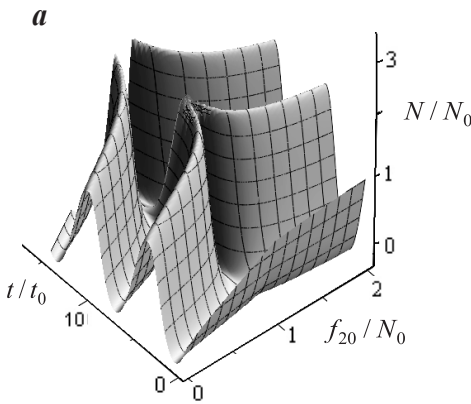


Рис. 2. Временная эволюция плотности молекул  $N/N_0$  в зависимости от величины параметров: а —  $f_{20}/N_0$  при  $n_{20}/N_0 = 5$ ,  $f_{10}/N_0 = 80$ ; б —  $n_{20}/n_{10}$  при  $f_{20}/N_0 = 4$  и  $n_{10}/N_0 = 2$ ,  $f_{10}/N_0 = 80$

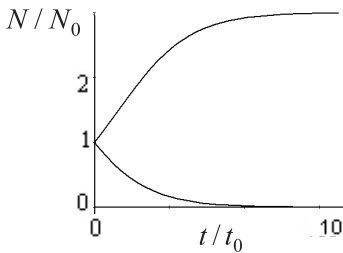


Рис. 3. Аperiodическая временная эволюция плотности молекул при  $f_{20}/N_0 = 1$  и  $n_{10}/n_{20} = 1$

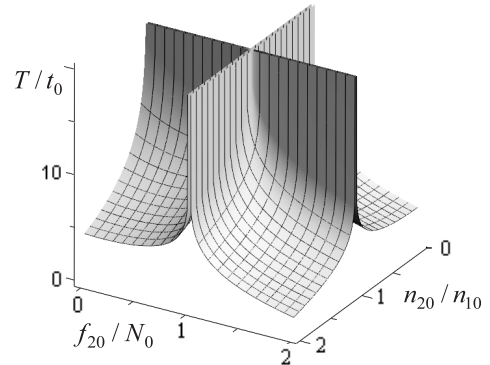


Рис. 4. Зависимость периода колебаний плотности молекул от параметров  $f_{20}/N_0$  и  $n_{10}/n_{20}$  при  $f_{10}/N_0 = 80$ ,  $n_{10}/N_0 = 2$

$$N(N_0 + n_{10} - N)(N_0 + n_{20} - N) \times (f_{20} - N_0 + N) - N_0 n_{10} n_{20} f_{20} \cos^2 \theta_0 = 0. \quad (2.15)$$

Запишем эти корни в убывающем порядке:  $N_+ > N_{\max} > N_{\min} > N_-$ . Тогда решение основного уравнения для  $N(t)$  принимает вид

$$N = \left( N_{\min} (N_{\max} - N_-) - N_- (N_{\max} - N_{\min}) \right) \times \operatorname{sn}^2 \left( 2K(k) \frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k) \right) \times \left( N_{\max} - N_- - (N_{\max} - N_{\min}) \times \operatorname{sn}^2 \left( 2K(k) \frac{t}{T} \pm F(\varphi_0, k) \right) \right)^{-1}, \quad (2.16)$$

где

$$k^2 = \frac{(N_+ - N_-)(N_{\max} - N_{\min})}{(N_+ - N_{\min})(N_{\max} - N_-)}, \quad (2.17)$$

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{(N_{\max} - N_-)(N_0 - N_{\min})}{(N_{\max} - N_{\min})(N_0 - N_-)}},$$

$$A = N_{\max} - N_{\min},$$

$$T = \frac{2K(k)}{g \sqrt{f_{10} (N_+ - N_{\min})(N_{\max} - N_-)}}. \quad (2.18)$$

Отметим, что при  $\theta_0 = 0$  имеет место в общем случае периодический режим эволюции системы, период и амплитуда которой зависят от начальных плотностей частиц. Однако при выполнении соотношения  $N_0 f_{20} (n_{10} + n_{20}) = n_{10} n_{20} (N_0 + f_{20})$  амплитуда осцилляций обращается в нуль при отличном от нуля периоде, т. е. плотность молекул со временем не изменяется,

хотя начальные плотности всех частиц отличны от нуля.

На рис. 5 представлена зависимость периода колебаний плотности молекул от отношения  $f_{20}/N_0$  и начальной разности фаз. Видно, что при  $\theta_0 = \pi/2$  и  $f_{20}/N_0 = 1$  период колебаний расходится, т. е. эволюция оказывается аperiodической. На рис. 6 представлена эволюция плотности молекул в зависимости от начальной разности фаз  $\theta_0$ , откуда видна возможность фазового контроля системы. С ростом  $\theta_0$  существенно меняются амплитуда и период колебаний.

Аналогичные результаты можно получить и в приближении заданной плотности атомов первого сорта

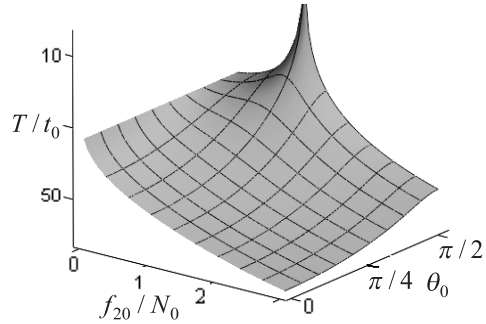


Рис. 5. Зависимость периода колебаний плотности молекул от параметров  $f_{20}/N_0$  и  $\theta_0$  при  $n_{10}/N_0 = 2$ ,  $n_{20}/N_0 = 2,5$ ,  $f_{10}/N_0 = 80$

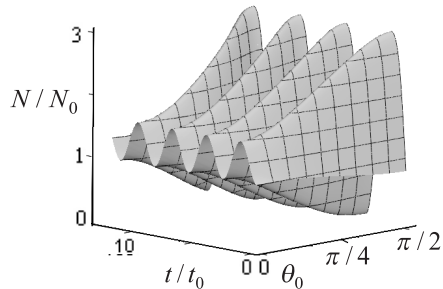


Рис. 6. Временная эволюция плотности молекул  $N/N_0$  в зависимости от начальной разности фаз  $\theta_0$  при  $n_{10}/N_0 = 2$ ,  $n_{20}/N_0 = 2,5$ ,  $f_{20}/N_0 = 3$ ,  $f_{10}/N_0 = 80$

$n_{10} \gg n_{20}, f_{10}, f_{20}, N_0$  заменой везде  $f_{10}$  на  $n_{10}$  и наоборот, а также в приближении заданной плотности атомов второго сорта  $n_{20} \gg n_{10}, f_{10}, f_{20}, N_0$  заменой  $f_{10}$  на  $n_{10}$  и наоборот.

### Заключение

Из представленных выше результатов следует, что временная эволюция атомов, молекул и фотонов в процессе стимулированной рамановской конверсии двух бозе-атомов в бозе-гетеромолекулу существенно определяется начальными плотностями частиц и начальной разностью фаз. При начальной разности фаз  $\theta_0 = (2k + 1)\pi / 2$  имеет место как периодический, так и аperiодический режим образования и распада молекул. В условиях периодического режима конверсии падающие импульсы лазерного излучения то усиливаются, то ослабляются. Изменением параметров системы можно гибко контролировать ее эволюцию. Особенно важен фазовый контроль при неизменных начальных плотностях частиц. При начальной разности фаз  $\theta_0 = k\pi$  существует периодический режим эволюции и режим покоя при отличных от нуля плотностях частиц. Если хотя бы одна из подсистем в начальный момент времени отсутствует, то такой режим невозможен.

Изученный процесс представляет пример новой химии – так называемой ультрахолодной когерентной суперхимии, в которой имеет место когерентное стимулирование химических реакций. Учет сильной зависимости динамики от разности фаз свидетельствует о возможности фазового контроля реакции.

### Цитированная литература

1. Cold Molecules: Theory, Experiment, Applications / Edited by R.V. Krems, W.C. Stwalley, B. Friedrich. – CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton. – London; New York, 2009.
2. Köhler T., Goral R., Julienne P.S. // Rev. Mod. Phys. – 2006. – Vol. 78. – P. 1311.
3. Chin C., Grimm R., Julienne P. // Rev. Mod. Phys. – 2010. – Vol. 82. – P. 1225.
4. Carr L.D., Mille D.D., Krems R.V., Ye J. // New J. Phys. – 2009. – Vol. 11. – P. 055049.
5. Carr L.D., Ye. J. // New J. Phys. – 2009. – Vol. 11. – P. 055009.
6. Fortagh J., Zimmermann C. // Rev. Mod. Phys. – 2007. – Vol. 79. – P. 235.
7. Jones K.M., Tiesinga E., Lett P.D. // Rev. Mod. Phys. – 2006. – Vol. 78. – P. 483.
8. Агапьев Б.Д., Горный М.Б., Матисов Б.Г. // УФН. – 1993. – Т. 163. – С. 1.
9. Zhao C., Zou X., Pu H., Guo G.C. // Phys. Rev. Lett. – 2008. – Vol. 101. – P. 010401.
10. Sage J.M., Sainis S., Bergeman T. // Phys. Rev. Lett. – 2005. – Vol. 94. – P. 203001.
11. Ospelkaus S., Pe'er A., Ni K.-K. // J. Zirbel; J. Nature Phys. – 2008. – Vol. 4. – P. 622.
12. Ni K.-K., Ospelkaus S., M.H.G. de Miranda // Science. – 2008. – Vol. 322. – P. 231.
13. Chin C., Kraemer T., Mark M. // Phys. Rev. Lett. – 2005. – Vol. 94. – P. 123201.
14. Ospelkaus S., Ni K.-K., Wang D. // Science. – 2010. – Vol. 327. – P. 853.
15. Idziaszek Z., Julienne P.S. // Phys. Rev. Lett. – 2010. – Vol. 104. – P. 113202.
16. Хаджи П.И., Ткаченко Д.В. // ЖЭТФ. – 2007. – Т. 131. – С. 425.
17. Khadzi P.I., Tkachenko D.V. // J. of Nanoelectronics and Optoelectronics. – 2009. – Vol. 4. – P. 101.
18. Tsukada N. // Phys. Rev. – 2000. – Vol. A61. – P. 063602.

УДК 538.8

К.Д. Ляхомская, канд. физ.-мат. наук, доц.  
П.В. Беспаленко, аспирант

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В КОНЕЧНОМ МАССИВЕ ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫХ МАССИВОВ СВЕТОВОДОВ

*Изучены особенности распространения лазерного излучения в системе, состоящей из трех линейных полубесконечных массивов световодов. Получены точные аналитические решения для пространственного распределения интенсивности излучения для каждого световода массива в зависимости от номера накачиваемого световода.*

### Введение

В последние годы повышается интерес к исследованию особенностей функционирования направленных ответвителей благодаря результатам, полученным как в эксперименте, так и в теории. Линейные и нелинейные оптические эффекты в направленных ответвителях, представляющих собой массивы световодов, можно использовать в волоконно-оптических линиях связи и в чисто оптических системах обработки информации [1–5]. Так, массивы нелинейных световодов могут проявлять эффекты переключения, локализации излучения в нескольких световодах, а также эффект управления распространением излучения путем изменения интенсивности и фазы на входе при больших уровнях возбуждения [6–10].

Особенности распространения света в ответвителях для конечных, полубесконечных и бесконечных массивов световодов различны. Сложность системы массивов световодов не всегда позволяет получить общее решение системы уравнений. Что касается модельных систем, то в некоторых случаях удается найти точные аналитические решения. Так, в [11] были представлены точные решения дифференциально-разностных уравнений, описывающих пространственное распределение амплитуды поля в каждом световоде

полубесконечного массива идентичных световодов. Хотя использованный подход существенно упрощен, он позволяет предсказать ряд качественно новых эффектов, имеющих самостоятельную научную и практическую значимость.

Характерные особенности функционирования линейных направленных ответвителей, в которых каждый световод связан со своими ближайшими соседями, а постоянная распространения для всех световодов одинакова по величине, были описаны в работах [11–13].

Ниже будут представлены результаты теоретического исследования эффектов распространения в системе, представляющей собой совокупность трех полубесконечных линейных массивов световодов.

### Постановка задачи. Основные уравнения

Рассмотрим массив линейных световодов, состоящий из трех полубесконечных цепочек  $f$ ,  $q$  и  $v$  идентичных световодов, которые расположены друг над другом в трех параллельных плоскостях (рис. 1).

Предположим, что накачивается нулевой световод ( $n = 0$ ) массива  $f$ . Учитывая взаимодействие только между ближайшими световодами массива, опишем пространственное распределение амплитуды



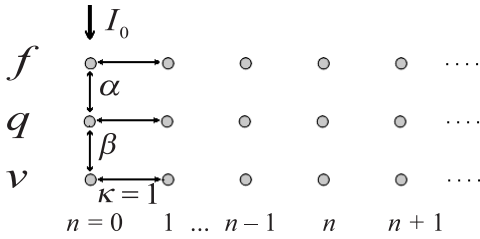


Рис. 1. Массив линейных световодов, состоящий из трех полубесконечных цепочек  $f$ ,  $q$  и  $v$  идентичных световодов

поля в каждом  $n$ -м световоде системой дифференциально-разностных уравнений первого порядка [5–13]:

$$\begin{cases} i \cdot f'_n + f_{n-1} + f_{n+1} + \alpha \cdot q_n = 0, \\ i \cdot q'_n + q_{n-1} + q_{n+1} + \alpha \cdot f_n + \beta \cdot v_n = 0, \\ i \cdot v'_n + v_{n-1} + v_{n+1} + \beta \cdot q_n = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $n$  – номер световода;  $f_n$ ,  $q_n$  и  $v_n$  – амплитуды полей распространяющегося излучения в  $n$ -м световоде соответственного массива;  $\alpha$  – нормированная константа связи между световодами массивов  $f$  и  $q$ ;  $\beta$  – нормированная константа связи между световодами массивов  $q$  и  $v$ .

Рассмотрим случай, когда  $\alpha = \beta = \kappa = 1$ , где  $\kappa$  – константа связи между ближайшими световодами каждой из цепочек световодов. (Дифференцирование производится по координате  $x$  вдоль оси каждого из световодов.)

Представим выражения для амплитуд полей с помощью интеграла Фурье:

$$\begin{aligned} f_n(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x, \theta) e^{-in\theta} d\theta; \\ q_n(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} F(x, \theta) e^{-in\theta} d\theta; \\ v_n(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} g(x, \theta) e^{-in\theta} d\theta. \end{aligned} \quad (2)$$

Систему (1) с учетом (2) перепишем в виде трех дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} i \cdot \frac{\partial f}{\partial x} + 2 \cdot f \cdot \cos(\theta) + \alpha \cdot q = 0, \\ i \cdot \frac{\partial q}{\partial x} + 2 \cdot q \cdot \cos(\theta) + \alpha \cdot (f + v) = 0, \\ i \cdot \frac{\partial v}{\partial x} + 2 \cdot v \cdot \cos(\theta) + \alpha \cdot q = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решения системы уравнений (3) с учетом начальных условий  $f_{n(x=0)} = \delta_{n,0}$ ,  $q_{n(x=0)} = v_{n(x=0)} = 0$  имеют вид:

$$\begin{aligned} q(x) &= \frac{i \cdot e^{ik_1 x}}{\gamma} \cdot \sin(\gamma \cdot x); \\ v(x) &= \frac{1}{2} \cdot e^{ik_1 x} \cdot (\cos(\gamma \cdot x) - 1). \end{aligned} \quad (4)$$

Подставляя найденные выражения для амплитуд в (2) и используя разложение  $e^{ik_1 x} = e^{2ix \cos \theta} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} i^k J_k(2 \cdot x) e^{ik\theta}$  [14], получаем решения для полей распространяющегося излучения в  $n$ -м световоде массивов  $f$ ,  $q$  и  $v$ :

$$\begin{aligned} f_n(x) &= \frac{1}{2} \cdot i^n \cdot J_n(2 \cdot x) (1 + \cos(\gamma \cdot x)); \\ q_n(x) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot i^{n+1} \cdot J_n(2 \cdot x) \sin(\gamma \cdot x); \\ v_n(x) &= \frac{1}{2} \cdot i^n \cdot J_n(2 \cdot x) (-1 + \cos(\gamma \cdot x)), \end{aligned} \quad (5)$$

где  $J_n(x)$  – функция Бесселя  $n$ -го порядка.

Определим интенсивности распространяющегося излучения в  $n$ -м световоде массивов  $f$ ,  $q$  и  $v$  как

$$\begin{aligned} I_{f_n} &= |f_n|^2; \\ I_{q_n} &= |g_n|^2; \quad I_{v_n} = |v_n|^2. \end{aligned} \quad (6)$$



### Обсуждение полученных результатов

Обсудим результаты численного расчета нормированных интенсивностей распространяющегося излучения в  $n$ -м световоде массивов  $f$ ,  $q$  и  $v$ , определяемых с помощью выражений (5) и (6). Для расчета использовались цепочки, каждая из которых состояла из 20 световодов. Интенсив-

ность накачиваемого световода принималась равной единице на его торце.

На рис. 2 представлены нормированные профили пространственного распределения интенсивности  $I(x, n)$  распространяющегося излучения при накачке в нулевой световод цепочки  $f$  для следующих значений параметров:  $\alpha = \beta = \kappa = 1$ .

Из рис. 2, *a* видно, что профиль интенсивности в накачиваемом световоде на

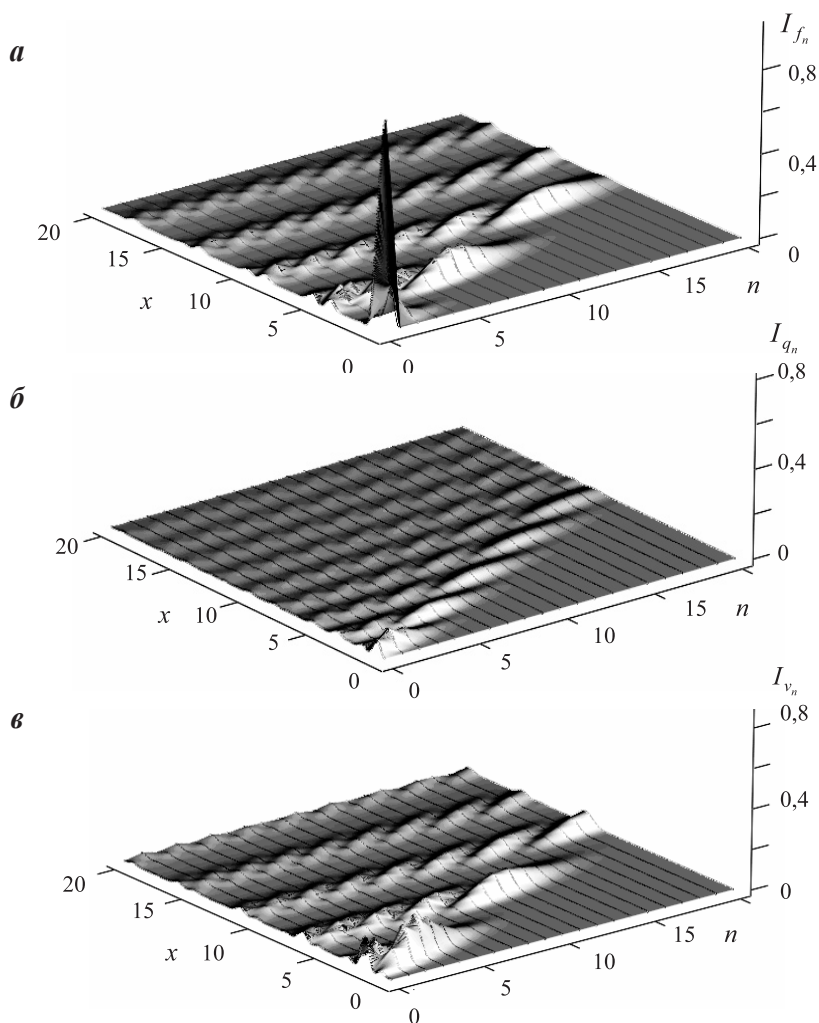


Рис. 2. Пространственное распределение интенсивности излучения  $I_n(x, n)$  в системе из трех полубесконечных массивов световодов при накачке  $n = 0$  световода массива  $f$ :  
*a* – массив  $f$ ; *b* – массив  $q$ ; *v* – массив  $v$

торце ( $x = 0$ ) начинается с единицы, что соответствует начальным условиям и представляет собой колебательную функцию. Величины второстепенных максимумов на порядок меньше, чем значение амплитуды функции  $I(x, n)$  на торце ( $x = 0$ ), и уменьшаются по мере распространения излучения в световоде. При этом происходит процесс полной перекачки излучения в соседние световоды  $n \geq 1$  цепочки  $f$ . Положение первого максимума интенсивности существенно зависит от номера световода. Так, если для  $n = 5$  первый максимум находится на расстоянии  $x \approx 3$ , то для световода  $n = 15$  – на расстоянии  $x \approx 7,5$ .

Качественно пространственный профиль нормированной интенсивности излучения в  $f$ -цепочке массива световодов представляет собой сложную поверхность, состоящую из «гребней», которые расположены в направлении диагонали массива: из слабых возмущений поля в виде периодических структур вторичных максимумов, перпендикулярных осям световодов и из невозмущенной области, прилегающей к торцам световодов и расширяющейся с ростом номера световода  $n$ .

По мере распространения излучения в световодах цепочки  $f$  также происходит диффузия излучения в цепочки  $q$  и  $v$  массива.

Как видно из рис. 2, б, профили нормированной интенсивности распространяющегося излучения в световодах цепочки  $q$  на торцах световодов равны нулю, что согласуется с начальными условиями. Положения первых максимумов так же, как и в предыдущем случае, определяются номером рассматриваемого световода. С ростом  $n$  положение первого максимума в каждом световоде меняется, причем пространственно это изменение выглядит как процесс образования гребней в направлении диагонали цепочки  $q$ . По мере распространения излучения в данной цепочке амплитуда колебаний уменьшается с рос-

том  $x$ , поэтому мы наблюдаем слабозвмущенную область в виде ряби, размеры которой сравнимы с аналогичной областью цепочки  $f$ .

Рассматриваемая система линейных световодов конечна, поэтому из рис. 2, в видно, что цепочка световодов  $v$  является «границей», от которой происходит отражение распространяющегося излучения в системе. Так, колебательный характер пространственного профиля интенсивности проявляется ярче по сравнению с цепочкой  $q$ : он описывается группами максимумов по восемь в каждой, амплитуды которых примерно в 2 раза превосходят амплитуду функции  $I(x, n)$  для световодов второй цепочки. Кроме того, в области  $5 < x < 20$  для всех рассмотренных световодов наблюдаются возмущения в виде периодических полос слабых вторичных максимумов, перпендикулярных осям световодов, как и для массива световодов  $f$ .

На рис. 3 представлены нормированные профили пространственного распределения интенсивности  $I(x, n)$  распространяющегося излучения при накачке  $n = 5$  световода цепочки  $f$  для следующих значений параметров:  $\alpha = \beta = \kappa = 1$ . Как мы видим, качественно пространственный профиль нормированной интенсивности излучения, распространяющегося в массиве  $f$  световодов, представляет собой ту же структуру, что была представлена на рис. 2, а, но с учетом сдвига по оси номера  $n$  световода отмеченных ранее особенностей.

По мере распространения излучения в световодах цепочки  $f$  также происходит диффузия излучения в цепочки  $q$  и  $v$  массива.

Рис. 3, б показывает, что с учетом накачки пятого световода структура максимумов становится симметричной по оси  $x$  относительно световода  $n = 5$ . И даже если это максимумы относительно малой амплитуды интенсивности ( $I(x, n) \leq 0,1$ ), тем не

менее заметен процесс локализации распространяющегося излучения вблизи накачиваемого световода в области, прилегающей к торцу световодов  $n = 3$ ,  $n = 4$  и  $n = 6$ ,  $n = 7$ .

Симметрия относительно накачиваемого световода проявляется более ярко в поведении функции  $I(x, n)$  для цепочки  $\nu$  световодов массива. Так, на рис. 3, *в* в области  $0 < x < 6$  для первого десятка све-

товодов четко просматривается структура симметричных относительно  $n = 5$  световода групп максимумов по пять в каждой. С ростом номера световода максимумы «разбегаются» в направлении диагонали массива. При этом размеры невозмущенной области уменьшаются по сравнению со случаем, когда рассматривалась накачка нулевого световода.

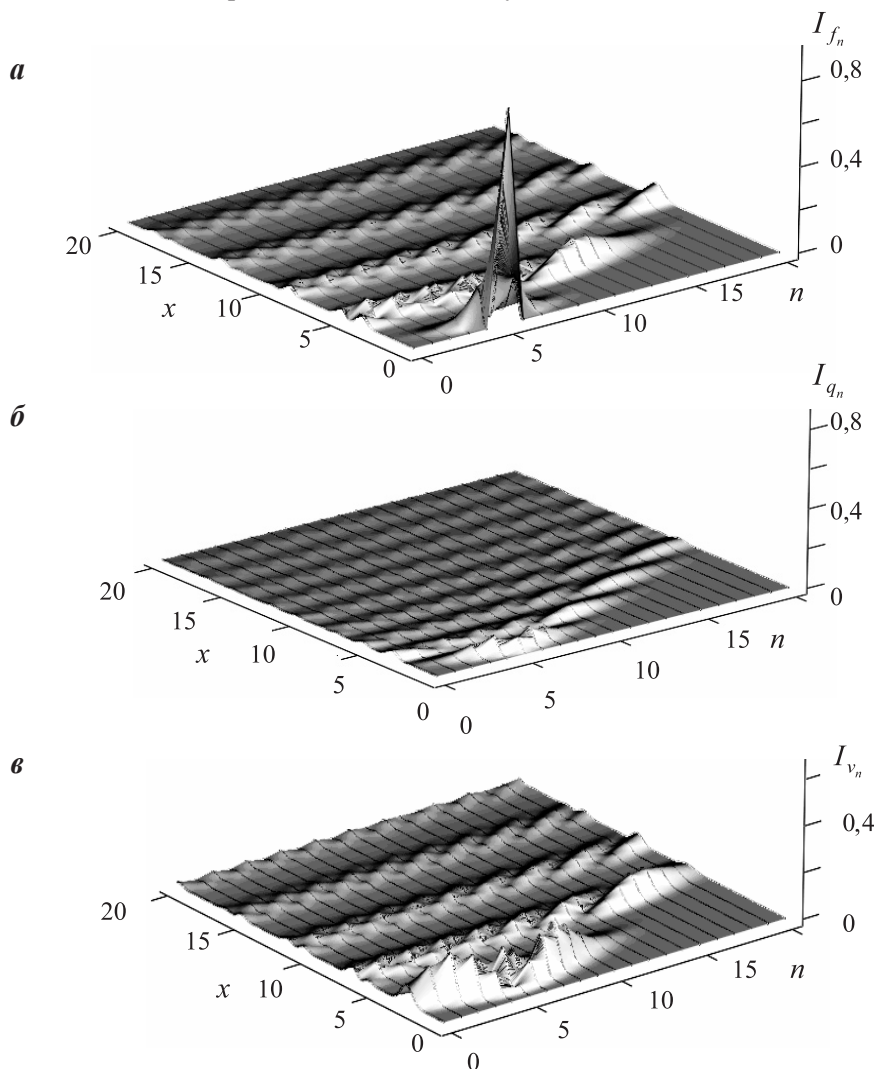


Рис. 3. Пространственное распределение интенсивности излучения  $I_n(x, n)$  в системе из трех полубесконечных массивов световодов при накачке  $n = 5$  световода массива  $f$ :  
*a* – массив  $f$ ; *б* – массив  $q$ ; *в* – массив  $\nu$

Рис. 4 иллюстрирует распространение интенсивности излучения в системе трех полубесконечных цепочек световодов для случая накачки  $n = 10$  световода цепочки  $f$ . Так, на рис. 4, *a* с ростом номера накачиваемого световода проявляется симметричная относительно накачиваемого  $n = 10$  световода картина колебательного поведения профиля функции  $I(x, n)$ . Можно увидеть, что в области  $0 < x < 6$  от главного максимума (величина которого равна единице) в обе стороны по оси  $n$

симметрично располагаются группы максимумов по семь в каждой, максимальная амплитуда излучения которых  $I(x) = 3,8$  распространяется в световодах  $n = 3$  и  $n = 17$ . По мере распространения в накачиваемом световоде интенсивность излучения уменьшается с ростом  $x$  для всех световодов независимо от их номера. При этом сохраняется структура слабых возмущений в виде периодических полос вторичных максимумов, перпендикулярных осям световодов.

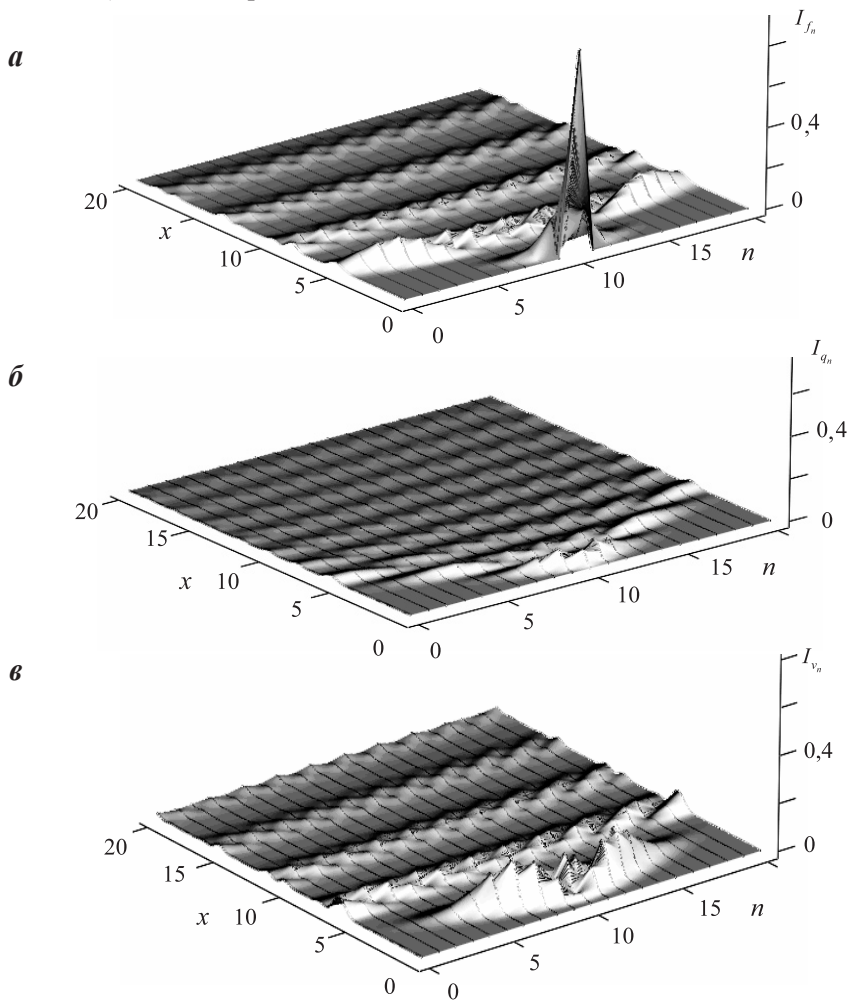


Рис. 4. Пространственное распределение интенсивности излучения  $I_n(x, n)$  в системе из трех полубесконечных массивов световодов при накачке  $n = 10$  световода массива  $f$ : *a* – массив  $f$ ; *b* – массив  $g$ ; *c* – массив  $v$

На рис. 4, б представлен профиль нормированной интенсивности распространяющегося излучения в световодах цепочки  $q$  при накачке  $n = 10$  световода цепочки  $f$ . Он полностью повторяет поведение функции  $I(x, n)$ , отраженное на рис. 3, б, с учетом симметрии относительно накачиваемого  $n = 10$  световода цепочки  $f$ .

Рис. 4, в показывает профиль нормированной интенсивности распространяющегося излучения в световодах цепочки  $v$  при накачке  $n = 10$  световода цепочки  $f$ . В области, прилегающей к торцам световода  $0 < x \leq 4$ , формируется симметричная структура относительно световода  $n = 10$ , представляющая собой группу максимумов по семь в каждой. Максимальная амплитуда излучения  $I(x) = 3,8$  характерна для световодов  $n = 7$  и  $n = 13$ . Далее, по мере распространения, интенсивность излучения уменьшается с ростом  $x$  для всех световодов независимо от их номера. При этом сохраняется структура возмущений в виде периодических полос, перпендикулярных осям световодов. Невозмущенная область существенно меньше по сравнению с предыдущими случаями накачки  $n = 0$  и  $n = 5$  световодов цепочки  $f$  и представлена лишь небольшими участками в области  $0 < x < 5$  и  $0 < n < 3$  и  $n \geq 17$ .

В целом отметим, что наблюдаемое расширение возмущенной области при накачке световодов  $n = 5$  и  $n = 10$  цепочки  $f$  обусловлено самим положением накачиваемого световода в массиве, благодаря чему в процесс взаимодействия (перекачки) излучения из накачиваемых световодов в другие вовлекается большее число световодов как  $f$ -массива, так и двух других массивов линейных световодов.

В трех рассмотренных случаях накачки одного из световодов массива  $f$  массив  $q$  играет роль «буфера», пропуская излучение накачки из первого массива световодов в третий и поддерживая процесс

диффузии излучения в системе трех полубесконечных линейных массивов световодов.

## Заключение

Рассмотрен массив, состоящий из трех полубесконечных массивов линейных идентичных световодов. Получены точные аналитические решения системы дифференциально-разностных уравнений, описывающих поле распространяющегося излучения. Показано, что интенсивность распространяющегося излучения зависит как от положения накачиваемого световода в массиве, так и от положения исследуемого  $n$ -го световода. Интенсивность излучения испытывает сложные пространственные колебания. Предсказано существование режима полной перекачки излучения из накачиваемого световода в ближайшие к нему световоды (как своего массива, так и двух других). При этом в силу конечного числа полубесконечных массивов световодов средний массив выполняет роль «буфера», поддерживая процесс диффузии излучения из накачиваемого световода во все другие световоды массива.

## Цитированная литература

1. Scifres D.R., Burnham R.D., Streifer W. // Appl. Phys. Lett. – 1978. – Vol. 33. – P. 1015–1017; IEEE J. Quant. Electron. – 1979. – Vol. 15. – P. 917–922.
2. Kuznetsov M. // IEEE J. Quant. Electron. – 1985. – Vol. 21. – P. 1893–1898.
3. Molten-Orr L., Haus H.A. // Opt. Lett. – 1984. – Vol. 9. – P. 466–467; Appl. Opt. – 1985. – Vol. 24. – P. 1260–1264.
4. Syms R.A. // Appl. Opt. – 1985. – Vol. 25. – P. 724; IEEE J. Quant. Electron. – 1987. – Vol. 23. – P. 525.

5. **Eyges L., Wintersteiner P.** // J. Opt. Soc. Amer. – 1981. – Vol. 71. – P. 1351–1360.
6. **Christodoulides D.N., Joseph R.I.** // Opt. Lett. – 1988. – Vol. 13. – P. 794–796.
7. **Peschel U., Pertsch T., Lederer F.** // Opt. Lett. – 1998. – Vol. 23. – P. 1701–1703.
8. **Aceves A.B., De Angelis C., Peschel T. et al.** // Phys. Rev. – 1996. – Vol. E53. – P. 1172–1189.
9. **Darmanyan S., Kobayakov A., Schmidt E. et al.** // Phys. Rev. – 1998. – Vol. E57. – P. 3520–3530.
10. **Eisenberg H.S., Silberg Y., Morandotti R. et al.** // Phys. Rev. Lett. – 1998. – Vol. 81. – P. 3383.
11. **Хаджи П.И., Ляхомская К.Д., Орлов О.К.** Особенности распространения света в полубесконечных массивах световодов // Квантовая электроника. – 2006. – Т. 36, № 10. – С. 791–797.
12. **Ярив А.** Квантовая электроника. – М.: Сов. радио, 1980.
13. **Хаджи П.И., Ляхомская К.Д.** Некоторые особенности распространения света в бесконечных массивах световодов // Вестник Приднестр. ун-та. – 2009. – № 3. – С. 16–21.
14. **Градштейн И.С., Рыжик И.М.** Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: Наука, 1971.

УДК 537.632

*П.И. Хаджи*, д-р физ.-мат. наук, проф.  
*О.Ф. Васильева*, ст. преп.

## ДИНАМИКА ТУННЕЛИРОВАНИЯ БОЗЕ-КОНДЕНСИРОВАННЫХ АТОМОВ В ДВУХЪЯМНОЙ ЛОВУШКЕ ПРИ УЧЕТЕ ОДНОАТОМНОГО И КОРРЕЛЯЦИОННОГО ДВУХАТОМНОГО ПРОЦЕССОВ ТУННЕЛИРОВАНИЯ

*Изучена динамика туннелирования бозе-конденсированных атомов в двухъямной ловушке с учетом процессов линейного одноатомного и нелинейного парного туннелирования через барьер между ямами. Решения полученной системы нелинейных эволюционных уравнений, описывающих нестационарное туннелирование, показывают, что существуют как периодический, так и аперриодический режимы эволюции разности населенностей ям. Особенности временной эволюции системы определяются начальной разностью населенностей и начальной разностью фаз. Указано на возможность существования явления квантового самозахвата и фазового управления динамикой системы.*

### Введение

Модель двойной квантовой ямы с центральным барьером оказалась весьма плодотворной при исследовании динамики туннелирования бозе-конденсированных атомов [1]. При малой плотности

атомов и слабой нелинейности каждый отдельный атом туннелирует независимо и частота осцилляций плотности частиц в ямах ловушки определяется константой туннелирования. Однако в условиях сильного межатомного взаимодействия атомы не могут рассматриваться как независимые и тогда оказывается возможным их



совместное туннелирование в виде коррелирующих пар атомов. Прямое наблюдение коррелированного туннелирования было выполнено в [2]. В [3, 4] был получен модифицированный гамильтониан Бозе–Хаббарда с учетом двухатомных процессов туннелирования. Однако в [1–4] отсутствуют результаты исследований временной эволюции атомной системы при учете процессов нелинейного туннелирования. Учет процесса парного туннелирования может привести к радикальному изменению динамики туннелирования. Поэтому исследование особенностей временной эволюции системы при одновременном учете обоих механизмов туннелирования является актуальной задачей.

### Основные уравнения. Обсуждение результатов

Изучим явление туннелирования бозе-конденсированных атомов в двухъямной ловушке между идентичными ямами 1 и 2 (рис. 1). Ямы разделены потенциальным барьером, который допускает возможность их туннелирования из одной в другую. Будем считать, что имеют место как одноатомный, так и корреляционный двухатомный процессы туннелирования, которые характеризуются константами  $\kappa$  и  $\mu$  соответственно. Цель этой работы состоит в исследовании принципиальной роли обоих механизмов туннелирования без учета других нелинейностей. Тогда гамильтониан взаимодействия в соответствии с [3–6] можно записать в виде

$$H = \hbar\kappa (\hat{a}_1^+ \hat{a}_2 + \hat{a}_2^+ \hat{a}_1) + \hbar\mu (\hat{a}_1^+ \hat{a}_1^+ \hat{a}_2 \hat{a}_2 + \hat{a}_2^+ \hat{a}_2^+ \hat{a}_1 \hat{a}_1), \quad (1)$$

где  $\hat{a}_i (i=1,2)$  – оператор уничтожения атома в яме  $i$ .

Используя гамильтониан (1), легко получить систему гайзенберговских урав-

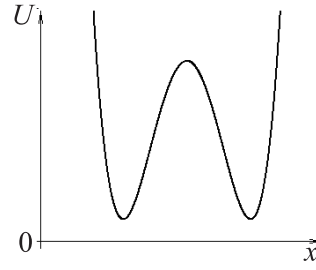


Рис. 1. Схема двухъямного потенциала

нений для операторов  $\hat{a}_1$  и  $\hat{a}_2$ , которая в приближении среднего поля (mean field approximation [7]) примет вид

$$\begin{cases} i\dot{a}_1 = \kappa a_2 + 2\mu a_1^* a_2, \\ i\dot{a}_2 = \kappa a_1 + 2\mu a_2^* a_1, \end{cases} \quad (2)$$

где  $a_1$  и  $a_2$  теперь являются амплитудами состояний атомов в ямах 1 и 2 соответственно, зависящими от времени.

Систему уравнений (2) следует дополнить начальными условиями:

$$\begin{aligned} a_{1|t=0} &= \sqrt{n_{10}} \exp(i\varphi_{10}), \\ a_{2|t=0} &= \sqrt{n_{20}} \exp(i\varphi_{20}), \end{aligned} \quad (3)$$

где каждая из функций характеризуется своей начальной амплитудой (плотностью) и фазой.

В линейном приближении ( $\mu = 0$ ) легко получить из (2) хорошо известный результат для временной эволюции плотности атомов в каждой яме [8]:

$$\begin{aligned} n_1 &= |a_1|^2 = n_{10} \cos^2 \kappa t + n_{20} \sin^2 \kappa t - \\ &\quad - 2\sqrt{n_{10} n_{20}} \sin \psi_0 \sin \kappa t \cos \kappa t, \\ n_2 &= n_{10} + n_{20} - n_1, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\psi_0 = \varphi_{10} - \varphi_{20}$  – начальная разность фаз.

Видно, что плотность атомов в каждой из ям периодически изменяется со

временем с периодом  $T_0 = \pi / \kappa$ , а амплитуда колебаний определяется начальными плотностями атомов в ямах  $n_{10}$  и  $n_{20}$  и начальной разностью фаз  $\psi_0$ . Если в начальный момент времени заселена только одна из ям, то атомы за полпериода полностью переходят из одной ямы в другую, а в течение второго полпериода – обратно в первую яму.

Найдем решение уравнений (2) при учете линейных и нелинейных слагаемых. Для этого далее введем в рассмотрение плотности частиц в ямах  $n_i = |a_i|^2$  ( $i=1, 2$ ) и две компоненты «поляризации»:  $Q = i(a_1^* a_2 - a_2^* a_1)$  и  $R = a_1^* a_2 + a_2^* a_1$ . Используя (2), приходим к следующей системе нелинейных дифференциальных уравнений для них:

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = -\dot{n}_2 = -(\kappa + 2\mu R)Q, \\ \dot{Q} = 2\kappa(n_1 - n_2) + 2\mu(n_1 - n_2)R, \\ \dot{R} = 2\mu(n_1 - n_2)Q. \end{cases} \quad (5)$$

Используя (3), можно представить начальные условия для введенных функций в виде:

$$\begin{aligned} n_{1|t=0} &= n_{10}, & n_{2|t=0} &= n_{20}, \\ Q_{|t=0} &\equiv Q_0 = 2\sqrt{n_{10}n_{20}} \sin \psi_0, & (6) \\ R_{|t=0} &\equiv R_0 = 2\sqrt{n_{10}n_{20}} \cos \psi_0. \end{aligned}$$

Из (5) легко получить интеграл движения:  $n_1 + n_2 = n_{10} + n_{20} \equiv N_0$ , который выражает собой закон сохранения полного числа атомов  $N_0$  в системе. Вводя далее разность населенностей ям  $n = n_1 - n_2$  с начальным условием  $n_{|t=0} \equiv n_0 = n_{10} - n_{20}$ , систему уравнений (5) запишем в виде

$$\begin{aligned} \dot{n} &= -2(\kappa + 2\mu R)Q, \\ \dot{Q} &= 2n(\kappa + \mu R), & (7) \\ \dot{R} &= 2\mu nQ. \end{aligned}$$

Из (7) легко получить еще два независимых интеграла движения:

$$Q^2 + R^2 + n^2 = N_0^2, \quad (8)$$

$$n^2 + 2R\left(R + \frac{\kappa}{\mu}\right) = n_0^2 + 2R_0\left(R_0 + \frac{\kappa}{\mu}\right). \quad (9)$$

В общем случае ( $\kappa \neq 0, \mu \neq 0$ ) не удастся сразу получить решение для разности населенностей  $n(t)$ . Вместо этого удобнее сначала найти решение уравнения

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= \pm 2\mu \sqrt{n_0^2 + 2R_0\left(R_0 + \frac{\kappa}{\mu}\right) - 2R\left(R + \frac{\kappa}{\mu}\right)} \times \\ &\times \sqrt{N_0^2 - n_0^2 - 2R_0\left(R_0 + \frac{\kappa}{\mu}\right) + R\left(R + 2\frac{\kappa}{\mu}\right)} \quad (10) \end{aligned}$$

для функции  $R(t)$ , а затем, используя (9), вычислить  $n(t)$ . Найдем решение сначала для более простого случая, когда в начальный момент времени заселена только одна яма ( $n_{10} \neq 0, n_{20} = 0$ ). В этом случае  $N_0 = n_0 = n_{10}$ . Полагая далее  $R = n_{10}y$ ,  $\tau = \kappa t$  и вводя параметр нелинейности  $\alpha = \kappa / (\mu n_{10})$ , найдем решение для  $y(\tau)$ . Оказывается, оно имеет различную форму в зависимости от значений параметра  $\alpha$ . При  $\alpha > 1/2$  получаем

$$\begin{aligned} y &= \frac{y_M s n^2 \left( 2 \left( 1 + \frac{2}{\alpha^2} \right)^{1/4} \tau \right)}{1 - \frac{y_M}{y_-} c n^2 \left( 2 \left( 1 + \frac{2}{\alpha^2} \right)^{1/4} \tau \right)}, & (11) \\ k^2 &= \frac{y_M}{y_1} \frac{y_1 - y_-}{y_M - y_-}, \end{aligned}$$

где  $k$  – модуль эллиптических функций Якоби, а  $y_M$ ,  $y_-$  и  $y_1$  определяются выражениями



$$y_M = \frac{\sqrt{\alpha^2 + 2} - \alpha}{2}, \quad n = n_{10} \frac{\sqrt{\alpha^2 + 2} + 3\alpha}{4\alpha} \times \quad (16)$$

$$\begin{aligned} y_- &= -y_M - \alpha, \\ y_1 &= -2\alpha. \end{aligned} \quad (12)$$

Эволюция системы при  $\alpha > 1/2$  является периодической с периодом  $T$  и амплитудой  $A$ , равными

$$\begin{aligned} T &= K(k) \left(1 + \frac{2}{\alpha^2}\right)^{-1/4}, \\ A &= y_M. \end{aligned} \quad (13)$$

Разность населенностей  $n(t)$  в этом случае будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} n &= \frac{2\sqrt{\alpha^2 + 2} n_{10} cn \left(2 \left(1 + \frac{2}{\alpha^2}\right)^{1/4} \tau\right)}{\sqrt{\alpha^2 + 2} + \alpha + (\sqrt{\alpha^2 + 2} - \alpha) cn^2 \left(2 \left(1 + \frac{2}{\alpha^2}\right)^{1/4} \tau\right)}, \\ k^2 &= \frac{2\alpha\sqrt{\alpha^2 + 2} - 2\alpha^2 - 1}{4\alpha\sqrt{\alpha^2 + 2}}, \end{aligned} \quad (14)$$

где  $k$  – модуль эллиптической функции Якоби.

В пределе  $\mu \rightarrow 0$  ( $\alpha \rightarrow \infty$ ) из (11) и (14) получаем  $y = 0$  и  $n = n_{10} \cos 2k\tau$  соответственно. При  $\alpha = 1/2$  находим

$$n = \frac{3n_{10} \cos 2\sqrt{3}\tau}{2 + \cos^2 2\sqrt{3}\tau}. \quad (15)$$

Эволюция по-прежнему является периодической с периодом  $T = \pi/(\sqrt{3}k)$ . Видно, что период уменьшается в  $\sqrt{3}$  раза по сравнению с линейным приближением. Наконец, при  $\alpha < 1/2$ , получаем

$$\begin{aligned} &cn \left( \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 + 2 + 3\alpha}{\alpha^2 + 2 - \alpha}} \tau \right) dn \left( \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 + 2 + 3\alpha}{\alpha^2 + 2 - \alpha}} \tau \right) \\ &\times \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{\alpha^2 + 2} - \alpha}{4\alpha} cn^2 \left( \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 + 2 + 3\alpha}{\alpha^2 + 2 - \alpha}} \tau \right)}, \end{aligned}$$

где модуль эллиптических функций  $k$  и период колебаний  $T$  определяются выражениями

$$\begin{aligned} k^2 &= (1 - 4\alpha^2) \left( \frac{\sqrt{\alpha^2 + 2} - \alpha}{\sqrt{\alpha^2 + 2 + 3\alpha}} \right)^2, \\ T &= 4\alpha \sqrt{\frac{\sqrt{\alpha^2 + 2} - \alpha}{\sqrt{\alpha^2 + 2 + 3\alpha}}} K(k), \end{aligned} \quad (17)$$

а амплитуда колебаний равна  $n_{10}$ .

Если в (16) положить  $\alpha = 1/2$ , то снова приходим к выражению (15), а при  $\alpha \rightarrow 0$  из (16) получаем  $n = n_{10}$ . Так как  $\alpha = 0$  соответствует случаю  $\kappa = 0$ ,  $\mu \neq 0$ , то отсюда снова приходим к выводу, что нетривиальная эволюция системы невозможна, если в начальный момент времени была заселена только одна из ям.

Из полученных решений (11)–(17) следует, что при любых, отличных от нуля значениях параметра нелинейности  $\alpha$  эволюция системы представляет собой периодический процесс перехода атомов из одной ямы в другую и обратно, причем период колебаний определяется величиной параметра  $\alpha$  (рис. 2, а). С ростом  $\alpha$  период колебаний монотонно растет (см. рис. 2, а, б).

Рассмотрим теперь эволюцию системы для произвольных значений параметров  $N_0$  и  $n_0$  при условии, что начальная разность фаз  $\psi_0 = \pi/2$ . Положим в (11)  $R = N_0 y$ ,  $\tau = \kappa t$  и введем параметры  $\alpha = \kappa/(\mu N_0)$  и  $\beta = n_0/N_0$ . Тогда при  $\alpha^2 > \left(1 - \frac{1}{2}\beta^2\right)^2$  получим

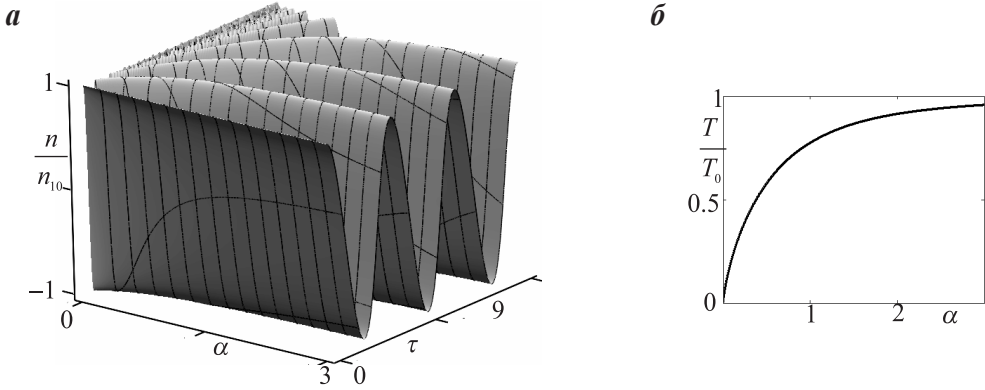


Рис. 2. Временная эволюция разности населенностей  $n$  (а) и период  $T$  колебаний в зависимости от параметра нелинейности (б). Здесь  $\tau = \kappa t$ ,  $T_0 = \pi/\kappa$

$$y = \left( y_m(y_M - y_-) - y_-(y_M - y_m) \right) \times \\ \times \operatorname{sn}^2 \left( \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm F(\varphi_0, k) \right) \times \\ \times \left( y_m - y_- - (y_M - y_m) \times \right. \quad (18) \\ \left. \times \operatorname{sn}^2 \left( \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm F(\varphi_0, k) \right) \right)^{-1},$$

где

$$y_M = \frac{1}{2} \left( \sqrt{\alpha^2 + 2\beta^2} - \alpha \right), \\ y_- = -y_M - \alpha, \\ y_m = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1 - \alpha, \\ y_1 = -y_m - 2\alpha, \quad (19)$$

а модуль  $k$  и параметр  $\varphi_0$  эллиптических функций выражаются формулами

$$k^2 = \frac{(y_M - y_m)(y_- - y_1)}{(y_M - y_-)(y_m - y_1)}, \quad (20)$$

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{y_m(y_M - y_-)}{y_-(y_M - y_m)}}.$$

Здесь  $y_M$  и  $y_m$  – максимальное и минимальное значения функции  $y(\tau)$ .

Из (18) следует, что эволюция системы при  $\alpha^2 > \left(1 - \frac{1}{2}\beta^2\right)^2$  является периодической с периодом  $T$  и амплитудой  $A$ , равными соответственно

$$T = \sqrt{2}\alpha K(k) / \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)}, \\ A = y_M - y_m. \quad (21)$$

Разность населенностей  $n(t)$  в этом случае выражается формулой

$$n = \left( \sqrt{2}N_0(y_M - y_-) \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \times \right. \\ \times \operatorname{cn} \left( \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm F(\varphi_0, k) \right) \times \\ \times \left( y_m - y_- + (y_M - y_m) \times \right. \quad (22) \\ \left. \times \operatorname{cn}^2 \left( \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm F(\varphi_0, k) \right) \right)^{-1},$$

где  $k$  и  $\varphi_0$  определены в (20). При этом период  $T$  и амплитуда  $A$  колебаний разнос-

ти населенностей атомов в ямах определяются следующими формулами:

$$T = \frac{\sqrt{2}\alpha K(k)}{\sqrt[4]{(\alpha^2 + 2\beta^2)(\alpha^2 + \beta^2 - 1)}};$$

$$A = \frac{\sqrt{2}}{2} N_0 \times \quad (23)$$

$$\times \sqrt{\alpha \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 - 1} + 1 - \alpha^2 - \frac{1}{2} \beta^2}.$$

В пределе  $\alpha^2 = \left(1 - \frac{1}{2} \beta^2\right)^2$  из (22) получаем

$$n = \left( n_0 (2 + \beta^2) \sqrt{2 - \beta^2} \times \right. \\ \left. \times \cos \left( \frac{|\beta|}{\alpha} \sqrt{2 + \beta^2} \tau \pm \arcsin \sqrt{\frac{(2 + \beta^2)(1 - \beta^2)}{2 - \beta^2}} \right) \right) \times \\ \times \left( 2\beta^2 + (2 - \beta^2) \times \quad (24) \right. \\ \left. \times \cos^2 \left( \frac{|\beta|}{\alpha} \sqrt{2 + \beta^2} \tau \pm \arcsin \sqrt{\frac{(2 + \beta^2)(1 - \beta^2)}{2 - \beta^2}} \right) \right)^{-1}.$$

Эволюция в этом случае также является периодической с периодом  $T = 2\pi\alpha / \left(|\beta| \sqrt{2 + \beta^2}\right)$ .

Легко видеть, что формулы (18)–(24) являются обобщениями формул (11)–(15) на случай произвольных  $n_0$  и  $N_0$ .

Если  $\sqrt{1 - \beta^2} \leq \alpha \leq 1 - \frac{1}{2} \beta^2$ , то решение для функции  $y(\tau)$  совпадает с выражением (18) с заменой везде  $y_1$  на  $y_-$  и  $y_-$  на  $y_1$ , однако выражение для разности населенностей  $n(t)$  принимает вид

$$n = \sqrt{2} N_0 (y_M - y_1) \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \times \\ \times \frac{cn(x) dn(x)}{y_m - y_1 + (y_M - y_m) sn^2 x}, \quad (25)$$

где

$$x = \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_1)(y_m - y_-)} \tau \pm F(\varphi_0, k);$$

$$k^2 = \frac{(y_M - y_m)(y_1 - y_-)}{(y_M - y_1)(y_m - y_-)}, \quad (26)$$

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{y_M - y_1}{y_M - y_m} \frac{y_m}{y_1}}.$$

Период колебаний  $T$  здесь выражается формулой

$$T = 2\sqrt{2}\alpha K(k) / \sqrt{(y_M - y_1)(y_m - y_-)}. \quad (27)$$

Наконец, при  $0 \leq \alpha \leq \sqrt{1 - \beta^2}$  решение для функции  $y(\tau)$  имеет вид

$$y = \left( (y_- n' - y_M n'') \times \quad (28) \right. \\ \left. \times cn \left( \pm \frac{2\sqrt{2}}{\alpha} m\tau + F(\varphi_0, k) \right) + y_- n' + y_M n'' \right) \times \\ \times \left( (n' - n'') cn \left( \pm \frac{2\sqrt{2}}{\alpha} m\tau + F(\varphi_0, k) \right) + n' + n'' \right)^{-1},$$

где

$$n' = \sqrt{y_-^2 + v^2}, \quad n'' = \sqrt{y_M^2 + v^2},$$

$$m = \sqrt[4]{(y_M y_- + v^2) + (y_M^2 - y_-^2) v^2}, \quad (29)$$

$$v = \sqrt{1 - \alpha^2 - \beta^2},$$

а модуль  $k$  и параметр  $\varphi_0$  в (21) определяются выражениями

$$k^2 = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{y_M y_- + v^2}{\sqrt{(y_M y_- + v^2)^2 + (y_M - y_-)^2 v^2}} \right);$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{y_M n'' + y_- n'}{y_M n'' - y_- n'}. \quad (30)$$

Разность населенностей является осциллирующей функцией от времени, период  $T$  и амплитуда  $A$  определяются выражениями

$$T = \sqrt{2\alpha K(k)}/m, \quad (31)$$

$$A = y_M - y_- = \sqrt{\alpha^2 + 2\beta^2}.$$

Отметим, что при  $\alpha^2 + \beta^2 = 1$ , т. е. когда  $y_1 = y_m$ , решения (18) и (27) становятся аperiодическими и выражаются формулой

$$y = y_m - (y_m - y_-) \times \left( \left( 1 - \frac{y_M - y_-}{y_M - y_m} \right) \times \right. \\ \left. \times \left( ch^2 \left( \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \tau \pm \theta_0 \right) \right)^{-1} \right),$$

где

$$\theta_0 = \text{arch} \sqrt{\frac{y_- y_M - y_m}{y_m y_M - y_-}}. \quad (33)$$

Решение со знаком (+) в аргументе гиперболического косинуса монотонно убывает со временем и асимптотически стремится к значению  $y = y_m$ , тогда как

решение со знаком (-) сначала растет, достигает максимального значения  $y = y_M$  в момент времени

$$\tau = \frac{\theta_0}{\frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)}},$$

после чего начинает убывать и асимптотически стремится к значению  $y = y_m$ .

На рис. 3 представлена временная эволюция разности населенностей атомов в ямах при различных значениях параметра  $\alpha$ . Видно, что при  $\alpha < \sqrt{1 - \beta^2}$  эволюция является периодической, причем период и амплитуда колебаний монотонно растут с ростом  $\alpha$  в пределах от нуля до  $\alpha = \sqrt{1 - \beta^2}$ . При значении  $\alpha = \sqrt{1 - \beta^2}$  эволюция оказывается аperiодической, период колебаний обращается в бесконечность (см. рис. 3, б). При  $\alpha \geq \sqrt{1 - \beta^2}$  период колебаний сначала быстро убывает с ростом  $\alpha$  и при  $\alpha \gg \sqrt{1 - \beta^2}$  асимптотически стремится к постоянной, не зависящей от  $\alpha$  величине. С ростом  $\beta$  аperiодическая эволюция смещается в сторону меньших значений  $\alpha = \sqrt{1 - \beta^2}$  (см. рис. 3, б).

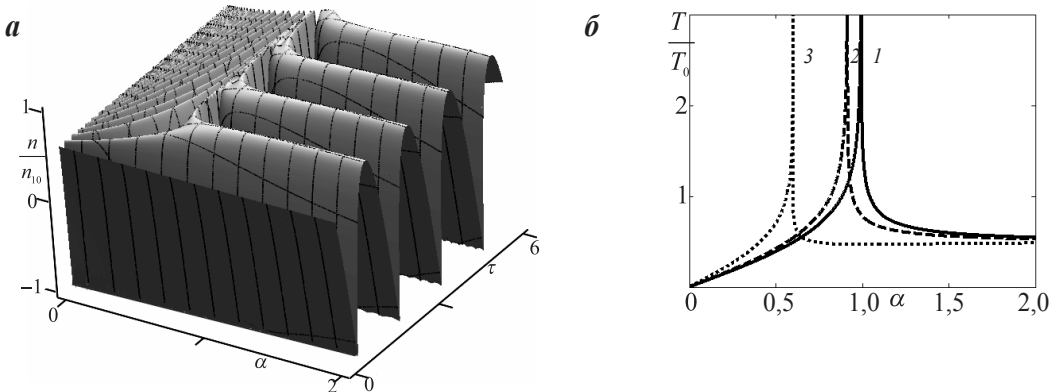


Рис. 3. Временная эволюция разности населенностей  $n$  при фиксированных значениях параметра  $\beta = 0,8$  и начальной разности фаз  $\psi_0 = \pi/2$  в зависимости от параметра нелинейности ( $a$ ) и период  $T$  колебаний в зависимости от параметра нелинейности  $\alpha$  при трех различных значениях параметра  $\beta$  (б): 1 – 0,1; 2 – 0,4; 3 – 0,8. Здесь  $\tau = \kappa t$ ,  $T_0 = \pi/\kappa$

В общем случае вид решения уравнения (10) определяется параметрами  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\psi_0$ . Если уравнение (10) представить в виде  $(dR/dt)^2 + W(R) = 0$ , где  $W(R)$  играет роль потенциальной энергии нелинейного осциллятора, то корни уравнения  $W(R) = 0$  будут определять характер поведения функции  $R(t)$ . В нашем случае мы упорядочиваем корни следующим образом:  $y_M > y_m > y_1 > y_-$ , где

$$\begin{aligned} y_M &= \frac{1}{2} \left( \sqrt{(\alpha + 2r_0)^2 + 2\beta^2 - \alpha} \right), \\ y_- &= -y_M - \alpha, \\ y_m &= \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + 2r_0(r_0 + \alpha) - 1 - \alpha}, \\ y_1 &= -y_m - 2\alpha, \end{aligned} \quad (34)$$

а  $r_0 = \sqrt{1 - \beta^2} \cos \psi_0$ . Поскольку эти параметры зависят от  $\psi_0$ , то теперь временная эволюция разности населенности  $n(t)$  будет существенно определяться значением начальной разности фаз  $\psi_0$ .

Приведем здесь решения только для разности населенности в различных случаях. При  $\alpha > 1 - r_0 - \beta^2 / (2(1 + r_0))$  получаем

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{2} N_0 (y_M - y_-) \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \times \\ &\times \frac{cnx}{y_m - y_- + (y_M - y_m)cn^2x}, \end{aligned} \quad (35)$$

где

$$\begin{aligned} x &= \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm F(\varphi_0, k), \\ k^2 &= \frac{(y_M - y_m)(y_- - y_1)}{(y_M - y_-)(y_m - y_1)}, \\ \varphi_0 &= \arcsin \sqrt{\frac{(y_M - y_-)(y_0 - y_m)}{(y_M - y_m)(y_0 - y_-)}}, \\ y_0 &= R_0 / N_0, \end{aligned}$$

$$T = \frac{2\sqrt{2}\alpha K(k)}{\sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)}}. \quad (36)$$

Если корни  $y_1$  и  $y_-$  совпадают, т. е. если  $\alpha = 1 - r_0 - \beta^2 / (2(1 + r_0))$ , то решение принимает вид

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{2} N_0 (y_M - y_-) \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \times \\ &\times \frac{\cos x}{y_m - y_- + (y_M - y_m)\cos^2 x}, \end{aligned} \quad (37)$$

где

$$x = \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_-)(y_m - y_1)} \tau \pm \varphi_0. \quad (38)$$

Если же

$$\begin{aligned} \sqrt{1 - \beta^2 - r_0^2} - r_0 \leq \alpha \leq 1 - r_0 - \beta^2 \\ (2(1 + r_0)) \\ \beta^2 + r_0^2 < 1, \end{aligned}$$

и

то

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{2} N_0 (y_M - y_1) \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_-)} \times \\ &\times \frac{cnx}{y_m - y_1 + (y_M - y_m)cn^2x}. \end{aligned} \quad (39)$$

Здесь

$$\begin{aligned} x &= \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \sqrt{(y_M - y_1)(y_m - y_-)} \tau \pm F(\varphi_0, k), \\ k^2 &= \frac{(y_M - y_m)(y_1 - y_-)}{(y_M - y_1)(y_m - y_-)}, \end{aligned} \quad (40)$$

$$\varphi_0 = \arcsin \sqrt{\frac{(y_M - y_1)(y_0 - y_m)}{(y_M - y_m)(y_0 - y_1)}}$$

$$T = 2\sqrt{2}\alpha K(k) / \sqrt{(y_M - y_m)(y_m - y_1)}.$$

Наконец, если  $\alpha^2 + \beta^2 + 2r_0(r_0 + \alpha) < 1$ , то решение для функции  $y(\tau)$  по-прежнему определяется формулой (28), где

$$v = \sqrt{1 - \alpha^2 - \beta^2 + 2r_0(r_0 + \alpha)}.$$

На рис. 4, а представлена временная эволюция разности населенностей атомов в ямах при различных значениях начальной разности фаз  $\Psi_0$ . Видно, что существуют области значений параметра  $\Psi_0$  в пределах от нуля до  $2\pi$  с различной периодической эволюцией, разделенные значениями  $\Psi_0$ , при которых периодическая эволюция переходит в аperiodическую. Вблизи значений  $\Psi_0$ , где имеет место аperiodическая эволюция, период колебаний  $T$  быстро растет и обращается

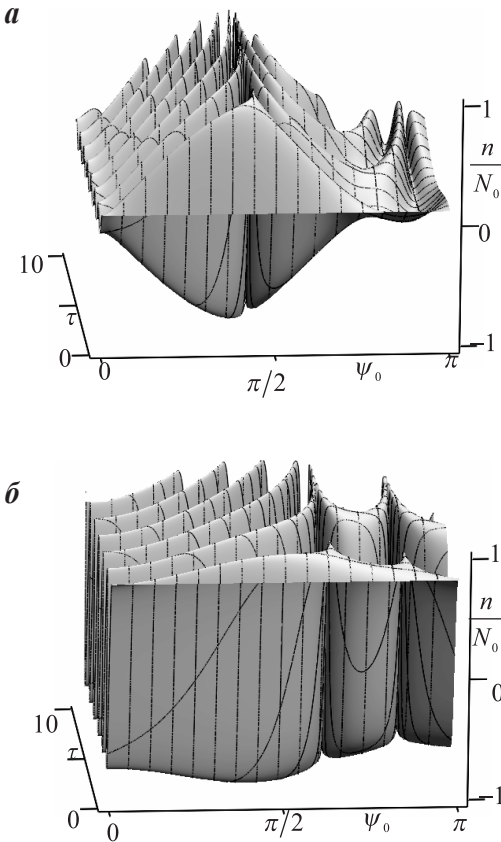


Рис. 4. Временная эволюция разности населенностей  $n$  в зависимости от начальной разности фаз  $\Psi_0$  при фиксированных значениях параметров  $\alpha = 0,8$  и  $\beta$ :  
 $a - 0,1$  и  $b - 0,8$ .  
 Здесь  $\tau = \kappa t$

в бесконечность. Количество бифуркаций и значений параметра  $\Psi_0$ , при которых возникает аperiodическая эволюция, определяется значениями параметров  $\alpha$  и  $\beta$ . На рис. 5 представлена зависимость периода колебаний от начальной разности фаз  $\Psi_0$ . На диаграмме можно заметить симметрию в расположении особенностей временной эволюции и периодов эволюции относительно точки  $\Psi_0 = \pi$ , так что  $n(\Psi_0) = n(2\pi - \Psi_0)$ .

Самой важной бифуркацией здесь является равенство двух средних корней:  $y_m = y_1$ . При значениях параметров, когда  $y_m = y_1$ , два действительных корня уравнения  $W(R) = 0$  превращаются в комплексно сопряженные. В условиях, когда  $y_m > y_1$ , решение уравнения (11) является осциллирующим и функция  $y(\tau)$  колеблется в пределах от  $y_m$  до  $y_M$ , так что амплитуда колебаний функции  $y(\tau)$  равна  $y_M - y_m$ . Если же параметры системы изменяются таким образом, что  $y_m = y_1$ , то в этом случае возникают два комплексно сопряженных корня и эволюция функции  $y(\tau)$  происходит уже в пределах

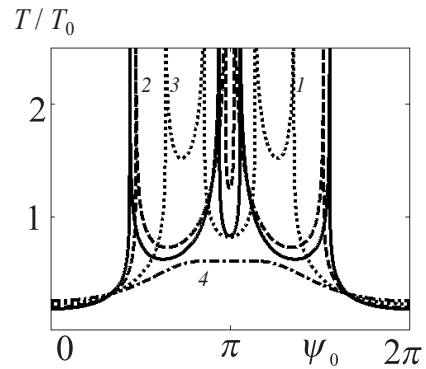


Рис. 5. Период  $T$  колебаний разности населенностей  $n$  в зависимости от начальной разности фаз  $\Psi_0$  и фиксированных значений параметра нелинейности  $\alpha = 0,8$  и нескольких значений параметра  $\beta$ :  
 $1 - 0,1$ ;  $2 - 0,5$ ;  $3 - 0,8$ ;  $4 - 0,9$ . Здесь  $T_0 = \pi/\kappa$

от  $U_-$  до  $U_M$  с амплитудой  $U_M - U_-$ , которая больше амплитуды  $U_M - U_m$ . Следовательно, при  $u_m = u_1$  происходит скачкообразное изменение амплитуды колебаний при изменении параметров системы. Такой скачок свидетельствует о существовании явления самозахвата. При этом период колебаний функции  $u(\tau)$  обращается в бесконечность при  $u_m = u_1$ . Вдали от точки бифуркации период колебаний монотонно изменяется. Таким образом, можно утверждать, что по мере приближения корней  $u_m$  и  $u_1$  друг к другу период колебаний монотонно растет. В точке бифуркации решение для  $u(\tau)$  становится аperiodическим.

### Заключение

В рассматриваемом случае имеют место как периодический, так и аperiodический режимы эволюции населенностей ям, причем период колебаний плотности атомов в ямах существенно зависит от начальных условий (начальной разности населенностей ям и разности фаз). Зависимость периода колебаний от начальной разности фаз свидетельствует о возможности фазового управления динамикой системы без изменения начальной разности населенностей. В частности, в условиях начальной разности населенностей обеих ям колебания плотности атомов в них возникают только благодаря начальной разности фаз. В условиях действия механизма парного нелинейного туннелирования также возможно проявление эффекта

квантового самозахвата, однако это проявление не столь яркое, как в случае учета упругого межатомного взаимодействия [1, 9–13].

### Цитированная литература

1. Khadzhi P.I., Vasilieva O.F. // J. of Nanoelectronics and Optoelectronics. – 2011. – Vol. 6. – P. 1–19.
2. Fölling S., Trotzky S., Cheinet P. et al. // Nature. – 2007. – Vol. 448. – P. 1029.
3. Ananikian D., Bergeman T. // Phys. Rev. – 2006. – Vol. A73. – P. 013604.
4. Liu J.-L., Liang J.-Q. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2011. – Vol. 44. – P. 025101.
5. Liang J.-Q., Liu J.-L., Li W.-D., Li Z.-J. // Phys. Rev. – 2009. – Vol. A79. – P. 033617.
6. Pflanzner A.C., Zöllner S., Schmelcher P. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2009. – Vol. 42. – P. 231002.
7. Пятаевский Л.П. // УФН. – 1998. – Т. 168. – С. 641.
8. Javanainen J. // Phys. Rev. Lett. – 1986. – Vol. 57. – P. 3164.
9. Milburn G.J., Corney J., Wright E.M., Walls D.F. // Phys. Rev. – 1997. – Vol. A55. – P. 4318.
10. Smerzi A., Raghavan S. // Phys. Rev. – 2000. – Vol. A61. – P. 063601.
11. Raghavan S., Smerzi A., Fantoni S., Shenoy S.R. // Phys. Rev. – 1999. – Vol. A59. – P. 620.
12. Tsukada N. // Phys. Rev. – 2001. – Vol. A61. – P. 063602; Vol. A64. – P. 033601.
13. Smerzi A., Trombettoni A. // Phys. Rev. – 2003. – Vol. A68. – P. 023613.



П.В. Беспаленко, аспирант

К.Д. Ляхомская, канд. физ.-мат. наук, доц.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ В ДВОЙНОМ БЕСКОНЕЧНОМ МАССИВЕ СВЕТОВОДОВ

*Изучены особенности распространения лазерного излучения в массиве световодов, состоящем из двух бесконечных цепочек, с учетом взаимодействия не только соседних, но и диагональных световодов массива. Получены точные аналитические решения для пространственного распределения интенсивности излучения при различных значениях констант связи.*

### Введение

Особенности распространения света в ответвителях зависят от того, какими являются массивы световодов – конечными, полубесконечными или бесконечными. Для любого из этих типов с помощью метода связанных мод решение задачи сводится к одномерной системе линейных связанных дифференциально-разностных уравнений первого порядка, описывающих пространственное распределение амплитуды поля в каждом световоде [1–10].

Наиболее интересными с точки зрения практического применения являются массивы нелинейных световодов. Однако исследование распространения лазерного излучения в системах линейных световодов может служить основой для перехода к нелинейным задачам.

Ниже будут представлены результаты теоретического исследования эффектов распространения в массиве, состоящем

из двух бесконечных линейных массивов световодов.

### Постановка задачи. Основные уравнения

Рассмотрим массив линейных световодов, состоящий из двух бесконечных цепочек  $f$  и  $g$  идентичных световодов, которые расположены друг над другом в параллельных плоскостях (рис. 1).

Пространственное распределение амплитуды поля в каждом  $n$ -м световоде описывается системой дифференциально-разностных уравнений первого порядка [1–10]:

$$\begin{cases} if'_n(x) + f_{n-1}(x) + f_{n+1}(x) + \\ + \gamma g_n(x) + \gamma_1(g_{n-1}(x) + g_{n+1}(x)) = 0, \\ ig'_n(x) + g_{n-1}(x) + g_{n+1}(x) + \\ + \gamma f_n(x) + \gamma_1(f_{n-1}(x) + f_{n+1}(x)) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

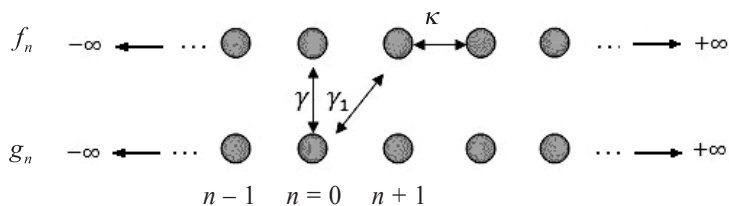


Рис. 1. Массив линейных световодов, состоящий из двух бесконечных цепочек  $f$  и  $g$  идентичных световодов



где  $n$  – номер световода;  $f_n, g_n$  – амплитуды полей распространяющегося излучения в  $n$ -м световоде соответствующего массива;  $\gamma$  – нормированная на константу связи  $\kappa$  между соседними световодами одного и того же массива константа связи между соседними световодами  $f$  и  $g$  массивов (одинакового номера  $n$ );  $\gamma_1$  – нормированная константа связи между диагональными световодами  $f$  и  $g$  массивов.

Дифференцирование в (1) производится по пространственной переменной  $x = \kappa z$ .

Представим выражения для амплитуд полей с помощью интеграла Фурье:

$$\begin{aligned} f_n(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x, \theta) e^{-in\theta} d\theta; \\ g_n(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} G(x, \theta) e^{-in\theta} d\theta. \end{aligned} \quad (2)$$

Система (1) с учетом (2) примет вид

$$\begin{cases} if'_n(x) + 2 \cos \theta \cdot f_n(x) + \\ + (\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta) g_n(x) = 0, \\ ig'_n(x) + 2 \cos \theta \cdot g_n(x) + \\ + (\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta) f_n(x) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (3) с учетом начальных условий  $f_n(x=0) = 1, g_n(x=0) = 0$  получим в виде

$$\begin{cases} f_n(x, \theta) = e^{2i \cos \theta x} (A e^{i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x} + \\ + B e^{-i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x}), \\ g_n(x, \theta) = e^{2i \cos \theta x} (C e^{i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x} + \\ + D e^{-i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x}). \end{cases} \quad (4)$$

Из начальных условий находим, что  $A = B = C = \frac{1}{2}, D = -\frac{1}{2}$ . Тогда решение системы (4) примет вид:

$$\begin{cases} f_n(x, \theta) = \frac{1}{2} e^{2i \cos \theta x} (e^{i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x} + \\ + e^{-i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x}), \\ g_n(x, \theta) = \frac{1}{2} e^{2i \cos \theta x} (e^{i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x} - \\ - e^{-i(\gamma + 2\gamma_1 \cos \theta)x}). \end{cases} \quad (5)$$

Подставляя найденные спектральные амплитуды из (5) в интеграл Фурье (2) и вычисляя последний с помощью разложения вида  $e^{ikx} = e^{2ix \cos \theta} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} i^k J_k(2 \cdot x) e^{ik\theta}$  [11], получим выражения для амплитуд полей, распространяющихся в  $n$ -м световоде массивов  $f$  и  $g$  соответственно:

$$\begin{cases} f_n(x) = \frac{1}{2} i^n (J_n(2(1 + \gamma_1)x) e^{iyx} + J_n(2(1 - \gamma_1)x) e^{-iyx}), \\ g_n(x) = \frac{1}{2} i^n (J_n(2(1 + \gamma_1)x) e^{iyx} - J_n(2(1 - \gamma_1)x) e^{-iyx}). \end{cases} \quad (6)$$

Определим интенсивность распространяющегося излучения как квадрат модуля амплитуды поля:

$$\begin{cases} I_{f_n}(x) = \frac{1}{4} |J_n(2(1 + \gamma_1)x) e^{iyx} + J_n(2(1 - \gamma_1)x) e^{-iyx}|^2, \\ I_{g_n}(x) = \frac{1}{4} |J_n(2(1 + \gamma_1)x) e^{iyx} - J_n(2(1 - \gamma_1)x) e^{-iyx}|^2. \end{cases} \quad (7)$$

### Обсуждение полученных результатов

Рассмотрим поведение пространственного профиля нормированной интенсивности распространяющегося излучения при различных значениях констант связи. Интенсивность накачиваемого на торце нулевого световода массива  $f$  при  $x = 0$  равна единице.

На рис. 2, а представлено пространственное распределение интенсивности света в массиве  $f$  при значениях  $\gamma = 0,6$  и

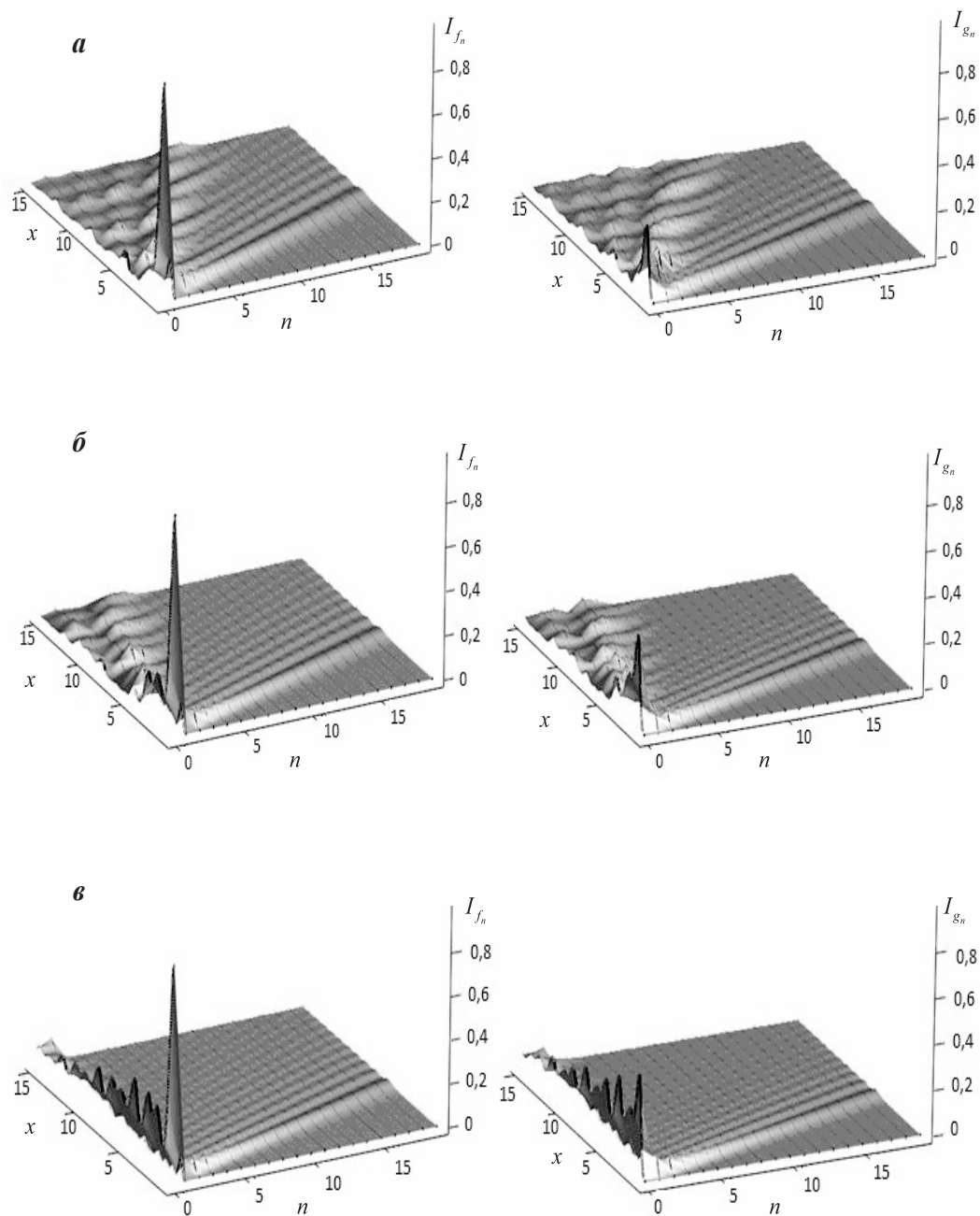


Рис. 2. Пространственные профили нормированной интенсивности распространяющегося излучения  $I_{f_n}$  и  $I_{g_n}$  массивов  $f$  и  $g$  при  $\gamma_1 = 0,4$  и  $\gamma = 0,6$  (*a*);  $\gamma = 0,8$  (*б*);  $\gamma = 0,95$  (*в*)

$\gamma_1 = 0,4$ . Как видим, интенсивность света в накачиваемом световоде  $n = 0$  является колебательной функцией. По мере распространения света в световоде амплитуда колебаний уменьшается с ростом  $x$  и при больших его значениях ( $x \gg 1$ ) стремится к нулю. Перекачка излучения происходит и в другие световоды массива  $f$ , причем величина и расположение первого максимума интенсивности в световодах с  $n \geq 1$  определяется номером световода. Так, для световода  $n = 1$  массива  $f$  максимум возникает при  $x = 2,5$ , а для световода  $n = 10$  – при  $x = 4$ .

Помимо распространения излучения в массиве  $f$  происходит процесс диффузии света и в световоды массива  $g$  (см. рис. 2, *a*). Так, пространственный профиль световода  $n = 0$  массива  $g$  – это колебательная функция, характеризующаяся группами максимумов по два в каждой. Амплитуда первого максимума интенсивности достигает значения 0,3 и расположена на расстоянии  $x = 2,5$  от торца. Амплитуды других пренебрежимо малы. По мере распространения излучения величина интенсивности света в нулевом световоде уменьшается до нуля. Поведение пространственного профиля распространяющегося излучения в световодах  $n \geq 1$  массива  $g$  аналогично поведению излучения в световодах  $n \geq 1$  массива  $f$ . Отметим лишь более узкую невозмущенную область вблизи торцов световодов  $n \geq 10$ .

При увеличении коэффициента связи  $\gamma$  между световодами массивов  $f$  и  $g$  профиль интенсивности распространяющегося излучения в массиве меняется.

На рис. 2, *b* для случая  $\gamma = 0,8$ ,  $\gamma_1 = 0,4$  из-за усиления взаимодействия между массивами процесс перекачки энергии в массив  $g$  становится более интенсивным. Происходит процесс локализации интенсивности распространяющегося излучения вблизи нулевого накачиваемого световода и уменьшается невозмущенная

область вблизи торцов световодов обоих массивов.

Из рис. 2, *b* для случая  $\gamma = 0,95$ ,  $\gamma_1 = 0,4$  видно, что происходит усиление отмеченных особенностей. Основная доля излучения локализуется вблизи накачиваемого световода, т. е. в световоде  $n = 1$ . Такая картина справедлива как для  $f$ -, так и для  $g$ -массива световодов.

## Заключение

Рассмотрено распространение излучения в массиве, представляющем собой две бесконечные цепочки линейных идентичных световодов. Найдены аналитические решения системы дифференциально-разностных уравнений, описывающие распространение поля в  $n$ -м световоде массива с учетом взаимодействия не только ближайших световодов, но и световодов, расположенных по диагонали массива.

Предсказан колебательный характер поведения пространственного профиля интенсивности распространяющегося излучения в произвольном  $n$ -м световоде массива, особенности которого обусловлены игрой коэффициентов связи  $\gamma$  и  $\gamma_1$  и номером световода в  $f$ - или  $g$ -цепочке массива.

Показано, что при значениях параметра  $\gamma_1$ , стремящихся к значению  $\gamma$ , возможна локализация основной части излучения лишь в малом числе световодов массива, расположенных непосредственно вблизи накачиваемого световода.

## Цитированная литература

1. Eyges L., Wintersteiner P. // J. Opt. Soc. Amer. – 1981. – Vol. 71. – P. 1351–1360.
2. Christodoulides D.N., Joseph R.I. // Opt. Lett. – 1988. – Vol. 13. – P. 794–796.
3. Peschel U., Pertsch T., Lederer F. // Opt. Lett. – 1998. – Vol. 23. – P. 1701–1703.

4. Aceves A.B., De Angelis C., Peschel T. et al. // Phys. Rev. – 1996. – Vol. E53. – P. 1172–1189.
5. Darmanyan S., Kobayakov A., Schmidt E. et al. // Phys. Rev. – 1998. – Vol. E57. – P. 3520–3530.
6. Eisenberg H.S., Silberg Y., Morandotti R. et al. // Phys. Rev. Lett. – 1998. – Vol. 81. – P. 3383.
7. Хаджи П.И., Ляхомская К.Д., Орлов О.К. Особенности распространения света в полубесконечных массивах световодов // Квантовая электроника. – 2006. – Т. 36, № 10. – С. 791–797.
8. Ярив А. Квантовая электроника. – М.: Сов. радио, 1980.
9. Хаджи П.И., Ляхомская К.Д. Некоторые особенности распределения света в бесконечных массивах световодов // Вестник Приднестр. ун-та. – 2009. – № 3. – С. 16–21.
10. Ляхомская К.Д., Калягин Е.А. Особенности распространения лазерного излучения в массиве, состоящем из двух связанных бесконечных цепочек световодов // Вестник Приднестр. ун-та. – 2011. – № 3. – С. 14–18.
11. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М.: Наука, 1971.

УДК 535.376

Э.А. Сенокосов, д-р физ.-мат. наук, проф.

И.Н. Один, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.

М.В. Чукичев, канд. физ.-мат. наук, доц.

Е.С. Абрамова, преп., аспирант

В.И. Чукита, ст. преп.

В.М. Ишимов, канд. физ.-мат. наук, доц.

## СВЯЗЬ СПЕКТРОВ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СПЕЦИАЛЬНО НЕЛЕГИРОВАННЫХ СЛОЕВ CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> С УСЛОВИЯМИ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ В КВАЗИЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ

*Найдены условия выращивания в квазизамкнутом объеме текстурированных слоев CdSe на кристаллических подложках (0001) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В условиях, близких к термически равновесным, т.е. при высоких температурах сапфировых подложек и наименьшем градиенте температур, слои CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> формировались из гексагональных фигур роста размером ≥ 200 мкм, ориентированных плоскостью (0001) параллельно плоскости подложки. В спектрах катодолюминесценции (КЛ) таких слоев при 78 К проявлялась линия, которая связана с излучением свободных А-экситонов, взаимодействующих с LO-фононами. При более высоких градиентах температуры в зоне конденсации (термически неравновесные условия) выросли слои, в спектрах катодолюминесценции которых проявлялись линии, связанные с излучением на примесных центрах.*

### Введение

Успехи в создании электронных полупроводниковых приборов в значительной степени обязаны достижениям в техноло-

гии получения чистых и кристаллически совершенных материалов. В последние годы в связи с проблемой создания новых устройств и элементов оптоэлектроники сильно возрос интерес к люминесцентным

материалам широкозонных полупроводниковых соединений  $A^{III}B^{VI}$ , изготовленных в пленочном виде на сапфировых подложках ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) [1].

Выбор сапфира в качестве подложечного материала основывается на том, что он обладает высокими эксплуатационными качествами: механической прочностью, термической и химической стойкостью, а также необходимыми физическими свойствами: высоким сопротивлением, большой теплопроводностью, высокой прозрачностью в видимой и инфракрасной областях спектра. Достаточная теплопроводность сапфировых подложек обеспечивает возможность эффективного отбора тепла от гетероконденсата в условиях больших мощностей его возбуждения. Кроме того, термическая стойкость сапфира позволяет выращивать на нем полупроводниковые слои при высоких температурах эпитаксии в термически равновесных условиях.

На сапфировых подложках выращены монокристаллические слои  $\text{ZnSe}$  и  $\text{ZnTe}$  [2, 3], на основе которых впервые в мире изготовлены пленочные лазеры, генерирующие излучение как при азотной, так и при комнатной температуре в режиме поперечной и, что особенно важно, продольной электронной накачки. На таких высококачественных слоях, как  $\text{ZnSe}$  [4] и  $\text{ZnTe}$  [5], а также  $\text{CdS}/\text{Al}_2\text{O}_3$  [6], впервые экспериментально обнаружен и теоретически обоснован новый канал излучательной рекомбинации в прямозонных полупроводниках, так называемые многоплазмонные переходы [6–9]. Следует еще отметить, что на основе однородных пленок  $\text{CdS}$  [10, 11] и  $\text{CdTe}$  [12], выращенных на сапфировых подложках, изготовлены и исследованы позиционно-чувствительные фотоприемники.

Кристаллические пленки  $\text{CdSe}$  отличаются высокой чувствительностью к свету в красной и в ближней инфракрасной областях спектра (670–850 нм). Длин-

новолновая граница их чувствительности достигает значения 1100 нм.

Целью данной работы является изучение условий выращивания текстурированных слоев  $\text{CdSe}$  на кристаллах (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в квазизамкнутом объеме (КО) [13]. При этом представляется важным установить зависимость структуры, электрофизических и излучательных свойств таких слоев от тепловых условий их выращивания.

## 1. Методика эксперимента

Для получения слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  использовался метод близкого переноса испаряемого материала в КО. В качестве исходного материала для напыления слоев применялся специально нелегированный порошок  $\text{CdSe}$ . Слои осаждались на подложках, ориентированных плоскостью (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Реакционная камера имела высоту  $l = 1,7$  см. Площадь поверхности полученных слоев была не более  $3 \text{ см}^2$ .

Структура поверхности слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  изучалась с помощью оптического микроскопа МИИ-4 ( $\times 500$ ), а их рентгенографические исследования проводились на дифрактометре ДРОН-4 ( $\text{Cu-K}_\alpha$ -излучение). Во избежание регистрации рентгеновских дифракционных линий сапфировых подложек слои  $\text{CdSe}$  предварительно отделялись от кристаллов  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Рентгено съемку проводили без разрушения слоя  $\text{CdSe}$ .

Спектры КЛ слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  регистрировались при температурах 78 и 300 К с помощью монохроматора ДФС-12. Энергия возбуждающего электронного пучка была равна 40 кэВ, а плотность его тока –  $7 \cdot 10^{-2} \text{ А/см}^2$ . Длительность электронных импульсов возбуждения составляла  $\tau = 0,2$  мкс, а частота их повторения  $f = 200$  Гц. Диаметр электронного пучка лежал в пределах 1–1,5 мм.

## 2. Структура и электрофизические параметры слоев CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

В таблице приведены ростовые и электрофизические параметры слоев CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (образцы 1–5), полученных в КО при различных технологических режимах.

Температура испарения исходного материала CdSe варьировалась в пределах  $T_{и} = 660–700$  °С, а температура сапфировых подложек поддерживалась в диапазоне  $T_{п} = 500–680$  °С. Исследовались слои CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> толщиной 80–160 мкм. Градиент температуры в зоне их конденсации убывал при переходе от образца 1 к образцу 5 с 95 до 12 град./см. Скорость роста слоев при  $T_{и} = 660$  °С уменьшалась с 13 (образец 1) до 8 мкм/мин (образец 3), а при  $T_{и} = 700$  °С – с 11 (образец 4) до 6 мкм/мин (образец 5).

В указанных тепловых условиях на кристаллах  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в КО выростали текстурированные слои CdSe с размерами кристаллитов 30–200 мкм. Слои, полученные при высоких температурах сапфировых подложек и наименьшем градиенте температур (образцы 4, 5), т. е. в условиях, близких к термически равновесным, сформировались из гексагональных фигур роста – шестигранных призм и усеченных пирамид. Их размеры достигали значений  $\geq 200$  мкм (рис. 1). Эти слои были ориентированы преимущественно плоскостью (0001) параллельно плоскости сапфировых подложек. На дифрактограммах слоев CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, полученных в квазиравновесных условиях, имелась основная интенсивная линия (0002) и менее интенсивная линия (10 $\bar{1}$ 3) (рис. 2).

№ образца	Температура испарения исходного материала, $T_{и}$ , °С	Температура сапфировых подложек, $T_{п}$ , °С	Градиент температуры в зоне конденсации, $\Delta T/\Delta l$ , град./см	Скорость роста, мкм/мин	Толщина слоев, мкм	Размер кристаллитов, мкм	Удельное темновое сопротивление при 300 К, Ом·см	Кратность фотоответа при 300 К и освещенности 300 лк, $\kappa \cdot 10^3$
1	660	500	95	13	160	30	$3,2 \cdot 10^8$	2,0
2	660	540	70	10	120	70	$3 \cdot 10^8$	2,2
3	660	600	35	8	100	90	$2,8 \cdot 10^7$	2,6
4	700	660	23	11	140	120	$4,4 \cdot 10^7$	3,7
5	700	680	12	6	80	200	$6,3 \cdot 10^7$	4,6

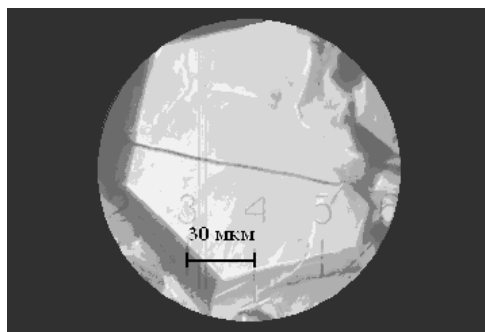


Рис. 1. Микрофотография поверхности слоя CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, выращенного в КО при  $T_{и} = 680$  °С ( $T_{п} = 700$  °С)

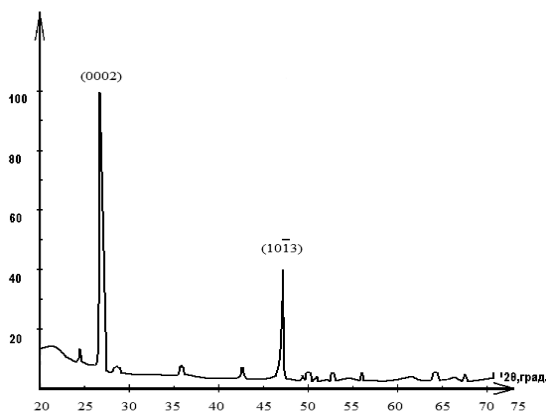


Рис. 2. Рентгенограмма слоя CdSe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, выращенного при  $T_{и} = 680$  °С ( $T_{п} = 700$  °С)



В термически неравновесных условиях, приближающихся к режиму открытого вакуумного испарения, т. е. при более высоких градиентах температуры в зоне конденсации, фигуры роста на поверхности слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  приобретали форму неусеченных шестигранных пирамид (образцы 1, 2). На рентгенограммах таких слоев наряду с линиями (0002) и  $(10\bar{1}3)$  проявлялись еще линии «косых» текстур  $(10\bar{1}2)$  и  $(10\bar{1}5)$ .

При температуре 300 К темновое сопротивление специально нелегированных слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  лежало в пределах  $3 \times (10^7 - 10^8)$  Ом · см. Кратность их фотоответа при этой температуре и освещенности 300 лк составляла порядка  $\sim 10^3$ .

Из таблицы следует, что в первой группе слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , которые получены при  $T_{\text{п}} = 660$  °С (образцы 1–3), с понижением градиента температуры в зоне конденсации их темновое сопротивление уменьшается, а кратность фотоответа увеличивается. По нашему мнению, решающим технологическим фактором, отражающим такую закономерность, может быть, во-первых, улучшение кристаллической структуры слоев по мере повышения температуры их эпитаксии. Это должно приводить к уменьшению плотности макроскопических дефектов и соответствующему увеличению времени релаксации  $\tau_e$  основных носителей заряда (электронов) в слоях  $\text{CdSe}$ , вследствие чего их равновесная электропроводность

$$\sigma_{oe} = e^2 \cdot n_{oe} \cdot \frac{\tau_e}{m_e^*} \quad (1)$$

(где  $e$  – заряд электрона;  $n_{oe}$  – равновесная концентрация электронов проводимости;  $m_e^*$  – эффективная масса электронов) будет увеличиваться с ростом технологической температуры  $T_{\text{п}}$ .

Во-вторых, с повышением температуры  $T_{\text{п}}$ , очевидно, активизируется процесс самоочистки слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$  от неконт-

ролируемых примесей, характеризующих рекомбинационные процессы и определяющих время  $\tau_R$  жизни неравновесных электронов в зоне проводимости. Из-за этого величина кратности фотоответа полупроводниковых образцов, определяемая соотношением

$$\frac{\Delta\sigma_e}{\sigma_{oe}} = \frac{e \cdot \mu_e \cdot \tau_R \cdot \beta \cdot k \cdot I}{e \cdot n_{oe} \cdot \mu_e} = \frac{\beta \cdot k \cdot I}{n_{oe}} \cdot \tau_R \quad (2)$$

(где  $\Delta\sigma_e$  – неравновесная электронная проводимость;  $\mu_e$  – подвижность электронов в зоне проводимости;  $\beta$  – квантовый выход, т. е. число электронно-дырочных пар, образуемых одним квантом света;  $k$  – коэффициент поглощения света;  $I$  – интенсивность света), должна быть большей в слоях, полученных при высоких  $T_{\text{п}}$  [14].

Во второй группе слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , которые получены при  $T_{\text{п}} = 700$  °С (образцы 4, 5), темновое сопротивление, наоборот, увеличивается с ростом  $T_{\text{п}}$ . Это может быть связано с самоочисткой слоев при высоких технологических температурах не только от глубокой примеси, характеризующей рекомбинационные процессы, но и от мелкой донорной примеси, определяющей равновесную электропроводность  $\sigma_{oe}$  (1) слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ . В таком случае концентрация  $n_{oe}$  электронов в зоне проводимости должна убывать с ростом температуры конденсации быстрее, чем имеющее место увеличение с возрастанием  $T_{\text{п}}$  времени релаксации  $\tau_e$ .

### 3. Линии КЛ текстурированных слоев $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , обусловленные примесно-дефектными состояниями

Спектры КЛ текстурированных слоев  $\text{CdSe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , выращенных при температуре испарения  $T_{\text{п}} = 660$  °С и температурах сапфировых подложек  $T_{\text{п}} \leq 600$  °С (образцы 1–3), имеют сходную структуру. Они со-



стоят из коротковолновой полосы, максимум которой при  $T = 78$  К соответствует энергии  $\hbar\omega = 1,711$  эВ (рис. 3, кривая 1) и  $\hbar\omega = 1,68$  эВ при 300 К (рис. 3, кривая 2). По нашему мнению, данная полоса обусловлена рекомбинацией носителей заряда на мелких донорных центрах  $In$  [15] с энергией ионизации  $E = 0,09$  эВ (неконтролируемая примесь). Во всех таких спектрах, кроме этого, проявлялась широкая длинноволновая полоса излучения с максимумом при энергии фотонов  $\hbar\omega = 1,34$  эВ (см. рис. 3). Из анализа температурной зависимости интенсивности излучения такой полосы можно сделать вывод, что она связана с рекомбинацией носителей заряда через  $\kappa$ -центры, описанные в работе [16].

Спектры КЛ слоев  $CdSe/Al_2O_3$ , выращенных при температуре испарения  $T_{и} = 700$  °С и меньших градиентах тем-

ператур (образцы 4 и 5), т. е. получаемые в условиях, близких к термически равновесным, также имели сходную структуру. При 78 К в краевом излучении появляется линия при  $\hbar\omega = 1,797$  эВ (рис. 4, кривая 1), обусловленная рекомбинацией свободных  $A$ -экситонов в основном состоянии. Данная линия соответствует первому фоновому повторению свободного экситона  $X_A-1LO$  [16–18]. При данных условиях проявляется основная полоса с максимумом при энергии фотонов 1,711 эВ, которая является результатом наложения линий 1,711 эВ и 1,68 эВ.

Линия с максимумом при энергии фотонов 1,68 эВ и  $T = 78$  К, а также линия при энергии фотонов 1,61 эВ и  $T = 300$  К, на наш взгляд, связана с излучательной рекомбинацией электронов через донорные уровни с энергией ионизации  $E_d = 0,14$  эВ, соответствующих анионным вакансиям  $V_{se}$

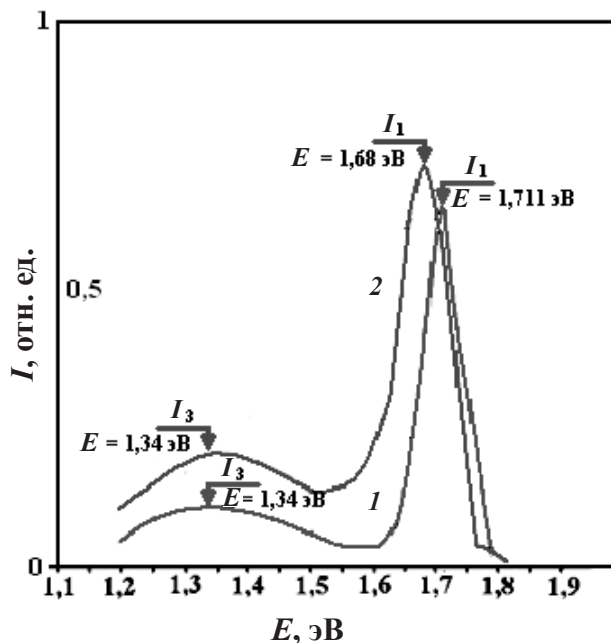


Рис. 3. Спектры катодолуминесценции при  $T = 78$  К (кривая 1) и 300 К (кривая 2) слоев  $CdSe$ , выращенных на кристаллах (0001)  $Al_2O_3$  при  $T_{и} = 660$  °С и  $T_{и} = 600$  °С (образец 3)

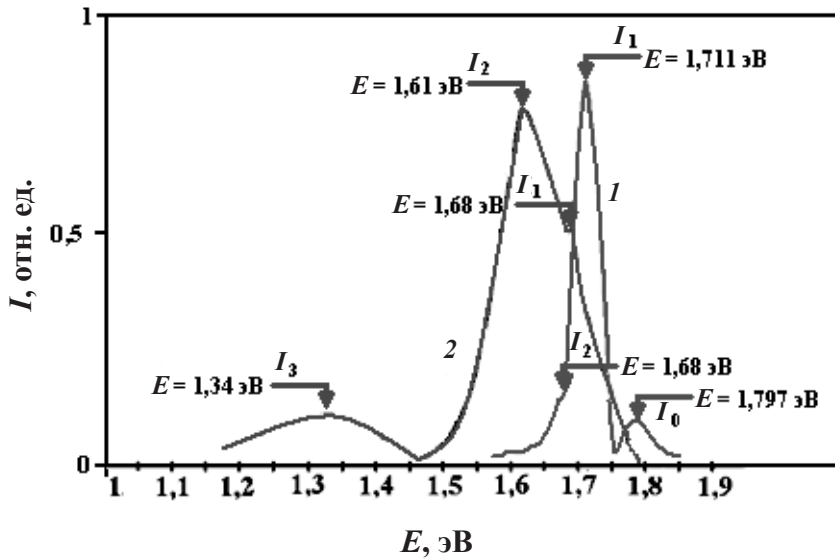


Рис. 4. Спектры катодолуминесценции при  $T = 78$  К (кривая 1) и 300 К (кривая 2) слоев CdSe, выращенных на кристаллах (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при  $T_{\text{н}} = 680$  °С и  $T_{\text{н}} = 700$  °С (образец 5)

[19]. С повышением температуры образца данная линия «разгорается» по сравнению с линией, обусловленной рекомбинацией носителей заряда на мелких донорных центрах  $In$  (рис. 4). При увеличении температуры образца CdSe/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  появляется широкая длинноволновая полоса излучения с максимумом при энергии фотонов  $\hbar\omega = 1,34$  эВ (рис. 4, кривая 2), связанная с рекомбинацией носителей заряда через  $k$ -центры.

### Заключение

1. Показано, что технология вакуумного напыления в КО в условиях, близких к термически равновесным, позволяет получать на подложках (0001)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  текстурированные фоточувствительные слои CdSe.

2. Установлено, что при температуре испарения 700 °С и подложки 680 °С

вырастают наиболее кристаллически совершенные и чистые слои CdSe, в спектре КЛ которых при 78 К проявляется линия свободных  $A$ -экситонов.

### Цитированная литература

1. Сенокосов Э.А. Получение и физические процессы в монокристаллических слоях и пленочных гетеропереходах соединений  $A^{IV}B^{VI}$  на сапфире: Дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Казань, 1989. – 426 с.

2. Вынужденное излучение монокристаллических пленок ZnSe, ZnTe, выращенных на ориентированных сапфировых подложках: Краткие сообщения по физике / А.В. Дуденкова, Э.А. Сенокосов, С.Д. Скорбун, Ю.М. Попов, А.Н. Усатый, В.М. Царан // ФИАН. – 1978. – № 4. – С. 3–5.

3. Лазерные экраны из монокристаллических пленок ZnSe и ZnTe, выращенных на сапфире / А.В. Дуденкова, А.С. Насибов,

- Э.А. Сенокосов, С.Д. Скорбун, Ю.М. Попов, А.Н. Усатый, В.М. Царан // Квантовая электроника. – 1981. – Т. 8, вып. 6. – С. 1380–1382.
4. Об участии плазмонов в излучении электронно-дырочной плазмы эпитаксиальных слоев ZnSe / Ву Зоан Мьен, Э.А. Сенокосов, В.Г. Стойкова, А.Н. Усатый, М.В. Чукичев // Физика и техника полупроводников. – 1985. – Т. 19, вып. 9. – С. 1571–1576.
5. Излучение электронно-дырочной плазмы в сильно возбужденных пленках ZnTe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / В.С. Вавилов, А.А. Клюканов, Н.М. Павленко, Сабри Джасин Мухаммед, Э.А. Сенокосов, В.Г. Стойкова, М.В. Чукичев // Физика твердого тела. – 1989. – Т. 31, вып. 10. – С. 132–139.
6. Клюканов А.А., Сенокосов Э.А., Федоров В.М. Коллективные процессы в примесном рекомбинационном излучении прямозонных полупроводников // Физика и техника полупроводников. – 1989. – Т. 23, вып. 3. – С. 542–545.
7. Многоплазмонные оптические переходы в невырожденной электронно-дырочной плазме прямозонных полупроводников / В.С. Вавилов, А.А. Клюканов, Э.А. Сенокосов, Л.Э. Чиботару, М.В. Чукичев // Физика твердого тела. – 1988. – Т. 30, вып. 2. – С. 614–617.
8. Клюканов А.А., Сенокосов Э.А. Многоплазмонная люминесценция невырожденной электронно-дырочной плазмы в полупроводниках при высоких уровнях возбуждения // Физика и техника полупроводников. – 1987. – Т. 21, вып. 11. – С. 2103–2106.
9. Klyukanov A.A., Senokosov E.A., Chibotaru L.E. The Shape of the Multi-Plasmon Radiation Band in Direct Gap Semiconductors // Phys. Stat. Sol. (b). – 1989. – № 155. – P. 295.
10. А. с. 1436796 (СССР). Устройство для регистрации слабых световых сигналов / МГУ им. В.И. Ленина, авт. изобрет. Э.А. Сенокосов, А.А. Клюканов, А.Н. Усатый, С.А. Сергеев, В.М. Федоров. – Заявл. 12.08.86.
11. А. с. 1499119 (СССР). Устройство для определения координаты светового пятна / МГУ им. В.И. Ленина, авт. изобрет. А.А. Клюканов, Э.А. Сенокосов, В.М. Федоров. – Заявл. 07.01.87.
12. Сенокосов Э.А., Сорочан В.В. Характеристики позиционно-чувствительных фотоприемников на основе слоев *n*-CdTe:In // Прикладная физика. – 2006. – № 2. – С. 77–80.
13. Калинин И.П., Алесковский В.Б., Симашкевич А.В. Эпитаксиальные пленки соединений А<sup>IV</sup>В<sup>VI</sup>. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1978. – 311 с.
14. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 1963. – 495 с.
15. Вашпанов Ю.А., Смынгына В.А. Адсорбционная чувствительность полупроводников. – Одесса: Астропринт, 2005. – С. 211.
16. Бельский Г.Л., Любченко А.В., Шейнкман М.К. Исследование люминесценции  $\lambda_m = 0,93$  мкм в монокристаллах CdSe и ее связи с фотопроводимостью // Физика и техника полупроводников. – 1968. – Т. 2, вып. 4. – С. 540–547.
17. Физика и химия соединений А<sup>IV</sup>В<sup>VI</sup> / Под ред. С.А. Медведева. – М.: Мир, 1970. – 624 с.
18. Баранский П.И., Ключков В.П., Потыкевич И.В. Полупроводниковая электроника: Справочник. – Киев: Наукова думка, 1978. – 763 с.
19. Bube R.H., Barton L.A. // J. Chem. Phys. – 1958. – № 29. – P. 128.

УДК 535.215

*Т.И. Гоглидзе*, ст. преп.*И.В. Дементьев*, канд. физ.-мат. наук, доц.*Н.И. Мацкова*, ст. преп.*Р.А. Пынзарь*, специалист-инженер*Э.А. Сенокосов*, д-р физ.-мат. наук, проф.

## **ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ ТИПА «ПОЛУПРОВОДНИК–ПОЛИМЕР» НА ОСНОВЕ СУЛЬФИДОВ Cd И Zn ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*Приведена технология создания композитов на основе порошкообразных люминофоров с органическим связующим для изготовления фото- и рентгенолюминесцентных экранов. Исследовано спектральное распределение фотолюминесценции полученных образцов. Выявлена зависимость интенсивности фото- и рентгенолюминесценции от материала связующего.*

Возможность получения цинк- и кадмийсульфидных люминофоров с высокой интенсивностью свечения в области спектра от 400 до 650 нм определяет их широкое применение в оптоэлектронике для создания сенсоров разных видов излучения, конверторов света в различных участках спектрального диапазона, солнечных элементов, сред оптической памяти, устройств для обработки и передачи информации и т. п. [1–3].

Большинство люминесцентных материалов, производимых как в промышленных, так и в лабораторных условиях, представляют собой мелкодисперсные порошки. Чтобы сформировать у таких порошков те или иные функциональные элементы электронной техники, им необходимо придать определенные технологические свойства, которые позволят наносить эти порошки в виде пленочных покрытий конкретной толщины и конфигурации на различные поверхности (основания) или создавать из них объемные элементы небольших размеров.

Данным требованиям наиболее полно отвечают композиты, создаваемые путем введения люминесцентных порошков в

органическое полимерное и неорганическое связующее.

Полимеры, используемые в качестве матрицы в такого рода композитах, должны обеспечивать высокую оптическую прозрачность в ближней УФ и видимой областях спектра и быть достаточно прочными. Этим требованиям отвечает целый ряд полимеров: ПММА, полистирол, поливинилпирролидон, ПВС, акрилы и т. п. [4].

Включение люминесцентного порошка в полимерную матрицу обеспечивает необходимую геометрическую форму люминесцирующей системы, равномерное пространственное распределение и изоляцию центров люминесценции, защиту их от химического воздействия окружающей среды [4].

Получаемые нами композиционные материалы создавались на базе цинк- и кадмийсульфидных люминофоров, синтезированных методом химического осаждения из водного раствора солей металлов и тиомочевины [5–7] с последующим высокотемпературным отжигом в присутствии активаторов [8, 9] и неорганического и полимерного органического связующего. В качестве последнего служили ПВС, свин-

цовоборосиликатное стекло и акриловый лак, которые не только отвечают указанным выше требованиям, но и обладают хорошими технологическими параметрами, в частности хорошими пленкообразующими свойствами и адгезией к подложке.

Из полученных композитов формировались пленочные покрытия различной конфигурации и толщины. Подложками служили бумага, лавсан, кремниевые пластины, стекло.

Формирование слоев осуществлялось тремя методами. Сплошные слои большой площади и равномерной толщины наносились методом центрифугирования. Слои со строгой конфигурацией отдельных элементов – сеткографическим способом. Метод ручного нанесения слоя использовался для изготовления образцов, площадь которых не превышала 2–3 см<sup>2</sup>, при отсутствии строгих требований к толщине и качеству границ слоя.

Спектры люминесценции полученных образцов композитов исследовались в диапазоне длин волн от 350 до 800 нм. Образцы возбуждались азотным лазером АГН-211 ( $\lambda = 337$  нм). Длительность возбуждающего импульса излучения составляла 10 нс, частота следования импульсов – 100 Гц, максимальный уровень возбуждения –  $3 \cdot 10^{12}$  фотон/см<sup>2</sup>.

На рис. 1 представлена спектральная зависимость фотолюминесценции композита, созданного на основе свежеосажденного порошка сульфида кадмия и поливинилового спирта. Как видно из графика, максимум интенсивности фотолюминесценции соответствует  $\lambda = 445$  нм ( $E_a = 2,76$  эВ). Полоса люминесценции простирается от 400 до 600 нм, захватывая «зеленую» область излучения, характерную для сульфида кадмия. Наблюдаемый максимум с  $E_a = 2,76$  эВ может быть обусловлен присутствием в данном композите комплексов, образованных поливиниловым спиртом с сульфидом кадмия [10].

Для композиционного материала CdS в матрице стекла максимум люминесценции наблюдается для  $\lambda = 510$  нм ( $E_a = 2,53$  эВ) (рис. 2), что соответствует положению максимума собственного излучения сульфида кадмия. Ширина максимума на половине высоты составляет 21 нм. Наличие ярко выраженного максимума для CdS обусловлено технологическими особенностями получения композиционного материала с неорганическим связующим. Высокотемпературный отжиг, являющийся основным этапом технологического процесса получения таких композитов, способствует завершению процесса формирования кристаллического сульфида кадмия, что

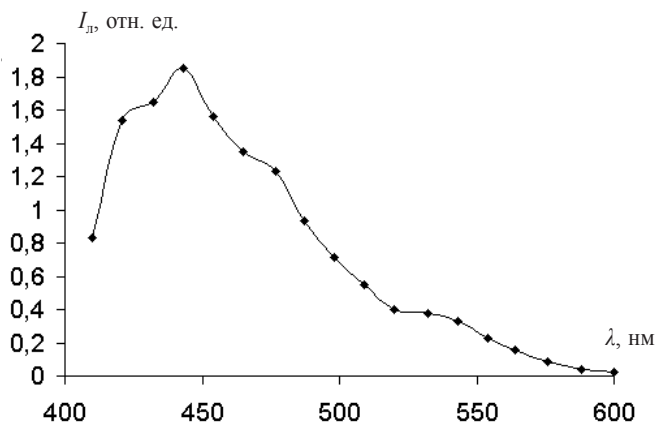


Рис. 1. Спектральное распределение фотолюминесценции композита CdS + ПВС

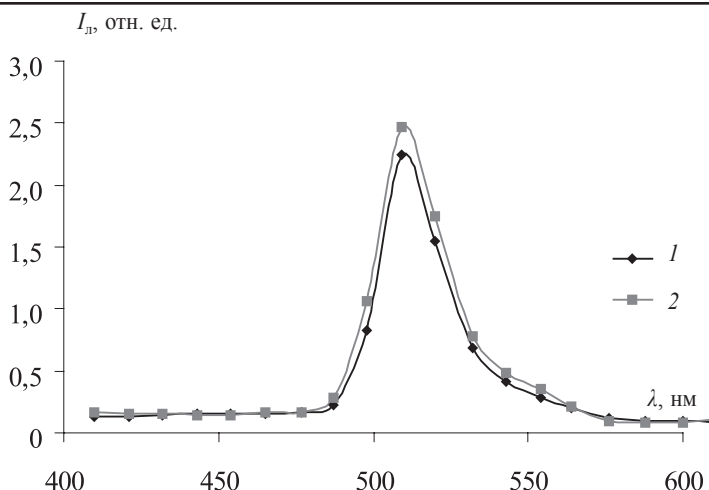


Рис. 2. Спектральная зависимость фотолюминесценции композита CdS + неорганическое связующее при различных температурах отжига, °С: 1 – 610; 2 – 550

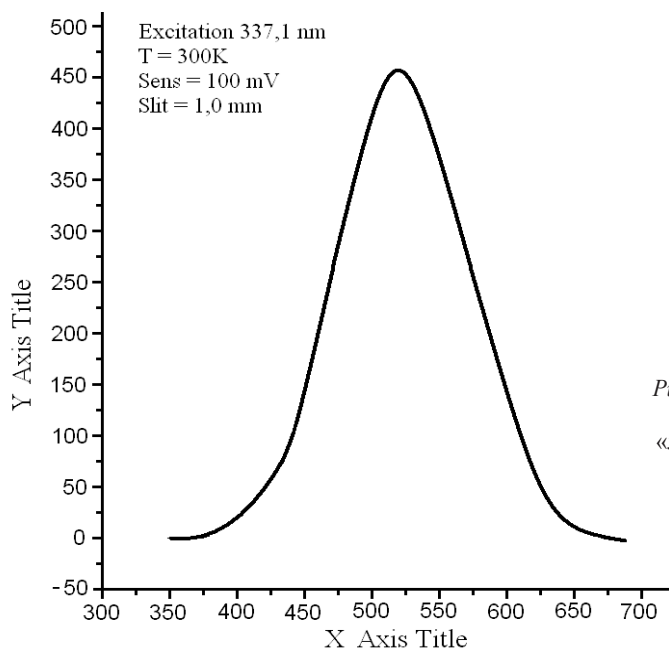


Рис. 3. Спектральное распределение фотолюминесценции композита «люминофор ZnS : Cu + акриловый лак»

подтверждается спектральным распределением фотолюминесценции ( $E_a = 2,53$  эВ). Следует заметить, что между температурой термообработки композита и величиной фотолюминесценции наблюдается прямая зависимость. Для материала, отожженного при  $T = 610$  °С, интенсивность лю-

минесценции в максимуме (рис. 2, кривая 1) меньше, чем для отожженного при  $T = 550$  °С (рис. 2, кривая 2).

Спектральная зависимость композита «люминофор ZnS : Cu + акриловый лак» представлена на рис. 3. Максимум излучения наблюдается при  $\lambda = 514$  нм с полосой

излучения на уровне 450 от максимума  $\Delta\lambda = 480\text{--}580$  нм. Наблюдаемое зеленое свечение характерно для сульфида цинка, легированного медью [11]. В этом случае медь является активатором, хлор – соактиватором, образуя донорно (Cl)-акцепторные (Cu) уровни.

При записи спектров фотолюминесценции одновременно регистрировалась кинетика ее спада после выключения УФ-подсветки. На рис. 4 представлена кинетика спада фотолюминесценции композита на основе ZnS : Cu при различных температурах.

Анализ спада показывает типичное для фотолюминофоров уменьшение интенсивности света, которое происходит по двум законам: экспоненциальному на начальном участке спада и гиперболическому на более долговременном [12].

С увеличением температуры от 20 до 100 °C интенсивность люминесценции

резко снижается, а время достижения 5%-го значения люминесценции в процессе спада уменьшается по линейному закону от 600 до 200 с (рис. 5).

Сильное температурное тушение люминесценции является характерным для люминофоров с донорно-акцепторными уровнями и соответствует модели Вильямса [12].

Технология создания композитов на основе порошкообразных люминофоров с органическим связующим была использована нами для изготовления фото- и рентгенолюминесцентных экранов, которые в настоящее время применяются для целей рентгеномографии и рентгенодефектоскопии [13].

Общий вид экрана, сформированного на бумажной основе из композита «люминофор ZnS : Cu + акриловый лак», представлен на рис. 6. Слой композита нанесен

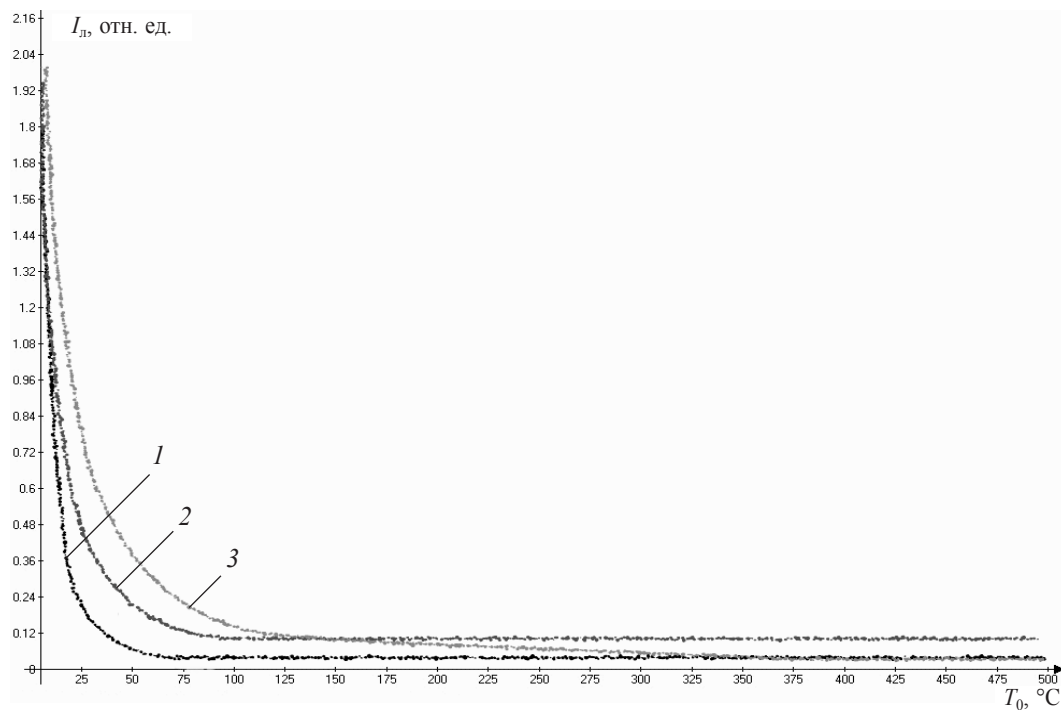


Рис. 4. Кинетика спада фотолюминесценции композита на основе ZnS : Cu при различных температурах, °C: 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60



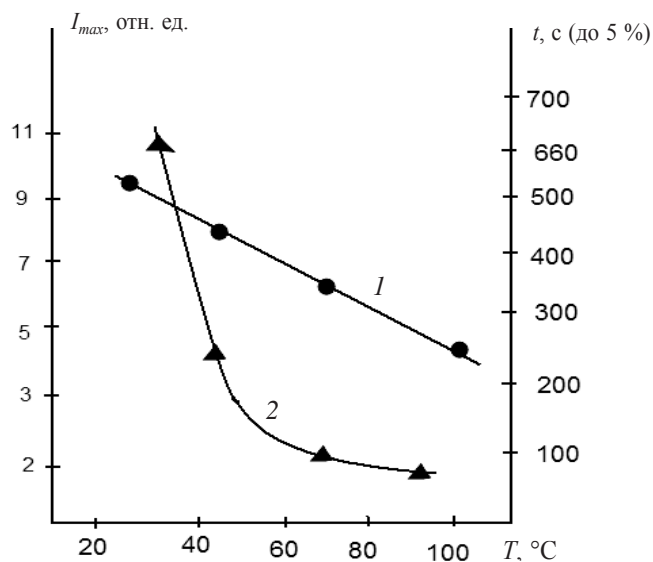


Рис. 5. Интенсивность фотолюминесценции композита на основе ZnS : Cu при различных температурах, °C:  
 1 –  $T_1 = 25-200$ ;  
 2 –  $T_2 = 30-100$

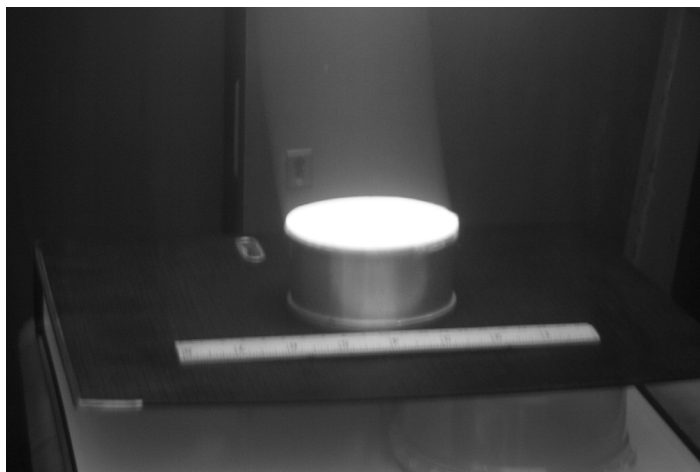


Рис. 6. Фотолюминесцентный экран, выполненный из композита «ZnS : Cu + акрил»

на бумагу методом центрифугирования. Толщина слоя не превышала 1 мкм.

Исследовались рентгенолюминесцентные слои следующих составов: 1 – ZnS : Cu + акрил; 2 – ZnS : Ag + акрил; 3 –  $ZnS_{0,5} \cdot CdS_{0,5}$  : Ag + акрил. Оказалось, что наилучшей рентгенолюминесценцией обладают экраны, созданные на основе композита 3, что, очевидно, объясняется

присутствием кадмия, поглощающая способность которого сильнее, чем у цинка [9, 13]. Была выявлена зависимость интенсивности рентгенолюминесценции от материала связующего (рис. 7). Замена в композите акрилового лака на акротен привела к резкому снижению интенсивности люминесценции. Можно предположить, что химический состав акротена

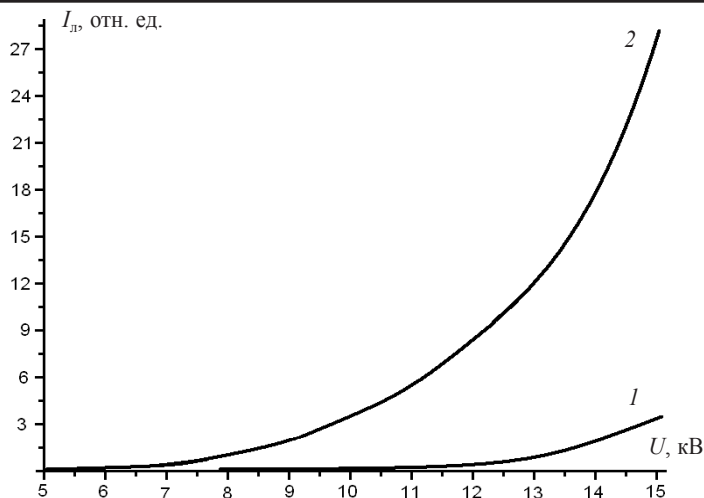


Рис. 7. Спектральное распределение рентгенолюминесценции композиционных слоев: 1 – композит «ZnS : Cu + акрилен»; 2 – композит «ZnS : Cu + акрил»

способствует поглощению значительной части рентгеновского излучения.

На основании полученных результатов был модифицирован предложенный ранее преобразователь рентгеновского излучения в видимое [14] путем замены рентгенолюминесцентного слоя ZnS, полученного методом химической пульверизации, слоем композита «люминофор ZnS : Cu + акрил», обладающим более высокой рентгенолюминесценцией, а также большей технологичностью.

### Цитированная литература

1. Sun B., Findikoglu A.T., Sykora M. et al. // Nano Lett. – 2009. – Vol. 9, № 3. – P. 1235–1241.
2. McIntosh K.R., Lau G., Costell J.N. et al. // Prog. Photovolt: Res. Appl. – 2009. – Vol. 17. – P. 191–197.
3. Sark W.G., Barnham K.W., Sloff L.H. et al. // Optic Express. – 2008. – Vol. 16, № 26. – P. 21773–21792.
4. Гладышев П.П. Использование коллоидных квантовых точек и красителей в

люминоцентных фильтрах и конверторах-концентраторах солнечной энергии // Труды Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству – 2009». – М., 2009. – С. 74–84.

5. Мохов С.Н., Тищенко С.М. Закономерности формирования цинксulfидных электролюминоцентных материалов // Вестник Южного научного центра. – 2005. – Т. 1, вып. 1. – С. 18–25.

6. Китаев Г.А., Урицкая А.А., Ятлова Л.Е. и др. Осаждение сульфида цинка из раствора *N*-аллилтиомочевинной // Журнал прикладной химии. – 1994. – Т. 67, № 10. – С. 1612–1615.

7. Китаев Г.А., Урицкая А.А. Кинетика процесса химического осаждения пленок сульфида кадмия // Неорганические материалы. – 1966. – Т. II, № 6. – С. 1554–1559.

8. Ищенко Д.А., Ковальков В.И., Перлова Т.С. и др. Влияние условия прокаливания шихты на свойства ZnS : Cu-люминофора голубого цвета свечения // Труды VIII Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы». – Ульяновск: УлГУ, 2006. – С. 187.

9. Гугель Б.М. Неорганические люминофоры. – Л.: Химия, 1975.

10. **Бабин П.А., Сучкова Е.Н., Стукалова А.С. и др.** Влияние фото- и термовоздействия на спектральные свойства поливинилового спирта. Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. – Доступ.: [www.kubstu.ru/fh/fams](http://www.kubstu.ru/fh/fams)
11. **Физика и химия соединений  $A^{IV}B^{VI}$**  / Под ред. С.А. Медведева. – М.: Мир, 1962.
12. **Сердюк В.В., Ваксман Ю.Ф.** Люминесценция полупроводников. – Киев: Вища школа, 1988.
13. **Гурвич А.М.** Рентгенолюминофоры и рентгеновские экраны. – М.: Атомиздат, 1976. – С. 153.
14. **Goglidze T., Dementiev I., Kortuyukova Y. et al.** Converter of  $x$ -ray radiation on the basis of layers  $A_2B_6$ , obtained by a method chemical pulverization // Simpozion Internațional „Transfer tehnologic în ingineria electronică, materiale multifuncționale și mecanica fină”: International Workshop. – Chișinău: Știința, 2005. – P. 119–125.

УДК 538.975,537.632

Э.П. Синявский, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Е.И. Брусенская, канд. физ.-мат. наук, доц.  
А.В. Бурлачук, мл. науч. сотр.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

*Исследованы оптические свойства квантовых точек с учетом многоквантовых (многофононных) процессов. В частности, показано, что для длинноволновых колебаний при высоких температурах частотная зависимость коэффициента поглощения слабой электромагнитной волны описывается гауссовской кривой, полуширина которой зависит от температуры. Показано, что величина стоксовского сдвига связана с полушириной линии поглощения (люминесценции). Изучено влияние однородного магнитного поля на оптические характеристики квантовых точек.*

В последние годы интенсивно исследуются оптические и кинетические свойства низкоразмерных структур, энергетический спектр носителей которых принципиальным образом отличается от объемных материалов. Именно это обстоятельство позволяет надеяться на практическое использование наноструктур в оптоэлектронных приборах. Особое внимание исследователи уделяют квантовым точкам, у которых из-за нульмерности квантовой системы энергетический спектр электронов полностью квантован [1].

Квантовые точки можно формально рассматривать как локальный центр, у которого основное состояние  $V$  полностью заполнено электронами (в объемных полупроводниковых системах это валентная зона), а возбужденные состояния  $S$  представляют собой размерно-квантованные зоны проводимости для двумерных квантовых систем. Следовательно, квантовые переходы между электронными состояниями могут происходить только при неупругих процессах. Поэтому влияние многоквантовых (многофононных) процессов

на оптические свойства таких квантовых систем может оказаться весьма важным. Отметим, что методы расчетов многофононных переходов, развитые при исследовании оптических свойств локальных центров в физике твердого тела [2–4], могут быть непосредственно использованы при изучении оптических явлений в квантовых точках.

В настоящей работе исследовано влияние колебаний кристаллической решетки на коэффициент поглощения слабой электромагнитной волны и люминесценцию в квантовых дотах. В дальнейшем рассмотрим многофононные оптические переходы ( $0^c \rightarrow 0^v$ ) между нижайшими дискретными электронными состояниями, разделенными энергетическим расстоянием  $E_g$  (в случае объемного полупроводникового материала – это зона–зонные оптические переходы, а  $E_g$  – ширина запрещенной зоны). Если использовать общие соотношения для коэффициента поглощения  $K(\Omega)$ , спектральной интенсивности люминесценции  $\Phi(\Omega)$  [5] и воспользоваться методами теории многофононных переходов [4], то нетрудно получить:

$$K(\Omega) = K_0 \int_{-\infty}^{\infty} dt \exp\left\{\frac{it}{\hbar}(\hbar\Omega - J_0) + g(t)\right\}. \quad (1)$$

Здесь

$$K_0 = \frac{4\pi e^2}{V n_0 c \hbar \Omega} \left| \frac{\vec{P}_{CV} \vec{\xi}}{m_0} \right|^2 \left| \langle 0^c | 0^v \rangle \right|^2;$$

$$J_0 = E_g + \varepsilon^c - \varepsilon^v - \sum_{\chi} \frac{|V_{\chi}^c|^2}{\hbar \omega_{\chi}} + \sum_{\chi} \frac{|V_{\chi}^v|^2}{\hbar \omega_{\chi}}$$

описывает на языке теории многофононных переходов разность адиабатических потенциалов, между которыми происходит оптический переход;

$$g(t) = - \sum_{\chi} \left| \frac{V_0^c(\chi) - V_0^v(\chi)}{\hbar \omega_{\chi}} \right|^2 \times \\ \times \left\{ (2N_{\chi} + 1)(1 - \cos \omega_{\chi} t) - i \sin \omega_{\chi} t \right\};$$

$V_0^i(\chi) = C_{\chi} \langle \psi_0^{(i)} | e^{i\vec{\chi} \cdot \vec{r}} | \psi_0^{(i)} \rangle$  – диагональный матричный элемент электрон-фононного взаимодействия на волновых функциях нижайших электронных состояний;  $C_{\chi}$  – величина, определяющая величину электрон-фононного взаимодействия;  $\hbar \omega_{\chi}$  – энергия фонона с волновым вектором  $\vec{\chi}$ ;  $N_{\chi}$  – функция распределения равновесных фононов.

$$\Phi(\Omega) = \Phi_0 \int_{-\infty}^{\infty} dt \exp\left\{-\frac{it}{\hbar}(\hbar\Omega - J_0) + g(t)\right\}. \quad (2)$$

Здесь

$$\Phi_0(\Omega) = \frac{2\Omega^2 e^2 n_0}{\pi \hbar V c^3} \left| \frac{\vec{p}_{cv} \vec{\xi}}{m_0} \right| \left| \langle 0^c | 0^v \rangle \right|^2 n_e^c,$$

где  $n_0$  – число квантовых точек, участвующих в процессах фотолюминесценции;  $n_e^c$  – функция распределения электронов в состояниях  $C$ .

В дальнейшем для простоты рассмотрим случай квазиклассического приближения ( $\omega_{\chi} t \ll 1$ ), которое справедливо при сильной электрон-фононной связи и высоких температурах, когда выполняется следующее неравенство [2]:

$$\sum_{\chi} \left| \frac{V_0^c(\chi) - V_0^v(\chi)}{\hbar \omega_{\chi}} \right|^2 (2N_{\chi} + 1) \gg 1.$$

В этом приближении  $g(t)$  принимает вид

$$g(t) \cong -\frac{1}{2\hbar^2} a t^2 + \frac{it}{\hbar} a_0. \quad (3)$$

Здесь введены следующие обозначения:

$$a = \sum_{\chi} |V_0^c(\chi) - V_0^v(\chi)|^2 (2N_{\chi} + 1);$$

$$a_0 = \sum_{\chi} \frac{|V_0^c(\chi) - V_0^v(\chi)|^2}{\hbar\omega_{\chi}}.$$

Если использовать (3) и провести интегрирование в (1) и (2) по  $t$ , то нетрудно получить конечные выражения для коэффициента поглощения света и спектральной интенсивности излучения:

$$K(\Omega) = K_0 \sqrt{\frac{2\pi\hbar^2}{a}} \exp\left\{-\frac{(\hbar\Omega - J_0 - a_0)^2}{2a}\right\}; \quad (4)$$

$$\Phi(\Omega) = \Phi_0 \sqrt{\frac{2\pi\hbar^2}{a}} \exp\left\{-\frac{(\hbar\Omega - J_0 + a_0)^2}{2a}\right\}. \quad (5)$$

Как следует из (4) и (5), максимум полосы поглощения  $(\hbar\Omega)_{\text{пог}}^M = J_0 + a_0$ , максимум люминесценции  $(\hbar\Omega)_L^M = J_0 - a_0$ . Таким образом, экстремумы полос поглощения и люминесценции сдвинуты относительно друг друга на величину (стоксовский сдвиг)

$$\Delta\delta_{\text{ст}} = 2a_0. \quad (6)$$

Полуширина оптических спектров определяется соотношением

$$\Delta\Omega = \frac{2}{\hbar} \sqrt{2a \ln 2}. \quad (7)$$

Следовательно, при высоких температурах ( $N_{\chi} \approx \frac{k_0 T}{\hbar\omega_{\chi}} \gg 1$ ) из (6) и (7) можно получить соотношения, связывающие стоксовское смещение с полушириной линии поглощения (люминесценции):

$$\frac{(\Delta\Omega)^2}{\Delta\delta_{\text{ст}}} = 5,5 \cdot k_0 T. \quad (8)$$

Исследуем зависимость полуширины линий оптических переходов от магнитного поля в квантовых точках. В модели параболического потенциала волновые электронные функции для нижайшего электронного состояния  $C$  или  $V$  имеют вид:

$$\psi_0^i(\rho, \varphi, z) = \left(\frac{1}{\pi(R_0^i)^2}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{\pi(R^i)^2}\right)^{\frac{1}{4}} \times \\ \times \exp\left\{-\frac{\rho^2}{2(R_0^i)^2} - \frac{z^2}{2(R^i)^2}\right\}. \quad (9)$$

Здесь

$$(R_0^i)^2 = \frac{\hbar}{m_i \omega_0^i}; \quad (R^i)^2 = \frac{\hbar}{m_i \omega^i};$$

$$\omega_0^i = \left[ (\omega^i)^2 + \frac{1}{4} (\omega_c^i)^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

где  $\omega_c^i = \frac{eH}{m_i c}$ ,  $\hbar\omega^i$  – энергия размерного квантования в  $i$ -м состоянии;  $H$  – напряженность магнитного поля.

Собственное значение энергии в рассматриваемой модели в нижайшем состоянии записывается как

$$E_{0c} = \hbar\omega_0^c + \frac{\hbar\omega^c}{2}.$$

Последнее соотношение справедливо, если величина потенциальной энергии на границе квантовой точки такова, что в потенциальной яме высоты  $\Delta E_c$  может

находиться много размерно-квантовых уровней, т. е.  $\frac{\Delta E_c}{\hbar\omega_0} \gg 1$ .

Параметр  $a_0$  при учете взаимодействия электронов с длинноволновыми акустическими колебаниями ( $|C_z|^2 = \frac{E_1^2 \hbar \chi}{2\rho v V}$ , где  $E_1$  – константа деформационного потенциала;  $v$  – скорость звука в квантовых точках плотностью  $\rho$ ) вычислить несложно. Если учесть, что

$$\sum_z \frac{1}{\chi} |V_z^{(i)}|^2 = \frac{E_1^2 \hbar}{2\rho v} \int d\vec{r} |\psi_0^{(i)}(\vec{r})|^4 = \frac{\hbar E_1^2}{(2\pi)^3 2\rho v} \cdot \frac{1}{R^i (R_0^i)^2},$$

то

$$a_0 = a^{(0)} \left\{ \frac{E_c^2}{2\sqrt{2}} - \frac{2E_c E_v}{[\delta_0 + 1]\sqrt{\delta + 1}} + \frac{E_v^2}{2\sqrt{2}\sqrt{\delta}\delta_0} \right\}, (10)$$

где

$$a^{(0)} = \frac{1}{\pi\sqrt{\pi}\rho v^2} \cdot \frac{1}{R^c (R_0^c)^2};$$

$$\delta_0 = \left( \frac{R_0^v}{R_0^c} \right)^2 = \left( \frac{m_c \omega_0^c}{m_v \omega_0^v} \right);$$

$$\delta = \left( \frac{R^v}{R^c} \right)^2.$$

Следовательно, с ростом напряженности магнитного поля параметр стоковских потерь  $a_0$  увеличивается, что, вероятно, связано с ростом локализации носителей. Именно по этой причине полуширины полос поглощения и люминес-

ценции, а также стоковский сдвиг увеличиваются.

В случае взаимодействия электронов с оптическими фононами частоты  $\omega_0$  параметр  $a_0$  в отсутствие магнитного поля для нижайших электронных состояний определяется соотношением ( $|C_z|^2 = \frac{2\pi\hbar\omega_0 c e^2}{V\chi^2}$ , где  $c = \frac{1}{\varepsilon_0} - \frac{1}{\varepsilon_\infty}$ ):

$$a_0^{(on)} = c e^2 \left[ \frac{\Delta E_i m_i}{2\pi^2 R_i^2 \hbar^2} \right]^{\frac{1}{4}} \left\{ 1 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{1+\delta}} + \frac{1}{\sqrt{\delta}} \right\}. (11)$$

Заметим, что в присутствии магнитного поля экстремумы спектров поглощения и люминесценции сдвигаются в высокочастотную область из-за увеличения  $E_g$ . Для типичных параметров полупроводниковой квантовой точки ( $m_c = 0,1m_0$ ,  $m_v = 0,4m_0$ ,  $v = 3 \cdot 10^5$  см/с,  $\rho = 5,4$  г/см<sup>3</sup>,  $\Delta E_c = 0,5$  эВ,  $\Delta E_v = 0,3$  эВ,  $E_c = 20$  эВ,  $E_v = 5$  эВ) параметр  $a_0$  (10) в отсутствие магнитного поля ( $\delta = \delta_0$ ) равен  $a_0 \approx 16 \left( \frac{10}{R_0^{1/2}} \right)^3$  мэВ ( $R_0$  – радиус квантовой точки в ангстремах), т. е. с ростом  $R_0$  параметр  $a_0$  убывает. При  $R_0 = 20$  Å – 40 Å  $a_0 = 180$  мэВ – 63 мэВ и, следовательно, стоковский сдвиг  $\Delta\delta_{ст} = 360$  мэВ – 120 мэВ, что находится в области экспериментального измерения [1]. При рассмотренных выше параметрах полуширина линий поглощения и люминесценции согласно (7) при  $R_0 = 40$  Å  $\Delta\Omega = 54$  мэВ, при  $R_0 = 100$  Å  $\Delta\Omega = 27,6$  мэВ ( $T = 100$  К).

Все приведенные выше оценки относятся к одиночным квантовым точкам. Если квантовых точек много, то полуширина оптических спектров может определяться и однородным уширением. Возникающие в экспериментах квантовые точки имеют разные размеры, поэтому энергии размерного квантования  $\varepsilon_i$  квантовых точек отличаются друг от друга. По данной причине проведем в (1) и (2) усреднение

с гауссовской функцией распределения по радиусам квантовой наноструктуры [6]:

$$P(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left\{-\frac{(R-R_0)^2}{2\sigma}\right\}.$$

Следовательно,

$$\left\langle \exp\left[\frac{it}{\hbar}(\varepsilon_c - \varepsilon_v)\right] \right\rangle \cong \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \times \\ \times \exp\left\{\frac{it}{\hbar}(\varepsilon_c^{(0)} - \varepsilon_v^{(0)}) - \frac{t^2}{2\hbar^2} \cdot \left(\frac{\varepsilon_c^{(0)} - \varepsilon_v^{(0)}}{R_0}\right)^2 \sigma\right\}, \quad (12)$$

где  $\varepsilon_i^{(0)}$  – значение энергии размерного квантования при  $R = R_0$ .

В результате выражение для коэффициента поглощения и спектральной интенсивности описывается соотношениями (4) и (5), при этом  $a$  заменяется на

$$\tilde{a} = a + \frac{(\varepsilon_c^{(0)} - \varepsilon_v^{(0)})^2}{R_0^2} \sigma.$$

Таким образом, полуширина линии оптического перехода благодаря неоднородному уширению в ряде случаев может заметно отличаться от (7):

$$\delta\tilde{\Omega} = 2\sqrt{2\ln 2 \left[ 2k_0 T a_0 + \left(\frac{\varepsilon_c^{(0)} - \varepsilon_v^{(0)}}{R_0}\right)^2 \sigma \right]}. \quad (13)$$

Отсюда получаем, что полуширина линии поглощения (люминесценции), определяемая только неоднородным уширением, имеет вид

$$\delta\tilde{\Omega} = 2,3 \left( \frac{\varepsilon_c^{(0)} - \varepsilon_v^{(0)}}{R_0} \right) \sqrt{\sigma}. \quad (14)$$

Влияние электрон-фононного взаимодействия на частотную зависимость оптических характеристик можно экспериментально определить по исследованию температурной зависимости полуширины линий поглощения и люминесценции. Заметим, что величина стоковского сдвига в рассматриваемых приближениях является следствием взаимодействия носителей с колебаниями кристаллической решетки. При больших радиусах квантовой точки неоднородное уширение может оказаться принципиально важным (фактически единственным) механизмом, определяющим форму линий оптических характеристик в квантовых точках.

## Цитированная литература

1. **Игнатъев И.В., Козин И.Э.** Динамика носителей в полупроводниковых квантовых точках. – СПб.: Изд-во С.-Петербургск. гос. ун-та, 2005. – 126 с.
2. **Перлин Ю.Е., Цукерблат Б.С.** Эффекты электронно-колебательного взаимодействия в оптических спектрах примесных парамагнитных ионов. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 368 с.
3. **Коварский В.А.** Многоквантовые переходы. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 228 с.
4. **Перлин Ю.Е.** // УФН. – 1963. – Т. 80, вып. 4. – с. 553.
5. **Sinyavskii E.P., Grebenshikova E.I.** // J. of experimental and theoretical Physics. – 1999. – Vol. 89, № 6. – P. 1120–1124.
6. **Lenliet A., Vsanelli A., Wade A. et al.** // Phys. Rev. – 2006. – № 73 (085311). – P. 1–9.



УДК 538.935, 538.975

Э.П. Синявский, д-р физ.-мат. наук, проф.  
Н.С. Костюкевич, аспирант

## ЭФФЕКТ ФРАНЦА–КЕЛДЫША В КВАНТОВЫХ ПРОВОЛОКАХ

*Исследованы межзонные оптические переходы в квантовых проволоках в постоянном электрическом поле, направленном вдоль оси низкоразмерной структуры. Расчет коэффициента поглощения слабой электромагнитной волны проведен с использованием формулы Кубо, связывающей коэффициент поглощения с Фурье-образом корреляционной функции произведения дипольных моментов. Показано, что частотная зависимость коэффициента поглощения света описывается осцилляционной кривой и с ростом напряженности электрического поля расстояние между максимумами увеличивается. Обсуждается влияние однородного магнитного поля, направленного вдоль оси квантовой проволоки на межзонное электропоглощение.*

Полупроводниковые квантовые проволоки (КП) привлекают внимание исследователей благодаря их необычным оптическим и электрическим свойствам, которые могут быть применены в оптоэлектронных приборах. Влияние однородного электрического поля, направленного вдоль оси одномерной системы, на оптические характеристики широко исследуется в последние годы.

В работе [1] теоретически рассмотрен эффект Франца–Келдыша с использованием уравнения Блоха для полупроводников в пределе низкой плотности, а также изучен динамический эффект Франца–Келдыша в цилиндрических КП в переменном электрическом поле в терагерцовом диапазоне. Численные расчеты коэффициента межзонного поглощения слабой электромагнитной волны проведены для квантовых проволок с малым радиусом ( $R \cong 42 \text{ \AA}$ ), который значительно меньше борковского радиуса экситона. В [2] частотная зависимость коэффициента поглощения света в однородном электрическом поле получена введением феноменологической постоянной, снимающей особенности поглощения на краю собственного поглощения.

В работе [3] раскрывается влияние экситонных эффектов в однородном электрическом и в сильном магнитном полях

на оптические свойства тонких нанопроволок. Расчет межзонного поглощения света частоты  $\Omega$  поляризацией  $\vec{\xi}$  проведен с использованием формулы Кубо, связывающей коэффициент поглощения  $K(\Omega)$  с Фурье-образом корреляционной функции произведения дипольных моментов. В представлении вторичного квантования можно записать:

$$K(\Omega) = \frac{4\pi e^2}{n_0 ch \Omega V} \left| \frac{\bar{P}_{cv} \vec{\xi}}{m_0} \right|^2 \times \\ \times \sum_{\alpha\beta\alpha_1\beta_1} \langle \alpha^v | \alpha_1^c \rangle \langle \beta^c | \beta_1^v \rangle \times \\ \times \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{i\Omega t} \langle a_{\alpha}^{+(v)}(t) a_{\alpha_1}^{(c)}(t) a_{\beta}^{+(c)} a_{\beta_1}^{(v)} \rangle. \quad (1)$$

Здесь введены следующие обозначения:  $n_0$  – показатель преломления;  $V$  – объем основной области исследуемой квантовой системы;  $\bar{P}_{cv}$  – матричный элемент оператора импульса на блоховских функциях;  $m_0$  – масса свободного электрона;  $\langle \dots \rangle$  описывает усреднение с полной матрицей плотности;  $\alpha$  – набор квантовых чисел, характеризующих состояние носителей;  $|\alpha^{(i)}\rangle$  – сглаженная волновая функция электрона в  $i$ -й зоне в отсутствие взаимодействия;  $a_{\alpha}^{+(i)}, (a_{\alpha}^{(i)})$  – операторы рождения (уничтожения) электрона в  $i$ -й

размерно-квантованной зоне ( $i = \mathbf{c}, \mathbf{v}$  описывает соответственно зону проводимости и валентную зону);

$$a_{\alpha}^{(i)}(t) = \exp\left(i\frac{t}{\hbar}\hat{H}(i)\right)a_{\alpha}^{(i)}\exp\left(-i\frac{t}{\hbar}\hat{H}(i)\right). \quad (2)$$

В дальнейшем исследуем электропоглощение света с учетом взаимодействия электронов с колебаниями кристаллической решетки (экситонными эффектами для простоты пренебрегаем). В рассматриваемом случае гамильтониан запишем следующим образом:

$$\begin{aligned} \hat{H}^{(i)} = & \sum_{\alpha} E_{\alpha}^{(i)} a_{\alpha}^{+(i)} a_{\alpha}^{(i)} + \\ & + \sum_q \hbar\omega_q b_q^+ b_q + \sum_{\alpha\beta} W_{\alpha\beta}^{(i)} a_{\alpha}^{+(i)} a_{\beta}^{(i)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $E_{\alpha}^{(i)}$  – энергия электрона в  $i$ -й зоне.

Второе слагаемое в (3) определяет энергию свободного фононного поля. Последнее слагаемое описывает взаимодействие носителей с фононами и с однородным электрическим полем  $\vec{E}$ , направленным вдоль оси  $OX$  квантовой проволоки:

$$\begin{aligned} W_{\alpha\beta}^{(i)} = & eE \langle \alpha^{(i)} | x | \beta^{(i)} \rangle + \\ & + \sum_q C_q^{(i)} \langle \alpha^{(i)} | e^{iq\vec{r}} | \beta^{(i)} \rangle (b_q^+ + b_{-q}), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $C_q^{(i)}$  – константа электрон-фононного взаимодействия;  $b_q^+$  ( $b_q$ ) – операторы рождения (уничтожения) фононов с волновым вектором  $\vec{q}$ .

Уравнение движения для  $a_{\alpha}^{(i)}(t)$  согласно (2) можно записать в виде

$$\begin{aligned} \dot{a}_{\alpha}^{(i)}(t) = & -\frac{i}{\hbar} \left\{ E_{\alpha}^{(i)} a_{\alpha}^{(i)}(t) + \right. \\ & \left. + \sum_{\beta} W_{\alpha\beta}^{(i)}(t) a_{\beta}^{(i)}(t) \right\}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} W_{\alpha\beta}^{(i)} = & eE \langle \alpha^{(i)} | x | \beta^{(i)} \rangle + \\ & + \sum_q C_q^{(i)} \langle \alpha^{(i)} | e^{iq\vec{r}} | \beta^{(i)} \rangle (b_q^+ e^{i\omega_q t} + b_{-q} e^{-i\omega_q t}). \end{aligned}$$

При записи (5) пренебрегалось влиянием носителей на фононный спектр [4], т. е.

$$b_f^+(t) + b_{-f}(t) \cong b_f^+ e^{i\omega_f t} + b_{-f} e^{-i\omega_f t}.$$

Решение уравнения (5) с начальным уравнением  $a_{\alpha}^{(i)}(0) = a_{\alpha}^{(i)}$ , как легко проверить, описывается соотношением:

$$\begin{aligned} a_{\alpha}^{(i)}(t) = & \sum_{\beta} \langle \alpha^{(i)} | \exp\left(i\frac{t}{\hbar} \sum_q \hbar\omega_q b_q^+ b_q\right) \times \\ & \times \exp\left(-i\frac{t}{\hbar} \hat{H}^{(i)}\right) | \beta^{(i)} \rangle a_{\beta}^{(i)}; \\ \hat{H}^{(i)} = & \hat{H}_e^{(i)} + \sum_q \hbar\omega_q b_q^+ b_q + \\ & + eEx + \sum_q C_q^{(i)} e^{iq\vec{r}} (b_q^+ + b_{-q}), \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\hat{H}_e^{(i)}$  – гамильтониан для электронов в координатном представлении в отсутствие постоянного электрического поля:

$$\hat{H}_e^{(i)} | \alpha^{(i)} \rangle = E_{\alpha}^{(i)} | \alpha^{(i)} \rangle.$$

Аналогично можно записать выражение для  $a_{\alpha}^{+(i)}(t)$ . Подстановка  $a_{\alpha}^{(i)}(t)$ ,  $a_{\alpha}^{+(i)}(t)$  в (1) приводит к следующему выражению для коэффициента поглощения слабой электромагнитной волны:

$$\begin{aligned} K(\Omega) = & \frac{4\pi e^2}{n_0 c \hbar \Omega V} \left| \frac{\vec{P}_{cv} \vec{\xi}}{m_0} \right|^2 \times \\ & \times \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{i\Omega t} \sum_{\alpha} \left\{ \left\langle \alpha^v \left| e^{i\frac{t}{\hbar} \hat{H}^{(v)}} e^{-i\frac{t}{\hbar} \hat{H}^{(c)}} \right| \alpha^c \right\rangle \right\}_{fon}. \end{aligned} \quad (7)$$

Так как в дальнейшем исследуются квантовые системы с невырожденным электронным газом, то при записи (7), естественно, предполагалось, что валент-

ная зона полностью заполнена электронами, поэтому распределение носителей в данной зоне  $n_\alpha^{(v)} = \langle a_\alpha^{+(v)} a_\alpha^{(v)} \rangle \cong 1$ . Практическое отсутствие электронов в зоне проводимости приводит к тому, что  $\langle \alpha_\beta^{(c)} \alpha_\beta^{+(c)} \rangle = 1 - n_\beta^{(c)} \cong 1$ .

Усреднение в (7) проводится с равновесной матрицей плотности для свободного фононного поля (поляронными эффектами пренебрегаем). Если усреднение по фононной подсистеме для электронов в зоне проводимости и для электронов в валентной зоне провести независимо, то, используя метод кумулянт [5] в приближении времени релаксации [6] с точностью до второй кумулянты включительно, можно записать:

$$\left\langle \left\langle \alpha^c \left| e^{\frac{i}{\hbar} \hat{H}^{(v)}} a_\alpha e^{-\frac{i}{\hbar} \hat{H}^{(c)}} \right| \alpha^v \right\rangle \right\rangle_{fon} = \exp \left\{ -|t| \left( \Gamma_\alpha^{(v)} + \Gamma_\alpha^{(c)} \right) \right\} \times \left\langle \alpha^c \left| e^{-\frac{i}{\hbar} (H_c^c + eEx)} e^{\frac{i}{\hbar} (H_v^v + eEx)} \right| \alpha^v \right\rangle. \quad (8)$$

Последнее равенство справедливо, когда влиянием постоянного электрического поля на процессы электрон-фононного рассеяния можно пренебречь.

Конечное выражение для коэффициента межзонного поглощения света при рассмотренных выше приближениях принимает следующий вид:

$$K(\Omega) = \frac{4\pi e^2}{n_0 c \hbar \Omega V} \left| \frac{\bar{P}_{cv, \vec{k}}}{m_0} \right|^2 \times \sum_{\alpha} \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{i\Omega t} \left\langle \alpha^c \left| e^{-\frac{i}{\hbar} (H_c^c + eEx)} e^{\frac{i}{\hbar} (H_v^v + eEx)} \right| \alpha^v \right\rangle \times \exp \left\{ -|t| \left( \Gamma_\alpha^{(v)} + \Gamma_\alpha^{(c)} \right) \right\}. \quad (9)$$

Здесь  $\Gamma_\alpha^{(i)}$  в приближении упругого рассеяния на длинноволновых колебаниях в  $i$ -й зоне определяется соотношением

$$\Gamma_\alpha^{(i)} = \frac{1}{\tau_\alpha^{(i)}} = \frac{\pi (E_1^{(i)})^2 k_0 T}{\hbar \rho v^2} \times \sum_{\gamma} \int d\mathbf{r} |\Psi_\alpha^{(i)}(\mathbf{r})|^2 |\Psi_\gamma^{(i)}(\mathbf{r})|^2 \delta(E_\alpha^{(i)} - E_\beta^{(i)}), \quad (10)$$

где  $E_1^{(i)}$  – константа деформационного потенциала в  $i$ -й зоне;  $v$  – скорость звука в квантовой системе плотностью  $\rho$ ;  $\Psi_\alpha^{(i)}(\mathbf{r})$  – волновые функции электрона в нанопроволоке в модели параболического потенциала.

В дальнейшем рассмотрим случай, когда

$$\hat{H}^{(i)}(x, y, z) = \hat{H}_0^{(i)}(y, z) + \frac{\hat{p}_x^2}{2m_i}, \quad (11)$$

где  $\hat{p}_x$  – компонента оператора импульса;  $m_i$  – эффективная масса электрона в  $i$ -й зоне.

Гамильтониан вида (11) описывает широкий класс физических задач. В частности, для квантовой проволоки в модели параболического потенциала гамильтониан имеет вид

$$\hat{H}^c(x, y, z) = \frac{1}{2m_c} (\hat{p}_y^2 + \hat{p}_z^2) + \frac{m_c \omega_e^2}{2} (y^2 + z^2) + \frac{\hat{p}_x^2}{2m_c}, \quad (12)$$

собственные значения энергии которого определяются соотношением

$$E_e^c = \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_c} + \hbar \omega_e (m + n + 1),$$

где  $\hbar \omega_e$  – энергия размерного квантования электронов  $C$ -зоны в рассматриваемой наноструктуре.

Расчет матричных элементов в (9) был проведен с использованием методики, описанной в [7]. В результате искомое выражение для коэффициента межзонного оптического перехода (для простоты рассматривается переход носителя между дном валентной зоны и нижней размер-

но-квантованной зоны проводимости) в отсутствие электрического поля совпадает с результатом работы [8]:

$$K^f(\Omega) = \frac{K_0}{\pi} \frac{1}{\sqrt{\hbar\omega_f}} I_0(\Omega). \quad (13)$$

В (13) обозначено:

$$K_0 = \frac{4\pi e^2 \sqrt{2\mu}}{sn_0 c \hbar \Omega} \left| \frac{\bar{P}_{cv} \bar{\xi}}{m_0} \right|^2 \frac{4R_c^2 R_v^2}{(R_c^2 + R_v^2)^2};$$

$$\hbar\omega_f = \left[ \frac{\gamma_0 \hbar^4}{2\mu} \right]^{\frac{1}{3}};$$

$$I_0(\Omega) = \int_0^\infty \frac{dx}{1 + \left( \frac{\Delta_0}{\hbar\omega_f} - x \right)^2} x$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_c} + \frac{1}{m_v}; \quad \Delta_0 = \hbar\Omega - \tilde{E}_g;$$

$$\gamma_0 = \gamma_\alpha^c + \gamma_\alpha^v; \quad R_i^2 = \frac{\hbar}{m_i \omega_i}$$

$$\tilde{E}_g = E_g + \hbar\omega_e + \hbar\omega_v,$$

где  $E_g$  – ширина запрещенной зоны объемного материала;  $\hbar\omega_v$  – энергия размерного квантования в валентной зоне.

В рассматриваемом случае частотная зависимость межзонного поглощения света описывается колоколообразной кривой, которая на рисунке обозначена пунктирной линией. В присутствии электрического поля (электрон-фононным взаимодействием пренебрегаем) коэффициент поглощения света для рассматриваемого оптического перехода записывается следующим образом:

$$K^{(E)}(\Omega) = \frac{2\pi K_0}{\sqrt{\Delta_0}} \sqrt{z} Ai^2 \left( -z \frac{\Delta_0}{\hbar\omega_f} \right), \quad (14)$$

где

$$z = \frac{\hbar\omega_f}{\hbar\omega_E}; \quad \hbar\omega_E = \left( \frac{\hbar^2 e^2 E^2}{2\mu} \right)^{\frac{1}{3}};$$

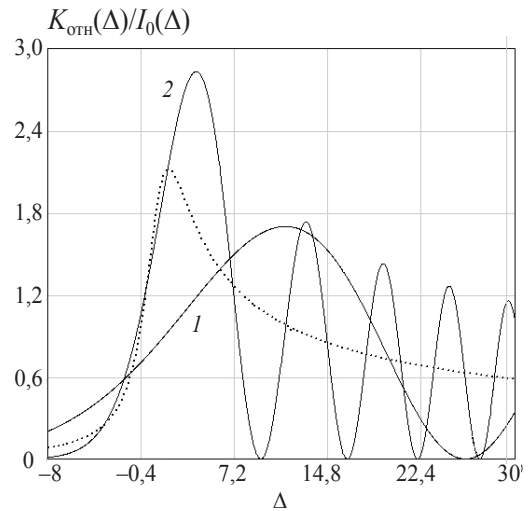
$Ai(x)$  – функция Эйри.

Заметим, что если напряженность однородного электрического поля равна нулю, то, как непосредственно следует из (14),

$$K(\Omega) = \frac{K_0}{\sqrt{\Delta_0}}.$$

Таким образом, коэффициент межзонного поглощения слабой электромагнитной волны в области собственного поглощения имеет корневые особенности, что характерно для одномерных наноструктур. В присутствии электрического поля корневые особенности не возникают, даже если не учитывать электрон-фононное взаимодействие.

На рисунке представлены частотные зависимости межзонного поглощения света (в отн. ед.). Кривые 1, 2 описывают частотную зависимость коэффициента поглощения при  $z = 0,5$  и  $0,3$  соответственно. Как видим, с ростом напряженности пос-



Частотная зависимость коэффициента поглощения (в отн. ед.) КП

тоянного электрического поля осцилляционная зависимость сохраняется, но расстояние между максимумами увеличивается.

Рассмотрим межзонное электропоглощение света, когда однородное магнитное поле направлено вдоль оси квантовой проволоки  $\vec{A}\left(0, -\frac{1}{2}Hz, \frac{1}{2}Hy\right)$ . Гамильтониан для электронов записывается в виде

$$\begin{aligned} \hat{H}^{(i)}(x, y, z) = \\ = \frac{1}{2m_i} \left[ \left( \hat{p}_y - \frac{e}{2c}Hz \right)^2 + \left( \hat{p}_z - \frac{e}{2c}Hy \right)^2 \right] + \\ + \frac{m_i\omega_e^2}{2}(y^2 + z^2) + \frac{\hat{p}_x^2}{2m_i}. \end{aligned} \quad (15)$$

Гамильтониан (15) соответствует по внешнему виду гамильтониану (12), поэтому можно непосредственно использовать конечное выражение (14) для коэффициента поглощения света. Если учесть, что собственные значения гамильтониана (15) определяются соотношением

$$E_\alpha^{(i)} = 2\hbar\Omega_i \left( \frac{|m|+1}{2} + n \right) + \hbar\omega_i \frac{m}{2} + \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_i},$$

где

$$\Omega_i = \left( \omega_i^2 + \frac{1}{4}\omega_i^{(c)^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_i^{(c)} = \frac{eH}{m_i c},$$

то коэффициент поглощения описывается следующим выражением:

$$K^{(E)}(\Omega) = 2\pi^2 \tilde{K}_0 A i^2 \left( -\frac{\tilde{\Delta}_0}{\hbar\omega_f} z \right), \quad (16)$$

где

$$\tilde{K}_0 = K_0 \left| \langle \tilde{0}^c | \tilde{0}^v \rangle \right|^2;$$

$$\left| \langle \tilde{0}^c | \tilde{0}^v \rangle \right|^2 = \frac{4\tilde{R}_c^2 \tilde{R}_v^2}{(R_c^2 + R_v^2)^2}, \quad \tilde{R}_i^2 = \frac{\hbar}{m_i \Omega_i};$$

$$\tilde{\Delta}_0 = \hbar\Omega - E_g - \hbar\Omega_e - \hbar\Omega_v.$$

Как следует из (16), с ростом напряженности однородного магнитного поля край собственного поглощения сдвигается в область высоких частот, что связано с увеличением ширины запрещенной зоны исследуемой наноструктуры. Осцилляционная зависимость электропоглощения в постоянном магнитном поле сохраняется. Заметим, что в магнитном поле величина коэффициента поглощения с ростом  $H$  увеличивается, так как магнитное поле приводит к более сильной локализации носителей в наноструктурах.

## Цитированная литература

1. Zhang T.Y., Zhao W. // Phys. Rev. B. – 2006. – № 73. – P. 245337.
2. Gerhard Weiser, Sylvain Dutremez. // Phys. Rev. B. – 2010. – № 81. – P. 124209 (1–11).
3. Monozon B.S., Schmelcher P. // Phys. Rev. B. – 2009. – № 79 (165314). – P. 1–19.
4. Сиявский Э.П., Гребенщикова Е.И. // ФТП. – 1999. – № 116. – С. 2069.
5. Kubo R. // J. Phys. Soc. Japan. – 1962. – № 17. – P. 1100.
6. Сиявский Э.П., Хамидуллин Р.А. // ФТП. – 2002. – № 36, вып. 8. – С. 989.
7. Сиявский Э.П., Соковнич С.М., Хамидуллин Р.А. // ФТП. – 2005. – № 39, вып. 11. – С. 1359.
8. Сиявский Э.П., Костюкевич Н.С. // Оптика и спектроскопия. – 2013. – № 114, вып. 2. – С. 225–231.

УДК 512.552.12

Ю.М. Рябухин, д-р физ.-мат. наук, проф.

Л.М. Рябухина, ст. преп.

## РАДИКАЛЬНЫЕ ПОДКОЛЬЦА В ПОЛЕ $Q$ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

В данной работе получено полное и точное описание всех радикальных подколец в поле  $Q$  рациональных чисел.

Кольцо  $Z$  целых чисел и поле  $Q$  рациональных чисел хорошо известны.  $Z$  является подкольцом  $Q$ , но, конечно, имеются и другие подкольца. В частности, подкольца максимальные среди не содержащих 1 описаны в работе [1] и там же доказаны.

**ТЕОРЕМА 1.** Пусть  $S$  подкольцо в  $Q$  максимальное среди всех, не содержащих 1. Тогда существует единственное простое  $p$  ( $p \geq 2$ ) такое, что

$$S = \left\{ \frac{mp}{1-np} \mid m, n \in Z \right\}.$$

Указанные в этой теореме кольца  $S$  оказались такими, что если  $r \in S$ , то существует  $r^*$  такой, что

$$r + r^* = r \cdot r^*. \quad (1)$$

Подкольцо  $F$  (в  $Q$ ) назовем *радикальным*, если для каждого  $x \in F$  существует (единственный!) элемент  $x^* \in F$  такой, что  $x + x^* = x \cdot x^*$ .

Таким образом, непустое множество  $F \subset Q$  является радикальным подкольцом, если оно замкнуто относительно операций кольца и *присоединенно обратного*  $x^*$  (см. (1)).

Покажем, что все ненулевые радикальные подкольца можно точно и полно описать (заметим, что все они не содержат 1). Кстати  $O = \{0\}$  тоже радикальное подкольцо.

**ТЕОРЕМА 2.** Для ненулевого радикального кольца  $R$  существует единственное натуральное число  $n \geq 2$  такое, что

$$R = R_n = \left\{ \frac{mn}{1-kn} \mid m, k \in Z \right\}.$$

Для доказательства теоремы 2 применим хорошо известные конструкции для кольца  $Z$  и поля  $Q$ . В частности, учтем, что все ненулевые подкольца  $A$  в  $Z$  имеют вид  $kZ = \{kz \mid z \in Z\}$  для некоторого натурального  $k \geq 1$ . При этом число  $k$  – наименьшее натуральное число, попадающее в подкольцо  $A$ .

В следующих леммах предположим, что  $R$  – ненулевое подкольцо в  $Q$ , не содержащее 1.

**ЛЕММА 1.** Если  $R$  – ненулевое подкольцо в  $Q$ , не содержащее 1, то существует такое натуральное  $n \geq 2$ , что  $R \cap Z = nZ$ .

В самом деле,  $R \cap Z$  – подкольцо кольца  $Z$ , не содержащее 1, и поэтому указанное равенство справедливо вследствие отмеченного описания подколец кольца  $Z$ . При этом мы только учли, что пересечение подколец всегда является подкольцом.

**ЛЕММА 2.** Пусть для ненулевого радикального кольца  $R$  уже указано натуральное число  $n$  (наименьшее из натуральных чисел, попавших в  $R$ ). Тогда все числа вида  $\frac{mn}{1-kn}$  ( $m, n \in Z$ ) образу-

ют подкольцо  $R_n$ , являющееся радикальным, и  $R_n \subseteq R$ .

Действительно, числа вида  $\frac{mn}{1-kn}$  ( $m, n \in Z$ ) образуют радикальное подкольцо, потому что

$$\frac{m_1 n}{1-k_1 n} + \frac{m_2 n}{1-k_2 n} = \frac{an}{1-bn},$$

где

$$a = m_1 n + m_2 n - k_2 m_1 n - k_1 m_2 n;$$

$$b = k_1 + k_2 - k_1 k_2 n,$$

т. е. сумма указанных дробей есть дробь такого же типа. Аналогично можно показать это и для произведения. Таким образом, мы получили подкольцо.

Кроме того, легко проверить, что

$$\frac{mn}{1-kn} + x^* = \frac{mn}{1-kn} \cdot x^*,$$

если

$$x^* = \frac{-mn}{1-(k+m)n},$$

и очевидно, что  $x^* \in R_n$ . Поэтому для всех элементов  $x \in R_n$  построены присоединенно обратные  $x^* \in R_n$ , а это означает, что  $R_n$  – радикальное подкольцо в  $Q$ .

**ЛЕММА 3.** Для указанного (в лемме 2) натурального числа  $n$  получается, что  $R = R_n$ .

В самом деле, в лемме 2 уже доказано, что  $R_n \subset R$ . Пусть  $r = \frac{a}{b}, r \neq 0, r \in R_n$ . Данная дробь несократима и  $a = b \cdot r \in R \cap Z$ , поэтому  $a = m \cdot n$  для некоторого  $m \in Z$  (согласно лемме 1). С другой стороны, существуют такие целые числа  $u, w \in Z$ , что  $au + bw = 1$ , так как дробь несократима (т. е.  $a, b$  – взаимно простые числа). Но тогда

$$r = \frac{a}{b} = \frac{aw}{bw} = \frac{(mw)n}{1-(mu)n} \in R_n.$$

Из указанных лемм с очевидностью вытекает теорема 2. Она дает точное и полное описание всех радикальных подколец поля  $Q$  рациональных чисел. Одновременно получается, что теорема 1 является следствием теоремы 2.

Действительно, достаточно заметить, что для натуральных  $m, k$  всегда  $R_m \subseteq R_k \Leftrightarrow mZ \subseteq kZ \Leftrightarrow m = kd$ . Поэтому включения соответствуют «делимости». Кроме того, понятно, что существует максимальное подкольцо в  $Z$  (не содержащее 1) именно для простых чисел  $p$  (см. теорему 1).

Радикальные подкольца  $R_n$  были указаны В.А. Андрунакиевичем в [2]. В этой работе для построения радикальных колец использовалась операция  $x \circ y = x + y - x \cdot y$  «присоединенного умножения». В частности, «присоединенные обратные», или радикальные, элементы определяются равенствами  $x^* \circ x = 0 = x \circ x^*$ , так как всегда  $x \circ 0 = 0 \circ x = x$  (нуль кольца играет роль единицы для «присоединенного умножения»).

Хорошо известна классическая конструкция

$$KS^{-1} = \left\{ \frac{k}{s} \mid k \in K, s \in S \right\}$$

колец дробей для коммутативных колец. При этом  $S$  – мультипликативная замкнутая подсистема, состоящая из неделителей нуля, а если  $K$  – коммутативное кольцо без делителей нуля, то получается поле (как получается поле  $Q$  из кольца  $Z$ ). В работе [2] была указана аналогичная конструкция построения радикальных колец

$$K \circ K^* = \{k \circ s^* \mid k, s \in K\}$$

из «полурадикальных» с некоторыми дополнительными условиями. В частности, коммутативные кольца без делителей нуля, не имеющие единицы, полурадикальны и позволяют строить соответствующие ра-



дикальные кольца  $K \circ K^*$  «присоединенных дробей» (см. также работу [3]).

Поле  $Q$  является полем частных  $K(K \setminus 0)^{-1}$  для любого своего ненулевого подкольца. С другой стороны, для любого ненулевого подкольца  $K$ , не содержащего 1, строятся кольца  $K \circ K^*$  присоединенных дробей, причем, как показано в теореме 2, это в точности кольца  $R_n = nZ \circ nZ^*$  (радикальные подкольца, построенные В.А. Андрунакиевичем) и других нет.

Если  $K$  – ненулевого подкольцо в  $Q$ , не содержащее 1, то  $K \setminus 0$  – мультипликативно замкнутая система. Но  $1 - K = \{1 - a \mid a \in K\}$  – тоже мультипликативно замкнута, так как

$$(1 - a) \cdot (1 - b) = 1 - (a + b - ab) = 1 - a \circ b.$$

В результате получается, что для ненулевого радикального подкольца  $R$  в  $Q$  существует единственное натуральное число  $n \geq 2$  такое, что

$$nZ \cdot (1 - nZ)^{-1} = R = nZ \circ (nZ)^*.$$

Все подкольца  $R_n$  радикальны (это показал В.А. Андрунакиевич), и других радикальных подколец поля  $Q$  нет.

Таким образом, мы лишь доказали, что указанный набор радикальных подколец поля  $Q$  является полным и точным. Другие свойства колец  $R_n$  и связанных с ними конструкций будут рассмотрены в дальнейшем.

### Цитированная литература

1. Гоцеридзе А.С., Ермакова Г.Н. Описание максимальных подколец без единицы поля рациональных чисел // Материалы IV Международной научно-практической конференции: «Совершенствование математического образования в организациях общего образования, средних и высших профессиональных учебных заведениях»: Тезисы докладов. 28–29 марта 2006 г. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2006. – С. 328–330.

2. Андрунакиевич В.А. Полурадикальные кольца // Известия АН СССР. Сер.: Математика. – 1948. – № 12. – С. 129–178.

3. Рябухин Ю.М. Структурная теория и теория радикалов – фундаментальные исследования // Academicianul Vladimir Andrunachievici. – Кишинев, 2009. – С. 149–177.

УДК 512.548.7

И.А. Флоря, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Н.Н. Дидурик, ст. преп.

### О НЕКОТОРЫХ ИЗОТОПАХ $CI$ -КВАЗИГРУПП

Изучаются основные изотопы  $CI$ -квазигруппы.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ.** Квазигруппа  $K(\cdot)$  называется  $CI$ -квазигруппой, если в  $K(\cdot)$  выполняется тождество

$$(xy) \cdot I(x) = y, \quad \forall x, y \in K, \quad (1)$$

где  $I$  – некоторая подстановка множества  $K$  [1].

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1.**  $CI$ -квазигруппа  $K(\cdot)$  изотопна группе  $K(\circ)$ , где

$$x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} y, \quad xy = R_a x \circ L_b y, \quad (2)$$

тогда и только тогда, когда в  $K(\cdot)$  имеет место тождество

$$\begin{aligned} & \left( x(y(zu)) \right) \cdot v = y \cdot ((xz \cdot v) \cdot u), \\ & \forall x, y, z, u, v \in K. \end{aligned} \quad (3)$$

**Доказательство.** Пусть  $K(\circ)$  из (2) – группа, т. е. в  $K(\circ)$  имеет место ассоциативный закон

$$(x \circ y) \circ z = x \circ (y \circ z). \quad (4)$$

Тогда из (4) и (2) получаем  $R_a^{-1}(R_a^{-1}x \times \times L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}z = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}z)$ . Совершаем следующие подстановки:  $x \rightarrow R_a x$ ,  $y \rightarrow L_b y$ ,  $z \rightarrow L_b z$  и получаем

$$R_a^{-1}(xy) \cdot z = x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}L_b y \cdot z). \quad (5)$$

Из (1) имеем  $R_x L_x = \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  – тождественная подстановка множества  $K$ . Получим

$$L_x^{-1} = R_x, \quad R_x^{-1} = L_{L_x^{-1}}. \quad (6)$$

Используем (6) в (5):

$$(I^{-1}a \cdot (x \cdot (y \cdot Ib))) \cdot z = x \cdot (((I^{-1}a \cdot y) \cdot z) \cdot Ib). \quad (7)$$

Так как лупа, изотопная группе, является тоже группой, то равенство (7) имеет место в  $K(\cdot)$ ,  $\forall a, b, x, y, z \in K$ , т. е. в  $K(\cdot)$  имеет место тождество (3).

*Обратно.* Пусть в  $K(\cdot)$  имеет место (3). Переходим от операции  $(\cdot)$  к операции  $(\circ)$ , используя (2):

$$\begin{aligned} & R_a(x(y(zu))) \circ L_b v = \\ & = R_a y \circ L_b (R_a (R_a (R_a x \circ L_b z) \circ L_b v) \circ L_b u). \end{aligned}$$

Если  $L_b v = e$ , где  $e$  – единица лупы  $K(\circ)$ , то получаем

$$\begin{aligned} & (R_a y \circ L_b (R_a^2 (R_a x \circ L_b z) \circ L_b u)) \circ L_b v = \\ & = R_a y \circ L_b (R_a (R_a (R_a x \circ L_b z) \circ L_b v) \circ L_b u). \end{aligned}$$

Упрощаем последнее равенство:

$$\begin{aligned} & (y \circ L_b (R_a^2 (x \circ z) \circ u)) \circ v = \\ & = y \circ L_b (R_a (R_a (x \circ z) \circ v) \circ u). \end{aligned}$$

Если  $y = e$ , то

$$\begin{aligned} & (y \circ L_b (R_a^2 (x \circ z) \circ u)) \circ v = \\ & = y \circ (L_b (R_a^2 (x \circ z) \circ u) \circ v), \\ & (y \circ t) \circ v = y \circ (t \circ v), \end{aligned}$$

где  $t = L_b (R_a^2 (x \circ z) \circ u)$ .

Получили, что  $K(\circ)$  – группа, что и требовалось доказать.

Возникает вопрос, если в произвольной квазигруппе  $K(\cdot)$  выполняется тождество (3), является ли  $K(\cdot)$   $CI$ -квазигруппой? Положительный ответ дает следующее предложение.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2.** Если в произвольной квазигруппе  $K(\cdot)$  выполняется тождество (3), то  $K(\cdot)$  есть  $CI$ -квазигруппа.

**Доказательство.** Подставляем в (3)  $z = y$ ,  $u = y^{-1}$ , где  $yy^{-1} = e_y$ , и получаем  $xy \cdot v = y \cdot ((xy \cdot v) y^{-1})$  или  $t = y(ty^{-1})$ , где  $t = xy \cdot v$ . Из  $t = y(ty^{-1})$  следует  $ty^{-1} = (y(ty^{-1})) y^{-1}$ ,  $x = (yx) \cdot y^{-1}$ , где  $x = ty^{-1}$ . Получили  $x = (yx) \cdot Iy$ , где  $y^{-1} = Iy$ , т. е.  $K(\cdot)$  является  $CI$ -квазигруппой, что и требовалось доказать.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 3.** Если любая лупа  $K(\circ)$ , изотопная  $CI$ -квазигруппе  $K(\cdot)$ , коммутативная, то квазигруппа  $K(\cdot)$  – медиальная, а  $K(\circ)$  – абелева группа.

**Доказательство.** Достаточно рассмотреть изотоп  $K(\circ)$ , где изотопия задается равенством (2). Пусть  $K(\circ)$  – коммутативная лупа, т. е. дано  $x \circ y = y \circ x$ ,  $\forall x, y \in K$ . Тогда  $R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y = R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x$ . Теперь используем (6) и получим

$$L_{I^{-1}a}x \cdot R_{Ib}y = L_{I^{-1}a}y \cdot R_{Ib}x$$

$$R_a^{-1}(xy) = R_b^{-1}R_a^{-1}R_{e_b}x \cdot L_b y,$$

или

$$(I^{-1}a \cdot x)(y \cdot Ib) = (I^{-1}a \cdot y)(x \cdot Ib).$$

$$R_{e_b}^{-1}R_a R_b x \cdot y = R_a(x \cdot L_b y) = (x \cdot by)a.$$

Если  $y = a$ , получаем  $(x \cdot ba)y = (x \cdot by)a$ .

Последнее равенство имеет место  $\forall a, b, x, y \in K$ , поэтому  $K(\cdot)$  – медиальная квазигруппа, а  $K(\circ)$  – абелева группа (на основании теоремы Тойода) [2]. Что и требовалось доказать.

Обратно. Дано (8) или  $R_a(x \cdot L_b y) = R_{ba}x \cdot y$  или  $xy = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y)$ ,  $(xy)Ix = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot Ix$ , откуда следует  $y = R_a^{-1}(R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot Ix$ . В последнем равенстве переходим к операции  $(\circ)$ , используя (2):

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 4.** Лупа  $K(\circ)$ , изотопная  $CI$ -квазигруппе  $K(\cdot)$ , где изотопия задается равенством (2), будет  $CI$ -лупой тогда и только тогда, когда в  $K(\cdot)$  выполняется равенство

$$R_a^{-1}(R_a^{-1}R_a R_{ba}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}L_b Ix = y,$$

$$(x \circ y) \circ Ix = y,$$

где  $I' = L_b I R_{ba}^{-1} R_a^{-1}$ , что и требовалось доказать.

$$(x \cdot by)a = (x \cdot ba)y, \quad \forall x, y \in K. \quad (8)$$

Теперь переходим к изучению квазигруппы  $K(\cdot)$ , в которой равенство (8) выполняется  $\forall a, b, x, y \in K$ .

**Доказательство.** Пусть  $K(\circ)$  есть  $CI$ -лупа, т. е. в  $K(\circ)$  имеет место  $(x \circ y) \circ x^{-1} = y$ , где  $x \circ x^{-1} = e$ ,  $e$  – единица лупы  $K(\circ)$ , где  $e = ba$ ,  $x^{-1} = Ix$ . Тогда получаем

$$R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) \cdot L_b^{-1}x^{-1} = y. \quad (9)$$

В любой  $CI$ -квазигруппе  $K(\cdot)$  имеет место  $I^{-1}x(yx) = y$ . Действительно, имеем  $(xy)Ix = y$ ,  $x(xy \cdot Ix) = xy$ ,  $x(z \cdot Ix) = z$ , где  $z = xy$ , откуда получаем

$$I^{-1}x(zx) = z. \quad (10)$$

Умножаем слева (9) на  $I^{-1}L_b^{-1}x^{-1}$  и получаем на основании (10)

$$R_a^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) = I^{-1}L_b^{-1}x^{-1} \cdot y$$

или

$$R_a^{-1}(xy) = I^{-1}L_b^{-1}I R_a x \cdot L_b y.$$

Пусть  $y = e_b$ , где  $be_b = b$ . Тогда

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 5.** Любая квазигруппа  $K(\cdot)$  с тождеством

$$(x \cdot yz)t = (x \cdot yt)z, \quad \forall x, y, z, t \in K \quad (11)$$

является  $CI$ -квазигруппой и медиальной.

**Доказательство.** В любой квазигруппе  $K(\cdot)$  уравнение  $ax = e_a$ , где  $ae_a = a$ , разрешимо и решение зависит только от  $a$ . Имеем  $a \cdot I(a) = e_a$ , где  $I$  – отображение  $K$  в  $K$ . В (11) подставляем  $y = x$ ,  $t = I(x)$ , где  $x \cdot I(x) = e_x$ , и получаем  $(x \cdot xz)I(x) = xz$  или  $(xv)I(x) = v$ , где  $v = xz$ ,  $\forall v, x \in K$ . Получили, что  $K(\cdot)$  является  $CI$ -квазигруппой. Далее рассмотрим лупу  $K(\circ)$ , изотопную квазигруппе  $K(\cdot)$ , где изотопия задается равенством (2). В равенстве (11) переходим от операции  $(\cdot)$  к операции  $(\circ)$ , используя (2):

$$\begin{aligned} R_a(R_a x \circ L_b(R_a y \circ L_b z)) \circ L_b t &= \\ &= R_a(x \cdot yt) \circ L_b z. \end{aligned}$$

Если  $L_b z = e$ , где  $e$  – единица лупы  $K(\circ)$ , то получаем

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

Совершаем подстановки

$$x \rightarrow R_a^{-1} x, \quad y \rightarrow R_a^{-1} y, \quad z \rightarrow L_b^{-1} z, \quad t \rightarrow L_b^{-1} t$$

и получаем

$$R_a(x \circ L_b(y \circ z)) \circ t = (R_a(x \circ L_b y) \circ t) \circ z.$$

Если  $t = e$ , то  $(R_a(x \circ L_b y) \circ z) \circ t = (R_a(x \circ L_b y) \circ t) \circ z$ . Обозначим  $R_a(x \circ L_b y) = v$  и получим  $(v \circ z) \circ t = (v \circ t) \circ z$ .

Если  $v = e$ , то  $z \circ t = t \circ z, \forall z, t \in K$ .  $K(\circ)$  – коммутативная лупа. Далее сле-

дует  $(z \circ v) \circ t = z \circ (v \circ t)$ . Получаем, что  $K(\circ)$  – абелева группа. То, что  $K(\cdot)$  – медиальная квазигруппа, следует из предложения 3 и теоремы Алберта [3]. Что и требовалось доказать.

### Цитированная литература

1. Белоусов В.Д., Цуркан Б.В. Скращенно-обратимые квазигруппы (CI-квазигруппы) // Известия вузов. Сер.: Математика. – 1969. – № 3(82). – С. 21–27.
2. Флоря И.А. Квазигруппы Бола // Исследования по общей алгебре. – Кишинев: Изд-во АН МССР, 1965.
3. Белоусов В.Д. Основы теории квазигрупп и луп. – М.: Наука, 1967.

УДК 512.548.7

Н.Н. Дидурик, ст. преп.

### ОБОБЩЕННЫЕ *WIIP*-КВАЗИГРУППЫ (*OWIP*-КВАЗИГРУППЫ)

Изучаются основные свойства обобщенных *OWIP*-квазигрупп и изотопы. Найдена их связь с квазигруппой Бола. Построен пример обобщенных *OWIP*-квазигрупп.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ.** Квазигруппу  $K(\cdot)$  назовем *OWIP*-квазигруппой, если в  $K(\cdot)$  имеет место

$$x \cdot I(y \cdot \alpha x) = Iy, \quad \forall x, y \in K, \quad (1)$$

где  $I$  и  $\alpha$  – некоторые подстановки множества  $K$ .

*Пример.* Пусть  $Q(+, \cdot)$  – поле рациональных чисел. Определяем новую операцию  $(\circ)$ :  $x \circ y = ax + a^{-1}y, \forall x, y \in Q, a$  – фиксированное рациональное число,  $a \neq 0, 1$ .

Тогда  $Q(\circ)$  является *OWIP*-квазигруппой, где  $x \circ I(y \circ \alpha x) = Iy, Ix = -a^3 c^{-1}x, \alpha x = cx, \forall c \in Q, c \neq 0, c$  – фиксированное число.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1.** В любой *OWIP*-квазигруппе  $K(\cdot)$  имеет место тождество

$$I^{-1}(xz) \cdot \alpha x = I^{-1}z, \quad \forall x, z \in K. \quad (2)$$

**Доказательство.** Из (1) следует

$$I^{-1}(x \cdot I(y \cdot \alpha x)) = y,$$

$$I^{-1}(x \cdot I(y \cdot \alpha x)) \cdot \alpha x = y \cdot \alpha x,$$

$$I^{-1}(xz) \cdot \alpha x = I^{-1}z,$$

где  $y \cdot \alpha x = I^{-1}z$ , что и требовалось доказать.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2.** *OWIP*-квазигруппа  $K(\circ)$  изотопна *LIP*-луке  $K(\circ)$ , где

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

тогда и только тогда, когда в  $K(\circ)$  имеет место

$$b \cdot I(I^{-1}(by) \cdot x) = R_{e_b}^{-1}(b \cdot I(I^{-1}b \cdot x)) \cdot y, \quad (4)$$

где  $be_b = b$ ,  $R_{e_b}v = ve_b$ .

**Доказательство.** Пусть  $K(\circ)$  есть *LIP*-лука, т. е. в  $K(\circ)$  имеет место  $I_l x \circ (x \circ y) = y$ . Тогда, используя (3), получаем  $R_a^{-1}I_l x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) = y$ . Теперь к обеим частям равенства применяем  $I^{-1}$  и получаем  $I^{-1}(R_a^{-1}I_l x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y)) = I^{-1}y$ . Последнее равенство умножаем справа на  $\alpha R_a^{-1}I_l x$  и получаем

$$I^{-1}(R_a^{-1}I_l x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y)) \cdot \alpha R_a^{-1}I_l x = \\ = I^{-1}y \cdot \alpha R_a^{-1}I_l x.$$

На основании (2) имеем  $I^{-1}L_b^{-1}(R_a^{-1}x \times L_b^{-1}y) = I^{-1}y \cdot \alpha R_a^{-1}I_l x$ . Теперь совершаем следующие подстановки:  $x \rightarrow R_a x$ ,  $y \rightarrow L_b y$  и получаем  $I^{-1}L_b^{-1}(xy) = I^{-1}L_b y \times \alpha R_a^{-1}I_l R_a x$ . Если  $y = e_b$ , где  $be_b = b$ , то

$$I^{-1}L_b^{-1}R_{e_b}x = L_{I^{-1}b} \alpha R_a^{-1}I_l R_a x,$$

$$\alpha R_a^{-1}I_l R_a x = L_{I^{-1}b} I^{-1}L_b^{-1}R_{e_b}x,$$

$$I^{-1}L_b^{-1}(xy) = I^{-1}L_b y \cdot L_{I^{-1}b} I^{-1}L_b^{-1}R_{e_b}x,$$

$$R_{e_b}^{-1}L_b I L_{I^{-1}b} x \cdot y = L_b I(I^{-1}L_b y \cdot x),$$

$$R_{e_b}^{-1}(b \cdot I(I^{-1}b \cdot x)) \cdot y = b \cdot I(I^{-1}(by) \cdot x).$$

Получили (4).

*Обратно.* Пусть дано (4). Тогда имеем  $L_b I(I^{-1}L_b y \cdot x) = \varphi x \cdot y$ , где  $\varphi x = R_{e_b}^{-1}L_b I L_{I^{-1}b} x$ . Далее можем записать

$$I^{-1}L_b y \cdot \varphi^{-1}x = I^{-1}L_b^{-1}(xy),$$

$$I^{-1}y \cdot \varphi^{-1}R_a^{-1}x = I^{-1}L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y).$$

Замечаем, что имеет место равенство

$$I^{-1}(\alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y)) \times \\ \times \alpha(\alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}x) \stackrel{(2)}{=} I^{-1}L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) = \\ = I^{-1}y \cdot \varphi^{-1}R_a^{-1}x,$$

откуда следует

$$I^{-1}(\alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y)) = I^{-1}y,$$

$$R_a^{-1}(R_a \alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}x) \cdot L_b^{-1}(R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y) = y,$$

$$R_a \alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}x \circ (x \circ y) = y, \quad I_l x \circ (x \circ y) = y,$$

где  $I_l = R_a \alpha^{-1}\varphi^{-1}R_a^{-1}$ , что и требовалось доказать.

Теперь рассмотрим случай, когда любая лука  $K(\circ)$ , изотопная *OWIP*-квазигруппе  $K(\circ)$ , является *LIP*-лукой. В этом случае в квазигруппе  $K(\circ)$  выполняется тождество

$$z \cdot I(I^{-1}(zy) \cdot x) = R_{e_z}^{-1}(z \cdot I(I^{-1}z \cdot x)) \cdot y, \quad (5) \\ \forall x, y, z \in K,$$

где  $I$  – подстановка множества  $K$ ;  $ze_z = z$ ;  $R_{e_z}t = te_z$ .

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 3.** Если в произвольной квазигруппе  $K(\circ)$  имеет место (5), то в  $K(\circ)$  выполняется тождество

$$z \cdot I(y \cdot \alpha z) = Iy, \quad \forall z, y \in K, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – некоторое отображение  $K$  в  $K$ , и если  $\alpha$  – подстановка, то  $K(\circ)$  есть *OWIP*-квазигруппа.

**Доказательство.** Рассмотрим уравнение  $I(I^{-1}c \cdot x) = e_c$ , где  $ce_c = c$ . Это уравнение разрешимо однозначно:  $x = (IL_{I^{-1}c}) e_c = L_{I^{-1}c}^{-1} I^{-1} e_c = \alpha c$ . Теперь подставляем в (5)  $x = L_{I^{-1}c}^{-1} I^{-1} e_c = \alpha z$  и получаем

$$I(I^{-1}(zy) \cdot \alpha z) = y,$$

$$z \cdot I(I^{-1}(zy) \cdot \alpha z) = zy, \quad z \cdot I(t \cdot \alpha z) = It,$$

где  $t = I^{-1}(zy)$ . Получили (6), что и требовалось доказать.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 4.** Любая лупа  $K(\circ)$ , изотопная квазигруппе  $K(\cdot)$  с тождеством (5), является левой лупой Бола [1].

**Доказательство.** Достаточно рассмотреть лупу  $K(\circ)$ , где изотопия имеет вид

$$x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} y, \quad xy = R_a x \circ L_b y. \quad (7)$$

Из (5) и (7) получаем

$$\begin{aligned} R_a z \circ L_b I(R_a I^{-1}(R_a z \circ L_b y) \circ L_b x) &= \\ &= R_a R_{e_z}^{-1} (z \cdot I(I^{-1} z \cdot x)) \circ L_b y. \end{aligned}$$

Если  $L_b y = e$ , где  $e$  – единица лупы  $K(\circ)$ ,  $e = ba$ , то будем иметь

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

Совершаем подстановки

$$z \rightarrow R_a^{-1} z,$$

$$y \rightarrow L_b^{-1} y, \quad x \rightarrow L_b^{-1} x$$

и получаем

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

Если  $z = e$ , то  $L_b I(R_a I^{-1} y \circ x) = \varphi x \circ y$ , где  $\varphi x = L_b I(R_a I^{-1} e \circ x)$ ,  $\varphi$  – подстановка множества  $K$ .

Итак, получаем тождество

$$z \circ (\varphi x \circ (z \circ y)) = (z \circ (\varphi x \circ z)) \circ y$$

или

$$z \circ (x \circ (z \circ y)) = (z \circ (x \circ z)) \circ y, \quad \forall x, y, z \in K.$$

Получили  $K(\circ)$  – левая лупа Бола. Что и требовалось доказать.

**СЛЕДСТВИЕ.** Если квазигруппа  $K(\cdot)$  с тождеством (5) является *LIP*-квазигруппой, то  $K(\cdot)$  – левая квазигруппа Бола, т. е. в  $K(\cdot)$  выполняется тождество  $x(y \cdot xz) = R_{e_x}^{-1}(x \cdot yx) \cdot z$ , где  $xe_x = x$ ,  $R_{e_x} t = te_x$  [2].

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 5.** *OWIP*-квазигруппа  $K(\cdot)$  изотопна *RIP*-лупе  $K(\circ)$ , где  $x \circ y = R_a^{-1} x \cdot L_b^{-1} y$ , тогда и только тогда, когда в  $K(\cdot)$  имеет место

$$\begin{aligned} y \cdot L_{f_a}^{-1} (I^{-1}(x \cdot Ia) \cdot a) &= \\ &= I^{-1}(x \cdot I(ya)) \cdot a, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $f_a a = a$ .

**Доказательство.** Пусть  $K(\circ)$  – *RIP*-лупа, т. е. имеет место  $(y \circ x) \circ I_r x = y$ . Отсюда следует

$$\begin{aligned} R_a^{-1} (R_a^{-1} y \cdot L_b^{-1} x) \cdot L_b^{-1} I_r x &= y, \\ I(R_a^{-1} (R_a^{-1} y \cdot L_b^{-1} x) \cdot \alpha (\alpha^{-1} L_b^{-1} I_r x)) &= Iy, \\ \alpha^{-1} L_b^{-1} I_r x \cdot I(R_a^{-1} (R_a^{-1} y \cdot L_b^{-1} x)) &\times \\ \times \alpha (\alpha^{-1} L_b^{-1} I_r x) &= \alpha^{-1} L_b^{-1} I_r x \cdot Iy, \\ IR_a^{-1} (R_a^{-1} y \cdot L_b^{-1} x) &= \alpha^{-1} L_b^{-1} I_r x \cdot Iy, \\ IR_a^{-1} (yx) &= \alpha^{-1} L_b^{-1} I_r L_b x \cdot IR_a y. \end{aligned}$$

Если  $y = f_a$ , где  $f_a a = a$ , то

$$IR_a^{-1}L_{f_a}x = R_{I_a}\alpha^{-1}L_b^{-1}I_rL_bx,$$

$$\alpha^{-1}L_b^{-1}I_rL_bx = R_{I_a}^{-1}IR_a^{-1}L_{f_a}x,$$

$$y \cdot L_{f_a}^{-1}R_aI^{-1}R_{I_a}x = R_aI^{-1}(x \cdot IR_a y),$$

$$y \cdot L_{f_a}^{-1}(I^{-1}(x \cdot Ia) \cdot a) = I^{-1}(x \cdot I(ya)) \cdot a.$$

Получили равенство (8).

Обратно. Пусть в  $K(\cdot)$  имеет место (8). Тогда  $y \cdot \varphi x = R_aI^{-1}(x \cdot IR_a y)$ , где  $\varphi x = L_{f_a}^{-1}(I^{-1}(x \cdot Ia) \cdot a)$  или  $IR_a^{-1}(yx) = \varphi^{-1}x \cdot IR_a y, IR_a^{-1}(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x) = \varphi^{-1}L_b^{-1}x \cdot Iy$ . Из

$$\begin{aligned} \varphi^{-1}L_b^{-1}x \cdot I(R_a^{-1}(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x) \cdot \alpha\varphi^{-1}L_b^{-1}x) &= \\ = IR_a^{-1}(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x) &= \varphi^{-1}L_b^{-1}x \cdot Iy, \end{aligned}$$

откуда следует

$$\begin{aligned} I(R_a^{-1}(R_a^{-1}y \cdot L_b^{-1}x) \cdot L_b^{-1}(L_b\alpha\varphi^{-1}L_b^{-1}x)) &= Iy, \\ (y \circ x) \circ L_b\alpha\varphi^{-1}L_b^{-1}x &= y, \quad (y \circ x) \circ I_r x = y, \end{aligned}$$

где  $I_r x = L_b\alpha\varphi^{-1}L_b^{-1}x$ , что и требовалось доказать.

Теперь рассмотрим случай, когда любая лупа, изотопная *OWIP*-квазигруппе  $K(\cdot)$ , является *RIP*-лупой. В этом случае в  $K(\cdot)$  имеет место тождество

$$y \cdot L_{f_z}^{-1}(I^{-1}(x \cdot Iz) \cdot z) = I^{-1}(x \cdot I(yz)) \cdot z, \quad (9)$$

где  $f_z z = z, \forall x, y, z \in K, L_{f_z} v = f_z v$ .

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 6.** Если в произвольной квазигруппе  $K(\cdot)$  имеет место (9), то в  $K(\cdot)$  выполняется тождество

$$\beta z \cdot I(yz) = Iy, \quad \forall y, z \in K, \quad (10)$$

где  $\beta$  – некоторое отображение  $K$  в  $K$ , и если  $\beta$  – подстановка множества  $K$ , то  $K(\cdot)$  является *OWIP*-квазигруппой.

**Доказательство.** Пусть  $I^{-1}(x \cdot Iz) = f_z$ . Тогда  $I^{-1}R_{I_z}x = f_z, x = R_{I_z}^{-1}I f_z = \beta z$ , откуда, используя (9), получаем

$$y = I^{-1}(\beta z \cdot I(yz)), \quad yz = I^{-1}(\beta z \cdot I(yz)) \cdot z.$$

Пусть  $t = I(yz)$ , откуда следует

$$I^{-1}t = I^{-1}(\beta z \cdot t) \cdot z$$

или

$$t = I(I^{-1}(\beta z \cdot t) \cdot z),$$

$$\beta z \cdot t = Iz \cdot I(I^{-1}(\beta z \cdot t) \cdot z).$$

Пусть  $I^{-1}(\beta z \cdot t) = y$ , тогда  $Iy = \beta z \cdot I(yz)$ . Получили (10). Если  $\beta$  – подстановка, то из (10) следует тождество  $z \cdot I(y \cdot \beta^{-1}z) = Iy, \forall y, z \in K$ , т. е.  $K(\cdot)$  является *OWIP*-квазигруппой, что и требовалось доказать.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 7.** Любая лупа  $K(\circ)$ , изотопная квазигруппе  $K(\cdot)$  с тождеством (9), является правой лупой Бола.

**Доказательство.** Достаточно рассмотреть лупу  $K(\circ)$ , где изотопия имеет вид

$$x \circ y = R_a^{-1}x \cdot L_b^{-1}y, \quad xy = R_a x \circ L_b y. \quad (11)$$

Из (9) и (11) получаем

$$\begin{aligned} R_a y \circ L_b L_{f_z}^{-1}(I^{-1}(x \cdot Iz) \cdot z) &= \\ = R_a I^{-1}(R_a x \circ L_b I(R_a y \circ L_b z)) \circ L_b z. \end{aligned}$$

Пусть  $R_a y = e, e$  – единица лупы  $K(\circ)$ . Тогда

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

Упрощаем последнее равенство, совершая подстановки  $y \rightarrow R_a^{-1}y, x \rightarrow R_a^{-1}x, z \rightarrow L_b^{-1}z$  и получаем



$$y \circ (R_a I^{-1}(x \circ L_b I z) \circ z) = \\ = R_a I^{-1}(x \circ L_b I(y \circ z)) \circ z.$$

Если  $z = e$ , то  $y \circ \varphi x = R_a I^{-1}(x \circ L_b I y)$ , где  $\varphi x = R_a I^{-1}(x \circ L_b I e)$ . Итак, окончательно получили  $y \circ ((z \circ \varphi x) \circ z) = ((y \circ z) \circ \varphi x) \circ z$  или  $y \circ ((z \circ x) \circ z) = ((y \circ z) \circ x) \circ z$ .  $K(\circ)$  есть правая лупа Бола, что и требовалось доказать.

|| СЛЕДСТВИЕ. Если квазигруппа  $K(\cdot)$  с тождеством (9) является  $RIP$ -квазигрупп-

пой, то  $K(\cdot)$  – правая квазигруппа Бола, т. е. в  $K(\cdot)$  выполняется правое тождество Бола [2]  $(zx \cdot y)x = z \cdot L_{f_x}^{-1}(xy \cdot x)$ , где  $f_x x = x$ ,  $L_{f_x} v = f_x v$ .

### Цитированная литература

1. Белоусов В.Д. Основы теории квазигрупп и луп. – М.: Наука, 1967.
2. Флоря И.А. Квазигруппы Бола // Исследования по общей алгебре. – Кишинев: Изд-во АН МССР, 1965.

УДК 517.977.56

С.А. Алещенко, ст. преп.

## МИНИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛА В ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МАССИВНЫХ ТЕЛ С ЗАДАНЫМ ВРЕМЕННЫМ РЕЖИМОМ

*Рассматривается одна из задач оптимального управления нагревом (охлаждением) массивных тел с заданным временным режимом. Изучены свойства функционала, характеризующего среднеквадратичное отклонение температуры, и на основании метода проекции градиента построена минимизирующая последовательность, сходящаяся к оптимальному решению.*

Рассмотрим задачу минимизации действительного функционала  $J[u]$  на некотором множестве  $U$  гильбертова пространства  $H$ . Обозначим  $J^* = \inf_{u \in U} J[u]$ .

Элемент  $u^* \in U$  такой, что  $J[u^*] = J^*$ , будем называть оптимальным решением задачи минимизации функционала  $J[u]$  на множестве  $U$ . Предположим, что функционал  $J[u]$  дифференцируем во всех точках множества  $U$ . Тогда для минимизации  $J[u]$  на множестве  $U$  могут быть использованы методы градиентного типа, одним из которых является метод проекции градиента [1, 2].

|| **ТЕОРЕМА 1.** Пусть  $H$  – гильбертово пространство;  $U$  – выпуклое замкнутое ограниченное множество в  $H$ ;  $J[u]$  – выпуклый функционал, удовлетворяющий условиям:

- 1)  $J[u]$  дифференцируем на множестве  $U$ , т. е. для любого  $u \in U$  существует элемент  $J'[u] \in H$  такой, что  $J[u+h] - J[u] = (J'[u], h) + o(\|h\|)$  при  $\|h\| \rightarrow 0$ ;
- 2) градиент  $J'[u]$  удовлетворяет условию Липшица, т. е. существует  $L > 0$  такое, что для всех  $u, w \in U$  выполнено неравенство  $\|J'[u] - J'[w]\| \leq L\|u - w\|$ .

Тогда существует  $u^* \in U$ , на котором функционал  $J[u]$  достигает минимума на множестве  $U$ , т. е.  $J[u^*] = \inf_{u \in U} J[u]$ , и при этом  $u^*$  можно найти как слабый предел последовательности  $\{u_n\}$  в  $H$ , построенной по методу проекции градиента:

$u_0 \in U$  – произвольное начальное приближение;

$$u_{n+1} = P_U(u_n - \lambda_n \cdot J'[u_n]),$$

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

где  $P_U$  – проектор на множество  $U$ ;  $\varepsilon_1 \leq \lambda_n \leq \frac{2}{L + 2\varepsilon}$ ,  $\varepsilon_1, \varepsilon > 0$  – параметры метода.

Рассмотрим задачу о нагревании (охлаждении) однородного тела, заполняющего некоторую пространственную область  $G$ . Между поверхностью  $\partial G$  тела и внешней средой происходит конвективный теплообмен. Пусть  $v(x, y, z, t)$  – температура в точке  $(x, y, z)$  тела в момент времени  $t$ ;  $v(x, y, z, 0) = \varphi(x, y, z)$  – распределение температуры в теле  $G$  в начальный момент времени  $t = 0$ ;  $u(t)$  – температура окружающей среды, удовлетворяющая условию  $\alpha \leq u(t) \leq \beta$ . Требуется найти такое управление внешней средой  $u = u(t)$ , чтобы к заданному моменту времени  $T$  распределение температуры в теле сделать как можно ближе к заданному распределению  $\varphi^*(x, y, z)$  [3].

Обозначим  $U = \{u(t) \in L_2[0, T] \mid \alpha \leq u(t) \leq \beta\}$  и формализуем рассматриваемую задачу: определить управление  $u = u^*(t) \in U$ , на котором функционал

$$J[u(t)] = \iiint_G (v(x, y, z, T, u) - \varphi^*(x, y, z))^2 dx dy dz, \quad (1)$$

где  $v(x, y, z, t, u)$  – решение краевой задачи  $v_t - a^2 \Delta v = 0, (x, y, z) \in G, 0 < t \leq T;$  (2)

$$\frac{\partial v}{\partial \bar{n}} \Big|_{(x, y, z) \in \partial G} = \gamma (u(t) - v|_{(x, y, z) \in \partial G}), \quad (3)$$

$$v|_{t=0} = \varphi(x, y, z), \quad (4)$$

достигает своей точной нижней грани.

Докажем, что функционал (1) является дифференцируемым в любой точке. Рассмотрим приращение функционала

$$\Delta J = J[u(t) + h(t)] - J[u(t)]$$

и покажем, что его можно представить в виде

$$\Delta J = \int_0^T J'[u(t)] h(t) dt + o(\|h\|_{L_2}),$$

где  $J'[u(t)] \in L_2[0, T]$ .

Пусть  $\delta v(x, y, z, t) = v(x, y, z, t, u + h) - v(x, y, z, t, u)$ , где  $v(x, y, z, t, u) = v(x, y, z, t)$  – решение краевой задачи (2)–(4), а функция  $v(x, y, z, t, u + h) = \tilde{v}(x, y, z, t)$  – решение задачи

$$\tilde{v}_t - a^2 \Delta \tilde{v} = 0, (x, y, z) \in G, 0 < t \leq T;$$

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial \bar{n}} \Big|_{(x, y, z) \in \partial G} = \gamma ((u(t) + h(t)) - \tilde{v}|_{(x, y, z) \in \partial G}),$$

$$\tilde{v}|_{t=0} = \varphi(x, y, z).$$

Тогда функция  $\delta v(x, y, z, t)$  является решением краевой задачи

$$(\delta v)_t - a^2 \Delta (\delta v) = 0, (x, y, z) \in G, 0 < t \leq T; \quad (5)$$

$$\frac{\partial (\delta v)}{\partial \bar{n}} \Big|_{(x, y, z) \in \partial G} = \gamma (h(t) - (\delta v)|_{(x, y, z) \in \partial G}), \quad (6)$$

$$(\delta v)|_{t=0} = 0. \quad (7)$$

Приращение функционала  $J[u(t)]$  можно записать в виде

$$\begin{aligned} \Delta J &= \iiint_G (v(x, y, z, T, u) + \\ &+ \delta v(x, y, z, T) - \varphi^*(x, y, z))^2 dx dy dz - \\ - \iiint_G (v(x, y, z, T, u) - \varphi^*(x, y, z))^2 dx dy dz &= \\ &= \iiint_G 2(v(x, y, z, T, u) - \\ &- \varphi^*(x, y, z))\delta v(x, y, z, T) dx dy dz + \\ &+ \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dx dy dz. \end{aligned} \quad (8)$$

Введем функцию  $\psi(x, y, z, t, u)$  как решение вспомогательной краевой задачи

$$\psi_t + a^2 \Delta \psi = 0, \quad (x, y, z) \in G, \quad 0 \leq t < T; \quad (9)$$

$$\left. \frac{\partial \psi}{\partial \bar{n}} \right|_{(x, y, z) \in \partial G} = -\gamma \psi \Big|_{(x, y, z) \in \partial G}, \quad (10)$$

$$\psi \Big|_{t=T} = 2(v(x, y, z, T, u) - \varphi^*(x, y, z)). \quad (11)$$

Обозначим  $dV = dx dy dz$  и, используя тождество

$$\iiint_G (u \Delta v - v \Delta u) dx dy dz = \iint_{\partial G} \left( u \frac{\partial v}{\partial \bar{n}} - v \frac{\partial u}{\partial \bar{n}} \right) dS,$$

преобразуем первое слагаемое в правой части равенства (8):

$$\begin{aligned} &\iiint_G 2(v(x, y, z, T, u) - \\ &- \varphi^*(x, y, z))\delta v(x, y, z, T) dV = \\ &= \iiint_G \psi(x, y, z, T, u) \delta v(x, y, z, T) dV = \\ &= \iiint_G \psi(x, y, z, t, u) \delta v(x, y, z, t) \Big|_{t=0}^{t=T} dV = \\ &= \iiint_G \int_0^T \frac{\partial}{\partial t} (\psi \cdot \delta v) dt dV = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \iiint_G \int_0^T \left( \frac{\partial \psi}{\partial t} \cdot \delta v + \psi \cdot \frac{\partial (\delta v)}{\partial t} \right) dt dV = \\ &= \iiint_G \int_0^T (-a^2 \Delta \psi \cdot \delta v + \psi \cdot a^2 \Delta (\delta v)) dt dV = \\ &= a^2 \int_0^T \iiint_G (-\Delta \psi \cdot \delta v + \psi \cdot \Delta (\delta v)) dV dt = \\ &= a^2 \int_0^T \iint_{\partial G} \left( \psi \cdot \frac{\partial (\delta v)}{\partial \bar{n}} - \delta v \cdot \frac{\partial \psi}{\partial \bar{n}} \right) dS dt = \\ &= a^2 \int_0^T \iint_{\partial G} (\psi \cdot \gamma (h(t) - \delta v) + \delta v \cdot \gamma \psi) dS dt = \\ &= a^2 \gamma \int_0^T \left( \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u) dS \right) h(t) dt. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} &\iiint_G 2(v(x, y, z, T, u) - \\ &- \varphi^*(x, y, z))\delta v(x, y, z, T) dx dy dz = \\ &= a^2 \gamma \int_0^T \left( \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u) dS \right) h(t) dt. \end{aligned} \quad (12)$$

Оценим второе слагаемое в правой части равенства (8). Для этого умножим уравнение (5) на  $\delta v(x, y, z, t)$ , проинтегрируем его по  $[0, T] \times G$  и, используя тождество

$$\begin{aligned} &\iiint_G u \Delta u dx dy dz = \\ &= \iint_{\partial G} u \frac{\partial u}{\partial \bar{n}} dS - \iiint_G |\text{grad } u|^2 dx dy dz, \end{aligned}$$

получим:

$$\begin{aligned}
0 &= \int_0^T \left( \iiint_G ((\delta v)_t - a^2 \Delta(\delta v)) \delta v dV \right) dt = & + a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt = 0, \\
&= \iiint_G \left( \int_0^T (\delta v)_t \delta v dt \right) dV - & \text{откуда} \\
&- a^2 \int_0^T \left( \iiint_G \Delta(\delta v) \delta v dV \right) dt = & \frac{1}{2} \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV + \\
&= \frac{1}{2} \iiint_G (\delta v)^2 \Big|_{t=0}^{t=T} dV - a^2 \int_0^T \iint_{\partial G} \frac{\partial(\delta v)}{\partial \vec{n}} \delta v dS dt + & + a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt = & + a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt = \\
&= \frac{1}{2} \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV - & = a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} h(t) \delta v(x, y, z, t) dS dt \leq \\
&- a^2 \int_0^T \iint_{\partial G} \gamma (h(t) - \delta v) \delta v dS dt + & \leq \frac{a^2 \gamma}{2} \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt = & + \frac{a^2 \gamma}{2} \int_0^T \iint_{\partial G} (h(t))^2 dS dt = \\
&= \frac{1}{2} \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV - & = \frac{a^2 \gamma}{2} \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&- a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} h(t) \delta v(x, y, z, t) dS dt + & + \frac{a^2 \gamma}{2} S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt. \\
&+ a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt.
\end{aligned}$$

Таким образом,

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2} \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV - \\
&- a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} h(t) \delta v(x, y, z, t) dS dt + \\
&+ a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt +
\end{aligned}$$

Следовательно,

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2} \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV + \\
&+ \frac{a^2 \gamma}{2} \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt \leq \\
&\leq \frac{a^2 \gamma}{2} S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt.
\end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} & \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV \leq \\ & \leq \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV + \\ & + a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta v(x, y, z, t))^2 dS dt + \\ & + 2a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta v)|^2 dV dt \leq \\ & \leq a^2 \gamma S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt, \end{aligned}$$

и мы приходим к оценке

$$\begin{aligned} & \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV \leq \\ & \leq a^2 \gamma S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt, \end{aligned} \quad (13)$$

откуда следует, что

$$\begin{aligned} & \frac{\iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV}{\|h\|_{L_2}} \leq \\ & \leq \frac{a^2 \gamma S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt}{\sqrt{\int_0^T (h(t))^2 dt}} = a^2 \gamma S(\partial G) \|h\|_{L_2} \rightarrow 0 \end{aligned}$$

при  $\|h\| \rightarrow 0$ , т. е.

$$\iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV = o(\|h\|_{L_2}) \quad (14)$$

при  $\|h\| \rightarrow 0$ .

Подставив (12) и (14) в (8), получим

$$\begin{aligned} \Delta J = a^2 \gamma \int_0^T \left( \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u) dS \right) h(t) dt + \\ + o(\|h\|_{L_2}). \end{aligned} \quad (15)$$

Таким образом, функционал (1) является дифференцируемым в каждой точке  $u \in U$ , при этом градиент функционала имеет вид

$$J'[u(t)] = a^2 \gamma \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u) dS, \quad (16)$$

где  $\psi(x, y, z, t, u)$  – решение краевой задачи (9)–(11).

Докажем, что градиент функционала (1) удовлетворяет условию Липшица. Для этого с помощью (9)–(11) запишем краевую задачу для функции  $\delta\psi = \psi(x, y, z, t, w) - \psi(x, y, z, t, u)$ , где  $w(t) = u(t) + h(t)$ :

$$\begin{aligned} (\delta\psi)_t + a^2 \Delta(\delta\psi) = 0, \\ (x, y, z) \in G, \quad 0 \leq t < T; \end{aligned} \quad (17)$$

$$\frac{\partial(\delta\psi)}{\partial \bar{n}} \Big|_{(x, y, z) \in \partial G} = -\gamma(\delta\psi) \Big|_{(x, y, z) \in \partial G}, \quad (18)$$

$$\delta\psi|_{t=T} = 2\delta v(x, y, z, T). \quad (19)$$

Умножим уравнение (17) на  $\delta\psi(x, y, z, t)$ , проинтегрируем его по  $[0, T] \times G$  и, учитывая краевые и начальные условия (18) и (19), получим:

$$\begin{aligned} 0 = \int_0^T \left( \iiint_G ((\delta\psi)_t + a^2 \Delta(\delta\psi)) \delta\psi dV \right) dt = \\ = \iiint_G \left( \int_0^T (\delta\psi)_t \delta\psi dt \right) dV + \\ + a^2 \int_0^T \left( \iiint_G \Delta(\delta\psi) \delta\psi dV \right) dt = \\ = \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi)^2 \Big|_{t=0}^{t=T} dV + a^2 \int_0^T \iint_{\partial G} \frac{\partial(\delta\psi)}{\partial \bar{n}} \delta\psi dS dt - \\ - a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta\psi)|^2 dV dt = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi(x, y, z, T))^2 dV - \\
&- \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi(x, y, z, 0))^2 dV - \\
&- a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt - \\
&- a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta\psi)|^2 dV dt = \\
&= 2 \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV - \\
&- \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi(x, y, z, 0))^2 dV - \\
&- a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt - \\
&- a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta\psi)|^2 dV dt.
\end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned}
&2 \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV = \\
&= \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi(x, y, z, 0))^2 dV + \\
&+ a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt + \\
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta\psi)|^2 dV dt.
\end{aligned}$$

Учитывая неравенство (13), получим

$$\begin{aligned}
&a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt \leq \\
&\leq \frac{1}{2} \iiint_G (\delta\psi(x, y, z, 0))^2 dV + \\
&+ a^2 \gamma \int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&+ a^2 \int_0^T \iiint_G |\text{grad}(\delta\psi)|^2 dV dt = \\
&= 2 \iiint_G (\delta v(x, y, z, T))^2 dV \leq \\
&\leq 2a^2 \gamma S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt,
\end{aligned}$$

т. е.

$$\int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt \leq 2S(\partial G) \int_0^T (h(t))^2 dt.$$

Тогда в силу неравенства

$$\begin{aligned}
&\left| \iint_{\partial G} \delta\psi(x, y, z, t) dS \right| \leq \\
&\leq \sqrt{\iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS} \cdot \sqrt{S(\partial G)}
\end{aligned}$$

имеем

$$\begin{aligned}
&\|J'[w] - J'[u]\|_{L_2} = \\
&= \sqrt{\int_0^T (J'[w(t)] - J'[u(t)])^2 dt} = \\
&= a^2 \gamma \sqrt{\int_0^T \iint_{\partial G} (\psi(x, y, z, t, w) - \psi(x, y, z, t, u)) dS dt} = \\
&= a^2 \gamma \sqrt{\int_0^T \left( \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t)) dS \right)^2 dt} \leq \\
&\leq a^2 \gamma \sqrt{S(\partial G)} \sqrt{\int_0^T \iint_{\partial G} (\delta\psi(x, y, z, t))^2 dS dt} \leq \\
&\leq a^2 \gamma \sqrt{S(\partial G)} \cdot \sqrt{2S(\partial G)} \sqrt{\int_0^T (h(t))^2 dt} = \\
&= a^2 \gamma \sqrt{2} S(\partial G) \sqrt{\int_0^T (w(t) - u(t))^2 dt}.
\end{aligned}$$

Таким образом, градиент  $J'[u]$  функционала (1) удовлетворяет условию Липшица

$$\|J'[w] - J'[u]\|_{L_2} \leq a^2 \gamma \sqrt{2S} (\partial G) \|w - u\|_{L_2}. \quad (20)$$

Построим минимизирующую последовательность  $\{u_n(t), n \geq 0\} \subset U$  для функционала (1) с помощью метода проекции градиента:

$$u_{n+1}(t) = u_n(t) - \lambda_n \cdot a^2 \gamma \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS,$$

если

$$\alpha \leq u_n(t) - \lambda_n \cdot a^2 \gamma \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS \leq \beta;$$

$$u_{n+1}(t) = \alpha, \text{ если}$$

$$u_n(t) - \lambda_n \cdot a^2 \gamma \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS < \alpha;$$

$$u_{n+1}(t) = \beta, \text{ если}$$

$$u_n(t) - \lambda_n \cdot a^2 \gamma \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS > \beta.$$

Так как градиент функционала (1) удовлетворяет условию Липшица, то выберем параметр  $\lambda_n = \frac{1}{L} = \frac{1}{a^2 \gamma \sqrt{2S} (\partial G)}$ . Таким образом, доказана

**ТЕОРЕМА 2.** Пусть  $\varphi(x, y, z)$ ,  $\varphi^*(x, y, z) \in L_2(G)$ . Тогда функционал

$$J[u(t)] = \iiint_G (v(x, y, z, T, u) - \varphi^*(x, y, z))^2 dx dy dz,$$

где  $v(x, y, z, t, u)$  – решение краевой задачи (2)–(4), достигает минимума на множестве  $U$  в точке  $u^* \in U$ , где  $u^*(t)$  – слабый предел минимизирующей последовательности  $\{u_n(t), n \geq 0\}$  в  $L_{2[0,T]}$ ,

построенной по методу проекции градиента:

$$u_{n+1}(t) = u_n(t) - \frac{1}{\sqrt{2S} (\partial G)} \times \\ \times \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS,$$

если

$$\alpha \leq u_n(t) - \frac{1}{\sqrt{2S} (\partial G)} \times$$

$$\times \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS \leq \beta,$$

$$u_{n+1}(t) = \alpha, \text{ если}$$

$$u_n(t) - \frac{1}{\sqrt{2S} (\partial G)} \times$$

$$\times \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS < \alpha,$$

$$u_{n+1}(t) = \beta, \text{ если}$$

$$u_n(t) - \frac{1}{\sqrt{2S} (\partial G)} \times$$

$$\times \iint_{\partial G} \psi(x, y, z, t, u_n) dS > \beta,$$

функция  $\psi(x, y, z, t, u_n)$  – решение краевой задачи (9)–(11) при  $u = u_n$ .

### Цитированная литература

1. Демьянов В.Ф., Рубинов А.М. Приближенные методы решения экстремальных задач. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1968.
2. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: Физматлит, 2004.
3. Бутковский А.Г. Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами. – М.: Наука, 1965.



# ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

УДК 519.243

*Ю.А. Долгов*, д-р техн. наук, проф.

*А.Ю. Долгов*, канд. техн. наук, доц.

*Ю.А. Столяренко*, канд. техн. наук, доц.

## АНАЛИЗ ВЫБОРОК МАЛОГО ОБЪЕМА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

*Изложены результаты теоретических исследований и приведены примеры их применения в области статистической обработки выборок малого объема, позволяющие в 1,5–3,0 раза увеличить точность (уменьшить ошибку) определения параметров выборки и других расчетов на их основе по сравнению с методами классической статистики.*

### Введение

В ряде промышленных производств и при научных исследованиях в экономике, медицине, сельском хозяйстве, образовании и других областях могут возникнуть ситуации, когда невозможно получить выборку достаточно большого объема, пригодную для обработки методами классической математической статистики с нужной точностью (эффективностью). Попытки применить эти методы к выборкам малого объема, как правило, приводят к неприемлемо большим ошибкам. Для устранения этого недостатка разработана специализированная методика расчета параметров выборок малого объема, уточнены границы ее применения и приведены примеры использования в различных областях народного хозяйства.

### 1. Метод точечных распределений

Практические методы статистической обработки любой выборки, как правило, основаны на идее группировки данных (гистограмма, полигон и т. п.). Однако теоретическими трудами [1] доказано, что группировка данных вызывает уменьшение информации, которая извлекается из выборки.

Если при применении методов обработки, основанных на группировке данных, можно получить необходимую точность и достоверность, то выборка содержит избыточную информацию и является достаточной. Выборку следует считать малой, если при ее обработке теми же методами нельзя достичь заданной точности и достоверности.

Выборкой малого объема называется выборка, содержащая от 3 [2] до 20 [3] элементов. Для устранения (уменьшения) потерь информации при обработке выборки малого объема необходимо отказаться от группировки данных и перейти к методу, основанному на использовании каждой отдельной реализации (измерения), т. е. к методу точечных распределений (МТР) [4–6]. Для этого каждое измерение следует считать центром распределения с известным законом [1].

В основу МТР положено предварительное числовое определение эмпирической функции распределения (эквивалентной выборки)

$$f^*(X) = \alpha_0 \cdot f_0(X) + (1 - \alpha_0) \cdot f_n^*(X), \quad (1)$$

где  $\alpha_0$  – ценность априорной информации;  $f_0(X)$  – априорная компонента, несущая информацию о форме закона распределения;  $f_n^*(X) = C(\rho) \sum_{i=1}^n \mu_i \psi_i(\rho, X)$  – эмпирическая компонента;  $C(\rho) = \left( \int_{-\rho}^{+\rho} \psi(\rho, X) dx \right)^{-1}$  – нормирующий множитель;  $\rho$  – половина интервала определения ядра;  $\sum_{i=1}^n \mu_i = 1$  – коэффициенты нормировки при ядрах;  $\psi_i(\rho, X)$  – некоторая функция (ядро) при  $i$ -м измерении.

Полная оценка плотности распределения удовлетворяет весьма важным для оценок свойствам состоятельности и несмещенности. Эффективность оценки зависит от формы ядра. Исследованиями [1] установлено, что наиболее оптимальной формой является дельтообразная:

$$\psi_i(\rho, X) = \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right],$$

где  $X_i$  – элементы реальной выборки;  $\rho = \rho'(b - a)$ ;  $a, b$  – интервал определения

эквивалентной выборки (расчет по формулам табл. 1);  $\rho'$  – вспомогательный коэффициент, который определяется эмпирически для каждого класса распределения  $f(x)$  и объема исходной выборки  $n$  (числовые данные вычисляются по формулам табл. 1);  $X_j = a + (2j - 1) \cdot \frac{b - a}{2k}$  – центр  $j$ -го интервала дискретности. Интервал эквивалентной выборки ( $a, b$ ) разбивается на  $k$  интервалов дискретности (обычно  $k = 30$ ).

Тогда значения нормированной плотности вероятности на интервале с центром в точке  $X_j$  будут иметь вид

$$f^*(X_j) = \frac{k}{b - a} \cdot \frac{f'(X_j)}{\sum_{j=1}^k f'(X_j)}, \quad (2)$$

где  $f'(X_j)$  – значения ненормированной оценки плотности в центре  $j$ -го интервала дискретности:

$$f'(X_j) = \alpha_0 \cdot f_0(X) + (1 - \alpha_0) \times \frac{3A_i}{n\rho\sqrt{2\pi}} \sum_{i=1}^n p_{ij} \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]; \quad (3)$$

$p_{ij}$  – условие «накрывания» интервалом ядра  $\pm\rho$   $i$ -й дельтообразной функции центра  $j$ -го интервала дискретности:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } X_{in} \leq X_j \leq X_{ie}; \\ 0 & \text{– в остальных случаях;} \end{cases}$$

$A_i$  – корректировочный коэффициент для каждого элемента  $X_i$ , который равен:

а) для экспоненциального, гамма- (при  $\eta \leq 1$ ) и Вейбулла- (при  $\eta \leq 1$ ) распределения:

$$A_i = \begin{cases} 1 - \frac{X_i - \rho - a}{\rho}, & \text{если } X_{in} = a; \\ 1 & \text{– в остальных случаях;} \end{cases}$$

б) для остальных видов распределений  $A_i \equiv 1$ .

Эмпирическое распределение  $f^*(X)$  и его компоненты могут быть использованы для получения оценок параметров распределения повышенной эффективности, если воспользоваться процедурой формального определения математического ожидания  $m_X^*$ , дисперсии  $\mu_2^*$  и других центральных и основных моментов. Оценки соответствующих величин будут равны:

$$m_X^* = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} X_j \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]}; \quad (4)$$

$$\mu_2^* = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} X_j^2 \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]} - (m_X^*)^2; \quad (5)$$

$$\mu_3^* = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} X_j^3 \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]} - 3\mu_2^* m_X^* - (m_X^*)^3; \quad (6)$$

$$\mu_4^* = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} X_j^4 \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n p_{ij} \exp \left[ -4,5 \cdot \left( \frac{X_i - X_j}{\rho} \right)^2 \right]} - 4\mu_3^* m_X^* - 6\mu_2^* (m_X^*)^2 - (m_X^*)^4. \quad (7)$$

Тогда коэффициент асимметрии можно рассчитать по формуле

$$r_3^* = \frac{\mu_3^*}{(\mu_2^*)^{3/2}}, \quad (8)$$

а коэффициент эксцесса – по формуле

$$r_4^* = \frac{\mu_4^*}{(\mu_2^*)^2}. \quad (9)$$

Поскольку вычисления выборочных моментов по формулам (4)–(9) неизбежно являются приближительными, то для ориентировки в табл. 1 приведены теоретические значения коэффициентов асимметрии и эксцесса [7]. Эти значения однозначно определяют вид закона распределения генеральной совокупности, из которой взяты выборки малого объема.

Вопрос о наличии объема выборки, эквивалентной в смысле полученной информации той, с которой мы имели бы дело при классических методах определения параметров выборки, легко решить через  $D$ -статистику Колмогорова [8] и с помощью аналогичной ей  $D_n$ -статистики, вычисленной в условиях малых выборок [1].

Считая, что количество информации в малой и эквивалентной выборках одинаково, можно написать равенство для одной и той же доверительной вероятности

$$D\sqrt{n} = D_n\sqrt{n_3},$$

решая которое, найдем

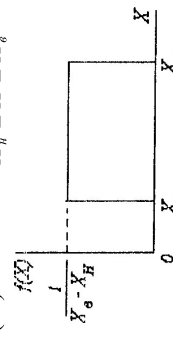

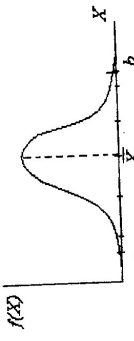
$$n_3 = n \left( \frac{D}{D_n} \right)^2, \quad (10)$$

где  $n$  – объем малой выборки;  $n_3$  – объем эквивалентной по информации выборки при условии нахождения ее параметров по классическим формулам математической статистики:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i; \quad S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2. \quad (11)$$

Таблица 1

Границы эквивалентных выборок ( $a, b$ ), вспомогательные коэффициенты  $\rho'$  и теоретические значения коэффициентов асимметрии  $r_3$  и эксцесса  $r_4$

Распределение	Вид и форма	Границы эквивалентных выборок	Коэффициенты асимметрии $r_3$ и эксцесса $r_4$ , коэффициент $\rho'$
равномерное	$f(X) = 1/b \cdot a \quad X_n \leq X \leq X_6$ 	$a = X_H$ $b = X_6$	$r_3 = 0$ $r_4 = 1,8$ $0,6993 - 0,0012n - 0,000088 n^2$
экспоненциальное	$f(X) = \lambda \exp(-\lambda X)$ 	$a = 0$ $b = 3,912 X$	$r_3 = 2$ $r_4 = 9$ $0,3788 - 0,00065 n^2 + 1,5637 e^{-n}$
нормальное	$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{X^2}{2}\right); -\infty \leq X \leq +\infty$ 	$a = X - 2,4S$ $a = X + 2,4S$	$r_3 = 0$ $r_4 = 3$ $\frac{0,3430n}{n - 0,7066}$
логарифмически нормальное	$f(X) = \frac{1}{\sigma X \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\log X - \mu)^2}{2\sigma^2}\right];$ $\mu = \frac{1}{n} \sum \log X_i; \quad \omega = \exp \sigma^2;$ $\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum (\log X_i - \mu)^2$	$a = \exp(\mu - 2,4\sigma)$ или $a = 0$ $b = \exp(\mu + 2,4\sigma)$	$r_3 = (\omega + 2)\sqrt{\omega - 1}$ $r_4 = \omega^4 + 2\omega^3 + 3\omega^2$ $0,8406 - 0,3196 \ln n + 0,0674 (\ln n)^2$

<p>Хи - квадрат</p>	<p><math>f(x) = \frac{x^{(\nu-2)/2} \exp\left(-\frac{x}{2}\right)}{2^{\nu/2} \Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)}</math>, <math>\nu</math>-число степ. св.</p>	<p><math>a = 0</math>  <math>b = 4,588 + 1,835n - 0,0174n^2</math></p>	<p><math>r_3 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{\nu}}</math>  <math>r_4 = 3 + \frac{12}{\nu}</math>  <math>0,8406 - 0,3196 \ln n + 0,0674(\ln n)^2</math></p>
<p>Гамма</p>	<p><math>f(x) = \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} x^{\eta-1} \cdot e^{-\lambda x}</math></p>	<p><math>a = \theta</math>  <math>b = \theta + \frac{1}{\lambda} (1,985 + 2,015\eta - 0,059\eta^2)</math>          где <math>\theta</math> – смещение (начало выборки)</p>	<p><math>r_3 = \frac{2}{\sqrt{\eta}}</math>  <math>r_4 = \frac{3(\eta + 2)}{\eta}</math>  <math>0,8406 - 0,3196 \ln n + 0,0674(\ln n)^2</math></p>
<p>Вейбулла</p>	<p><math>f(x) = \frac{\eta}{g} \left(\frac{x}{g}\right)^{\eta-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{g}\right)^\eta\right]</math></p>	<p><math>a = 0</math> (или <math>\theta</math>)  <math>b = g \cdot \sqrt[\eta]{3,912}</math>          или  <math>b = \theta + g \cdot \sqrt[\eta]{3,912}</math>          где <math>\theta</math> – смещение</p>	<p><math>r_3 = \frac{r\left(1 + \frac{3}{\eta}\right) - 3r\left(1 + \frac{2}{\eta}\right)r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right) + 2\left[r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right)\right]^3}{\left\{r\left(1 + \frac{2}{\eta}\right) - r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right)\right\}^2}^{3/2}</math>;  <math>r_4 = \frac{r\left(1 + \frac{4}{\eta}\right) - 4r\left(1 + \frac{3}{\eta}\right)r\left(1 + \frac{2}{\eta}\right) + 6r\left(1 + \frac{2}{\eta}\right)\left[r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right)\right]^2 - 3\left[r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right)\right]^4}{\left\{r\left(1 + \frac{2}{\eta}\right) - r\left(1 + \frac{1}{\eta}\right)\right\}^4}</math>;  <math>0,8406 - 0,3196 \ln n + 0,0674(\ln n)^2</math></p>

Результаты расчетов для некоторых объемов (с округлением до целых) представлены в табл. 2.

Теперь можно произвести сравнительные расчеты интервальных оценок параметров малой и эквивалентных выборок по классическим формулам. Например, для дисперсий:

$$\frac{nS^2}{\chi_2^2} < \sigma^2 < \frac{nS^2}{\chi_1^2} \quad (12)$$

и

$$\frac{n_3 \mu_2^*}{\chi_2^{2*}} < \mu_2 < \frac{n_3 \mu_2^*}{\chi_1^{2*}}. \quad (13)$$

Пусть в результате измерений контрольной выборки в некотором технологическом процессе получены значения контрольного параметра  $X$ , распределенного по нормальному закону: 5,73; 6,40; 7,70; 8,07; 8,47. Тогда точечные оценки дисперсий, рассчитанные по формулам (11) и (4), будут равны:

$$S^2 = 1,3483;$$

$$\mu_2^* = 1,7370,$$

а интервальные по формулам (12) и (13) –

$$\frac{5 \cdot 1,3483}{10,14} < \sigma^2 < \frac{5 \cdot 1,3483}{0,484}$$

$$\text{или } 0,605 < \sigma^2 < 13,929;$$

$$\frac{17 \cdot 1,7370}{28,85} < \mu_2 < \frac{17 \cdot 1,7370}{6,908}$$

$$\text{или } 1,024 < \mu_2 < 4,275.$$

Для наглядности представим полученные результаты в графическом виде (рис. 1).

Сокращение размера интервальной дисперсии в 3 раза открывает большие возможности для применения на практике разработанного метода точечных распределений.

Таблица 2

Реальные  $n$  и эквивалентные  $n_3$  объемы выборок

$N$	3	4	5	6	7	8	9	10
$D/D_n$	1,863	1,891	1,876	1,821	1,791	1,780	1,741	1,690
$n_3$	10	14	17	20	23	25	27	29
$\sigma(S)/\sigma, \%$	46,6	38,9	34,1	30,7	28,2	26,2	24,5	23,2
$\sigma(\sqrt{\mu_2^*})/\sigma, \%$	23,2	19,4	17,5	16,1	15,0	14,3	13,8	13,3

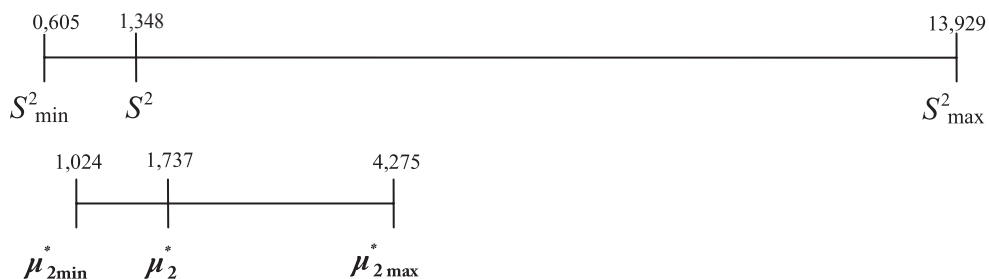


Рис. 1. Сравнительные размеры интервальных дисперсий

## 2. Повышение эффективности выборочного контроля

Принятый в настоящее время на большинстве микросхемотехнических предприятий граничный метод пооперационного контроля электрических и электрофизических параметров кристаллов ИМС заключается в том, что на пластине производится только 5 (или 10) измерений контролируемого параметра в специально приспособленных для этого кристаллах, которые называются тестовыми ячейками (ТЯ).

Для анализа ситуации укажем, что на каждой пластине имеется несколько сотен или тысяч кристаллов. В терминах математической статистики можно сказать, что на пластине имеется распределение, близкое к генеральной совокупности, о параметрах которого мы судим по выборке чрезмерного малого объема и, следовательно, можем получить о них неверное представление.

Ниже предложен способ увеличения точности оценки возможного брака (в %) применительно к каждой пластине.

Особенностью диапазона прогнозируемого брака является его двойственное происхождение от объективных и субъективных причин. К объективным причинам следует отнести объем выборки  $n$ , коэффициент перекрытия нормы  $v = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{T_B - T_H}$ , расположение конкретных значений контролируемого параметра на числовой оси (рис. 2), а к субъективным причинам – большую ошибку при исчислении среднеквадратического отклонения (СКО) (вид формулы и ее интервальную оценку). Ясно, что объективные причины могут служить инструментом управления качеством изделий (и/или технологического процесса), а влияние субъективных причин следует уменьшать всеми доступными способами.

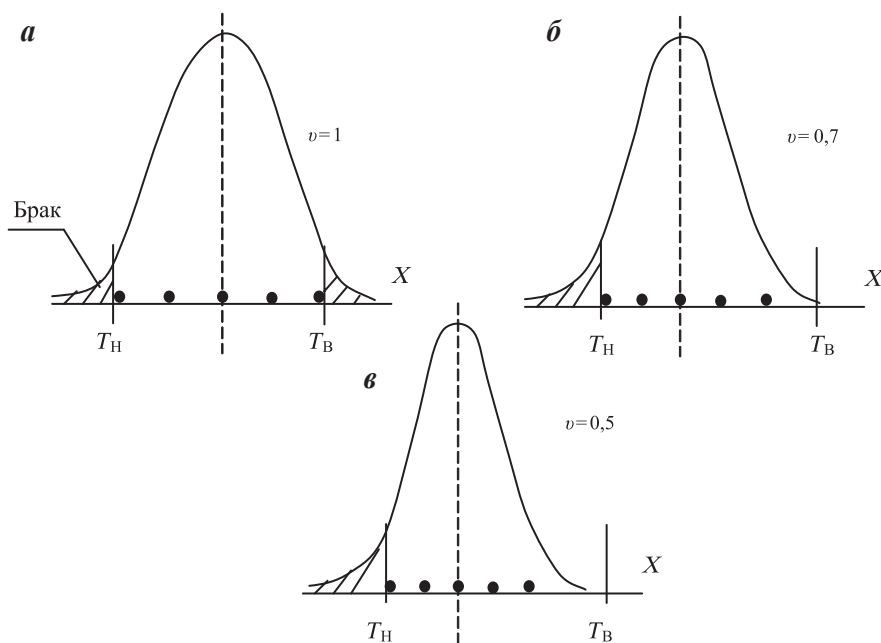


Рис. 2. Варианты расположения измерений на числовой оси: а – минимальный брак; б – наимвероятнейший брак; в – максимальный брак



Предшествующими исследованиями установлено, что из всех существующих в науке формул расчета СКО наиболее близкую к реальной картине дает формула (11) и ее интервальная оценка (12) [9, 10]. Тогда величины прогнозируемого брака при классическом граничном методе выборочного пооперационного контроля могут быть представлены в виде табл. 3. Аналогичную таблицу можно привести и для случая пластины с десятью ТЯ [11].

Анализ табл. 3 подтвердил, что величина брака существенным образом зависит от объективной причины – коэффициента перекрытия нормы (до двух раз) и от субъективной причины – формулы расчета СКО. Таким образом, применение классических статистических методов в производстве ведет к значительным экономическим потерям по причине их малой чувствительности.

Выходом из положения может служить эквивалентное (виртуальное) увеличение

Таблица 3

**Величина прогнозируемого брака (%) на пластине с пятью ТЯ при граничном методе контроля для различных значений коэффициента перекрытия нормы  $\nu$  и расчете СКО по формулам (11) и (12)**

Прогнозируемый брак	СКО по формуле	Число измерений, не выходящих за пределы нормы, $m$										
		$m = 5$			$m = 4$			$m = 3$				
		$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$	$\nu = 1,3$	$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$	$\nu = 2,0$	$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$
Минимальный	$\min S$	-	0,7	0	20,1	6,0	3,0	3,3	31,6	6,0	17,2	17,2
	$S$	-	7,1	1,1	36,5	20,6	11,1	11,1	49,3	20,8	26,5	26,4
	$\max S$	-	57,4	43,1	76,8	69,4	57,9	47,3	83,1	69,5	59,9	50,7
Наивероятнейший	$\min S$	-	1,8	1,5	32,9	20,5	11,1	10,3	44,1	26,0	33,6	33,6
	$S$	-	8,7	5,7	43,2	35,7	19,6	18,7	54,2	35,7	38,2	38,2
	$\max S$	-	57,7	44,8	76,8	69,7	58,9	48,9	84,4	70,5	61,5	53,2
Максимальный	$\min S$	5,3	3,0	3,0	45,5	35,0	19,3	17,2	56,7	50,0	50,0	50,0
	$S$	20,6	10,2	10,3	49,7	50,7	58,1	26,4	59,1	50,6	50,0	50,0
	$\max S$	69,4	57,9	46,5	76,7	70,0	59,8	50,6	85,7	71,6	63,0	55,8

Таблица 4

**Величина прогнозируемого брака (%) на пластине с пятью ТЯ при эквивалентном граничном методе контроля для различных значений коэффициента перекрытия нормы  $\nu$  и при расчете СКО по формулам (5) и (13)**

Прогнозируемый брак	СКО по формуле	Число измерений, не выходящих за пределы нормы, $m$										
		$m = 5$			$m = 4$			$m = 3$				
		$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$	$\nu = 1,3$	$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$	$\nu = 2,0$	$\nu = 1,0$	$\nu = 0,7$	$\nu = 0,5$
Минимальный	$\min \sqrt{\mu_2^*}$	-	2,5	0	25,7	11,4	5,6	5,8	43,3	11,6	26,8	21,8
	$\sqrt{\mu_2^*}$	-	12,9	1,6	37,6	22,8	18,2	11,7	55,0	23,0	36,7	27,6
	$\max \sqrt{\mu_2^*}$	-	28,4	13,3	57,0	41,2	31,1	35,3	76,8	45,7	39,7	36,0
Наивероятнейший	$\min \sqrt{\mu_2^*}$	-	4,1	3,0	36,4	16,8	16,1	13,7	49,6	26,1	38,4	35,9
	$\sqrt{\mu_2^*}$	-	15,8	6,5	44,3	26,7	26,3	19,5	58,3	37,8	43,5	38,8
	$\max \sqrt{\mu_2^*}$	-	29,7	24,3	59,3	43,1	35,1	35,6	71,7	57,7	45,6	43,0
Максимальный	$\min \sqrt{\mu_2^*}$	11,2	5,6	5,8	47,2	22,2	26,6	21,6	55,9	40,7	50,0	50,0
	$\sqrt{\mu_2^*}$	22,6	18,1	11,5	51,0	30,7	36,4	27,4	61,6	52,7	50,2	50,0
	$\max \sqrt{\mu_2^*}$	44,9	30,9	35,3	61,7	45,1	39,2	35,8	72,7	69,2	51,6	50,2

объема выборки с помощью метода точечных распределений. Заменяя выражение (11) на величину  $\sqrt{\mu_2^*}$  из выражения (5), а интервальную оценку (12) – на интервальную оценку (13) для эквивалентного объема  $n_3 = 17$  (то же и в отношении критериев хи-квадрат), можно получить новую таблицу прогнозируемого брака (табл. 4).

Аналогичную таблицу можно привести для случая пластины с десятью ТЯ ( $n_3 = 29$ ). Сравнение данных табл. 3 и 4 показывает существенное уменьшение субъективной составляющей прогноза (до 30 %) и, следовательно, более точное принятие разбраковочного решения, при этом ложный брак уменьшается на эту же величину.

### 3. Многомерное моделирование по выборкам малого объема

Метод точечных распределений можно использовать для получения адекватных математических моделей в случаях, когда число экспериментальных данных не слишком велико.

На сегодняшний день методов, предназначенных исключительно для построения моделей по многомерным выборкам малого объема, не существует. Поэтому

приходится идти окольным путем: получить выборки повышенного (эквивалентного) объема для каждого фактора  $X_i$  и целевой функции  $Y$ , используя МТР, или определенным образом состыковать их и применить к итоговой таблице большого объема один из классических методов.

Покажем методологию расчета на примере определения общего сахара бурых томатов сорта Новичок ( $Y$ ) в зависимости от срока посадки в днях, отсчитываемых от 10 мая ( $X_1$ ), и срока уборки в днях, отсчитываемых от 9 сентября ( $X_2$ ). Результаты эксперимента определялись по пяти образцам и сведены в табл. 5.

Изложение метода будем вести в виде алгоритма с одновременной иллюстрацией теоретических положений конкретными приемами расчета.

1. С помощью МТР для всех  $X_i$  и  $Y$  построим таблицы расчета ненормированных плотностей вероятности в виртуальной области. В качестве примера в табл. 6 представлен один такой расчет для фактора  $X_1$ .

2. Для каждой строки  $f$  табл. 5 исходных экспериментальных данных построим таблицы виртуальных данных МТР, в которые внесем одновременно величины двух столбцов:  $X_{ij}$  из соответствующей таблицы ненормированных плотностей ве-

Таблица 5

План и результаты эксперимента по определению общего сахара (%) для томатов сорта Новичок

Номер строки, $f$	План эксперимента		Результат		Проверка модели	
	$X_{1f}$	$X_{2f}$	$\bar{Y}_f$	$S_f^2 \{Y\}$	$\hat{Y}_f$	$(\bar{Y}_f - \hat{Y}_f)^2$
1	1	1	2,730	0,0300	2,755	0,0006
2	1	7	2,850	0,0110	2,405	0,2016
3	4	8	1,650	0,0110	2,468	0,6693
4	4	18	2,050	0,0070	1,878	0,0295
5	21	9	3,133	0,0147	3,127	0,0001
6	21	21	3,383	0,0457	2,415	0,9368
7	25	23	2,083	0,0137	2,465	0,1460
8	25	32	1,583	0,0057	1,934	0,1233
					$\Sigma(\bullet)$	2,1072

роятностей (подобных табл. 6) и столбца  $X_{if}$ . Выравнивание (состыковка) столбцов  $X_{if}$  и  $X_{ij}$  (а также  $Y_i$  и  $Y_f$ ) должно происходить по уровню максимальной плотности вероятности. В нашем случае таких таблиц должно быть три. Пример состыковки таблиц виртуальных данных МТР вместе с их ненормированными плотностями вероятности для случая строки  $f = 2$  табл. 5 приведен в табл. 7.

3. Из всех таблиц, найденных в п. 2 настоящего алгоритма, удалим не полностью заполненные строки (выше и ниже линий границ табл. 7), а также все столб-

цы, обозначающие ненормированные плотности вероятности. Состыковка отредактированных таблиц происходит в порядке нумерации строк исходной табл. 5. Результаты создания полной выборки многомерной МТР (ММТР) представлены в табл. 8.

4. По таблице полной выборки ММТР можно получить адекватные математические модели любыми методами пассивного эксперимента, наиболее точным из которых является метод наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов (МНКО) [4].

Таблица 6

Расчет ненормированных плотностей вероятностей для каждого измерения фактора  $X_1$

$j$	$X_{1j}$	$X_{1f}$							
		1	1	4	4	21	21	25	25
1	1,0	1,000	1,000	0,861	0,861	0,001	0,001		
2	1,8	0,989	0,981	0,923	0,923	0,002	0,002		
3	2,6	0,958	0,958	0,968	0,968	0,004	0,004		
4	3,4	0,908	0,908	0,994	0,994	0,006	0,006		
5	4,2	0,843	0,843	0,999	0,999	0,009	0,009		
6	5,0	0,766	0,766	0,983	0,983	0,014	0,014	0,001	0,001
7	5,8	0,681	0,681	0,947	0,947	0,021	0,021	0,002	0,002
8	6,6	0,593	0,593	0,893	0,893	0,032	0,032	0,004	0,004
9	7,4	0,505	0,505	0,825	0,825	0,046	0,046	0,006	0,006
10	8,2	0,422	0,422	0,745	0,745	0,065	0,065	0,009	0,009
11	9,0	0,344	0,344	0,659	0,659	0,091	0,091	0,014	0,014
12	9,8	0,275	0,275	0,571	0,571	0,124	0,124	0,021	0,021
13	10,6	0,215	0,215	0,484	0,484	0,165	0,165	0,032	0,032
14	11,4	0,165	0,165	0,402	0,402	0,215	0,215	0,046	0,046
15	12,2	0,124	0,124	0,326	0,326	0,275	0,275	0,065	0,065
16	13,0	0,091	0,091	0,259	0,259	0,344	0,344	0,091	0,091
17	13,8	0,065	0,065	0,202	0,202	0,422	0,422	0,124	0,124
18	14,6	0,046	0,046	0,154	0,154	0,505	0,505	0,165	0,165
19	15,4	0,032	0,032	0,115	0,115	0,593	0,593	0,215	0,215
20	16,2	0,021	0,021	0,084	0,084	0,681	0,681	0,275	0,275
21	17,0	0,014	0,014	0,060	0,060	0,766	0,766	0,344	0,344
22	17,8	0,009	0,009	0,042	0,042	0,843	0,843	0,422	0,422
23	18,6	0,006	0,006	0,029	0,029	0,908	0,908	0,505	0,505
24	19,4	0,004	0,004	0,019	0,019	0,958	0,958	0,593	0,593
25	20,2	0,002	0,002	0,013	0,013	0,989	0,989	0,681	0,681
26	21,0	0,001	0,001	0,008	0,008	1,000	1,000	0,766	0,766
27	21,8			0,005	0,005	0,989	0,989	0,843	0,843
28	22,6			0,003	0,003	0,958	0,958	0,908	0,908
29	23,4			0,002	0,002	0,908	0,908	0,958	0,958
30	24,2			0,001	0,001	0,843	0,843	0,989	0,989

Таблица 7

Пример состыковки таблиц виртуальных данных для случая строки  $f = 2$  табл. 5

$X_1$	$P_1$	$X_2$	$P_2$	$Y$	$P_Y$
				1,940	0,086
				2,049	0,149
				2,158	0,242
		1,1	0,707	2,267	0,365
		2,2	0,795	2,376	0,514
		3,3	0,872	2,485	0,674
		4,4	0,935	2,594	0,823
		5,5	0,978	2,703	0,938
1,0	1,000	6,6	0,998	2,812	0,996
1,8	0,989	7,7	0,995	2,921	0,985
2,6	0,958	8,8	0,968	3,030	0,908
3,4	0,908	9,9	0,919	3,139	0,781
4,2	0,843	11,0	0,952	3,248	0,625
5,0	0,766	12,1	0,771	3,357	0,467
5,8	0,681	13,2	0,681	3,466	0,325
6,6	0,593	14,3	0,588	3,575	0,211
7,4	0,505	15,4	0,495	3,684	0,127
8,2	0,422	16,5	0,406	3,793	0,072
9,0	0,344	17,6	0,326		
9,8	0,275	18,7	0,255		
10,6	0,215	19,8	0,195		
11,4	0,165	20,9	0,145		
12,2	0,124	22,0	0,106		
13,0	0,091	23,1	0,075		

Решая задачу указанным методом, получим модель

$$\hat{Y} = 2,772 + 0,042X_1 - 0,059X_2, \quad (14)$$

адекватность которой доказана (см. два последних столбца табл. 5).

## Выводы

Разработанный метод точечных распределений позволяет значительно увеличить точность параметров выборок малого объема ( $n = 3 \div 20$ ) примерно в 1,5–3,0 раза и определить вид закона распределения генеральной совокупности, из которой взята выборка. Применение МТР в промышленности для обработки контрольных выборок сократит ложный брак в 1,5–2,0 раза или, если выборка достаточна, позволит сократить объем самой контрольной выборки. В многомерном случае метод дает возможность получать адекватные математические моде-

Таблица 8

## Полная выборка ММТР

$j$	$X_1$	$X_2$	$Y$	$j$	$X_1$	$X_2$	$Y$	$J$	$X_1$	$X_2$	$Y$	$j$	$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1,0	1,1	2,703	22	3,4	6,6	1,504	43	9,8	25,3	2,812	64	21,0	20,9	3,357
2	1,8	2,2	2,812	23	4,2	7,7	1,613	44	10,6	26,4	2,921	65	21,8	22,0	3,466
3	2,6	3,3	2,921	24	5,0	8,8	1,722	45	15,4	1,1	2,376	66	22,6	23,1	3,575
4	3,4	4,4	3,030	25	5,8	9,9	1,831	46	16,2	2,2	2,485	67	23,4	24,2	3,684
5	4,2	5,5	3,139	26	6,6	11,0	1,940	47	17,0	3,3	2,594	68	24,2	25,3	3,793
6	5,0	6,6	3,248	27	7,4	12,1	2,049	48	17,8	4,4	2,703	69	18,6	15,4	1,286
7	5,8	7,7	3,357	28	8,2	13,2	2,158	49	18,6	5,5	2,812	70	19,4	16,5	1,395
8	6,6	8,8	3,466	29	9,0	14,3	2,267	50	19,4	6,6	2,921	71	20,2	17,6	1,504
9	7,4	9,9	3,575	30	9,8	15,4	2,376	51	20,2	7,7	3,030	72	21,0	18,7	1,613
10	1,0	6,6	2,812	31	10,6	16,5	2,485	52	21,0	8,8	3,139	73	21,8	19,8	1,722
11	1,8	7,7	2,921	32	1,0	13,2	1,613	53	21,8	9,9	3,248	74	22,6	20,9	1,831
12	2,6	8,8	3,030	33	1,8	14,3	1,722	54	22,6	11,0	3,357	75	23,4	22,0	1,940
13	3,4	9,9	3,139	34	2,6	15,4	1,831	55	23,4	12,1	3,466	76	24,2	23,1	2,049
14	4,2	11,0	3,248	35	3,4	16,5	1,940	56	24,2	13,2	3,575	77	18,6	24,2	0,850
15	5,0	12,1	3,357	36	4,2	17,6	2,049	57	15,4	13,2	2,594	78	19,4	25,3	0,959
16	5,8	13,2	3,466	37	5,0	18,7	2,158	58	16,2	14,3	2,703	79	20,2	26,4	1,068
17	6,6	14,3	3,575	38	5,8	19,8	2,267	59	17,0	15,4	2,812	80	21,0	27,5	1,177
18	7,4	15,4	3,684	39	6,6	20,9	2,376	60	17,8	16,5	2,921	81	21,8	28,6	1,286
19	1,0	3,3	1,177	40	7,4	22,0	2,485	61	18,6	17,6	3,030	82	22,6	29,7	1,395
20	1,8	4,4	1,286	41	8,2	23,1	2,594	62	19,4	18,7	3,139	83	23,4	30,8	1,504
21	2,6	5,5	1,395	42	9,0	24,2	2,703	63	20,2	19,8	3,248	84	24,2	31,9	1,613

ли при небольшом числе строк пассивных данных, что позволяет в промышленности получить модели, пригодные для управления технологическим процессом уже на этапе пусконаладочных работ. Такие же модели можно получить при решении задач в медицине, экономике, биологии, сельском хозяйстве и других областях, примеры чего можно найти в практике работы научно-исследовательской лаборатории «Математическое моделирование» Инженерно-технического института ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

### Цитированная литература

1. Гаскаров Д.В., Шаповалов В.И. Малая выборка. – М.: Статистика, 1978. – 248 с.
2. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества надежности. – М.: Сов. радио, 1962. – 552 с.
3. Столяренко Ю.А. Контроль кристаллов интегральных схем на основе статистического моделирования методом точечных распределений: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2006. – 192 с.
4. Долгов Ю.А. Статистическое моделирование: Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. – Тирасполь: Полиграфист, 2011. – 352 с.

5. Долгов Ю.А., Долгов А.Ю., Столяренко Ю.А. Метод повышения точности вычисления параметров выборки малого объема (метод точечных распределений) // Вестник ПГУ. – 2010. – Юб. вып. – С. 232–242.

6. Столяренко Ю.А. Метод точечных распределений // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 6. – С. 75–77.

7. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. – М.: Мир, 1969. – 396 с.

8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – 3-е изд. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

9. Долгов А.Ю. Повышение эффективности статистических методов контроля и управления технологическими процессами изготовления микросхем: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 217 с.

10. Dolgov Y. A., Dolgov A.Y. Stochastic Check for Control of Electronic Wares Quality // Trans. of 10-th Intern. Symp. of Applied Stochastic Models and Data Analysis. – 12–15 June 2001. – Vol. 1/2. – Univer. Technologic de Compiegne. – France. – P. 387–390.

11. Долгов А.Ю. Повышение точности оценок параметров контрольной выборки малого объема // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 6. – С. 119–123.

УДК 621.785.52;621.785.533

*Н.И. Корнейчук*, канд. техн. наук, доц.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

*Приведены результаты исследований влияния условий осаждения хромовых покрытий из холодного саморегулирующегося электролита с ионами кобальта и режимов термообработки на их микро- и субмикроструктуру. Выявлено, что при нагреве покрытий до температуры более 673 К происходит их рекристаллизация, увеличивается размер субзерен, снижается микронапряжения и плотность дислокаций.*

Известно, что физико-механические свойства электролитических покрытий

находятся в тесной связи с их структурой, на формирование которой значи-

тельное влияние оказывают условия электрокристаллизации [1–3 и др.]. Так, повышение катодной плотности тока [3, 4] приводит к уменьшению величины блоков мозаики, росту микроискажений и плотности дислокаций. Многими исследователями [3–5 и др.] установлено, что применение различных форм поляризующих токов и изменение их параметров позволяют получить электролитические осадки с различной степенью дисперсности.

При осаждении хрома наряду с восстановлением ионов хрома на катоде происходит разряд относительно большого количества водорода, который включается в осадок и повышает его хрупкость [6–8 и др.]. При этом электролитический хром может кристаллизоваться в виде двух основных модификаций решеток – объемноцентрированной кубической ( $a = 2,876 \text{ \AA}$ ) и гексагональной плотноупакованной ( $a = 2,717 \text{ \AA}$ ).

Снейвли, получивший структуру с решеткой гранецентрированного куба ( $a = 3,8605 \text{ \AA}$ ), считает, что гранецентрированная кубическая и гексагональная структуры представляют собой модификации гидридов хрома [8].

М.А. Шлугером [6, 7] при исследовании фазового состава покрытий, полученных в тетрахроматном электролите, установлено также, что при его температуре 303 К наряду с гексагональным осаждается хром с решеткой  $\alpha$ -Mn.

А. Кнодлер [5] выявил, что осаждению гидридов хрома способствует высокая концентрация хромовой кислоты, большая плотность и сильная пульсация тока, низкая температура электролита.

С.А. Немнонов [9] показал, что образование мелкодисперсных кристаллов гексагонального хрома обусловлено одновременным выделением большого количества атомарного водорода при температуре электролита не выше 313 К.

Исследованиями авторов [8–10] установлено, что модификации гидроксида хрома являются неустойчивыми и в зависимости от среды и температуры превращаются в кубическую модификацию. Так, по наблюдениям Сасаки и Секито, гексагональная форма при комнатной температуре полностью превращается в кубическую через 40 суток, а модификация  $\alpha$ -Mn – через 230 суток. Этот процесс ускоряется, если покрытия нагревать до температуры выше 373 К [8, 9, 11 и др.].

В работах [1, 5, 9 и др.] показано, что структура основного металла может влиять на ориентацию кристаллов. Наиболее совершенная текстура покрытия формируется тогда, когда параметры ее решетки превышают не более чем на 12,5 % параметры решетки основания или меньше их на 2,5 %.

А.И. Ковбасюком [10] выявлено, что использование двухполупериодно-выпрямленного тока для питания ванны холодного хромирования с ионами  $\text{Co}^{++}$  способствует формированию преимущественно кубической фазы, обладающей повышенной стабильностью физико-механических свойств. Автором изучено также воздействие условий электролиза на структуру покрытий. Однако не исследовалось влияние температуры электролита и термообработки на параметры тонкой структуры.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы является исследование влияния режимов электролиза и температуры термообработки хромовых покрытий, осажденных из холодного саморегулирующегося электролита, на их микро- и субмикроструктуру.

### Методика проведения исследований

Для изучения микро- и субмикроструктуры электролитического хрома



использовались цилиндрические образцы диаметром 12 мм и длиной 25 мм, на которые наносились покрытия в холодном саморегулирующемся электролите, г/л:  $\text{CrO}_3 - 400$ ;  $\text{CaCO}_3 - 60$ ;  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 20$  при температуре 293–308 К и катодной плотности тока 120 А/дм<sup>2</sup>. Толщина слоя осадков составляла 100–900 мкм. Из этих образцов изготавливались поперечные шлифы.

Для выявления структуры осадков хрома проводилось анодное травление шлифов в 30%-ном растворе хромовой кислоты при комнатной температуре.

При исследовании параметров тонкой структуры эталонами служили хромовые покрытия, отожженные при температуре 1073 К и давлении  $2 \cdot 10^{-5}$  мм рт. ст. в течение пяти часов.

Микроструктуру покрытий исследовали на оптическом микроскопе МИМ-8М, а субмикроструктуру – на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 в  $\alpha$ -Со-излучении. Разделение рентгеновских линий проводили по методу Ретингера [12], момент второго порядка ( $W$ ) определяли по формуле

$$W = \frac{\sum_{-n}^n I_n \cdot X_n^2}{\sum_{-n}^n I_n},$$

где  $I_n$  – интенсивность отражения;  $X_n$  – расстояние от центра тяжести линии в углах  $2\theta$ , выраженное в радианах.

Величину блоков мозаики  $D$  вычисляли по следующему выражению:

$$D = \frac{k \cdot \lambda}{2\pi^2 A \cdot \cos \theta},$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, равный 1, 2;  $\lambda$  – длина волны используемого излучения;  $A = \text{tg} \alpha$ , который определяется наклоном прямой из графика, построенного в координатах  $W - 2X_n$ ;  $\theta$  – угол отражения.

Величина микронапряжений кристаллической решетки ( $\varepsilon$ ) рассчитывалась по формуле

$$\varepsilon = \frac{1}{2} B^{1/2} \cdot \text{ctg} \theta,$$

где  $B$  определяется графически как ордината отсекаемой прямой.

Плотность дислокаций вычисляли по формуле П.Б. Хирша [12]:

$$\rho = \frac{\beta}{3 \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{D}},$$

где  $\beta$  – угол разориентировки (в радианах), который определяется экспериментально;  $\mathbf{v}$  – вектор Бюргера.

## Результаты исследований

Нами было выявлено, что микро- и субмикроструктура изучаемых хромовых покрытий зависит от условий электролиза и термообработки. Так, металлографическими исследованиями установлено, что осадкам хрома, полученным в широком диапазоне плотностей тока, присуща трещиноватость (рис. 1).

В большинстве случаев трещины зарождаются в местах наличия посторонних включений и ориентированы преимущественно перпендикулярно материалу подложки. Количество и размер трещин зависят от условий электролиза. Так, повышение плотности катодного тока  $D_k$  во всех случаях приводит к увеличению числа микротрещин на единицу длины подложки (см. рис. 1, *а, б, в*), способствует образованию и развитию сетки трещин на поверхности осадка при уменьшении размеров самих трещин (см. рис. 1, *а', б', в'*). Повышение температуры исследуемого электролита оказывает влияние на структуру аналогично повышению  $D_k$ .

Такой характер развития трещиноватости в зависимости от режимов электро-



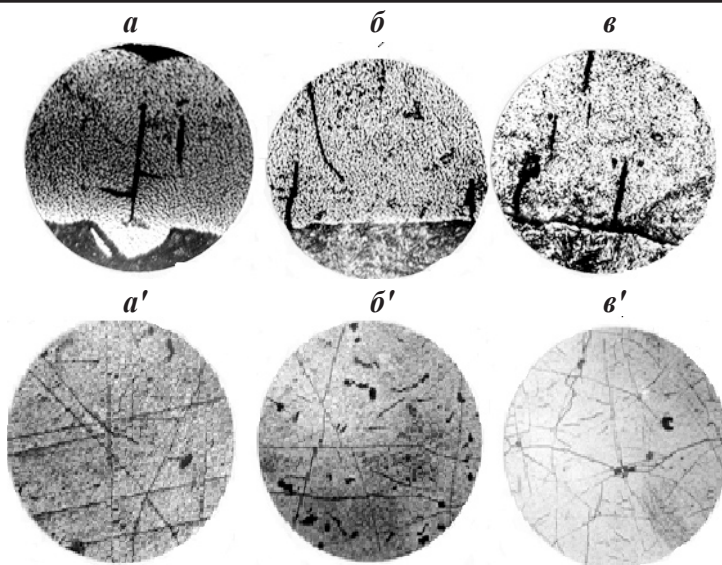


Рис. 1. Влияние катодной плотности тока на структуру и морфологию хромовых покрытий, осажденных из холодного саморегулирующегося электролита при  $T_{эл} = 293$  К:  
 а, а' –  $D_k = 60$  А/дм<sup>2</sup>; б, б' –  $D_k = 120$  А/дм<sup>2</sup>; в, в' –  $D_k = 180$  А/дм<sup>2</sup> ( $\times 600$ )

лиза можно объяснить тем, что в процессе кристаллизации гальванического покрытия возникают растягивающие напряжения, величина которых превышает предел его прочности, в результате чего образуются трещины. При высоких температурах электролита и низких значениях  $D_k$  осаждаются менее напряженные, более мягкие покрытия, внутренние напряжения достигают своей предельной величины при сравнительно больших толщинах покрытия, при этом образуются редкие, но глубокие микротрещины. При более жестких режимах реализация растягивающих напряжений происходит в сравнительно малых слоях (см. рис. 1, в). Так, увеличение катодной плотности тока и снижение  $T_{эл}$  приводит к повышению потенциала, что способствует преобладанию процесса образования новых центров кристаллизации над процессом их роста. Поэтому осадки в этом случае более напряженные, а реализация внутренних напряжений происходит в сравнительно малых слоях покрытия.

Исследования показали (см. рис. 1, а, б, в), что хромовые осадки, полученные в холодном саморегулирующемся электролите при  $T_{эл} = 293\text{--}297$  К и  $D_k = 90\text{--}180$  А/дм<sup>2</sup>, имеют столбчатую структуру (ориентированную перпендикулярно поверхности основания), которая хорошо выявляется на оптическом микроскопе, чего нельзя сказать о структуре покрытий, полученных в горячих электролитах хромирования. Это, по-видимому, можно объяснить, во-первых, влиянием структуры покрываемого катода, во-вторых, повышенным содержанием  $CrO_3$  в растворе, а также специфическим воздействием ионов кобальта на процесс электрокристаллизации. В работах [10, 13] показано, что металл-ионы кобальта способствуют увеличению скорости активации поверхности катода, что приводит к осаждению менее напряженных покрытий с меньшим включением водорода.

Изучение микрошлифов хромовых покрытий позволило установить, что тем-

пература нагрева оказывает существенное влияние на их структуру (рис. 2). Так, нагрев хромированного образца до 373 К с выдержкой при данной температуре в течение двух часов не приводит к существенным структурным изменениям (см. рис. 2, *a*). Дальнейшее повышение температуры до 473 К способствует образованию новых трещин (см. рис. 2, *б*), которые при  $T_{\text{то}} = 573\text{--}673$  К увеличиваются, а при  $T_{\text{то}} > 773$  К некоторые из них исчезают (см. рис. 2, *в*). При этом столбчатая структура становится менее выраженной. Кроме того, на поверхности хромированных образцов наблюдается развитие сетки трещин, которая тем больше, чем выше температура нагрева (см. рис. 2, *a'*, *б'*, *в'*). В отдельных случаях при высоких температурах нагрева ( $T_{\text{н}} > 673$  К) было обнаружено значительное растрескивание покрытий с их отслоением от подложки. Вероятно, режимы термообработки могут оказывать существенное влияние на прочность сцепления покрытия с материалом образца (детали).

Структурные изменения покрытия, вызванные нагревом образцов, можно объяснить тем, что с повышением температуры устойчивость гексагональной фазы снижается, в результате чего она превращается в кубическую, а водород, который удаляется в виде газа, частично остается в покрытии. При превращении гексагональной плотноупакованной решетки в объемноцентрированную кубическую в локализованных объемах возникают значительные растягивающие напряжения, и если их величина превышает предел прочности на разрыв, то происходит разрушение покрытия. Кроме того, с повышением температуры нагрева хромовых покрытий количество водорода в изолированных порах и трещинах возрастает. Это, в свою очередь, увеличивает собственные напряжения растяжения иногда настолько, что превышает предел прочности, и тогда возникают новые трещины. Так, из рис. 2, *б*, *в* видно, что кристаллизационная трещина *1* и образовавшаяся в ре-

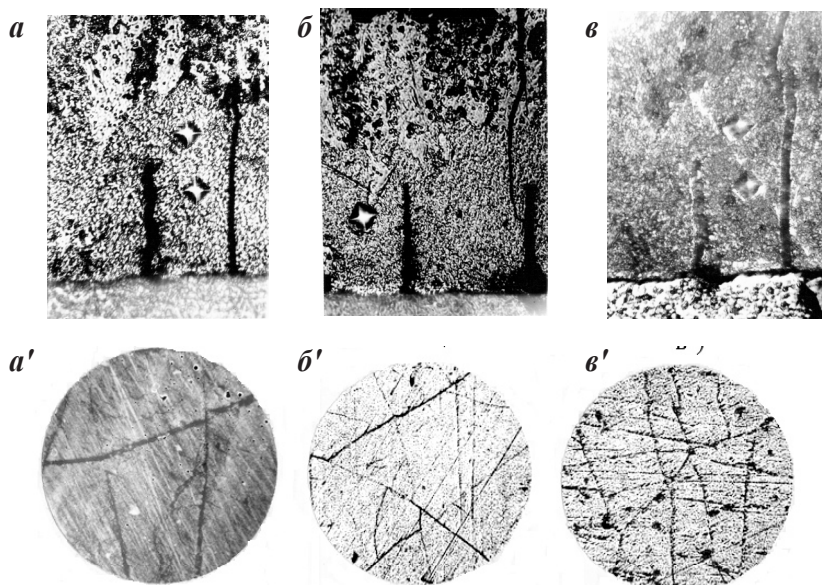


Рис. 2. Влияние температуры термообработки на микроструктуру и морфологию хромовых покрытий, полученных при  $D_{\text{к}} = 120$  А/дм<sup>2</sup> и  $T_{\text{эл}} = 293$  К:  
*a*, *a'* –  $T_{\text{то}} = 373$  К; *б*, *б'* –  $T_{\text{то}} = 473$  К; *в*, *в'* –  $T_{\text{то}} = 673$  К ( $\times 600$ )

зультате нагрева трещина 2 соединяются трещиной 3, которая, наиболее вероятно, возникла под действием газообразующего водорода, выделяющегося при нагреве из трещины 1.

Рентгенографические исследования покрытий электролитического хрома показали, что повышение плотности тока при хромировании приводит к уменьшению величины блоков мозаики, росту плотности дислокаций и микроискаженной кристаллической решетки. Так, при увеличении катодной плотности тока с 60 до 180 А/дм<sup>2</sup> величина блоков мозаики  $D$  уменьшается с 460 до 340 Å [10]. Аналогичное влияние на субмикроструктуру покрытий оказывает повышение температуры электролита (рис. 3). Существенное воздействие на величину субзерен кристаллов осадков хрома оказывает температура их нагрева (рис. 4). Так, с увеличением температуры нагрева до 523 К блоки мозаики выросли незначительно, а величина микроискажений и плотность дислокаций несколько снизились. Очевидно, это связано с тем, что при данной температуре из покрытия удаляется существенная доля водорода, который находится в осадке в атомарном состоянии и частично в виде гидридов и гидроокиси хрома. При нагреве образцов до температуры 573 К и выше происходит дальнейшее выделение водорода и разложение гидратированной окиси хрома, что вызывает образование нового количества окиси с выделением водорода. При этом происходит укрупнение частиц окисла, уменьшение плотности дислокаций, что способствует увеличению кристаллов и снижению величины микронапряжений.

На основании металлографических и рентгеноструктурных исследований можно заключить, что нагрев хромированных образцов до температуры свыше 673 К приводит к рекристаллизационным явлениям, росту размера зерна, снижению микронапряжений и плотности дисло-

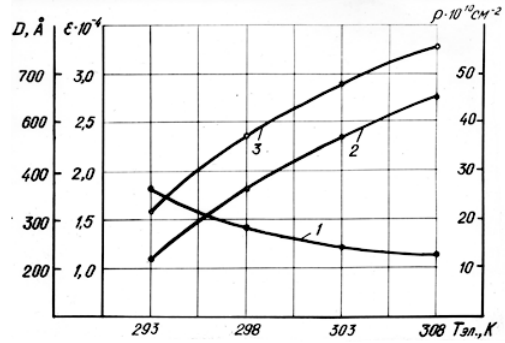


Рис. 3. Влияние температуры электролита на параметры тонкой структуры хромированных покрытий при  $D_k = 120 \text{ А/дм}^2$ : 1 — размер блоков мозаики ( $D$ ); 2 — величина микроискажений ( $\epsilon$ ); 3 — плотность дислокаций ( $\rho$ )

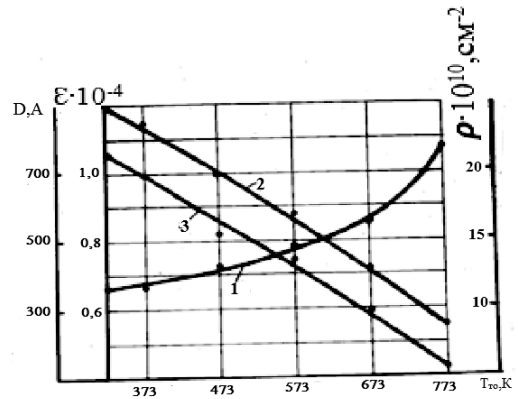


Рис. 4. Влияние температуры нагрева на величину блоков мозаики (1), микроискажений (2) и плотности дислокаций (3) хромированных покрытий, полученных в исследуемом электролите при  $D_k = 120 \text{ А/дм}^2$  и  $T_{эл} = 293 \text{ К}$

кации. Несомненно, что подобные покрытия будут отличаться по своим физико-механическим свойствам от исходных. Таким образом, появляется возможность управлять физико-механическими свойствами покрытий благодаря изменению не только режимов электролиза, но и условий термообработки, которые влияют на параметры микро- и субмикроструктуры этих покрытий.

---

**Цитированная литература**

1. **Ваграмян А.Т., Петров Ю.Н.** Физико-механические свойства электролитических осадков. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.
  2. **Гамбург Ю.Д.** Электрохимическая кристаллизация материалов и сплавов. – М.: Янус-К, 1997. – 384 с.
  3. **Лайнер В.И.** Современная гальванотехника. – М.: Металлургия, 1967. – 384 с.
  4. **Детнер Эльце.** Справочное руководство по гальванотехнике. Ч. 1. – М.: Металлургия, 1972.
  5. **Knödler A.** Über die Bildung von Chromhydrid durch Elektroluse und seine Struktur Mätaloberfläche. – 1963. – № 6, Bd. 17. – S. 161–168.
  6. **Шлугер М.А.** Ускорение и усовершенствование хромирования деталей машин. – М.: Машиностроение, 1961.
  7. **Шлугер М.А.** Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник. В 2-х томах. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.
  8. **Салли А., Брендз Э.** Хром. – М.: Машиностроение, 1971.
  9. **Немнонов С.А.** Природа гексагонального хрома и структура хромовых осадков // ЖТФ. – 1948. – Т. 18, вып. 2.
  10. **Ковбасюк А.И.** Выбор условий электролиза для ремонта изношенных автотракторных деталей хромированием в холодном саморегулирующемся электролите: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Кишинев, 1975.
  11. **Молчанов В.Ф.** Хромирование в саморегулирующихся электролитах. – Киев, 1972.
  12. **Горелик С.С. и др.** Рентгенографический и электронно-микроскопический анализ. – М.: Металлургия, 1970.
  13. **Verbesserung der Eigenschaften von Hartchrom schlichten. Galvanotechnik (Saulgeu Wurtt.).** – 1967. – № 11, Bd. 58. – S. 802–811.
-

# ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

УДК 316.33.2(478.9)

Д.А. Поросеч, канд. экон. наук, доц.

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЖИЗНИ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ

*Указана важность повышения уровня и качества жизни населения в социальной политике государства. Сформулированы главные стратегические цели социальной политики республики на среднесрочную перспективу. Обозначены основные мероприятия по повышению уровня и качества жизни населения Приднестровья.*

«Человеческое развитие является парадигмой развития, что означает гораздо больше, чем рост или падение национальных доходов. Речь идет о создании среды, в которой люди могут полностью реализовать свой потенциал и вести продуктивную творческую жизнь в соответствии с их потребностями и интересами. Люди – это реальное богатство нации...» [1].

В настоящее время для каждой страны социальная политика является важнейшим рычагом развития государства и достижения высокого уровня жизни в целом, поэтому исследование данной категории актуально как для социальных, так и для экономических наук. Существует достаточно много трактовок понятия «уровень жизни», методов исследования и подходов к его изучению в зависимости от исходной позиции авторов. Отправными категориями выступают производство, потребление, доходы, стоимость жизни, потребительские нормы и стандарты, а также их комбинации.

Уровень жизни характеризует развитие и степень удовлетворения материальных, духовных и социальных потребностей людей. Иными словами, это структура потребностей и их обеспечение соответствующими товарами и услугами. Для определения степени удовлетворения потребностей фактическое потребление товаров и услуг соотносят с минимальными и рациональными стандартами их потребления.

Рост уровня жизни дает возможность улучшить качество жизни, создавая его материальную базу. Однако условия, необходимые для повышения качества жизни, не ограничиваются уровнем потребления товаров и услуг. Качество жизни включает также социальные результаты экономического и политического развития: среднюю продолжительность жизни, уровень заболеваемости, условия и охрану труда, доступность информации, обеспечение прав человека и т. д.



Различные аспекты качества жизни столетиями обсуждаются в мировой философской, социологической и экономической литературе, о чем свидетельствует утверждение Аристотеля: «Цель государства – это совместное продвижение к высокому качеству жизни» [2].

Уровень жизни населения следует рассматривать как степень удовлетворения материальных и духовных потребностей людей, достигаемую за счет создаваемых экономических и материальных условий и возможностей, реализуемую через потребление и определяемую, прежде всего, соотношением уровня доходов и стоимости жизни.

Как свидетельствует анализ динамики показателей в ПМР, характеризующих уровень жизни населения, несмотря на повышение зарплат, пенсий и социальных выплат на фоне непрекращающегося роста потребительских расходов, их величина является недостаточной для улучшения материального благосостояния граждан, что отрицательно сказывается на стабилизации не только уровня их жизни, но и экономики в целом.

Социальная политика государства – одно из направлений его деятельности по регулированию социально-экономических условий жизни общества. Ее суть заключается в поддержании отношений как между социальными группами, слоями населения, так и внутри них, в обеспечении условий для повышения благосостояния, уровня жизни членов общества. Благодаря сбалансированной социальной политике развитие государства к концу уходящего столетия вышли не с нарастанием противоречий между социальными группами, а со все более заметной тенденцией к сотрудничеству.

Для определения специфики социальной политики государства в конкретном историческом процессе важно учитывать, что оно всегда решает две важные задачи: выражает интересы социальных групп,

обладающих властью и собственностью, и обеспечивает общественный мир и стабильность через достижение баланса интересов основных социальных групп.

Повышение уровня и качества жизни является социально-приоритетной целью политики доходов и заработной платы. Средством достижения этой цели выступает рост ВВП и совершенствование механизма его распределения на макро- и микроуровне.

Повышение уровня и качества жизни – результат экономического роста и в то же время его условие. Для современного производства требуется не только принципиально новая техника и технология, но и высококвалифицированные работники, собственники человеческого капитала. Они составляют основу среднего класса. У таких людей сложнее структура материальных, духовных и социальных потребностей, больше средств тратится на восстановление жизненной энергии, образование и профессиональную подготовку. Уровень и качество жизни у них должны быть гораздо выше, чем у граждан, просто обеспечивающих свое выживание.

Однако экономический рост государства не гарантирует автоматического улучшения уровня и качества жизни всех без исключения слоев общества. Существуют особые категории населения, нуждающиеся в социальной поддержке, уровень и качество жизни которых напрямую зависят от государственных пособий. Необходимо признать и понять, что в условиях свободного функционирования рыночных отношений нельзя обеспечить равномерное распределение денежных доходов. Понятие неконкурирующих групп играет важную роль в объяснении неравенства в распределении доходов. Люди обладают разными интеллектуальными, физическими и эстетическими способностями, существенно отличаясь друг от друга по уровню полученного образования и профессиональной

подготовки, а следовательно, и по своим возможностям зарабатывать.

В связи с экономическим кризисом снизилась деловая активность, а это, в свою очередь, привело к росту безработицы, снижению уровня доходов и сокращению платежеспособности населения. С точки зрения потребления развернувшийся кризис вынудил людей к более рациональному финансовому поведению: граждане сменили стратегии распоряжения деньгами на более консервативные, сократив траты и частично отказавшись от кредитов.

Продолжающийся финансовый кризис внес существенные коррективы в динамику доходов населения. Так, номинальная заработная плата в целом по республике (кроме субъектов малого предпринимательства и силовых структур) за январь–август 2012 года составила 3321 руб., повысившись на 15,6 %. В условиях уравнивания темпов роста цен и заработной платы реальная ее величина в январе–августе 2012 года возросла по отношению к базисному уровню на 2,0 %, а ее покупательная способность – на 0,27 процентных пункта и обеспечила 2,88 минимального набора товаров и услуг, необходимых человеку для поддержания жизнедеятельности, против 2,61 прожиточных минимума трудоспособного населения в январе–августе 2011 года. Однако в последние годы отмечается повышение уровня безработицы и ослабление поддержки, получаемой от работающих за рубежом.

Благодаря проводимой политике в сфере пенсионного обеспечения граждан средний размер назначенной пенсии в первой половине 2012 года возрос на 12,8 % и составил 1097,53 руб., что выше расчетного значения прожиточного минимума пенсионера на 18,1 %. При этом реальный средний размер назначенных пенсий (с учетом корректировки на индекс инфляции) оказался на 1,7 % ниже базисного показателя

минувшего года [3]. С учетом надбавок, повышенный и дополнительной помощи из средств республиканского бюджета ПМР, а также гуманитарной помощи России средний размер пенсий составил 1357,53 руб., т. е. на 46,1 % превысил прожиточный минимум пенсионера.

В январе–августе 2012 года наблюдалось послабление ситуации на рынке труда. Уровень регистрируемой безработицы на 1 сентября в среднем по республике составил 3,41 % от численности экономически активного населения, что на 0,02 процентных пункта ниже уровня безработицы в 2011 году.

К ключевым проблемам рынка труда относится трудовая миграция в сочетании со структурной безработицей, при которой на фоне прогрессирующего дефицита квалифицированных кадров и непрестижности рабочих специальностей наблюдается большое количество безработных при наличии вакансий в экономике. Кроме того, имеет место скрытая безработица, когда трудящиеся находятся в простое по вине администрации или работают неполное рабочее время. В эту категорию также входят неработающие граждане, которые не занимаются активным поиском работы.

Таким образом, оценка общего состояния экономики ПМР в январе–августе 2012 года свидетельствует о некотором улучшении основных макроэкономических показателей. Это стало возможным благодаря реализации ряда мероприятий в сфере таможенной и внешнеэкономической политики, что активизировало деятельность хозяйствующих субъектов. Однако зависимость экономики республики от внешних ресурсов при имеющемся бюджетном дефиците, острой потребности в инвестиционных ресурсах и высоких рисках в связи с замедлением роста мировых экономик не позволяет качественно изменить сложившуюся ситуацию в реальном секторе и существенно ограничивает



поступательное развитие экономики в целом. Изучая динамику доходов и расходов населения, можно говорить о закреплении «защитной» модели потребления, которая выступает адаптационной мерой, вызванной кризисом неопределенности. Ярким подтверждением этому служит снижение уровня и качества потребления одновременно с повышением объема сбережений на случай ухудшения экономической ситуации.

В соответствии с наблюдаемыми изменениями во внешней среде сформулируем основные стратегические цели социальной политики республики на среднесрочную перспективу:

1) создание условий для реализации гражданами своего права на образование, соответствующее по своей структуре и качеству потребностям развития экономики и гражданского общества;

2) улучшение состояния здоровья населения на основе здорового образа жизни, реально доступной широким слоям населения медицинской помощи, повышения качества лечебных услуг, развития массовой физической культуры и спорта;

3) развитие культурного потенциала и сохранение культурного наследия, обеспечение единства культурного пространства и доступности культурных ценностей широким слоям населения;

4) создание эффективного цивилизованного рынка труда и системы регулирования трудовых отношений;

5) введение адресной системы социальной поддержки населения, обеспечение эффективной защиты социально уязвимых домохозяйств;

6) развитие системы государственного и негосударственного пенсионного обеспечения, повышение реального размера пенсий за счет внедрения элементов накопительного финансирования пенсий;

7) создание условий для осуществления права граждан на жилище с учетом их

платежеспособного спроса и в соответствии с социальными стандартами жилищных условий.

Для повышения уровня жизни в Приднестровье, по нашему мнению, должны быть реализованы следующие основные мероприятия:

– *в сфере образования*: модернизировать систему образования, начиная с дошкольного и заканчивая высшим профессиональным образованием, путем совершенствования образовательных программ и стандартов, большей ориентации на потребности рынка труда; создать систему государственной поддержки высшим и общеобразовательным учреждениям; внедрить современные образовательные технологии и дистанционные программы обучения; осуществить переход на новую систему оплаты труда педагогов, стимулирующую повышение качества образования;

– *в сфере здравоохранения*: внедрить по опыту развитых стран систему обязательного медицинского страхования; совершенствовать систему оказания медицинской помощи; обеспечить санитарно-эпидемиологическую безопасность, защиту прав потребителя и благополучие человека; повысить качество профессиональной подготовки и переподготовки кадров в области здравоохранения; на базе развития фармацевтики и биотехнологии разработать принципиально новые эффективные методы профилактики, диагностики и лечения, а также создать лекарственные средства и диагностические препараты нового поколения;

– *в области формирования рынка доступного жилья*: предоставить молодым семьям субсидии на приобретение жилья (строительство индивидуального жилья) или на оплату первого взноса при получении ипотечного кредита за счет государства; выделить молодым специалистам на селе субсидии на приобретение жилья или на строительство индивидуального жилья,

в том числе на погашение первого взноса при получении ипотечного кредита (за счет государственного бюджета дифференцированно по районам при условии долевого финансирования со стороны местных бюджетов); сформировать инфраструктуру системы ипотечного жилищного кредитования и рынка ипотечных ценных бумаг;

– в области повышения устойчивости демографического развития и миграционной политики: уделить особое внимание демографическим процессам в республике, так как сложившаяся тенденция изменения показателей естественного движения населения свидетельствует о том, что существует потенциал преодоления депопуляции за счет трех факторов – увеличения рождаемости, снижения смертности населения в трудоспособном возрасте и реализации современной миграционной политики, которая должна обеспечить компенсацию выбытия части трудоспособного населения;

– в области развития социальной помощи населению: повысить доступность профессионального образования для детей из малообеспеченных семей; усилить адресный характер предоставления социальной помощи, учитывающий как доходы, так и особенности различных групп

населения, которые нуждаются не только в материальной, но и в иных видах социальной поддержки; усовершенствовать систему социального обслуживания граждан, оказавшихся в сложной жизненной ситуации; повысить качество и увеличить объем предоставляемых государственных услуг, в том числе направленных на реабилитацию и социальную интеграцию инвалидов.

Все это будет способствовать улучшению жизни населения Приднестровья и в конечном итоге приведет к увеличению индекса человеческого развития, который повысит рейтинг нашей республики на мировой арене как молодого перспективного государства с развитой социальной сферой.

### Цитированная литература

1. **Tompson O.** The Human Development concept // Human Development. – 2011. – P. 24.
2. **Сен А.** Об этике и экономике. – М.: Наука, 1996. – С. 18.
3. **Социально-экономическое развитие ПМР, 2012 / Государственная служба статистики Министерства экономического развития ПМР.** – Тирасполь, 2012.

УДК 330.322 (478.9)

*В.И. Глебов*, д-р экон. наук, проф.  
*Е.В. Павлин*, преп.

## СОСТОЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИДНЕСТРОВЬЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Описывается состояние инвестиционной деятельности Приднестровской Молдавской Республики. Особое внимание уделяется оценке факторов инвестиционной привлекательности и их характеристикам. Раскрываются намеченные мероприятия в сфере инвестиционной политики государства.*

Приднестровье в последние годы ориентируется на реализацию целей по

созданию оптимальных условий для привлечения иностранных инвестиций, роста

товарного оборота с соседними государствами, интенсификации экономических контактов по широкому кругу отраслевых направлений. Эти цели, в свою очередь, определяют внешнеэкономические задачи республики:

а) обеспечение беспрепятственной внешнеэкономической деятельности хозяйствующих субъектов;

б) содействие инвестиционным программам и структурной перестройке экономики, в том числе за счет активного привлечения иностранных инвестиций для реализации производственных инфраструктурных и социальных проектов, имеющих важное социально-экономическое значение [1].

Из табл. 1 можно увидеть, что объем инвестиций в экономику республики за 2009–2011 годы составил **4,204 млрд руб.** Основным источником капиталовложений на протяжении рассматриваемого периода оставались собственные средства предприятий, долевое участие которых возросло с 81,6 % в 2009 году до 88,0 % в 2011-м.

Однако данный показатель на 5,6 процентных пункта ниже уровня докризисного 2008 года. Вместе с тем если в 2009 и 2010 годах благодаря реализации государством мероприятий антикризисной программы на долю бюджетного финансирования приходилось соответственно 17,5 и 10,6 % всех инвестиционных вложений в республике, то в 2011 году их участие в формировании совокупного показателя инвестиционной активности снизилось до 9,3 %. При этом фактическая величина осталась на достаточно высоком уровне – в 4,1 раза больше, чем в 2008 году [2].

Также целесообразно сказать о том, что средства зарубежных инвесторов практически отсутствуют. Поэтому для привлечения иностранных капиталовложений необходимо провести реформы, оценить факторы инвестиционной привлекательности и охарактеризовать их состояние в Приднестровье. К ним относятся:

1) политическая стабильность, отсутствие рисков, связанных с политической ситуацией;

Таблица 1

**Инвестиции в основной капитал по источникам финансирования**  
(без субъектов малого предпринимательства)

Показатель	2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.		Темп роста, 2011 г. к 2009 г., %
	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	
Инвестиции в основной капитал – всего	1 124,3	100,0	932,9	100,0	1603,0	100,0	1 668,2	100,0	178,8
В том числе финансируемые за счет:									
– республиканского бюджета	8,1	0,7	145,6	15,6	151,8	9,5	121,1	7,3	83,2
– местных бюджетов	29,2	2,6	18,2	1,9	18,1	1,1	33,7	2,0	185,2
– собственных средств организации	1 052,6	93,6	760,8	81,6	1 422,0	88,7	1 468,2	88,0	193,0
– банковского кредита	16,7	1,5	0,1	0,0	6,2	0,4	27,2	1,6	В 272,0 раза
– средств иностранных инвесторов	2,7	0,3	–	–	0,2	0,0	0,1	0,0	–
– прочих источников	15,0	1,3	8,2	0,9	4,7	0,3	17,9	1,1	В 2,2 раза

2) налоговая система: стабильность, понятность, простота, привлекательность;

3) оформление документов (открытие и ведение бизнеса, строительство, лицензии, оформление прав собственности, залогов и пр.): простота и быстрота;

4) финансовая система и валютное регулирование: стабильность, предсказуемость;

5) судебная система: готовность защищать интересы бизнеса, независимость судов, гарантирование соблюдения прав инвесторов;

6) трудовое законодательство: гибкость;

7) таможенное регулирование: простота, понятность, быстрота оформления, стабильность порядка прохождения грузов через границу, а также низкие ставки таможенных пошлин и оплаты процедур;

8) трудовые ресурсы: образованность, профессионализм, работоспособность, молодость;

9) доступность сетей (электроснабжение, водоснабжение, газоснабжение и пр.): простота, дешевизна, альтернативность;

10) инфраструктура: качественные автомобильные дороги, полноценная работа

железной дороги, наличие специализированных складов, площадок, развитость рынка консалтинговых услуг.

Несмотря на нестабильное финансовое состояние хозяйствующих субъектов (табл. 2), достаточно весомый объем инвестиций в рассматриваемом периоде направлялся в непроизводственную сферу: в интервале от 16,2 % в 2009 году до 13,0 % в 2011 году от общего объема капиталовложений, который по итогам 2011 года на 43,2 % превысил базовый показатель 2009 года и на 38,8 % – показатель докризисного 2008 года [2].

Вместе с тем строительство, расширение, реконструкция и техническое перевооружение объектов производственного назначения стали основными направлениями использования инвестиционных ресурсов в анализируемом периоде (от 83,8 % в 2009 году до 87,0 % в 2011-м). Сумма средств, выделенных на объекты производственного назначения, увеличилась за 2009–2011 годы на 85,7 %, а в сравнении с 2008 годом – на 49,9 % [2].

В целом ситуация в инвестиционной сфере в 2009–2011 годах определялась повышательной динамикой практически

Таблица 2

**Основные показатели по инвестициям в основной капитал**  
(без субъектов малого предпринимательства)

Показатель	2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.		Темп роста, %	
	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	2011 г. к 2008 г.	2011 г. к 2009 г.
Инвестиции в основной капитал (в части новых и приобретенных по импорту основных средств) – всего	1 124,3	100,0	932,9	100,0	1 603,0	100,0	1 668,2	100,0	148,4	178,8
В том числе по объектам:										
– производственного назначения	968,0	86,1	781,4	83,8	1408,3	87,9	1 451,2	87,0	149,9	185,7
– непроизводственного назначения	156,3	13,9	151,5	16,2	194,7	12,1	217,0	13,0	138,8	143,2

во всех отраслях экономики, за исключением строительства и жилищного строительства, где зафиксировано снижение по отношению к уровню 2009 года на 62,6 и 32,3 % соответственно (табл. 3). При этом наиболее высокие темпы расширения инвестиционной активности демонстрировали организации отраслей сельского и коммунального хозяйства, увеличившие за рассматриваемый период объем вложений в основной капитал в 2,7 и 2,5 раза соответственно. Рост инвестиционной активности в агропромышленном комплексе обеспечили, в первую очередь, предоставленные государством кредитные ресурсы, а в сфере коммунального хозяйства – реализация государственных муниципальных программ поддержания инфраструктуры городов и районов.

Лидерство в реализации инвестиционных проектов в 2009–2011 годах удерживали предприятия промышленности: их доля в структуре капитальных вложений выросла с 55,8 до 61,7 %, а в абсолютном выражении их величина на 97,4 % превы-

сила уровень 2009 года и на 52,6 % перекрыла показатель 2008 года.

Объем инвестиционных вложений организаций отраслей транспорта и связи превысил уровень 2009 и 2008 годов соответственно на 26,7 и 33,1 %, сформировав 8,2 % совокупного объема инвестиций в 2011 году против 11,5 % в 2009-м, несмотря на сокращение инвестиционных вложений в данную отрасль в 2011 году по отношению к уровню 2010 года на 17,1 %.

Достаточно стабильными в течение анализируемого периода были инвестиционные вливания в организации торговли и общественного питания: за 2009–2011 годы капиталовложения в основной капитал данных организаций выросли на 49,0 %, при этом их доля в результате большей инвестиционной активности в других отраслях экономики сократилась с 3,7 % в 2009 году до 3,1 % в 2011-м [2].

Высокий уровень капиталовложений в последние годы обеспечивался в основном за счет реализации масштабных инвестиционных проектов на нескольких крупных

Таблица 3

**Инвестиции в основной капитал по основным отраслям экономики**  
(без субъектов малого предпринимательства)

Показатель	2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.		Темп роста, %	
	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	2011 г. к 2008 г.	2011 г. к 2009 г.
Инвестиции в основной капитал – всего	1 124,3	100,0	932,9	100,0	1 603,0	100,0	1 668,2	100,0	148,4	178,8
В том числе:										
– промышленность	674,0	59,9	521,0	55,8	1068,9	66,7	1 028,6	61,7	152,6	197,4
– сельское хозяйство	128,2	11,6	83,7	9,0	106,4	6,6	221,9	13,3	173,1	В 2,7 раза
– транспорт и связь	102,4	9,1	107,6	11,5	164,4	10,3	136,3	8,2	133,1	126,7
– строительство	18,8	1,7	20,3	2,2	15,8	1,0	7,6	0,5	40,2	37,4
– жилищное строительство	52,0	4,6	45,5	4,9	29,6	1,8	30,8	1,8	59,2	67,7
– торговля и общественное питание	16,7	1,5	34,9	3,7	45,2	2,8	52,0	3,1	В 3,1 раза	149,0
– коммунальное хозяйство	10,7	1,0	12,8	1,4	50,1	3,1	32,3	1,9	В 3,0 раза	В 2,5 раза
– прочие отрасли	121,4	10,8	107,1	11,5	122,6	7,7	158,7	9,5	130,7	148,2

предприятиях – ЗАО «Молдавская ГРЭС», ЗАО «Тиротекс», ГУП «Единые распределительные сети», ООО «Тиротекс-энерго». При этом инвестиционная активность в Приднестровской Молдавской Республике продолжает оставаться достаточно низкой, что не способствует интенсивному экономическому развитию региона.

Реализуемый комплекс мер, направленных на постепенную стабилизацию экономической ситуации в республике и определение более прозрачных условий для ведения бизнеса в области налогового и таможенного законодательства, будет способствовать поддержанию достигнутого уровня инвестиционной деятельности хозяйствующих субъектов и активизации инвестиционных процессов в прогнозируемом периоде.

В 2012 году объем инвестиционных вложений в основной капитал по всем источникам финансирования с учетом оценки объемов вложений субъектов малого предпринимательства и индивидуальных застройщиков составил 2,095 млрд руб., или 101,8 % к уровню 2011 года. При этом стоит отметить, что умеренные темпы роста ожидаемого объема инвестиционных вложений обусловлены завершением крупных инвестиционных проектов на некоторых предприятиях индустриального комплекса (ЗАО «Тиротекс» и ООО «Тиротекс-энерго», где ожидаемый объем инвестиций в основной капитал сократился на 52,2 и 96,6 % соответственно) [2].

Вместе с тем на нескольких крупных хозяйствующих субъектах ожидается существенный рост инвестиционной активности, связанный с реализацией инновационных проектов. В частности, на таких предприятиях, как ОАО «Литмаш» (в результате создания современного литейного производства) и ЗАО «Тираспольский винно-коньячный завод „KVINT”» (благодаря модернизации основных производственных фондов и посадке новых

насаждений), объем инвестиций в основной капитал должен возрасти в 3,9 раза, а на ОАО «Рыбницкий молочный комбинат» (благодаря капитальному ремонту и приобретению нового производственного оборудования) – в 43,6 раза.

Существенное увеличение инвестиционных вложений в основной капитал ожидается также в хозяйствующих субъектах агропромышленного комплекса по следующим направлениям:

- строительство и реконструкция инфраструктуры производства;
- обновление машинно-тракторного парка;
- раскорчевка старых и посадка новых многолетних насаждений;
- восстановление и затраты на содержание оросительных систем;
- реконструкция животноводческих помещений;
- обновление производственного оборудования;
- закупка племенных животных;
- приобретение ГСМ, удобрений, средств защиты растений;
- техническое перевооружение птицеводческого комплекса;
- строительство цеха по быстрой заморозке фруктов и овощей;
- реконструкция хлебоприемного предприятия;
- строительство центра по переработке зерна;
- оснащение почвенной лаборатории [2].

Основным источником финансирования инвестиций в основной капитал в 2012 году выступали собственные средства предприятий и организаций (табл. 4). При этом их удельный вес в общем объеме инвестиций сократился по отношению к 2011 году на 31,1 процентных пункта – до 56,9 %. Вместе с тем ожидалось расширение инвестиций в основной капитал за счет прочих источников финансирования

Таблица 4

## Объем инвестиций в основной капитал по источникам финансирования

Показатель	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		Прогноз на 2013 г.			
	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %	I вариант		II вариант	
									млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %
Общий объем инвестиций в основной капитал с учетом оценки (субъекты малого предпринимательства, индивидуальные застройщики)	1 155,7	100,0	1 822,2	100,0	2 057,9	100,0	2 095,3	100,0	2 198,9	2 520,3		
Из них: объем инвестиций в основной капитал (в части новых и приобретенных по импорту основных средств) организаций всех форм собственности (кроме субъектов малого предпринимательства) – всего	932,9	80,7	1 591,7	87,3	1 668,2	81,1	1 684,6	80,4	1 781,1	2 049,0	81,3	
В том числе финансируемые за счет: – бюджетных источников	163,8	17,5	154,8	9,8	154,8	9,3	162,0	9,6	188,1	216,7	10,6	
– собственных средств организаций	760,8	81,6	1 423,7	89,4	1 468,2	88,0	959,2	56,9	807,5	929,0	45,3	
– прочих источников	8,3	0,9	13,2	0,8	45,2	2,7	563,4	33,5	785,3	903,3	44,1	



(с 2,7 % в 2011 году до 33,5 % в 2012 году) – привлекаемых кредитных и заемных ресурсов, а также средств инвесторов. Доля бюджетного финансирования остается практически на уровне 2011 года – 9,6 % (всего на 0,3 процентных пункта выше).

В целях дальнейшей активизации инвестиционной политики планируется содействие инвестиционной активности хозяйствующих субъектов путем реализации следующих мероприятий:

а) предоставление таможенных льгот на имущество организации с иностранными инвестициями, импортируемое на территорию Приднестровской Молдавской Республики;

б) освобождение от таможенной пошлины и акцизов материальных ценностей и нематериальных активов, ввозимых иностранным инвестором в качестве вклада при формировании или увеличении уставного капитала организации;

в) освобождение от таможенной пошлины продукции, ввозимой организацией с иностранными инвестициями на территорию Приднестровья для собственного производства, и экспорта такой организацией продукции собственного производства;

г) предоставление организациям с иностранными инвестициями, у которых выручка от реализации продукции (работ, услуг) собственного производства составляет не менее 50 % от общей суммы дохода, льготы по налогу на доходы в течение пяти лет после получения первого дохода от реализации продукции (работ, услуг) в следующих размерах (в зависимости от суммы фактически внесенных иностранных инвестиций в уставный фонд (капитал) организации):

– 10 % – при сумме инвестиций 10–250 тыс. долл.;

– 30 % – при сумме инвестиций 250–500 тыс. долл.;

– 50 % – при сумме инвестиций свыше 500 тыс. долл. [3].

С целью создания правовых, экономических и социальных условий, направленных на обеспечение правовой защиты, соблюдение интересов, минимизацию рисков и сохранность имущества инвесторов независимо от форм собственности, планируется совершенствовать действующие законы ПМР «Об инвестиционной деятельности» [4], «Об иностранных инвестициях на территории Приднестровской Молдавской Республики» [3], «О налоге на доходы организаций» [5], «О таможенном тарифе» [6].

Предполагается запустить новый механизм взаимодействия государства и бизнеса, предусматривающий заключение прямых соглашений с инвесторами о взаимных стабильных обязательствах в целях обеспечения государственного сопровождения крупных инвестиционных проектов. В обмен на обязательства потенциальных инвесторов по созданию рабочих мест, обеспечению объемов производства и налоговых поступлений государство должно гарантировать исполнение обязательств по отводу земли, подведению инфраструктурных коммуникаций, налоговому стимулированию.

В этой связи с целью содействия привлечению частных инвестиций на реализацию общественно и социально значимых проектов разработан совершенно новый для законодательного поля Приднестровья проект Закона «О государственно-частном партнерстве», направленный на выработку конструктивного механизма взаимодействия государства и бизнеса [7]. Одним из путей такого взаимовыгодного сотрудничества и является создание государственно-частных партнерств, которые обеспечат условия для более эффективного функционирования объектов либо отраслей и рационального использования ресурсов. При этом для вовлечения частного капитала в

реализацию непривлекательных проектов государство будет предоставлять налоговые льготы или дотации.

В направлении реформирования налоговой системы планируется реализовать понятный механизм, который будет работать по следующей концепции: невысокие налоги, но жесткая ответственность за уклонение от их уплаты.

Также для привлечения инвесторов, функционирующих на традиционных рынках, предполагается создание более понятной налоговой системы путем осуществления реформы по введению налога на прибыль, налога на имущество юридических лиц и НДС [5].

Благодаря реализации намеченных мероприятий в сфере инвестиционной политики в прогнозируемом 2013 году объем инвестиционных вложений в основной капитал по всем источникам финансирования продолжит рост и составит по **I варианту** 2,199 млрд руб., увеличив показатель 2012 года на 4,9 %. По **II варианту темпы прироста** объема капиталовложений составят 20,3 %, при этом их абсолютное значение достигнет 2,520 млрд руб. Активная инвестиционная политика в части обновления и расширения основных производственных фондов и технической модернизации производственных процессов в прогнозируемом периоде будет осуществляться во многих организациях индустриального сектора. Наибольшие инвестиционные вложения ожидаются на таких предприятиях, как ЗАО «Молдавская ГРЭС», ЗАО «Тиротекс», ОАО «Рыбницкий молочный комбинат», ОАО «Молдавский металлургический завод» [2].

Кроме того, в результате постепенной стабилизации ситуации в экономике прогнозируется активизация инвестиционных процессов в большинстве ее отраслей: в строительстве, транспорте, торговле и др. Планируются существенные объемы ка-

питаловложений в развитие агропромышленного комплекса и отрасли связи. Однако по сравнению с высокими темпами прироста в предыдущие периоды в 2013 году их объемы незначительно сократятся [2].

Таким образом, государственная поддержка инвесторов будет заключаться в установлении мер поощрения притока инвестиций и создания условий для осуществления инвестиционной деятельности. Это станет благоприятной почвой для привлечения инвестиций в экономику нашей республики. Приток иностранного капитала окажет серьезное воздействие на производительность в целом, что, в свою очередь, приведет к долгосрочному увеличению потенциала экономического роста в Приднестровье.

### Цитированная литература

1. Постановление Верховного Совета ПМР «Об утверждении прогноза социально-экономического развития на 2012 год».
2. Постановление Верховного Совета ПМР «Об утверждении прогноза социально-экономического развития на 2013 год».
3. Закон ПМР «О иностранных инвестициях на территории Приднестровской Молдавской Республики» № 196-3 от 03.08.1999 г. (текущая редакция по состоянию на 25.06.2009 г.).
4. Закон ПМР «Об инвестиционной деятельности» № 78-3 СЗ МР 1995-3 (текущая редакция по состоянию на 25.06.2009 г.).
5. Закон ПМР «О налоге на доходы организаций» от 21.09.2011 г. (текущая редакция по состоянию на 01.01.2012 г.).
6. Закон ПМР «О таможенном тарифе» № 286-3 от 26.04.2000 г. (текущая редакция по состоянию на 01.08.2013 г.).
7. Проект регионального Закона ПМР «О государственно-частном партнерстве». Папка № 416 засед. № 19 от 16.02.2012 г.

УДК 330.131.7:336.763

Л.Г. Сенокосова, канд. экон. наук, проф.  
Г.В. Галаган, магистр

## РИСКИ ЛИКВИДНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ИНВЕСТИРОВАНИЕМ В ЦЕННЫЕ БУМАГИ

*Рассматривается влияние различных факторов на риск ликвидности. Одним из показателей риска ликвидности является величина спреда между ценой предложения и запрашиваемой ценой, установленной дилером. Спред можно вычислить вычитанием наименьшей цены покупателя из наибольшей цены продавца. Кроме того, риск ликвидности определяется уровнем капитализации компании, стабильностью финансовых результатов ее деятельности и интересом со стороны потенциальных инвесторов. Также предлагается использование таких методов анализа, которые могли бы обеспечить наибольшую эффективность решения поставленных задач.*

В стандартном определении риск ликвидности представляет собой риск, связанный с возможностью потерь при реализации ценной бумаги по причине недостаточного спроса на нее или его отсутствия. Снижение уровня ликвидности ценной бумаги какой-либо из компаний может быть следствием изменения инвесторами ее инвестиционной оценки и(или) недостаточного предложения денежных средств, направляемых на финансовые инвестиции в один из сегментов рынка ценных бумаг, в нашем случае – в фондовый рынок.

Основным показателем риска ликвидности выступает величина спреда между ценой предложения и запрашиваемой ценой, устанавливаемой дилером. Чем больше спред между ценами покупателя и продавца (**bid-ask spread**), тем выше риск ликвидности.

Ликвидный рынок характеризуется «небольшим спредом между ценами покупателя и продавца, который несущественно повышается при совершении крупных операций». Методы определения разницы между ценами продавца и покупателя на рынке, где действует множество дилеров, зависят от используемой интерпретации. Рассмотрим для примера спред между ценами покупателя и продавца для рынка с

четырьмя дилерами. Котировки каждого дилера равны 92 плюс некоторое количество 1/32 долей, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Цена	Дилер			
	1	2	3	4
покупателя	1	1	2	2
продавца	4	3	4	5

Спред между ценами продажи и покупки для каждого дилера, измеренный в 1/32 долях, показан в табл. 2.

Таблица 2

Дилер			
1	2	3	4
3	2	2	3

Вычисленный спред между ценами покупателя и продавца у каждого дилера свой. Наилучшей среди указанных является величина, равная 2/32 (дилеры 2 и 3).

С точки зрения всего рынка (**market overall**) спред между ценами покупателя и продавца можно вычислить, отняв от наибольшей цены продавца (самой высокой цены среди предлагаемых дилерами, желающими продать ценную бумагу) наименьшую цену покупателя (самую низкую цену среди предлагаемых дилерами, желающими

ми купить данную ценную бумагу). Этот показатель называется *рыночным спрэдом между ценами покупателя и продавца (market bid-ask spread)*. Из четырех дилеров наивысшая цена покупателя равна 92 плюс  $2/32$ , а наименьшая цена продавца – 92 плюс  $3/32$ . Таким образом, рыночный спрэд между ценами покупателя и продавца равен  $1/32$ .

Для инвесторов, планирующих владеть облигацией до наступления срока погашения и не желающих продавать ее раньше, риск ликвидности не очень важен. Однако институциональный инвестор, владеющий облигацией, но собирающийся периодически переоценивать ее на рынке, должен внимательно следить за риском ликвидности. Переоценка облигаций, входящих в портфель, означает периодическое уточнение ее рыночной цены. Например, взаимные фонды должны ежедневно переоценивать акции и облигации, входящие в их портфели, чтобы вычислить чистую стоимость активов компании в расчете на одну акцию (*net asset value – NAV*). Несмотря на то что институциональные инвесторы не обязаны переоценивать свои акции и облигации так часто, как взаимные фонды, они все же должны периодически посылать своим клиентам, совету директоров или попечителей отчеты с изложением результатов переоценки.

На основании каких цен происходит переоценка долговых обязательств? Как правило, менеджер, управляющий портфелем ценных бумаг, запрашивает цены продажи у нескольких дилеров, а затем применяет определенную процедуру, позволяющую вычислить цену продажи, которая используется для переоценки ценных бумаг. Чем ниже ликвидность ценной бумаги, тем выше изменчивость цен продажи, полученных от дилеров. Цены облигаций с низкой ликвидностью могут устанавливаться не дилерами, а определенной оценочной службой (*pricing service*). Более

того, недостаточное количество индикативных цен, установленных дилерами, и проблемы, связанные с моделями, используемыми оценочными службами, могут привести к завышению цен продажи.

Следует отметить, что риск ликвидности в значительной степени определяется уровнем капитализации компании, стабильностью финансовых результатов деятельности и в конечном счете интересом со стороны потенциальных инвесторов. На фондовом рынке риску ликвидности в наименьшей степени подвержены ценные бумаги ТНК голубых фишек – предприятий с наибольшей капитализацией, которые при этом либо являются монополистами в своей отрасли, либо контролируют значительную ее долю и имеют достаточно продолжительный срок существования, позволяющий сделать вывод о стабильности их финансового положения на основе наблюдаемых тенденций изменения финансовых показателей деятельности.

Ликвидность таких ценных бумаг поддерживают крупные профессиональные участники фондового рынка, называемые маркет-мейкерами, на которых возложено обязательство по выставлению котировок. Данный процесс тщательно контролируют соответствующие структуры, которые входят в состав бирж или организаций, обслуживающих компьютеризованные системы внебиржевого рынка.

Исходя из этого очевидным и в то же время единственно возможным в условиях российского фондового рынка объектом анализа торговых методологий, ориентированных на минимизацию риска, выступают голубые фишки. Важным моментом, играющим на руку инвесторам, является то, что ликвидность акций, имеющих характеристики голубых фишек, не подвержена резким колебаниям: она либо плавно растет, либо плавно падает. Кроме того, наблюдается одна закономерность: рост курсовой стоимости акций сопровождается

ся ростом их ликвидности, и наоборот, падение ликвидности акций в большинстве случаев является следствием снижения их рыночных котировок. В первом случае эйфория от наличия на рынке множества оптимистичных прогнозов относительно вероятной будущей стоимости акций, сопровождающая их рост, приводит к увеличению количества торговых операций, совершаемых инвесторами с данными ценными бумагам. Во втором – преобладающее среди инвесторов пессимистическое настроение заставляет большинство из них сокращать количество проводимых операций и (или) долю своего участия в акциях компании.

Однако для эффективного снижения риска ликвидности недостаточно выбрать менее подверженные этому риску акции. Другим способом снижения риска ликвидности, дополняющим указанный метод, яв-

ляется установление определенных рамок инвестиционного периода и оптимизация на его основе параметров используемых методов анализа.

В связи с определенной ранее зависимостью между стоимостью акций и их ликвидностью весьма очевидна, на наш взгляд, необходимость продажи акций в ситуации, когда ожидается падение их стоимости, поскольку продолжительный период ее падения может привести к существенному снижению ликвидности акций. Поэтому предлагаем использовать в рамках торговых методологий такие способы анализа, которые обеспечат решение данной задачи с наибольшей эффективностью. Отсюда следует, что предпочтение нужно отдавать методам, ориентированным на краткосрочный анализ, т. е. имеющим минимальную задержку по времени при формировании сигналов.

---

УДК 330.34.014.2:316.334.2

*В.В. Лабунский*, канд. с.-х. наук, доц.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

*Раскрывается теоретическая сущность смешанной социально ориентированной экономической системы, принципы социальной политики и институциональные аспекты перехода к новой экономической системе.*

При современной рыночной экономике государство выступает мощной экономической силой – оно располагает достаточно весомым собственным сектором экономики, огромным ресурсным потенциалом и, кроме того, аккумулирует доход частного сектора экономики. Часть этих средств расходуется на нужды стра-

ны, однако значительная доля поступает в распоряжение общества и идет на инвестирование, на развитие образования, здравоохранения, культуры, пенсионного обеспечения, т. е. приобретает общественный характер. Формирование социально ориентированных рыночных экономик как раз и предполагает возрастание обще-

ственных расходов в совокупности расходов государства.

В рыночной экономике постоянно воспроизводятся богатство и бедность, управляющие и исполнители, безработица и инфляция, циклический характер производства и социальная дифференциация. Поэтому государство всегда должно совершенствовать социальную политику путем осуществления экономической демократии [1].

Социальная политика в трансформирующейся экономике должна строиться на трех основных принципах – это:

- приоритетность проблем социальной защищенности населения;
- повышение роли личного трудового дохода в удовлетворении социально-культурных и бытовых нужд населения и ликвидация благодаря этому иждивенчества;
- организация нового механизма финансирования социальной сферы, т. е. переход от государственного патернализма к социальному партнерству.

Переход к новой экономической системе, базирующейся на рыночных началах, потребовал серьезных институциональных изменений в экономике. Одно из них заключается в образовании новых субъектов хозяйствования, адекватных этой системе, которые формируются двумя основными способами: во-первых, с помощью реформирования государственного сектора, реорганизации существующих ранее предприятий путем их приватизации, преобразования в новые организационно-правовые формы, выделения структурных частей в самостоятельные хозяйственные единицы; во-вторых, посредством создания совершенно новых предприятий: их участники собирают начальный капитал и проходят в соответствии с принятыми процедурами государственную регистрацию. Для нынешнего этапа экономического развития характерно многообразие форм и методов организации экономичес-

кой жизни и, следовательно, усложнение структуры отношений собственности [2].

Сегодня весь цивилизованный мир уходит от жесткого противопоставления государственного и частного секторов, их симбиоз в разных формах признается наиболее эффективным. В большинстве стран переплетаются элементы разных экономических систем хозяйствования, что позволило определить в качестве самостоятельного типа экономической системы смешанную экономику. Она представляет собой регулируемое рыночное хозяйство, в котором преобладающей формой собственности является частная. Из этого следует, что доминирующей формой регулирования в смешанной экономике выступает рынок и конкуренция, которые дополняются государственным регулированием.

В западной экономической науке существует несколько направлений, характеризующих роль государства в экономике. Между ними есть общность и различие. Общее состоит в том, что они исходят из важности рыночной экономики. Различие заключается в неодинаковых точках зрения на экономическую роль государства. Кейнсианцы, институционалисты, неолибералы придерживаются концепции смешанной экономики. Они убеждены, что именно ее становление является необходимым условием рыночных преобразований. Ведь рынок предполагает экономическое взаимодействие ряда субъектов рыночных отношений, без чего невозможно создать такой атрибут рынка, как конкуренция, а без конкуренции и рынок – не рынок, и экономика – не экономика. Конкуренция – это своеобразный, универсальный вечный двигатель рыночной экономики. Неолиберальное экономическое учение во главу угла ставит институциональные преобразования, которые способны обеспечить свободную конкуренцию и социальный прогресс.



Неолиберализм базируется на двух теоретических концепциях: учении о строе конкуренции и учении о социальном рыночном хозяйстве. Рыночное хозяйство неолибералы рассматривают как основу государственной политики. Любое отступление от принципов свободной конкуренции рождает монополию, которой должно противодействовать государство. Поэтому конкуренция понимается в качестве государственного института [3].

По мнению неолибералов, основными признаками строя конкуренции являются:

- неприкосновенность частной собственности;
- свобода ценообразования;
- стабильность денежного обращения и национальной валюты;
- открытые рынки;
- свобода сделок и договоров (кроме ведущих к монополии);
- экономическая самостоятельность и ответственность предпринимателей;
- постоянство экономической политики;
- конкуренция без монополии, для чего необходимо наличие действенного органа надзора и правовой базы.

Из характеристики строя конкуренции можно выделить два направления государственной политики:

1) формирование хозяйственного строя путем регулирования монополий, конкуренции, соотношения государственной и частной собственности, создания правовой базы, соотношения прямых и косвенных методов воздействия на экономику;

2) воздействие на процесс воспроизводства с помощью кредитно-денежных рычагов.

Концепция социального рыночного хозяйства как форма эффективной рыночной экономики принадлежит известному ученому, экономисту, философу и социологу А. Мюллеру-Армаку, который в

своем труде «Генеалогия социального рыночного хозяйства» (1948) сформулировал основные элементы экономической политики государства в обществе:

– создание социального порядка на предприятии, который оценивает работника как человека и сотрудника, предоставляет ему право участия в управлении, не ограничивая при этом производственную инициативу и ответственность предпринимателя;

– осуществление конкурентной организации, понимаемой как общественная задача, в целях придания устремлениям отдельных лиц направления, необходимого для всеобщей пользы;

– проведение конъюнктурной политики занятости с целью предоставления работнику в рамках возможного экономической безопасности по отношению к кризисным сокращениям производства;

– выравнивание экономическими средствами (путем налогообложения и выплачивания субсидий нуждающимся семьям, помощи им в воспитании детей, найме жилья и т. д.) доходов для устранения неоправданных различий доходов и собственности;

– социальное жилищное строительство;

– социальная производственно-структурная политика посредством поддержки малых и средних предприятий и создания равных стартовых шансов для предпринимателей;

– поддержка кооперативной взаимопомощи (например, в жилищном строительстве) как важного звена экономического порядка;

– введение социального страхования;

– установление минимальной оплаты труда.

Учение о социальном рыночном хозяйстве нельзя рассматривать только в экономическом аспекте. Его основной смысл состоит в том, чтобы связать прин-



цип свободы на рынке с принципом социальной защищенности и социальной справедливости. При этом социальность учения раскрывается через такие важнейшие понятия, как рамочные условия, рамки порядка, конкурентная политика.

Рамочные условия – это те социальные ценности, которые предшествуют процессу производства. Таким образом, согласно концепции социального рыночного хозяйства экономический порядок должен следовать из порядка социального, а не наоборот. Отсюда вытекает главная задача государства, которая заключается в проведении политики поддержания условий конкуренции и общего социального порядка.

Сочетание экономической свободы и социальной справедливости определяет основные цели социального рыночного хозяйства. При этом экономическая свобода включает:

- свободу потребления (свободу потребителей покупать по своему выбору изделия, являющиеся частью социального продукта);

- свободу частной собственности (свободу владельца средств производства использовать рабочую силу, деньги, имущество и предпринимательскую способность по собственному усмотрению);

- свободу производства и торговли (свободу предпринимателей производить и продавать товары по собственному усмотрению);

- свободную конкуренцию (свободу каждого покупателя или продавца добиваться той же цели, которую преследуют и другие – максимизация полезности и максимизация выгоды);

- свободу выбора профессий и рабочих мест, свободу внешней торговли.

В свою очередь, социальная справедливость означает, что:

- рыночное хозяйство в силу своей экономической эффективности, т. е. благо-

даря тому, что оно создает экономические предпосылки «благополучия для всех» и представляет экономические свободы, ограничиваемые рамками неприкосновенности прав лиц, носит социальный характер;

- рыночное хозяйство должно ограничиваться там, где оно может привести к социально нежелательным результатам, или же результаты свободного экономического процесса должны корректироваться, если они не являются достаточно социальными.

Таким образом, социальное рыночное хозяйство, по словам А. Мюллера-Армака, может быть определено как идея политического упорядочения, целью которого является соединение общества, построенного на конкуренции и частной инициативе, с социальным прогрессом, обеспеченным производительностью рыночной экономики [4]. Следовательно, социальное рыночное хозяйство понимается как связанная с фундаментальными ценностями социальная технология, система целей, которая открыта для возможных изменений. В центре социального рыночного хозяйства находится человек, обладающий неотъемлемыми фундаментальными правами, прежде всего правом на человеческое достоинство и свободное развитие личности. Свобода человека во всех ее аспектах – духовном, политическом, материальном – является высшей ценностью общества. Поэтому все его члены должны иметь возможность осознать и реализовывать свое индивидуальное благополучие в установленных правовых и моральных рамках.

Представитель неоллиберализма В. Репке отмечал, что «велением морали и человечности, а также государственной мудрости является необходимость приспособлять экономическую политику к человеку, а не человека к экономической политике» [5]. Таким образом, целями

социального рыночного хозяйства могут быть:

1) достижение максимально высоко-го благосостояния общества, чего можно добиться с помощью:

– установления порядка конкуренции;

– целенаправленного проведения политики, ориентированной на рост экономики и не ограничивающей экономическую свободу;

– обеспечения полной занятости, гарантирующей доход каждому способному и желающему работать;

– обеспечения свободы внешней торговли, свободного обмена валют и расширения, углубления национального разделения труда в рамках мировой экономики (внешняя экономическая свобода повышает благосостояние так же, как и внутренняя);

2) обеспечение экономически эффективной и социально справедливой денежной системы, прежде всего стабильности цен.

Выполнению этой цели способствуют:

– наличие независимого центрального эмиссионного банка;

– стабильность государственного бюджета;

– обеспечение выравнивания платежного баланса и равновесия во внешней торговле;

3) социальная обеспеченность, социальная справедливость и социальный прогресс (защита семьи, справедливое распределение доходов и имущества).

Реализации данной цели можно добиться за счет:

– достижения максимального уровня социального продукта как экономической основы социальной защищенности;

– создания порядка осуществления конкуренции, так как она сводит к минимуму социальную несправедливость и способствует социальному прогрессу;

– государственной корректировки первоначального распределения доходов и имущества в форме выплаты социальной помощи, пенсий и компенсации, доплат за жилье, дотаций и т. д.

Неолибералы считают, что все экономико-политические задачи обретают свой конечный смысл в развитии человека как личности в свободном обществе, основанном на социальном государстве. Авторы данного учения рассматривают социальное рыночное хозяйство как «третий путь», пролегающий между необузданным, лишенным целенаправленного порядка рыночным капитализмом и тоталитарной административной экономикой, как путь, ведущий к свободному экономически эффективному стабильному порядку в обществе и экономике [1].

В современной экономической теории также получило развитие направление экономического анализа собственности, именуемое неоинституционализмом. Социальные аспекты развития общества представители этого направления видят сквозь призму рассредоточения прав собственности и совершенствования формальных правил поведения субъектов экономической деятельности.

Одной из наиболее известных теорий неоинституционализма выступает экономическая теория прав собственности, у истоков которой стояли известные американские экономисты Р. Коуз, А. Алчиан, И. Барцель, Д. Норт, Р. Познер и др. [5]. По их мнению, собственностью являются не ресурсы сами по себе, а комплекс прав на их использование, включающий следующие важнейшие права: *владения* (исключительный физический контроль над бумагами), *использования* (применение полезных свойств благ для себя), *управления* (решение, кто и как будет обеспечивать использование благ), *на доход* (обладание результатами от использования благ), *суверена* (отчуждение, потребление, измене-

ние или уничтожение блага), *на безопасность* (защита от экспроприации благ и от вреда со стороны внешней среды), *на передачу благ в наследство, на бессрочность обладания благом, запрет на действия, наносящие вред внешней среде, на ответственность в виде взыскания* (возможность взыскания блага в уплату долга), *право на остаточный характер* (на существование нарушенных полномочий). Права собственности здесь понимаются как санкционированные обществом (законами государства, административными распоряжениями, традициями, обычаями и т. д.) поведенческие отношения между людьми, возникающие в связи с существованием благ и касающиеся их использования. Эти отношения являются отношениями собственности и представляют собой нормы поведения по поводу благ, которые каждый человек должен соблюдать в своих взаимоотношениях с другими людьми или же нести издержки из-за их нарушения. Иначе говоря, отношения собственности – это не что иное, как определенные правила игры, принятые в обществе. Вот как в свое время французский ученый Ш. Монтескье определил значимость собственности: «Собственность – вот дух законов» [6].

Отношения собственности – это, прежде всего, право государства контролировать использование редких ресурсов и регулировать возникающие при их потреблении затраты и выгоды. Следовательно, отличительная черта теории прав собственности состоит в том, что феномен собственности связан с проблемой относительной редкости или ограниченности ресурсов. В 1871 г. австрийский экономист К. Менгер в книге «Основания политической экономии» писал, что «собственность своим конечным основанием имеет существование благ, количество которых меньше по сравнению с потребностями в них. Поэтому институт собственности является

возможным институтом разрешения проблем между надобностью, потребностью и возможным предложением благ. Возникающее здесь несоответствие вызывается исключительным характером редкости благ» [6]. Таким образом, отношения собственности – это система исключений из доступа к ресурсам; свободный доступ к ним означает, что они ничьи, никому не принадлежат или, что то же самое, принадлежат всем.

В соответствии с теорией прав собственности исключение определенного круга лиц из процесса свободного доступа к ресурсам предполагает специфицирование права собственности на них. Смысл и цель спецификации состоят в том, чтобы создать условия для приобретения прав собственности теми, кто ценит их выше, кто способен извлечь из них большую пользу. Основная задача спецификации, т. е. четкой определенности прав собственности на ресурсы, заключается в изменении поведения хозяйствующих субъектов таким образом, чтобы они принимали наиболее эффективные решения. Чем определеннее права собственности, тем сильнее у собственника стимул учитывать выгоды экономических действий.

Понятие собственности как экономической категории уже, чем понятие экономических отношений. Но поскольку основой воспроизводственного процесса является производство, то во всей совокупности экономических отношений определяющей выступает собственность на ресурсы и факторы производства. Собственность – главное звено экономических отношений, на котором держатся все остальные звенья экономической системы. Именно собственность обуславливает экономический способ соединения работника со средством производства, цель развития экономической системы, социальную структуру общества, способ распределения созданных материальных

благ и услуг [6]. В свою очередь, экономические отношения тесно связаны с экономическими интересами, а через них – с отношениями собственности. В целом экономические отношения проявляются исключительно через экономические интересы людей, а средством реализации интересов выступают экономические материальные стимулы.

Переход к рынку потребовал не только реформирования собственности, экономических отношений, но и новой оценки экономических интересов, которые в настоящее время развиваются быстрыми темпами. Проблемы приватизации, акционирования государственной собственности пробудили интерес к частной собственности, а значит, и к предпринимательской инициативе. Существующие в обществе группы интересов неадекватны друг другу, они противоречивы: личные интересы не всегда согласуются с коллективными, а коллективные – с общественными. В основе различий лежит разный комплекс удовлетворяемых потребностей.

Средством реализации интересов выступают экономические материальные стимулы. При этом мотив – это внутреннее состояние личности, побуждающее ее к действию; стимул – внешний побудительный фактор. Стимулы могут выступать в виде заработной платы, премий, разовых вознаграждений, налоговых льгот, различий в пенсионном обеспечении и т. д. На этой основе в обществе формируется система материальной заинтересованности. Наряду с ней обычно действует система моральных и административных стимулов.

Древние мыслители сформулировали закон духовной жизни, в соответствии с которым человек, достигнув определенного (исторически и социально обусловленного) уровня удовлетворения первичных потребностей, должен (во избежание саморазрушения) переключить свои устрем-

ления на духовные цели, облагораживающие личность.

Многогранность и разнообразие человеческих потребностей порождает столь же многообразное число интересов. Каждая сторона жизнедеятельности людей имеет свой спектр интересов: духовных, нравственно-этических, религиозных, социальных, профессиональных, идеологических, национальных, экономических и др. Таким образом, потребности развивают у людей интересы, которые, в свою очередь, формируют мотивы. Первоочередными являются материальные потребности, побуждающие экономические интересы и экономические мотивы деятельности.

Поскольку человек реализует свои потребности не в одиночку, а сообща, коллективно, то наряду с личными интересами существуют коллективные. Высшей формой выражения коллективности интересов выступает общественный интерес, который, как правило, ограничивается рамками национальной государственности в виде принятых норм и правил, т. е. определенной институциональной системы. По мнению институционалистов, ключом к экономическому росту, являющемуся основой удовлетворения общественных интересов, служит эффективная организация экономики, которую обеспечивают институциональные системы. В качестве институтов выступают, в первую очередь, законы и правила, формирующие побудительные механизмы.

Стимулы представляют собой фундаментальные детерминанты экономического поведения людей. Институты, определяя структуру и рамки человеческих взаимоотношений на основе формальных и неформальных ограничений, уменьшают неопределенность, повышая тем самым эффективность принимаемых решений.

Институты – продукт исторического развития, и при оценке их роли в развитии общества нужно помнить, что их прогресс

не сводится к учету только новых явлений экономической жизни, к преодолению негативных последствий разного рода перемен, особенно революционного характера. Институционалисты выдвигали принцип необходимости сохранения всего того ценного из наследия прошлого, что людям дорого, к чему они привыкли. Эти неформальные нормы меняются медленно, постепенно, но создают легитимную основу для действия новых принимаемых законов, правил поведения людей. Следовательно, формирование институциональной системы в каждый данный период времени должно учитывать траекторию предшествующего развития, что представляет собой решающее условие для понимания долгосрочных экономических изменений. Отсюда можно сделать вывод, что:

- институты связывают прошлое и будущее, уменьшают неопределенность, структурируя повседневную жизнь;
- организуют взаимоотношения между людьми;
- определяют и ограничивают набор альтернатив в экономическом поведении, которые имеются у каждого человека;
- включают все формы ограничений, созданных людьми для того, чтобы придать определенный порядок человеческим взаимоотношениям.

В условиях трансформирующейся экономики согласно учению институционалистов необходимо решать тройственную задачу:

- 1) осваивать перемены и новые механизмы;
- 2) преодолевать негативные последствия перемен и ошибок;
- 3) сохранять ценное из наследия прошлого [5].

Переход к рыночной экономике является не только периодом собственно перехода к рынку, но и временем, в течение которого происходит формирование и становление социально ориентированной рыночной экономики.

Результатом реформирования экономики должно быть создание такой экономической системы, которая сочетала бы преимущество современного высокоразвитого рыночного хозяйства с обеспечением эффективной социальной защиты граждан. Но мы знаем из практики, что всякую рациональную идею можно довести до абсурда. Искусство экономиста и политика заключается в том, чтобы увидеть тот предел, за которым теория и отражающая ее практика причиняют вред экономике.

Индикаторами такой экономической институциональной системы должны быть:

- государственный долг не больше 60 % ВВП;
- дефицит государственного бюджета не более 5 % ВВП;
- преимущественно положительный торговый баланс, чтобы не было, как в украинской пословице: «Батько, кончай торгувати, бо нічим уже сдачі давати»;
- минимальный объем валютных резервов, который должен соответствовать трехмесячному покрытию импорта;
- инфляция на уровне 3–5 %;
- доля расходов населения на первичные социальные нужды не должна превышать 30 % в общем объеме доходов;
- безработица не должна превышать 3 % экономически активного населения и т. д.

Из сказанного вытекают, по крайней мере, два принципиально важных вывода, касающихся оценки проводимых реформ и социальной политики государства. Во-первых, ожидаемые и реальные результаты экономических преобразований следует оценивать на основе не только экономических, но и социальных критериев, таких как качество и продолжительность жизни населения, защита и улучшение среды обитания людей, социальные гарантии и социальная справедливость. Во-вторых, социальную

политику государства нельзя сводить лишь к социальному обеспечению и социальной защите малоимущих групп населения. Более важным элементом данной политики является социальный аспект приватизационной, финансовой, налоговой, инвестиционной, ценовой и иной экономической политики. Только в этом случае можно говорить о социально ориентированной экономике, в которой производственные отношения и механизм хозяйствования обеспечивают подчинение воспроизводственных процессов задачам развития личности, преодоления отчуждения человека от труда и его продуктов, средств производства, общества и культуры.

### Цитированная литература

1. **Базылев Н.И., Базылева М.Н.** Экономическая теория. – М.: Книжный Дом, 2004.
2. **Сажина М.А., Чибриков Г.Г.** Экономическая теория. – М.: Норма, 2005.
3. **Пороховский А.А. и др.** Экономическая теория: истоки и перспективы. – М.: Экономический фак-т МГУ; ТЕИС, 2006.
4. **Чепурин М.И., Киселева Е.А.** Курс экономической теории. – Киров: АСА, 2002.
5. **Аузан А.А.** Институциональная экономика. – М.: Инфра-М, 2010.
6. **Норт Д.** Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. – М.: Начала, 1997.

УДК 330.5 (478.9)

Л.М. Сафронова, канд. экон. наук, доц.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ОСНОВА НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

*Рассмотрены внутренние и внешние угрозы, критерии экономической безопасности государства. Проведен анализ основных макроэкономических показателей, формирующих экономическую безопасность государства, и факторов, влияющих на нее. Предложены направления выхода экономики из кризисного состояния и варианты дальнейшего перспективного развития.*

Устойчивость, стабильность и эффективность развития национальной экономики, ее конкурентоспособность на внутреннем и мировом рынках тесно связаны с экономической безопасностью государства.

Под национальной экономической безопасностью понимают способность соответствующих политических, правовых и экономических институтов страны защищать жизненно важные интересы личности, общества и государства в экономической сфере от внутренних и внешних угроз [1, с. 28]. Безопасность государства зависит

от национальной силы, выражающейся в способности вносить вклад в международное сообщество, выживать в кризисных и экстремальных международных условиях, полностью реализовывать национальные интересы внутри и вне страны вплоть до силового противостояния в глобальных и региональных конфликтах [2, с. 70].

Вопросы обеспечения национальной экономической безопасности, критерии оценки, отраслевые направления в рамках единой системы приоритетов экономической безопасности рассмотрены в научных



трудах Л.И. Абалкина, С.Ю. Глазьева, А.П. Градова, Д.В. Доценко, В.С. Загашвили, А.И. Илларионова, В.Н. Круглова, С.Е. Метелева, А.А. Прохожева, Т.Д. Ромашенко, В.К. Сенчагова и др.

Поскольку экономике принадлежит базисная роль в развитии общества и страны, экономическая безопасность, элементом обеспечения которой является деятельность государства по обнаружению и оперативному предупреждению внутренних и внешних угроз, выступает важнейшей национальной задачей, что особенно актуально при существующем социально-политическом положении Приднестровья.

В Концепции национальной безопасности Приднестровской Молдавской Республики выделены основные внутренние факторы, создающие угрозу безопасности в экономической сфере [3]:

- рост изношенности производственных мощностей, использование несовершенных технологий, характеризующихся повышенной энерго- и ресурсоемкостью, низким качеством продукции и высокими издержками производства;

- несогласованность отношений собственности и структуры производственных отношений, неравенство условий для субъектов хозяйствования с различными формами собственности;

- ослабление научно-технического и технологического потенциала страны, сокращение исследований по стратегически важным направлениям научно-технического развития, потеря требуемой динамики развития фундаментальной и прикладной экономической науки;

- сокращение инвестиций в реальный сектор экономики; ограничение прав товаропроизводителей;

- низкая конкурентоспособность товаров и услуг отечественных производителей на внутреннем рынке;

- несовершенство правового регулирования экономических отношений, кор-

рупированность управленческих структур;

- отток наиболее квалифицированных специалистов за рубеж.

К внешним угрозам следует отнести:

- снижение конкурентоспособности приднестровских товаров на внешних рынках;

- принятие другими государствами мер, создающих невыгодные условия для приднестровских товаропроизводителей;

- установление жестких барьеров и условий по осуществлению экспортно-импортных операций;

- рост внешнего государственного долга;

- зависимость экономики от импортных источников сырья;

- снижение инвестиционной активности зарубежных инвесторов и др.

Состояние экономической безопасности оценивается определенными параметрами, критериями и индикаторами, определяющими пороговые значения функционирования экономической системы. За их пределами система теряет конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, а также способность динамично развиваться, становится объектом экспансии инациональных и транснациональных монополий, в ней усиливается коррупция и криминалитет [4, с. 418].

В научной экономической литературе приводится огромное количество показателей состояния экономической безопасности государства. К наиболее значимым из них следует отнести макроэкономические показатели. Именно с их помощью оценивается состояние экономики страны в целом. Среди макроэкономических индикаторов выделяют:

- валовой внутренний продукт (ВВП), который отражает совокупную стоимость конечных товаров и услуг, произведенных на территории за определенный период времени (за год);



– общий объем инвестиций в экономику государства, характеризующий инвестиционную сферу;

– отношение дефицита бюджета к валовому внутреннему продукту, объем внешнего долга, уровень инфляции – качественные показатели, характеризующие финансовую сферу.

Расчет основных макроэкономических индикаторов оценки экономической безопасности представлен в таблице.

Объем ВВП на душу населения в среднем по «семерке» (США, Китай, Япония, Бразилия, Канада, Индия, Россия), по данным электронной энциклопедии «Википедия», основанной на информации МВФ, в 2009 г. был равен 20 998 долл. США, в 2010-м – 25 117 долл., в 2011 г. – 23 300 долл. Пороговое значение – 50 % – составило соответственно по годам 10 499 долл., 12 558 долл. и 11 650 долл. Фактическая величина ВВП на душу населения в Приднестровье в 8–9 раз ниже аналогичного значения в среднем по «семерке».

Расчетные показатели объема инвестиций, объема дефицита бюджета и импорта к ВВП свидетельствуют, что данные индикаторы экономической безопасности на порядок выше либо близки к пороговому значению. Только один индикатор – размер внешнего долга к ВВП в 4 раза

ниже критического значения. Однако если добавить долг перед РФ (задолженность энергетического комплекса, переведенная согласно заключенным договорам во внутренний долг ПМР), то и этот показатель перешагнет пороговое значение.

Важным аспектом стратегии экономической безопасности представляется устойчивость национальной валюты. В настоящее время положительным результатом экономической политики в ПМР является относительная стабильность национальной валюты (уровень инфляции ниже порогового значения: в 2009 г. индекс инфляции составил 5,7 %, в 2010 г. – 13,2 %, в 2011 г. – 16,0 %), что служит определенным ориентиром для хозяйствующих субъектов и населения при оценке и прогнозировании развития ситуации на внутреннем рынке. Политика «управляемого плавания» валютного курса выступает фактором ограничения воздействия импортируемой инфляции на уровень потребительских цен и снижения степени девальвации национальной валюты по отношению к доллару США.

Исходя из анализа основных макроэкономических индикаторов можно констатировать, что экономическая безопасность республики находится под угрозой.

Для усиления интенсивности экономического развития требуется формирова-

**Показатели экономической безопасности Приднестровья\***

Показатель	Пороговое значение по методике С. Глазьева [6]	Фактические значения		
		2009 г.	2010 г.	2011 г.
Объем ВВП: – % к соответствующему периоду предыдущего года (в сопоставимых ценах)	50 % от среднего по «семерке» и 100 % от среднемирового	101,4	109,2	110,7
– на душу населения, долл. США		1 830,2	1 907,7	1 949,3
Объем инвестиций, % к ВВП	25	10,8	16,9	14,5
Дефицит бюджета, % к ВВП	5	21,9	13,3	13,8
Объем внешнего долга, % к ВВП	25	5,4	5,4	5,6
Импорт, % к ВВП	30	115,8	130,4	172,7
Уровень инфляции за год, %	20	5,7	13,2	16,0

\* Расчеты выполнены автором на основе статистических данных [5].

ние экономики, обладающей потенциалом динамичного роста, способной обеспечить последовательное улучшение качества жизни населения и воспроизводство основного капитала.

Проблема экспортно-импортного дисбаланса может быть решена либо путем повышения самообеспеченности экономики с помощью политики импортозамещения, либо путем наращивания экспорта за счет проведения политики диверсификации отраслевой структуры, и в первую очередь сельскохозяйственного производства, инвестирования в развитие инновационных технологий, имеющих будущее на рынке. И в том, и в другом случае необходима структурная перестройка экономики, для реализации которой требуются значительные инвестиционные вложения. В этой связи полезен опыт Тайваня, тоже являющегося непризнанным государством. В 90-е годы он сделал ставку на развитие наукоемких отраслей и **IT-индустрии**. В настоящее время Тайвань по производству компьютеров (знаменитые бренды **Acer** и **Asus**) уступает лишь Японии, США, Германии, Великобритании и Франции. Компьютерная и микроэлектронная промышленность этого небольшого острова дает более 50 % ВВП, а в расчете на душу населения за 2011 г. ВВП составил 37 900 долл. США (средний по «семерке» – 23 300 долл.). Тайвань интенсивно развивает биотехнологии, «зеленую» индустрию, туризм, сельское хозяйство. При этом он делает ставку не на крупные промышленные гиганты, а на малый и средний бизнес, преимуществом которого является мобильность и выживаемость в кризисных ситуациях.

Как считают молдавские бизнесмены, развитие биотехнологий возможно и в Приднестровье, поскольку здесь имеются обширные посевные площади по производству зерна и получению соломы, из которой можно изготавливать брикеты и использовать их вместо газа. Альтерна-

тивное топливо только по энергетике даст экономии практически на 35–40 % [7].

Следует отметить, что аграрный сектор Приднестровья обладает не только возможностями для покрытия внутреннего дефицита экологически чистой сельскохозяйственной продукции, но и большим экспортным потенциалом, поскольку он способен произвести такой объем продукции, который будет значительно превосходить внутренние потребности ПМР. Восстановление структуры и ранее достигнутых объемов производства в сельском хозяйстве (в 1991 г. валовой объем сельскохозяйственной продукции составлял 400 млн долл. США, а ее физический объем приближался к 1 млн т) позволило бы республике улучшить ситуацию в экономике за счет увеличения экспорта и валютных поступлений, сокращения импорта, роста ВВП.

Основным направлением инвестиционной политики должно стать формирование благоприятной среды, способствующей повышению инвестиционной активности, привлечению частного отечественного и иностранного капитала для реконструкции экономики. Инвестиционную деятельность будет стимулировать соглашение с молдавской Ассоциацией европейского бизнеса, предполагающее максимальное упрощение торговли товарами и услугами, доступ на рынок товаров и услуг без оплаты таможенных пошлин [7].

Несмотря на серьезные политические проблемы, Приднестровье постоянно ведет диалог с зарубежными партнерами о возможности привлечения европейских инвестиций. В 2012 г. Верховный Совет разработал Стратегию социально-экономического развития Приднестровской Молдавской Республики до 2025 г., в которой одним из основных направлений экономической политики является обеспечение условий для качественного роста инвестиций в ПМР. Предусматривается создание свободной экономической зоны, привлече-

ние масштабных иностранных инвестиций в промышленность, в том числе в легкую и пищевую (с повышением добавленной стоимости), и развитие сектора услуг (размещение бэк-офисов крупных российских компаний, развитие IT-сектора). В данном документе отмечается, что ускорение инвестиционных процессов, вероятнее всего, может проявиться в 2013–2015 гг., когда усилия по активизации институциональных изменений и улучшению инвестиционного климата смогут обеспечить реальный прирост валового накопления основного капитала примерно на 17 % ежегодно. При этом есть вероятность, что годовой приток иностранных инвестиций (прямых и портфельных) в экономику ПМР к 2025 г. может втрое превысить средний уровень 2008–2010 гг. [8, с. 61–65].

Здесь можно последовать примеру Тайваня, начавшего одним из первых создавать специальные экономические зоны и технопарки, прототипом которых является известная Кремниевая долина (США, штат Калифорния) – технологический центр, специализирующийся на современных электронных и информационных технологиях. Опыт Тайваня свидетельствует, что использование высоких технологий и вложение инвестиций в это направление способны вывести экономику страны в мировые лидеры.

Внутренние и внешние политические риски обуславливают недостаточную инвестиционную привлекательность Приднестровья для серьезных и эффективных иностранных инвестиций в нужных объемах и формах и предопределяют незначительные потоки зарубежных капиталовложений. В экономически стабильные страны инвестиции поступают достаточно активно, несмотря ни на довольно жесткое регулирование этой сферы (Китай), ни на отсутствие льгот (Германия, где вообще нет специального законодательства в отношении иностранных инвестиций).

Принятие мер по улучшению ситуации в рамках проводимой государством экономической политики, направленных на восстановление материально-технической базы, развитие агропромышленного сектора и модернизацию бизнеса с использованием высоких технологий, создаст условия для выхода экономики ПМР из кризисного состояния и ее дальнейшего перспективного развития.

Чтобы получить статус «де-юре» и признание мирового сообщества, надо стать экономически независимым и сильным государством, используя опыт других стран, а также конкурентные преимущества и тот потенциал, который сегодня есть у Приднестровья.

### Цитированная литература

1. Орлова Н.Ю., Некрасов В.И. Региональные особенности экономической безопасности хозяйственных комплексов. – Екатеринбург; Ижевск: Изд-во ИЭ УрО РАН, 2007.
2. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России. – М.: ДЕЛО, 2005.
3. Проект Концепции национальной безопасности Приднестровской Молдавской Республики от 29.11.2007 г.
4. Доценко Д.В. Экономическая безопасность: методологические аспекты и составляющие // Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 4.
5. Статистический сборник за 2007-2011 гг. / Государственная служба статистики ПМР. – Тирасполь, 2012.
6. Илларионов А. Критерии экономической безопасности // Вопросы экономики. – 1998. – № 10. – С. 35–39.
7. Электронный ресурс. – Доступ.: <http://www.nr2.ru/pmr/379248.html> 23.03.12.
8. Стратегия социально-экономического развития Приднестровья до 2025 г. // Официальный сайт Верховного Совета ПМР: <http://www.vspmr.org/>

УДК 336.774

Л.Г. Сенокосова, канд. экон. наук, проф.  
В.Д. Чиботару, аспирантка

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ

*Развитие кредитных отношений банков и частных лиц является не только экономической, но политической и социальной проблемой. Поэтому необходимо модернизировать формы и методы кредитования, совершенствовать процентную политику и условия предоставления и погашения кредитов, использовать опыт зарубежных стран с рыночной экономикой. Рассматриваются особенности механизма потребительского кредитования в России и ПМР и предлагаются пути его совершенствования.*

Макроэкономическая стабилизация в целом и преодоление инфляции в частности позволяют людям шире использовать банковские ссуды для решения жизненно важных проблем. В этой связи необходимо продолжать развивать и совершенствовать кредитные связи коммерческих банков с населением на основе изучения отечественного и зарубежного опыта. С нашей точки зрения, нужно расширять комплексное банковское обслуживание граждан: помимо развития кредитных отношений с ними следует предоставлять большой выбор банковских продуктов и услуг, увеличивать доходы населения, формировать ресурсную базу банка.

Использование опыта других стран в области кредитования частных лиц по мере накопления коммерческими банками опыта по кредитованию, укрепления их материально-технической базы, обеспечения необходимыми кадрами может происходить по нескольким направлениям:

- совершенствование используемых и внедрение новых видов ссуд;
- повышение качества банковского обслуживания населения;
- дифференциация условий предоставления кредита в зависимости от его вида и срока использования, а также от уровня доходов заемщика;

– унификация порядка оформления и использования кредитов и др.

Дальнейшее улучшение организации кредитования индивидуальных заемщиков требует решения ряда проблем. В настоящее время потребительские кредиты выдаются не только кредитными институтами, но и предприятиями и организациями, которым кредитные функции не присущи. Кроме того, кредитование потребительских нужд населения большим количеством организаций сопряжено с множеством негативных моментов. Это, например, отсутствие планирования потребительских кредитов в целом по республике и по отдельным регионам. В кредитных планах банков предусматриваются лишь выдаваемые ими кредиты. Выдача и погашение кредитов недостаточно увязаны с показателями баланса денежных доходов и расходов населения и др.

Вышесказанное подтверждает необходимость концентрации выдачи всех видов потребительских кредитов в банковской системе. Предполагается целесообразным существенно расширить перечень видов ссуд на образование, на организацию собственного бизнеса, а также предоставлять различные услуги, в том числе информировать клиентов о программах стимулирования инвестиций и предпринимательства.

Кроме того, положительный эффект для развития кредитования индивидуальных заемщиков может иметь:

- введение целевых жилищно-строительных вкладов и предоставление на этой основе их владельцам первоочередного права на получение инвестиционного кредита после соблюдения установленных условий: срока хранения и необходимой суммы накопления средств на вкладе;

- проведение маркетинговых исследований банков с целью выявления потребности населения в новых видах ссуд;

- повышение уровня информированности частных клиентов банков о новых видах кредитов и банковских услуг;

- максимальный учет интересов клиента, индивидуальный подход при кредитовании.

Развитие кредитных отношений населения с банками – это вопрос не только экономический, но и политический и социальный. Помимо необходимой экономической и политической стабилизации, разработки коммерческими банками социально ориентированной кредитной политики во взаимоотношениях с гражданами требуется также модернизация форм и методов кредитования, совершенствование процентной политики, условий предоставления и погашения кредитов, использование опыта зарубежных стран с рыночной экономикой.

Совершенствование кредитования населения в условиях роста межбанковской конкуренции служит для банка важным фактором, укрепляющим его общественный имидж, привлекательность и доходную базу. Эти свойства потребительского кредита обеспечивают возрастающее внимание к нему.

Таким образом, при работе с большим количеством индивидуальных заемщиков нужно оценивать их платежеспособность только исходя из официальных текущих доходов, усредненных за достаточно про-

должительный период времени. Необходимо также уделять серьезное внимание стабильности доходов и вероятности их изменения в будущем. Последнее относится, в частности, к платежеспособности и стабильной работе предприятия, перечисляющего заработную плату потенциальному заемщику в банк.

Необходимо довести до совершенства некоторые правила деятельности банков по обеспечению возвратности кредита:

- иметь дело с теми клиентами, которых банк давно знает. Систему обеспечения возвратности ссуд следует формировать с таким расчетом, чтобы она работала не только после того, как наступит срок возврата кредита, но и до принятия решения о его выдаче, что является не менее важным;

- ограничивать сроки кредитования: чем короче срок, тем ниже при прочих равных условиях уровень риска;

- постепенно развивать кредитные отношения с клиентами, включая и тех, с которыми банк уже работает. При выдаче малых кредитных сумм достаточно нескольких месяцев, чтобы оценить добропорядочность, грамотность заемщика, проследить, с какого рода контрагентами он имеет дело, насколько аккуратен в выплате налогов, в оформлении платежных документов, убедиться в его грамотности в юридических нюансах. Для проведения такого анализа банк должен организовать свою службу экономической безопасности, которая работает в упреждающем режиме;

- по возможности формализовать процессы выдачи кредитов, что предполагает разработку соответствующих процедур, пакетов документов, требуемых от заемщиков, критерия удовлетворения кредитных заявок;

- добиваться, чтобы максимальное число кредитов имело обеспечение в той или иной форме, дифференцируя при этом



по возможности условия кредитования разных клиентов (в зависимости от обеспечения кредита, надежности заемщика, целей, объемов, сроков кредитования и других обстоятельств).

Банку необходимо сформулировать четкие и однозначные критерии, которыми будет руководствоваться его работник, принимая решение о кредитовании сотрудника предприятия. Список этих критериев не следует делать избыточным и значения любого из них должны быть легко проверяемыми.

На каждой стадии бизнес-процесса необходимо расписать все действия персонала, весь документооборот – бухгалтерский и юридический, разработать типовые формы документов. Бизнес-процесс должен также предусматривать нетипичное развитие ситуации, например изменение группы риска, появление просроченных обязательств, досрочное прекращение кредитования. Здесь также следует расписать все действия и весь документооборот. Другими словами, для банка, занимающегося обслуживанием большого числа индивидуальных заемщиков, не должно возникать непредусмотренных ситуаций.

Финансовые операции по выдаче/погашению кредитов, процентов, внебалансовому учету, расчету, формированию резервов и т. п. должны осуществляться в автоматическом режиме на уровне непосредственных исполнителей с формированием соответствующих документов и распоряжений по факту совершения операций по итогам операционного дня. Количество таких документов необходимо предельно минимизировать. Например, обратный порядок – сначала подписание распоряжения на погашение процентов, а потом сама операция по их погашению – приведет к резкому росту издержек банка.

В наш стремительный век нелегко уследить за всеми новшествами и разо-

браться в качестве и выгоды услуг, предлагаемых потребителям банковским сектором. Поэтому изначально следует провести мониторинг банковских услуг, который поможет заемщику сориентироваться в море предложений. При ближайшем рассмотрении оказалось, что услуги в различных приднестровских банках существенно не различаются. Практически у всех банков (во всяком случае у тех, которые активно работают с физическими лицами) в арсенале имеется несколько видов депозитов, ипотечных и потребительских кредитов, платежных карточек и т. д. И во всех банках условия по этим видам услуг очень схожи.

Второй положительный момент, который можно отметить в сложившейся ситуации, заключается в том, что, не имея возможности эффективно конкурировать по ставкам вознаграждения, банки пытаются вводить новые дополнительные услуги. Но поскольку новшества моментально начинают тиражироваться, конкуренция все больше перемещается в сферу качества сервиса. Поэтому мы пришли к выводу, что сравнивать и оценивать банки следует не по выгоде их услуг (как было сказано выше, условия, предлагаемые различными банками, вполне сопоставимы), а по доступности для населения информации о тех или иных банковских продуктах, уровню сервиса и качеству обслуживания.

Что касается доступности информации, то таковой, и то с натяжкой, можно считать рекламу. Она, конечно, делает свое дело, поскольку потребители, не располагающие временем на проведение мониторинга услуг банков, зачастую выбирают самый разрекламированный из них. Так, более половины из опрошенных нами нескольких десятков потребителей банковских услуг отметили, что остановили выбор на том или ином банке, поддавшись влиянию рекламы.

Очевидно, что далеко не всегда широко рекламируемая услуга является лучшей. Более того, в рекламе банки говорят только о плюсах той или иной своей услуги, но умалчивают о ее минусах, поэтому реклама – ненадежный источник информации. Однако практически все приднестровские банки имеют сайты, и если сайт хорошо продуман и удобен для пользователей, то на нем можно найти всю необходимую информацию.

Каждый банк рано или поздно сталкивается с проблемой неплатежей, и перед его руководством встает дилемма – решать этот вопрос собственными силами, увеличивая штат специализированных сотрудников, или обращаться в компанию, профессионально занимающуюся сбором задолженностей. В большинстве случаев, следуя сложившейся традиции, руководители кредитных организаций поручают решение этой задачи штатным юристам либо службе экономической безопасности банка. Преимущество такого варианта заключается в экономии средств на оплату услуг коллекторской компании, а также в относительном контроле за ходом выполнения работ своими сотрудниками. Однако на практике подобная экономия не всегда оправдывает себя. В связи с недостатком специальной подготовки, опыта, гибкости, свободы принятия решений и с отсутствием прямой материальной заинтересованности в возврате денежных средств действия штатных сотрудников банка оказываются малоэффективными.

Создание профессиональной коллекторской службы, хорошо подготовленной, обладающей специальными навыками, технологиями, специализированным программным обеспечением и, что немаловажно, достаточным опытом в разрешении долговых проблем, требует существенных финансовых и временных затрат.

Преимущества сотрудничества с коллекторским агентством состоят, в первую

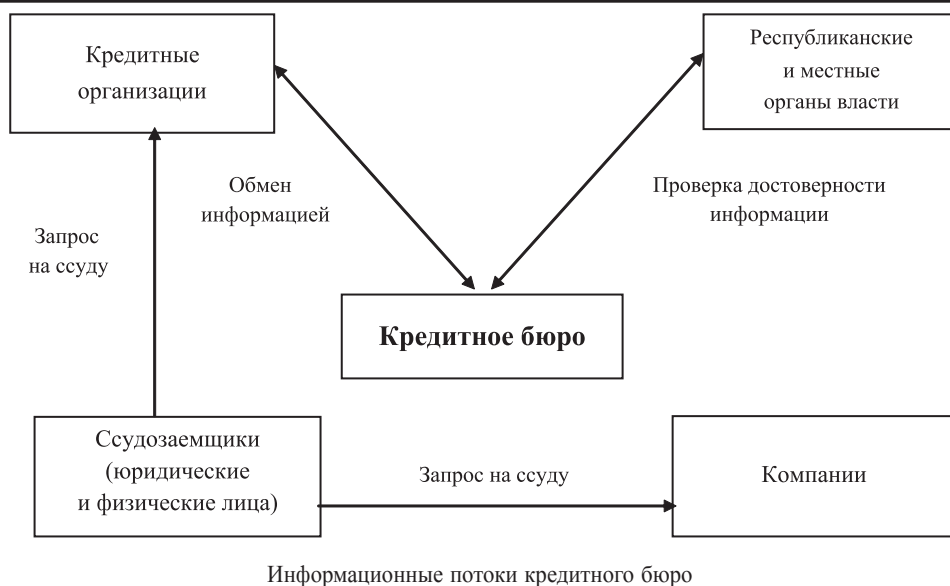
очередь, в том, что взыскание задолженности является основным, а не дополнительным видом его деятельности, и в том, что работу проводят прошедшие специальную подготовку сотрудники, владеющие арсеналом знаний из таких областей, как психология, социология, юриспруденция, финансы. Наконец, каждый работник материально мотивирован и заинтересован в конечном результате. Следует отметить, что если еще полтора-два года назад банковское сообщество России скептически относилось к коллекторским агентствам, то на сегодняшний день явно видна позитивная тенденция развития их сотрудничества.

Продолжая анализ мирового опыта, отметим еще одно направление в коллекторском бизнесе – услуги по оценке платежеспособности потенциального заемщика и предупреждению выдачи банком рискованных кредитов. Во всем мире такая практика достаточно распространена, но у нас в Приднестровье пока активно не используется.

Важным элементом оценки кредитоспособности и деловой репутации заемщика выступает развитие системы скоринга. Скоринговые системы призваны выявить и оценить самые разнообразные факторы – не только финансовые, но и социальные, поведенческие, мотивационные и т. п.

Одной из серьезных проблем сферы потребительского кредитования в ПМР является отсутствие кредитной истории клиента и такого института, как кредитное бюро. Оно берет на себя всю процедуру комплексной оценки заемщика, руководствуясь принципами раскрытия и обмена информацией. При создании кредитного бюро необходимо предусмотреть использование стандартной технологии сбора, обработки и доступа к информации, которая уже повсеместно применяется многими компаниями, специализирующимися на предоставлении информационных услуг.





Реестры кредитных историй призваны служить индикативным инструментом на стадии предварительной оценки рисков, когда требуется первичная независимая оценка данных о потенциальном ссудозаемщике. При этом если клиент не соглашается передать сведения о себе в кредитное бюро, то в деловом сообществе он не сможет рассчитывать на статус первоклассного. В случае, когда заемщиком выступает физическое лицо, передача данных в кредитное бюро является необходимым условием для получения потребительского или ипотечного кредита.

Вся информация может разделяться на несколько категорий важности и значимости в зависимости от потребности клиентов, что будет стимулировать их к предоставлению наиболее подробных и достоверных данных. На рисунке предлагается схема информационных потоков кредитного бюро.

Важнейшим фактором успешной работы кредитного бюро является обеспе-

чение максимальной защиты информации от несанкционированного доступа. В целях пресечения ее недобросовестного использования кредитное бюро уведомляет о поступившем запросе владельца кредитной истории. Если информация предоставляется по просьбе заемщика, то кредитное бюро устанавливает регламент ее последующего раскрытия и распространения.

Таким образом, можно сказать, что современные услуги по взысканию задолженности – это цивилизованный, высокотехнологичный бизнес, уже давно востребованный во всем мире, и наша задача – укреплять на приднестровском рынке престиж данного вида деятельности, повышая доверие к нему клиентов. Предполагаемые пути совершенствования механизма потребительского кредитования будут способствовать повышению его эффективности и расширению услуг, предоставляемых коммерческими банками.

УДК 330.112.001.76

Е.В. Саломатина, ст. преп.

## ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

*Формирование портфеля инновационных проектов предполагает выбор наиболее эффективного из них. Данный процесс сопровождается высоким риском проектов в сфере информационно-коммуникационных технологий и трудностями измерения экономического эффекта. Одной из составляющих проблемы является эмпирическое подтверждение эффекта от информационных технологий.*

Один из идеологов построения информационного общества Мартин Уильям выделил и сформулировал основные его характеристики по различным критериям. В качестве ключевого наряду с социальным, экономическим, политическим и культурным критериями он отметил технологический, означающий широкое применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в производстве, учреждениях, системе образования и в быту. Информация, представляя собой ресурс, услуги, товар, источник добавленной стоимости и занятости, является важным стимулятором изменения качества жизни. Свобода информации ведет к согласию между различными классами и социальными слоями населения, содействует утверждению информационных ценностей в интересах развития отдельного индивида и общества в целом [1].

Информация играет центральную роль в координации деятельности и решений, а также в функционировании организаций, рынков и экономики. Она вносит свой вклад в технологическое развитие, изменяя и улучшая экономические показатели.

Будучи по своей природе непродуцируемой сферой, ИКТ влияют на все без исключения виды человеческой деятельности. Они позволяют наращивать производство материальных благ, не уве-

личивая потребление энергии и сырья, не привлекая дополнительную рабочую силу и более экономно используя природные ресурсы.

Применение ИКТ привело к существенным изменениям в бизнесе, государственном управлении, политике, социальной сфере. Произошедшие перемены направлены, прежде всего, на повышение эффективности функционирования этих областей человеческой деятельности. Вкладывание необходимых средств в развитие технической инфраструктуры и обеспечение работников знаниями в области информационных и телекоммуникационных технологий являются непременным условием выхода на передовые рубежи как отдельных компаний, так и страны в целом.

Большой вклад в прогресс и экономический рост Германии, одного из общемировых лидеров в области использования новых технологий, вносит сектор информационных и телекоммуникационных технологий, который по данным GТАI за 2010 год по объему выручки занимает первое место в Европе (20 %) и четвертое – в мире (5,5 %). Ключевые отрасли германской промышленности более чем на 80 % обязаны технологическим инновациям сферы ИКТ.

В странах с постиндустриальной экономикой поддержка высококонкурент-

ной среды и предпочтение новейших технологий относятся к числу общих принципов осуществления экономической политики. Сектор ИКТ закладывает фундамент для развития устойчивой глобальной экономики будущего, ИКТ являются важным фактором инвестиционного климата и неперенным условием развития бизнеса.

В современных экономических условиях инновационная политика предполагает формирование портфеля инновационных проектов и выбор наиболее эффективного из них. Успешная реализация инновационных решений, имея государственное значение, еще и содействует поддержанию конкурентоспособности компаний и росту их стоимости. Однако сложность отбора для внедрения того или иного инновационного решения обусловлена не только многоплановостью его воздействия, но и наличием большого перечня вопросов, посвященных эффективности ИКТ, которые еще недостаточно изучены и являются дискуссионными.

Основную мысль исследований 80–90-х годов XX века сформулировал нобелевский лауреат Роберт Солоу: «Мы видим компьютерный век везде, кроме статистики производительности» [2]. Данное высказывание получило название парадокса производительности ИТ, или парадокса Солоу. Результатом проведенных на тот момент исследований было отсутствие эмпирических доказательств влияния инвестиций в ИТ на производительность или прибыльность фирмы.

Эрик Бринолфсон в процесс исследования в 1993 году промышленного сектора и сектора услуг также не выявил положительного влияния ИТ на производительность и эффективность компаний [3].

Пол Страссман, используя открытую статистику публичных компаний США, показал, что между ИТ-бюджетами и показателями результативности бизнеса

статистические корреляции отсутствуют. Причем корреляция не появляется ни на отраслевом, ни на каком-либо другом уровне [4, 5]. Но все-таки, проведя дальнейшие исследования, Пол Страссман смог обнаружить бизнес-показатель Sales, General & Administrative (SG&A), с которым у ИТ-бюджетов наблюдается корреляция, и разработал технологию анализа информационной продуктивности – Information Productivity (IP) [4, 6]:

$$IP = EVA / SG\&A,$$

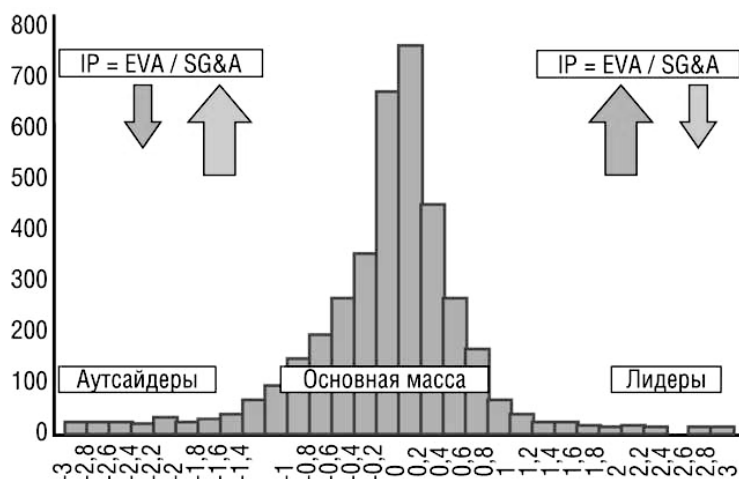
где EVA – экономическая добавленная стоимость бизнеса; SG&A – продажные, общие и административные расходы.

Основу SG&A составляет группа затрат на управление и администрирование, продвижение и поддержку продаж. Как выяснилось, рост SG&A положительно связан с увеличением ИТ-бюджета компании: чем выше этот показатель, тем чувствительнее к нему объем затрат на ИТ.

Подобная картина наблюдается во всех сегментах любого рынка и не зависит ни от отрасли, ни от размера компании, ни от объема ее продаж, ни от рыночной стоимости.

Высокий уровень IP отражает способность компании к созданию конкурентных преимуществ. Эта способность полностью зависит от организации менеджмента на конкретном предприятии в определенное время. С помощью IP можно сравнивать эффективность ИТ для разных компаний (см. рисунок).

Начиная с 90-х годов Пол Страссман ведет сравнительный анализ IP компаний, представляющих свою финансовую отчетность на фондовые рынки США, и публикует результаты на своем сайте (<http://www.strassmann.com>). Регулярные исследования показали, что у подавляющего большинства компаний, имеющих положительный EVA, значение IP составляет



Распределение компаний по значению IP

меньше 1 и лишь у немногих (лидеров) оно может превышать 2, а у некоторых даже достигать 8.

Другой уровень исследований связан с новой парадигмой ИКТ как технологией общего назначения. Экономическое воздействие информационно-коммуникационных технологий может быть более важным с точки зрения внешних и побочных эффектов в рамках использования в различных секторах экономики, чем их непосредственный вклад в валовой внутренний продукт в качестве производственного сектора [7].

Пол Дэвид впервые показал применимость данного понятия к информационным технологиям по аналогии с технологиями производства, передачи и использования электричества [8]. В дальнейшем был проведен целый ряд исследований, в частности в работах Т. Бреснахана [9, 10], подтвердивших этот взгляд на ИТ.

Начиная с 1996 года Эрик Бринолфсон в соавторстве публикует ряд работ, в которых опровергает парадокс производительности ИТ [11, 12]. Используя идеи технологии общего назначения и комплементарных активов, он установил связь

экономических показателей деятельности компании с накопленным «компьютерным капиталом». Под компьютерным капиталом понимается вся совокупность имеющихся у компаний ИТ-активов и процессов их обслуживания, накопленная к конкретному моменту, без включения программного обеспечения и коммуникационного оборудования. Кроме того, было доказано, что в долгосрочном периоде отдача от ИТ превышает затраты на них, т. е. эффект информационных технологий надо оценивать учитывая определенный временной лаг между появлением новой технологии общего назначения и началом ее продуктивного использования в широких масштабах.

Отдачу от ИТ можно повысить путем совместного использования набора комплементарных технологий, например персонального компьютера и Интернета. Иными словами, источником повышения экономической эффективности является определенный технико-экономический режим, базирующийся на ИТ, эффективных способах их применения и на поддерживающих их комплементарных технологиях.

Исследования на уровне фирмы подтвердили, что инвестиции в ИТ коррелируют с более высокой производительностью, по крайней мере для относительно крупных компаний, которые были включены в значительную часть исследований. На уровне страны большинство специалистов пришли к интересному выводу: в богатых промышленно развитых государствах наблюдается положительная связь между ИТ и производительностью, а вот доказательства существования такой связи в развивающихся странах отсутствуют. Санджив Деван и Кеннет Кремер предположили, что этот разрыв был обусловлен низким уровнем ИТ-инвестиций по отношению к ВВП в развивающихся странах, а также отсутствием необходимой инфраструктуры и опыта для поддержки эффективного использования ИТ [13].

Зарубежные исследования производительности ИТ построены на статистических массивах, которые содержат разнообразные данные как по финансовым показателям фирмы в целом, так и по специфическим показателям, связанным с закупкой и применением компьютеров. Используется база данных Computer Intelligence InfoCorp, содержащая информацию по закупкам компьютерного оборудования, и сходная по смыслу база International Data Group (<http://www.idg.com>). База данных Compustat (<http://www.compustat.com>) поддерживается компанией Standard & Poor и содержит финансовую информацию по 75 тыс. компаний всего мира.

### Цитированная литература

1. **Martin W.J.** The Global Information Society. Aldershot: Aslieb Gower; Brookfield, Vt. USA: Gower, 1995. – P. 10.
2. **Robert Solow.** We'd better watch out // New York Times Book Review. – 1987. – July, 12. – P. 36.
3. **Brynjolfsson E.** The productivity paradox of information technology // Communications of the ACM. – 1993. – № 36(12). – P. 66–77.
4. **Strassmann P.A.** The Squandered Computer – Evaluating the Business Alignment of Information Technologies. – Information Economics Press, 1996.
5. **Strassmann P.A.** The Value of Computers, Information and Knowledge. – URL: <http://www.strassmann.com/pubs/cik/cik-value.shtml> (1996)
6. **Pisello Thomas, Strassmann Paul. A.** IT Value Chain Management – Maximizing the ROI from IT Investments. – The Information Economics Press, 2003.
7. **Наука и техника на службе развития:** новая парадигма ИКТ. – Доступ.: [http://www.un.org/ru/development/surveys/docs/information07\\_08.pdf](http://www.un.org/ru/development/surveys/docs/information07_08.pdf)
8. **David P.** The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective to the Modern Productivity Paradox // American Economic Review. – 1990. – Vol. 80, № 2. – P. 355–361.
9. **Bresnahan T.** Prospects for the Information-Technology-Led Productivity Surge // Innovation Policy and the Economy. – 2002. – Vol. 2. – P. 135–161.
10. **Bresnahan T., Timothy, Trajtenberg M.** General Purpose Technologies: Engines of Growth? // J. of Econometrics. – 1995. – January. – № 65(1). – P. 83–108.
11. **Brynjolfsson E., Hitt L.M.** Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending // Management Science. – 1996. – Vol. 42, № 4. – P. 541–558.
12. **Brynjolfsson E., Hitt L.M.** Computing Productivity: Firm-Level Evidence // MIT Sloan Working Paper. – 2003. – № 4210-01.
13. **Sanjeev D., Kenneth L.** Kraemer: International Dimensions of the Productivity Paradox // Communications of the ACM. – 1998. – № 41(8). – P. 56–62.

УДК 336.2.027(478.9)

М.С. Гибескул, аспирант

## АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ И МАСШТАБОВ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРИМЕРЕ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Рассматривается взаимосвязь системы налогообложения и теневой экономики. Автор приходит к выводу, что если бизнес сильно обременен налогами и его отношения пронизаны бюрократическими нитями с налоговой инспекцией, то он будет вынужден уходить в «тень». Предлагается учитывать эти особенности для противодействия развитию теневой экономики в ПМР.*

Теневая экономика как явление экономической жизни любого государства зародилась с момента, когда в стране начали собирать налоги. В древние времена чрезмерный уровень налогового гнета вынуждал людей прятать свои доходы или даже уходить на другие земли. Ранний пример миграции подобного рода обнаруживается в «Книге исхода»: фараон обложил израильтян оброком службы, «и египтяне заставили детей Израиля служить усердно и на строительных работах, и на всех полевых работах». В определенный момент израильтяне рассудили, что пришло время уходить. Другой пример: в Малайе в XIX столетии китайские оловодобытчики отдавали малайскому вождю до 10 % добычи в качестве платы за «охрану». Если с них требовали больше, они находили другой район разработок, где плата была меньше [1].

Сегодня теневая экономическая деятельность, трансформируясь и усложняясь, проникает во все сферы деятельности общества. Даже в развитых странах экономисты констатируют рост теневых операций (см. таблицу), зачастую сугубо криминальных, таких как игровая деятельность, торговля оружием и наркотиками, качественная подделка предметов роскоши и т. п. Но в целом любая теневая деятельность – это сокрытие доходов от государственной статистики и, как следствие, от налогообложения.

Каким бы ни было налогообложение, оно представляет собой принудительную передачу определенных физических активов и заключенной в них ценности от тех лиц или групп, которые владели этими активами и могли получать в будущем доход от владения ими, в руки других людей или групп, которые теперь стали владельцами и будут получать доход. Таким образом, можно сделать достаточно очевидный вывод: налогообложение сокращает текущий доход и возможный уровень текущего потребления путем принудительного перемещения ценных, но еще не потребленных активов в руки людей, не имеющих никакого отношения к их производству [3].

Налоговая система не стимулирует развитие экономики и частной инициативы как в коммерческом, так и в некоммерческом секторе. Поскольку она является вульгарно-фискальной, то именно ее недостатки провоцируют «утечку капиталов» за рубеж и сдерживают экономический рост и бюджетные поступления. Налоговый воздух в ценах ведет к затуханию конкуренции, а излишне сложные процедуры взимания налогов и возможность неоднозначного толкования законодательства приводят к многочисленным правонарушениям и способствуют распространению коррупции [4]. Стоит также заострить внимание на том, что налоговая система – это единственный действенный способ



**Уровень теневой экономики в странах «Большой двадцатки»,  
в % к официальному ВВП [2]**

Страна	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	В среднем по периоду
США	8,6	8,7	8,8	8,9	8,9	9,0	8,8
Япония	11,1	11,2	11,5	11,7	12,0	12,1	11,4
Англия	12,8	12,9	13,0	13,0	13,1	13,2	12,9
Китай	13,3	13,4	13,6	13,7	14,0	14,3	13,5
Австралия	14,4	14,7	14,8	14,8	14,9	15,0	14,6
Франция	15,3	15,4	15,5	15,6	15,6	15,7	15,4
Германия	16,0	15,8	15,9	16,0	16,4	16,7	16,0
Канада	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,6	16,3
Саудовская Аравия	17,5	18,5	19,1	19,4	19,5	20,0	18,7
Индонезия	19,5	19,7	20,0	20,2	20,5	20,9	19,9
Индия	23,6	24,0	24,2	24,5	25,0	25,6	24,0
Аргентина	23,3	24,4	25,3	26,1	27,0	27,8	25,5
Италия	27,4	27,2	27,2	27,1	27,3	27,4	27,2
Корея	28,1	28,2	28,5	28,7	29,0	29,4	28,2
ЮАР	28,8	29,0	29,7	30,4	30,0	31,7	29,5
Мексика	29,9	29,7	30,1	30,3	31,0	31,3	30,2
Турция	31,8	32,4	33,2	34,2	34,7	35,2	33,0
Бразилия	39,7	40,0	40,9	41,1	41,8	43,0	40,5
Россия	47,8	48,8	49,5	50,1	50,8	52,0	48,6

мобилизации ресурсов, благодаря которому достигается социальное равновесие между государственными, корпоративными и личными интересами, за счет чего обеспечивается общественный прогресс [5]. Таким образом, прослеживается определенная взаимосвязь между налоговой системой и масштабами скрываемых доходов. Здесь следует уточнить два момента.

1. Иногда люди отказываются платить налоги по определенным психологическим причинам: из-за жадности или непонимания общественного значения налогообложения. В рамках современного общества эта проблема становится все более острой. Постепенно, с развитием науки и техники и расширением рынка услуг, капитал становится основным фундаментом всей социально-политической системы общества. Товарно-денежные отношения, изначально призванные быть лишь «строительным материалом», рыча-

гом создания новой цивилизации, начинают приобретать концептуальный смысл. В результате построенная на этой основе цивилизация приобрела чисто экономическую окраску. Меняется общественная психология человека; интенциональность\* сознания приобретает сугубо «денежный» характер. Иными словами, сегодня мы становимся свидетелями рождения новой – монетаристской ментальности [6].

2. В «тень» заставляет уходить за пределами налогового бремени, чрезмерный уровень бюрократизации, несовершенство налогового законодательства. Наличие таких негативных аспектов в налоговой системе напрямую влияет на масштабы теневой экономики. Хотя существует про-

\* Интенциональность (от лат. *intentio* – намерение) – понятие в философии, означающее центральное свойство человеческого сознания: быть направленным на некоторый предмет.



тивоположное мнение экспертов, которые аргументируют в свою пользу, что при уменьшении налогового бремени не произойдет пропорционального увеличения вывода доходов из «тени». И это действительно так. Криминальная «черная» экономика не зависит от налоговой системы, поскольку включает в себя все виды экономической преступности, в том числе организованную. Она основывается на злоупотреблении служебным положением, на корыстном, насильственном вторжении в производственную и распределительную сферы экономики [7]. Так, при снижении, скажем, налога на прибыль торговцы наркотиками не сократят свой товароборот. Уровень налогового бремени может быть средним или даже низким, но несовершенство налогового законодательства и бюрократизация налоговых отношений между налоговой инспекцией и налогоплательщиками будут способствовать уводу бизнеса в «тень».

«Серая» экономика непосредственно связана с налогообложением, так как это некриминальный подпольный бизнес, в котором заняты квалифицированные рабочие, специалисты, безработные, молодежь, т. е. круг людей, занимающихся общественно полезной и легальной деятельностью, при этом скрывающих часть полученного дохода. Но «серой» экономике свойственно ведение двойной бухгалтерии, сокрытие доходов, выдача зарплаты в конвертах, нарушение антимонопольного законодательства, нерегистрированность деятельности и т. д. Однако если размеры «серой» экономики очень велики, то теневые операции становятся нормой поведения хозяйствующих субъектов, которая впитывается в сознание людей как само собой разумеющееся. В результате из-за сокращения поступления средств в государственный бюджет недостаточно финансируется общественный сектор хозяйства, нарушаются правила честной конкуренции, лица, не

выплачивающие налоги, начинают получать выгоду, растет коррупция, и капиталы, полученные в результате уклонения от налогов, уходят за рубеж [8].

В переходных экономиках положение усугубляется такими типичными для них явлениями, как неэффективность демократических институтов, слабая защита собственности и контрактов, коррупция, проведение фискальной политики в интересах узких групп, неадекватное регулирование предпринимательской деятельности. Поэтому в данных условиях естественной реакцией налогоплательщиков выступает оппортунистический тип поведения, при котором они воспринимают налоги как наказание, вследствие чего минимизируют свое участие в финансировании общественных товаров.

Уровень теневых операций в Приднестровье эксперты оптимистически оценивают в 35–40 % ВВП. Более точные масштабы определить пока не удалось. Однако исходя из косвенных показателей, таких как ВВП на душу населения, количество автомобилей, жилищное строительство, можно сделать вывод, что значительная часть доходов граждан проходит мимо налоговой инспекции, поскольку средне-статистические доходы по республике не позволяют приобрести даже хорошую поддержанную иномарку, не говоря уже о дорогостоящих особняках.

Обычно неформальную «теневую» деятельность осуществляют так называемые теневики-хозяйственники – мелкие и средние предприниматели, коммерсанты, банкиры, промышленники и аграрии. Они ведут и легальный бизнес, создавая тем самым перспективу для будущего мощного среднего класса [9].

Одной из главных причин, вынуждающих представителей данной категории быть в «тени», является выходящее за все разумные пределы налоговое бремя. Так, по информации Комитета Верховного Со-

вета ПМР по экономической политике, некоторые предприятия из сложившейся у них по итогам 2011 года суммы балансовой прибыли (прибыли до налогообложения) должны были уплатить в качестве налога на доходы более 70 %, например, ЗАО «Бендерский мясокомбинат» – 87 %, ООО «Комфосуз» – 78 %, НП ЗАО «Электромаш» – 74,6 %, ЗАО «Молдавкабель» – 73 %, ОАО «Флоаре» – 72 %, ООО «Рида» – 69 % [10]. В настоящее время в регионе немало предприятий, вынужденных отдавать в государственную казну в виде налогов свыше 60 и даже 90 % получаемой прибыли [11]. Это запредельный уровень налогового бремени, особенно для такой республики, как Приднестровье, со всеми ее политическими и экономическими проблемами. В перспективе этот уровень планируется и дальше повышать.

Между тем в концепции, которой Президент ПМР обосновал свой законопроект, отмечено, что с учетом существующей относительно высокой налоговой нагрузки по налогу на доходы у государства фактически отсутствует резерв для значительно-го одномоментного увеличения налоговых ставок по данному виду налога. В связи с этим необходимо предусмотреть плавное поэтапное повышение налоговых ставок в течение двух лет с одновременным принятием мер по стимулированию роста экспорта и не вводить новые налоги и сборы, увеличивающие налоговую нагрузку.

Соответственно для принятия решения об увеличении налоговых ставок в 2013 году на протяжении 2012 года должны были обеспечиваться два вышеуказанных условия. В то же время, как показали девять месяцев 2012 года, в республике не были введены в действие какие-либо конкретные меры государственной поддержки товаропроизводителей-экспортеров или механизмы, направленные на стимулирование роста экспорта. При этом в апреле 2012 года был введен оффшорный

сбор. Согласно принятому постановлению правительства каждая местная компания должна будет выплачивать 5 % от любых перечислений при работе с оффшорными компаниями [12]. Этот факт послужил лейтмотивом для закрепления Верховным Советом в Законе ПМР «О республиканском бюджете на 2012 год» нормы о том, что принятые в 2012 году законы и иные правовые акты, устанавливающие новые налоги, сборы и другие обязательные платежи или ухудшающие положение хозяйствующего субъекта, обратной силы не имеют и в 2012 году не применяются.

С 1 января 2013 года нагрузка на отечественные предприятия по уплате обязательных платежей и сборов начала значительно возрастать в связи с принятием решения об увеличении ставки единого социального налога с 24 до 25 %, а также размеров акцизных и таможенных сборов.

По предложению Правительства ПМР были введены «новеллы» в сфере налогообложения доходов, получаемых физическими лицами. В частности, согласно Закону ПМР «О внесении изменений и дополнений в Закон ПМР „О подоходном налоге с физических лиц“» увеличена ставка в отношении доходов, полученных в порядке дарения: для резидентов – с 6 до 15 %, для нерезидентов – с 6 до 20 %.

В результате рассмотрения инициативы президента по изменению налогообложения товаров (проекта Закона «О внесении изменений и дополнений в Закон ПМР „Об акцизах“») ставки акцизов на бензин возросли до 103,7 долл. за тонну (сейчас ставка – 54 евро (69,1 долл.) за тонну) и газойль – до 42,2 долл. (сейчас ставка – 22 евро (28,2 долл.)), т. е. размеры ставок по данным товарам увеличены на 50 %, но не на 77 и 91 % соответственно, как предлагало правительство.

Было принято также предложение увеличить ставки импортной таможенной пошлины на легковые автомобили с

бензиновым и дизельным двигателями на 15 %. Что касается игровой деятельности, то фактическое увеличение ежемесячных платежей по налогу составит в 2013 году 29 %. Более того, уже замечено возрастание в текущем году общего налогового бремени на организации республики. При этом в комплексе с представленным законопроектом в отношении налогоплательщиков-агров не предусмотрено каких-либо стимулирующих мер, направленных на улучшение их экономического состояния, а значит, и на укрепление продовольственной безопасности государства.

К тому же в рамках Закона ПМР «Об основах налоговой системы в ПМР» для сельскохозяйственных товаропроизводителей было введено два новых сбора, которые должны начать действовать с 1 января 2013 года: паевой сбор за право пользования землями сельскохозяйственного назначения в размере 21 РУ МЗП и целевой сбор на содержание и развитие социальной сферы и инфраструктуры села (поселка) в

размере 1 РУ МЗП, взимаемые с 1 га земель один раз в год.

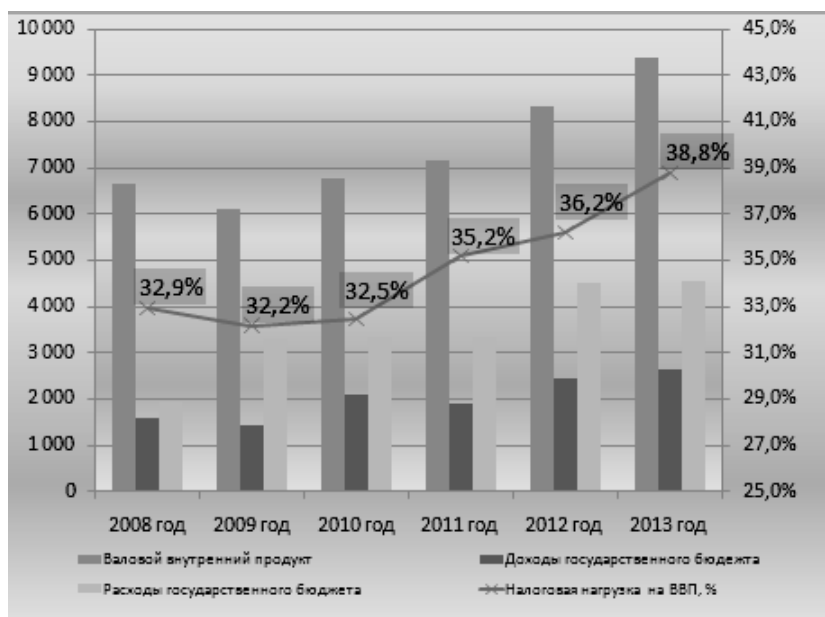
В данной ситуации предпринимателю остается выбрать одну из трех моделей поведения:

1) бросить дело, свернуть производство, перевести капитал за границу;

2) попытаться получить квоты и льготы, прежде всего налогового характера, но при этом оплачивать услуги чиновников, что создает почву для коррупции;

3) уклониться от налогов, перейти на наличные расчеты, уйти в «тень». Причем если в такой ситуации партнер окажется нечестным, то обращение к закону будет исключено, и выход останется один – прибегнуть к помощи криминальных структур [10, с. 9].

Складывается впечатление, что у нас не существует предельного уровня налогообложения: всегда находятся скрытые резервы. Динамика налоговой нагрузки на экономику ПМР в 2008–2013 годах представлена на рисунке. Диаграмма по-



Динамика налоговой нагрузки на экономику ПМР

строена на основании данных Концепции бюджетной и налоговой политики ПМР на 2012 год и среднесрочную перспективу и отчетов об исполнении консолидированного бюджета и внебюджетных фондов за 2008–2011 годы, а также проекта закона о бюджете на 2013 год.

Как видно из рисунка, в 2008–2010 годах наблюдалось некоторое снижение и стабилизация налоговой нагрузки, тогда как за 2011–2013 годы она возросла на 6,3 % от ВВП и приближается к уровню 40 % от ВВП. В данном случае при анализе налоговой нагрузки на экономику в целом необходимо учитывать структуру налоговых поступлений, а именно тот факт, что преобладающая часть налогов собирается с юридических лиц и текущая налоговая нагрузка на них является не просто высокой, а запредельной [10].

Тем не менее следует разобраться еще в одном вопросе: каков же действительный размер ВВП в Приднестровье? Как ни странно, однозначного ответа на него сегодня нет. А значит, до сих пор непонятно, какую налоговую нагрузку несет экономика республики и что делать с налогами дальше. Если говорить о фактических показателях, то согласно данным правительства ВВП в 2011 году составил чуть более 1 млрд долл., или 1954 долл. на душу населения. Однако если следовать логике расчета ВВП, представленной в Концепции бюджетной и налоговой политики, которая тоже является официальным документом, то ВВП составил всего 479 млн долл., или 933 долл. на душу населения. В пользу этой цифры ярко свидетельствует и отрицательное сальдо платежного баланса государства. Разница, мягко говоря, существенная. В чем же здесь дело? Откуда взялась такая разница, и какой из двух показателей правильный?

Экономика Приднестровья находится в крайне тяжелом состоянии, и виной этому является отрицательное воздействие

ряда внутренних и внешних факторов, которое выражается в дефиците бюджета – 19 % ВВП (в Греции данный показатель примерно в 3 раза меньше, однако известно, чем это обернулось для страны). Значительную долю дефицита государство восполняет за счет так называемых газовых денег, т. е. денег, причитающихся Российской Федерации за потребленный Приднестровьем природный газ. Они остаются в республике и идут на финансирование социальной сферы. Поэтому доля сферы услуг достигает у нас 72,3 % ВВП [13, с. 6]. В своей основной массе она представлена государственными бесплатными услугами, не создающими новую стоимость, а следовательно, не обеспечивающими налоговые поступления. Фактически они осуществляются на ничем не обеспеченные деньги, принадлежащие другой стране. Таким образом, доля производственного сектора в ВВП снижается, искажаются значения важных показателей, в том числе и налоговой нагрузки.

Если согласиться с данными правительства и считать, что ВВП республики составляет 1 млрд долл., то налоговая нагрузка на ВВП должна составлять около 26 %. Для развивающейся экономики это в принципе вполне допустимый показатель (в России – примерно 27 %), а значит, поле для небольших маневров с налоговыми ставками есть. Но если принимать в расчет сумму в 479 млн долл., то налоговая нагрузка на ВВП достигает 48 %, т. е. уровень налоговой нагрузки практически в 2 раза превышает аналогичные показатели в странах с развивающейся экономикой, а подобная ситуация чревата спадом. Таким образом, сегодня вопросы об изменении налоговых ставок обсуждаются в условиях неопределенности. А это означает, что резкое колебание налоговой нагрузки несет в себе существенные риски для экономики в целом. Тем более странным в такой ситуации выглядит проект Налогового кодекса, пояснительная записка к которому не

содержит в себе ни одной цифры в части планируемых доходов бюджета [14].

Существует ли вообще предельный уровень налогообложения, и от чего он зависит? Здесь также нет однозначного ответа. Например, в Швеции для большинства населения уровень прямого налогообложения равен 30–40 % ежемесячного дохода. Максимальный уровень налогообложения может достигать более 60 % дохода [15]. В скандинавской модели социальная политика способствует преобразованию общественных отношений в духе социальной справедливости, уравниванию доходов, сглаживанию дифференциации. Социальные услуги определяются как гражданские права, при этом все граждане имеют право на равное социальное обеспечение. Активное, т. е. работающее население, получает дополнительные социальные льготы. В результате люди готовы платить такие налоги потому, что они всецело ощущают огромную выгоду от этого.

Мировой опыт свидетельствует, что изъятие у налогоплательщика 30–40 % его дохода – это тот порог, за пределами которого начинается процесс сокращения сбережений и тем самым инвестиций в экономику. Если ставки налогов и их число достигают такого уровня, то забирается более 50 % доходов налогоплательщика, что полностью ликвидирует стимулы к предпринимательской инициативе и расширению производства [4, с. 82].

Зарубежные ученые называют предельную ставку в размере 50 %. Главный принцип такой налоговой политики – «авось поступят». В этом случае государство может поднимать налоговую ставку до определенного уровня, превышение которого загонит его в «налоговую ловушку», т. е. рост уровня налогообложения уже не будет сопровождаться увеличением государственных доходов [16].

Сирил Норткот Паркинсон в качестве предела называет уровень налоговой став-

ки 36 %, считая, что этот уровень представляет для государства шаг в пропасть: «Нация может существовать определенное время на займы и на капитал. Несмотря на крушение, существует хотя и уменьшающийся, но все же ценный запас целостности, предприимчивости, энергии и надежды. Пожилые люди будут продолжать работать в силу привычки и тогда, когда молодежь не будет видеть в этом смысла. Люди будут продолжать копить деньги, несмотря на то, что их прошлые накопления утрачиваются. Профессиональная гордость сохраняется даже вопреки тому, что работник получает за свой труд лишь небольшую долю того, что давала ему его профессия. Хотя источник питания отключен, машина продолжает работать определенное время. В течение некоторого времени замедление движения даже незаметно. Далее двигатель завизжит, будет работать с повышенной пульсацией, затем с более медленной пульсацией, медленнее закрутится маховик и станут видны его спицы и, наконец, двигатель со скрежетом останавливается» [1].

Проанализировав представленную выше информацию, можно прийти к выводу, что уровень налогового бремени в Приднестровье достиг своего пика и дальнейшее его повышение будет лишь способствовать развитию и укреплению «серой» экономики.

Изучая уровень налогообложения в ПМР, невозможно не заострить внимание еще на одном факте. В республике колоссальных масштабов достигает импорт, так как аналогичных отечественных продуктов часто просто не существует. Практически все товары приобретаются маленькими партиями в соседних государствах не через производителей, а у посредников, поэтому НДС не возвращается. Фактически потребители – все население ПМР – платят налоги и Молдове, и Украине, и в меньшей степени другим странам уже больше 20 лет. Каким же в таком случае



считать уровень налогообложения в Приднестровье?

Налоговая система в республике носит исключительно «фискальный» характер. Вместе с тем усиливается бюрократизация налоговых отношений между налоговой инспекцией и налогоплательщиками. Например, в течение года появляются «новшества», усугубляющие и без того критическое финансовое состояние организаций. Несколько месяцев назад было принято оперативное решение о введении бланков строгой отчетности при оформлении движения подакцизных товаров. Благие намерения, связанные с усилением контроля над уплатой налогов, ясны и не вызывают сомнений. Вопросы возникают в отношении сроков внедрения данного механизма, а также его качества. Проще говоря, множество фирм в одночасье столкнулось с необходимостью значительных затрат, сопряженных с внедрением механизма бланков строгой отчетности [14]. Ни налоговые органы, ни Министерство экономического развития в течение нескольких недель со дня опубликования этого законодательного акта не могли проконсультировать предприятия о том, как заполнять бланки, как осуществляется их оборот и т. д. Они просто поставили фирмы перед фактом, не подготовив никакой базы.

В соответствии Приказом Министерства экономического развития ПМР № 411 от 31.08.2012 г. введена новая форма регистра бухгалтерского учета 0330229 «Товарный отчет», которую должны составлять организации торговли с октября 2012 года. По мнению министра, товарный отчет предприятий розничной торговли непременно должен отражать движение товаров в разрезе наименований и составляться 2 раза в месяц (на 1-е и 15-е числа). При отсутствии весьма недорогой автоматизированной системы учета продаж товаров (соответствующее оборудование, программное обеспечение, фискальные принте-

ры, лазерные сканеры штрихкодов и т. д.) вести такой учет технически невозможно, поскольку даже в небольшом продуктовом магазине, не говоря уже о крупных, число наименований товара может достигать полутора тысяч, а контрольно-кассовый аппарат не фиксирует наименования проданных товаров – так уж он устроен.

Таким образом, чиновники, повышая налоговое бремя и вводя «новшества», которые усложняют и без того бюрократизированный документооборот в течение года, ломают все планы и стратегии предприятий, ухудшают их финансовое положение, поскольку фирмам необходимо приобретать новые виды офисной оргтехники, нанимать дополнительных работников в бухгалтерию, оплачивать услуги консультантов. Вместо выполнения своей текущей деятельности предприятия вынуждены перестраивать всю свою работу, что еще сильнее истощает и без того исхудалый приднестровский бизнес. Предпринимателям остается только либо вывозить капитал из республики, либо скрывать доходы.

Вопрос ослабления теневой деятельности в государстве официально появился на повестке дня только в 2011 году. Об этом свидетельствует Концепция бюджетной и налоговой политики Приднестровской Молдавской Республики на 2012 год и среднесрочную перспективу, в частности ее пункт 1.6. Налоговое администрирование: «Следует отметить, что данный Закон практически не содержит в себе процедуры проведения оперативного налогового контроля, направленного на своевременное пресечение фактов уклонения от уплаты налогов. Также к настоящему времени в системе законодательства отсутствуют общедоступные критерии оценки вероятности уклонения от уплаты налогов. Согласно данным анализа такая ситуация в сфере правового регулирования приводит к значительным сокрытиям налогооблагаемой

базы и потерям государственного бюджета. В этой связи необходимо в кратчайшее время реформировать систему налогового администрирования с целью пресечения уклонений от уплаты налогов...» [17]. Очевидно, что уровень налогообложения снижаться не будет, а значит, процедуры, связанные с уплатой налогов и дальше будут усложняться. Такая ситуация еще глубже загонит предприятия в «тень».

В заключение хотелось бы отметить, что у нас имеется положительный опыт уменьшения налоговой нагрузки. К примеру, позитивный эффект дало снижение ставки налога по дивидендам физических лиц с 15 до 5 %. «Впервые дивиденды стали выплачиваться легально. Увеличились также поступления в государственный бюджет», – сообщил советник спикера А. Мартынов [18].

### Цитированная литература

1. **Паркинсон С.Н.** Закон и доходы – М.: ПСК «Интерконтакт», 1992.
2. **Russell B.** Revenue Administration: Managing the Shadow Economy // International Monetary Fund. Fiscal Affairs Department. – 2010. – С. 2.
3. **Хоппе Г.** Экономическая и социологическая теория налогообложения. – Доступ.: <http://www.strana-oz.ru/2002/4/ekonomicheskaya-i-sociologicheskaya-teoriya-nalogooblozheniya>
4. **Пономарев А.И., Игнатова Т.В., Богатырев М.А.** Налоги и налоговое администрирование в Российской Федерации: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2009.
5. **Удалова К.** Что такое налог // Интернет-журнал «Как просто». – Доступ.: [www.kakprosto.ru](http://www.kakprosto.ru)
6. **Кортунов В.В.** Философия денег. – Доступ.: [http://artevik.narod.ru/society/phyl\\_money/oglav.html](http://artevik.narod.ru/society/phyl_money/oglav.html)
7. **Авдийский В.И., Дадалко В.А.** Теневая экономика и экономическая безопасность государства: Учебное пособие. – 2-е изд., доп. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2012. – С. 19.
8. **Кикотя В.Я., Казиахмедова Г.М.** Теневая экономика: Учебное пособие для вузов. – М.: Норма, 2006. – С. 80.
9. **Бекжанова Т.К.** Исследование проблем измерения теневой экономики (на примере Казахстана). – М.: ИНФРА-М, 2010. – С. 9.
10. **Цуркан А.** Налоги – основа бюджета. – Доступ.: [http://www.vspmr.org/Upload/file/nalogi\\_%283%29.doc](http://www.vspmr.org/Upload/file/nalogi_%283%29.doc)
11. **Депутаты не согласны с правительством в части повышения налоговых ставок // Информационный портал «PMRInform».** – Доступ.: <http://pmrinform.com/ru/news/20120910/09082.html>
12. **Круду И.** В Приднестровье ввели 5%-ный оффшорный сбор. – Доступ.: <http://www.kp.md/online/news/1109164/>
13. **Анализ динамики и структуры валового внутреннего продукта в I полугодии 2012 года // Вестник Приднестровского республиканского банка № 10'2012.** – Доступ.: <http://www.cbpmr.net/resource/prbvd161-2.pdf>
14. **Мартынов А.** Налоги пошли на взлет. А как же экономика? – Доступ.: <http://www.vspmr.org/>
15. **Иксанова Г.** Модельный ряд. – Доступ.: <http://nurmmedia.ru/politic/6578-modelnyiy-ryad.html>
16. **Хантаева Н.Л.** Теоретические основы налогообложения. – Доступ.: [http://knigi-uchebniki.com/nalogi-nagooblojenie\\_720/teoreticheskie-osnovyi-nalogoovoy-politiki.html](http://knigi-uchebniki.com/nalogi-nagooblojenie_720/teoreticheskie-osnovyi-nalogoovoy-politiki.html)
17. **Постановление ВС ПМР «Об утверждении Концепции бюджетной и налоговой политики Приднестровской Молдавской Республики на 2012 год и среднесрочную перспективу».**
18. **Абдрахманова Н.** Депутаты и предприниматели говорили о том, как действуют налоговые законы. – Доступ.: <http://www.pridnestrovie-daily.net/gazeta/articles/view.aspx?articleid=25093>



Т.П. Стасюк, канд. экон. наук, доц.

## ВНУТРЕННИЙ АУДИТ УЧЕТНОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Обоснована значимость и раскрыта сущность внутреннего аудита учетной политики в разрезе процедур внутреннего аудита методологического, организационного, технического, налогового и управленческого аспектов учетной политики.*

В условиях перехода экономических субъектов ПМР на международные стандарты финансовой отчетности (МСФО) и внесения кардинальных изменений в методологический аспект учетной политики предприятий особую значимость приобретает такой важный инструмент управления организацией, как внутренний аудит учетной политики.

Для внутренней жизни предприятия (организации) очень важны последствия принятия учетной политики, в связи с чем она должна строго контролироваться органами управления.

Выход предприятий ПМР из кризиса во многом зависит от грамотно сформированной и экономически обоснованной учетной политики, поскольку она играет существенную роль в реализации стратегии организации и оказывает значительное влияние на показатели ее финансового состояния. Иными словами, учетная политика является одним из главных средств формирования величины основных показателей деятельности предприятия, налогового планирования, ценовой политики.

Важно отметить, что без глубокого ознакомления с учетной политикой нельзя проводить сравнительный анализ показателей деятельности организации за различные периоды и тем более сравнительный анализ разных предприятий.

Все перечисленные аспекты вызывают необходимость проверки внутри предприятия обоснованности и результативности разработанной учетной политики, на-

правленной на финансовое оздоровление и снижение финансовых рисков, а также способствующей предвидению и смягчению кризисных явлений, устойчивости функционирования организации в период кризиса.

Необходимость проведения внутреннего аудита учетной политики обусловлена рядом причин:

- большинство руководителей предприятий (организаций) не рассматривают учетную политику в качестве важного инструмента управления и повышения эффективности деятельности хозяйствующего субъекта;
- на практике не просчитывается влияние аспектов учетной политики на показатели финансовой и налоговой отчетности;
- предприятия не в полной мере учитывают организационно-правовую форму и отраслевые особенности деятельности;
- сформированная учетная политика не учитывает стратегические цели развития предприятия;
- отсутствует четкая систематизация подходов к структурированию учетной политики;
- не в полном объеме раскрываются организационный, технический, методологический, налоговый и управленческий аспекты учетной политики;
- отсутствует механизм оценки эффективности учетной политики.

Важно отметить, что в отличие от внешнего аудита, который нацелен на проверку соответствия закрепленных в учет-

ной политике аспектов требованиям нормативных документов, внутренний аудит направлен на экономическое обоснование учетной политики. Поэтому учетная политика должна занимать достойное место в системе внутреннего аудита предприятия.

Основной целью внутреннего аудита учетной политики является формирование мнения о рациональности закрепления и раскрытия ее аспектов для достижения эффективной деятельности предприятия.

Проведение внутреннего аудита учетной политики имеет для руководства экономического субъекта информационное и консультационное значение, поскольку призвано как анализировать применяемые учетные процедуры, так и содействовать оптимизации деятельности экономического субъекта.

При проведении внутреннего аудита учетной политики необходимо проанализировать ее методологический, организационный, технический, налоговый и управленческий аспекты.

Рассмотрим процедуры внутреннего аудита в разрезе каждого аспекта более подробно.

**Методологический аспект (раздел)** является одним из важнейших, так как оказывает непосредственное влияние на формирование показателей финансовой отчетности. Проверка данного аспекта ориентирована на оценку правильности выбора вариантов и методов оценки активов и обязательств из рекомендованных законодательством, а также на определение целесообразности выбора тех или иных методов оценки и учета. Иными словами, внутренние аудиторы должны проверить, соответствуют ли выбранные методы и варианты оценки активов и обязательств, закрепленные в учетной политике, фактическим методам, применяемым на практике. Если же предприятие использует несколько методов одновременно, то следует убедиться, что они отражены в учетной

политике. Затем необходимо провести глубокий экономический анализ целесообразности применения в практике конкретного предприятия закрепленных методологических процедур.

В рамках проведения внутреннего аудита методологического раздела учетной политики необходимо проверить:

- единицы признания основных средств;
- способы оценки основных средств и нематериальных активов;
- порядок оценки основных средств и нематериальных активов после первоначального признания;
- порядок переоценки амортизации после переоценки основных средств;
- способы начисления амортизации основных средств и нематериальных активов;
- учет затрат на ремонт основных средств;
- порядок анализа основных средств и нематериальных активов на предмет их обесценивания;
- порядок оценки актива, классифицируемого как предназначенный для продажи;
- порядок реклассификации инвестиционной недвижимости;
- порядок оценки инвестиционной недвижимости после первоначального признания;
- порядок оценки производственных запасов при постановке на учет;
- способы оценки списания материально-производственных запасов;
- методы калькулирования себестоимости продукции;
- порядок оценки товаров;
- оценку незавершенного производства;
- методику создания резерва по сомнительным долгам;
- порядок создания резервов предстоящих расходов и платежей;

– методы признания дохода от реализации;

– порядок создания резервов (в том числе фондов специального назначения) и другие способы и методы ведения бухгалтерского учета.

При внутреннем аудите **организационного аспекта (раздела)** учетной политики требуется проверить:

– порядок организации бухгалтерского учета (согласно Закону ПМР «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности» от 14.07.2004 г. руководитель организации может в зависимости от объема учетной работы: а) учредить бухгалтерскую службу как структурное подразделение, возглавляемое главным бухгалтером; б) ввести в штат должность бухгалтера; в) передать на договорных началах ведение бухгалтерского учета централизованной бухгалтерии, специализированной организации или бухгалтеру-специалисту; г) вести бухгалтерский учет лично);

– правильность выбора типа структуры бухгалтерии, в том случае если на предприятии учет организован силами централизованной бухгалтерии (в современных условиях сложились три основных типа организации структуры бухгалтерии: линейная (иерархическая), вертикальная (линейно-штабная) и комбинированная (функциональная));

– соответствие выбранного типа организационной структуры бухгалтерии, закрепленного в учетной политике, тому типу, который применяется фактически.

При проведении проверки **технического аспекта (раздела)** необходимо выполнить следующие процедуры внутреннего аудита:

– проанализировать целесообразность выбора формы бухгалтерского учета (организация самостоятельно выбирает форму учета, которая может быть мемориально-ордерной, журнально-ордерной, автома-

тизированной, упрощенной – для малых предприятий);

– проверить состав и содержание форм первичных учетных документов для хозяйственных операций, по которым не утверждены типовые бланки;

– проверить наличие рабочего плана счетов бухгалтерского учета;

– проверить наличие и содержание графика документооборота (он регламентирует перечень и формы первичных учетных документов, сроки их составления, а также перечень должностных лиц, ответственных за их оформление и утверждение), т. е. порядок документооборота и технологию обработки учетной информации;

– проверить порядок проведения инвентаризации активов и обязательств (в учетной политике должно быть определено количество инвентаризаций в отчетном году, даты их проведения, перечень имущества и обязательств, проверяемых при каждой из них, состав инвентаризационной комиссии);

– проанализировать формы документов внутренней бухгалтерской отчетности, которые закрепляются в учетной политике и необходимы внутренним пользователям (менеджерам разного уровня) для принятия управленческих решений, контроля за хозяйственной деятельностью как предприятия в целом, так и его структурных (производственных, хозяйственных и управленческих) подразделений;

– проверить организацию системы внутреннего контроля.

**Налоговый аспект (раздел)** также входит в число важнейших при проведении внутреннего аудита, поскольку прямо и непосредственно влияет на формирование показателей налоговой отчетности.

С 1 января 2012 г. в ПМР для ведения финансового учета и формирования финансовой отчетности законодательством разрешен только метод начисления (по моменту отгрузки), для целей же налогообложения допустим кассовый метод. Однако если

предприятие выбирает для себя метод признания выручки по моменту оплаты (кассовый метод), оно должно будет вести два вида учета: финансовый и налоговый.

В рамках проведения внутреннего аудита налогового аспекта (раздела) учетной политики предприятия необходимо проверить:

- порядок учета запасов для целей налогообложения;
- порядок списания коммерческих и общеадминистративных расходов для формирования расходов;
- выбранные организацией способы формирования налоговой базы, предусмотренные налоговым законодательством;
- использование альтернативных возможностей учетной политики для формирования налогооблагаемой базы;
- способы формирования налоговой базы, вариантность которых обусловлена противоречиями, содержащимися в нормативных актах налогового законодательства.

**Управленческий аспект учетной политики** составляет коммерческую тайну предприятия. При проведении внутреннего аудита данного аспекта необходимо проверить:

- систему учета по центрам затрат;
- метод учета затрат и способ калькулирования себестоимости единицы продукции (работ, услуг);
- порядок и базы распределения косвенных затрат;
- сводный учет затрат.

Внедрение на предприятии системы внутреннего аудита учетной политики позволит формировать эффективную учетную политику, под которой понимается закрепленная внутренней документацией совокупность принципов, приемов и правил ведения учета, которая должна соответствовать стратегии развития предприятия и способствовать получению максимального эффекта от функционирования системы учета в рамках действующего законодательства.

Для регламентации деятельности внутренних аудиторов рекомендуется разработать на предприятии стандарты внутреннего аудита учетной политики, например: «Планирование внутреннего аудита учетной политики», «Проведение процедур сбора, систематизации, документирования, анализа и оценки информации о состоянии объекта внутреннего аудита», «Перечень контрольных процедур в части методологического, организационного, технического, налогового и управленческого аспектов учетной политики», «Анализ эффективности применяемой учетной политики», «Отчет о результатах внутреннего аудита учетной политики».

Работа будет считаться выполненной, когда руководитель предприятия рассмотрит вопросы, представленные в отчетах внутренних аудиторов, и издаст официальное распоряжение о принятии (непринятии) их рекомендаций. Эффективность внутреннего аудита учетной политики оценивается наличием рекомендаций по решению имеющихся и будущих проблем, при этом показателем ее качества является полнота аудита, издержки по его проведению и эффективность. Эффективность достигается за счет предупреждения нарушений и своевременного внесения изменений в учетную политику.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что в целом процесс организации и проведения внутреннего аудита учетной политики на предприятии представляет собой совокупность мероприятий по планированию работы, осуществлению процедур внутреннего аудита, составлению и представлению отчета о результатах аудита, внедрению в практику предложенных рекомендаций по совершенствованию учетной системы. Иначе говоря, внутренний аудит оценивает возможность и предлагает пути снижения рисков или негативных эффектов их воздействия.

УДК 33.001.76

Г.Г. Мамедов, канд. экон. наук, доц.  
Н.С. Соловьева, студентка

## СУЩНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

*Рассмотрены особенности современного развития экономики России. Дана оценка состояния научно-технического потенциала, обоснована потребность в инновационном развитии производства на базе его модернизации. Определена сущность модернизации и ее особенности в индустриальном и постиндустриальном периодах. Обоснована необходимость индустриализации экономики Приднестровья.*

В России в истекшем десятилетии XXI столетия начался процесс перехода от преимущественно сырьевого к инновационному развитию. Это означает, что функционирование российской модели хозяйства будет обеспечиваться использованием экономических ресурсов, а также технологическим комплексом, базирующимся на технологических инновациях, информационных технологиях, новых знаниях, которые составляют главное содержание инновационной экономики. Возрастание роли инновационного развития рассматривается с позиции увеличения производства конечной продукции с высокой добавленной стоимостью, которая должна стать конкурентоспособной на внешнем рынке. Под добавленной стоимостью понимается разница между рыночной ценой реализуемых товаров и стоимостью материальных затрат на их производство. В развитых странах современного мира до 85 % прироста ВВП приходится на долю инновационной продукции [1, 2].

Переход от сырьевой модели развития к инновационной связан с решением ряда фундаментальных задач, среди которых выделяют:

- создание новой, эффективной модели хозяйствования, обеспечивающей функционирование конкурентоспособной экономики;

- переход к устойчивому и долгосрочному экономическому росту, осуществление структурных сдвигов в экономике и производство наукоемкой, высокотехнологичной продукции с высокой реальной стоимостью реализуемого конечного продукта;

- проведение институциональных преобразований, связанных с формированием хозяйственного механизма, который обеспечит перераспределение и концентрацию ресурсов на ключевых направлениях развития экономики, стимулирование организационно-экономических форм предпринимательства, способных в условиях жесткой конкуренции к устойчивому развитию и повышению эффективности производства;

- качественное изменение жизненного уровня населения, переход к новому типу потребления и образу жизни;

- вхождение России в число стран с высоким уровнем социально-экономического развития, достижение мировых стандартов финансирования науки, образования и здравоохранения, увеличение нормы накопления до уровня наиболее быстро развивающихся государств и др.

Технико-технологический фон, отражающий нынешнее состояние российской экономики, характеризуется следующими показателями:

- износ основных фондов серийных предприятий составляет более 75 %, сред-

них коммерческих – 46 %, а активной части – более 51 % [2, 3];

– средний возраст технологического оборудования крупных и средних предприятий составляет 21 год [3];

– инвестиции в основной капитал предприятий, производящих машины и оборудование, составляют 0,6 % от общего объема капиталовложений, а инвестиции в добывающую отрасль – 21 % [3];

– в структуре промышленного производства за 1990–2008 годы доля машиностроения и металлообработки снизилась с 28 до 14 %;

– на мировом рынке наукоемкой продукции доля России составляет лишь 0,3 %, в то время как доля США – 36 %, Японии – 30 %, Германии – 9,5 %, Китая – 6 %;

– в общем объеме российского экспорта доля наукоемкой продукции с 23 % в 1990 году снизилась до 2 % в 2008 году [2].

Сокращение государственного финансирования и отсутствие заказов промышленности привело не только к утрате позиций России в современном мировом научно-техническом развитии, но и к резкому падению влияния науки, научных исследований на экономические и технологические процессы, интеллектуализацию всех сфер деятельности общества. Кроме того, модернизацию сдерживает высокий уровень монополизации рынка, однобокая экспортно-сырьевая ориентация экономики, деградация массовой культуры, засилье государственной бюрократии, ориентированной не на инновационное развитие, а на собственные корпоративные интересы и, как следствие, отчуждение власти от общества.

Сложившееся положение в технологическом комплексе России не содействовало развитию инновационной активности, расширению позиций предприятий на внешнем и внутреннем рынках высокотехнологичной продукции, проведению

структурных сдвигов и росту эффективности функционирования экономики. Это обусловило необходимость выбора новой модели рыночного хозяйствования, способной ликвидировать технологическую отсталость, обеспечить рост конкурентоспособности, социальный прогресс. Такой моделью является инновационная экономика, а инструментом ее становления – модернизация, базирующаяся на научно-техническом прогрессе и интеллектуализации основных факторов производства. Условиями инновационного развития являются: свобода творчества, свобода предпринимательства, конкуренция, высокий уровень образования, наука, индустрия инноваций, социальный капитал, доверие [4].

В период индустриального развития под модернизацией понимались изменения, усовершенствование. Модернизировать – значит делать современным, изменять в соответствии с современными требованиями, вводить различные усовершенствования в оборудование и технологический процесс. Модернизация предполагает изменения, которые основываются:

- во-первых, на современных требованиях, т. е. на достигнутом уровне научно-технического прогресса;
- во-вторых, на усовершенствовании отдельных частей, элементов средств труда, включая механические средства труда, которые К. Маркс называл «костной и мускульной системой производства».

В условиях постиндустриального периода научно-технического прогресса представление о сущности модернизации и ее роли в технико-экономическом развитии изменилось. Теперь модернизация рассматривается как непрерывный процесс последовательного замещения целостных комплексов, технологически связанных производств – технологических укладов. Другими словами, модернизация как непрерывный процесс предполагает наличие совокупности технологически сопряженных



производств, охватывающих все стадии переработки ресурсов и соответствующий тип непроемчивого потребления. Такая целостность определяет особенности последовательной смены технологических укладов, создающих материальную основу для нового периода экономического роста и технологического обновления производственного капитала. Это требует концентрации ресурсов на прорывных направлениях технологического уклада, многократного повышения инновационной и инвестиционной активности, возрастания воздействия государства на динамику экономики при обеспечении нового качества ее развития: устойчивого экономического роста, перехода к новой модели развития, высоких темпов роста производительности труда, увеличения конкурентоспособности экономики, отраслей и фирм на внутреннем и внешнем рынках.

Современная экономика России функционирует в рамках пятого информационно-технологического уклада. Его ключевым фактором являются микроэкономика и программное обеспечение. Основу этого уклада составляет производство электронных компонентов и устройств, электронно-вычислительной, лазерной техники, радио- и телекоммуникационного оборудования, а также информационные технологии [5].

В недрах пятого уклада уже происходит зарождение шестого технологического уклада. Основные его направления развития включают биотехнологии, нанотехнологии, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные и интегрированные высокоскоростные транспортные системы. В XXI веке дальнейшее развитие получит гибкая автоматизация производства, космические технологии, производство конструктивных материалов с заранее заданными свойствами, атомная промышленность, авиаперевозки и др. [1].

Между пятым и шестым технологическими укладами существует преемственность. Их ключевым фактором являются информационные технологии, основанные на использовании знаний об элементарных структурах материи, алгоритмах обработки и передачи информации. Разграничение укладов происходит в глубине проникновения технологии в структуры материи и в масштабах обработки информации.

Таким образом, понимание модернизации сегодня не сводится к единовременному, локальному процессу обновления или к усовершенствованию технологического оборудования. Современная модернизация – это непрерывный процесс смены технологических укладов, отвечающих потребностям нового воспроизводственного периода, материальную основу которых составляют научно-технические знания, определяющие неизвестный ранее уровень техники и технологии и особенности долгосрочного экономического развития. По мнению ведущих российских экономистов, основными факторами активизации модернизационного процесса, которые обеспечат ускорение инновационного развития экономики, являются:

- переход от догоняющей модели технологического развития к опережающей;
- снижение импортной зависимости и возрастание использования собственных наиболее передовых и конкурентоспособных научно-технических достижений и разработок;
- становление рынка и формирование спроса на продукцию нового технологического уклада, расширение позиций на мировом рынке наукоемкой продукции;
- определение приоритетов в освоении новых технологий и обеспечение лидерства по перспективным направлениям технологического развития, по которым Россия имеет конкурентные преимущества;



➤ развитие различных форм государственно-частного партнерства;

➤ проведение институциональных изменений, ориентированных на содействие осуществлению стратегии развития и экономического роста как важнейшего условия наращивания национального потенциала, который будет обеспечивать конкурентоспособность России в экономической, научно-технической, политической и военной сферах.

Политика модернизации экономики РФ строится исходя из долгосрочной концепции социально-экономического развития государства на период до 2020 года, которая предполагает три этапа перехода к инновационному типу хозяйствования: 2008–2012, 2013–2017 и 2018–2020 годы. Задачи инновационного развития закреплены в концептуальных программных документах, состоящих из 48 федеральных целевых программ. Они являются основным инструментом распределения средств государственного бюджета в соответствии с долгосрочными приоритетами и конкретными целями социально-экономического развития страны и предусматривают:

- обеспечение большей динамичности экономики;
- инновационную и структурную модернизацию;
- активизацию социальных ориентиров.

Регулирование инновационной сферы включает поддержку всех стадий инновационного процесса:

- фундаментальных исследований;
- научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), выпуска опытных партий продукции;
- организации массового производства, продвижения и реализации продукции на рынке.

Обеспечение инновационного прорыва и экономической модернизации России обозначено пятью основными

стратегическими направлениями: энергоэффективность и энергосбережение; ядерные технологии; космические технологии; медицинские технологии; стратегические информационные технологии.

Воздействие государства в области инноваций включает прямые и косвенные методы. При прямых методах государственные институты выступают в качестве субъектов различного рода НИР и НИОКР. При этом имеет место избирательная поддержка инновационных проектов, жесткая конкуренция за получение необходимых средств, что дает возможность сделать рациональный выбор инновационных идей. Поддержание динамичной конкуренции данных идей обеспечивается путем создания экспертной системы отбора проектов.

Другая форма прямых мер представляет собой государственное авансирование денежных средств на всех этапах инновационного проекта – от реализации инновационной идеи до формирования спроса на нововведение. Она предусмотрена государственными целевыми программами поддержки нововведений и реализуется посредством установления фиксированных цен или возмещения производственных издержек.

Косвенные методы используются для стимулирования инновационных процессов и создания благоприятной среды для новаторской и инновационной деятельности. На это направлена законодательная политика рационализации налогового и амортизационного регулирования, предоставления налоговых льгот на закупку технологического оборудования, отмены пошлин и НДС на его импорт, закупку за рубежом оборудования по заявкам компаний через «институты развития» и предоставление его в лизинг.

Проведение политики ускоренной амортизации позволяет предприятиям в короткие сроки окупить основной капитал. Этот механизм преимущественно действу-

ет в соответствии с принципом дифференциации норм амортизационных отчислений по отраслям, предусматривающим льготные нормативы для фирм с целью стимулирования ускоренного накопления средств по ключевым направлениям производства.

Опыт России в осуществлении модернизации экономики уже в первые годы выявил ряд острых проблем:

1) требуется определить роль государства в процессе модернизации, ее место и ключевые функции. Государство представляется наиболее заинтересованным субъектом модернизации и осознает ее важность и необходимость. Вместе с тем оно не является собственником многих предприятий и ресурсов, не обладает достаточным технологическим и кадровым потенциалом. Государственный сектор экономики, владея технологическими и кадровыми ресурсами, финансовыми активами, обеспечивая условия собственного существования, самоустранился от проблем экономики: он не считает задачу вложения денежных средств в НИОКР своей важнейшей функцией, не заинтересован во внедрении новых технологических процессов, в создании новой наукоемкой продукции. Иначе говоря, фактически сложилось противоречие между общественными и частными интересами, и попытки сблизить их пока не дают положительного результата, а это негативно влияет на реализацию процесса модернизации экономики;

2) модернизация требует инвестиций, для чего необходимы накопления. Происходившее в течение двадцатилетнего периода разрушение технологического потенциала, процесс длительного трансформационного спада и мирового экономического кризиса усилили остроту проблемы обновления основного капитала, что стимулирует поиск инвестиционных ресурсов;

3) банковская система оказалась неспособной в полной мере решать задачи реального сектора, свела до минимума свое участие в кредитовании долгосрочных инвестиционных проектов. Например, если в России отношение активов банковской системы к ВВП в последние годы не превышает 40 %, то в большинстве ведущих стран мира (Германии, Японии, Великобритании, Швейцарии) оно составляет 200–300 %, а в США – 350 %. Поэтому дефицит оборотных средств в реальном секторе и крайне высокие ставки процента по кредитам не стимулируют инновационное развитие;

4) государство заинтересовано в получении налогов от реального сектора, но инвестировать их в инновационное производство не готово. Кроме того, проводимая им политика в научно-инвестиционной сфере бессистемна, отсутствуют ее концептуальные основы в области интеллектуальной собственности и инновационной деятельности, не определены отраслевые стратегии развития (лидерства, ускоряющего или нарастающего развития), системы государственных институтов, осуществляющих прогнозирование и стратегическое планирование, а также роль и место налоговой системы, источники финансирования перспективных научно-исследовательских разработок, включающие различные фонды финансирования и кредитования НИОКР, фонды поддержки инновационного бизнеса.

Модернизация экономики учитывает необходимость формирования качественно новой социальной базы развития российского общества. Иначе говоря, требуется более высокий уровень социального потенциала, кардинальное изменение управления социальными процессами, широкая социальная поддержка населением модернизационных преобразований, проведение политики в интересах большинства на основе ясных приоритетов в социально-

экономическом развитии страны и роста жизненного уровня граждан.

В Приднестровье потребность перехода экономики на инновационную основу является жизненно важной. По оценке Министерства экономического развития ПМР, износ производственных фондов достиг 82 % [6]. За 2005–2009 годы доля инвестиций в их активную часть снизилась с 59,6 до 48,0 %, а доля инвестиций в ВВП – с 15,1 до 10,9 %, т. е. инвестиционная активность имела тенденцию к снижению.

Отраслевая структура инвестиций в основной капитал в последние годы каких-либо изменений не претерпела. Доля инвестиций производственного назначения колебалась в пределах 83–86 %, а непромышленного назначения – 14–17 %. В промышленности эти колебания составили 51–63 %, в сельском хозяйстве – 2,7–11,7 %, в транспорте и связи – 9–24 %, строительстве – 0,5–2,2 %, в прочих отраслях – 16–21 %. Это свидетельствует о том, что в обозримом будущем активизация инвестиционной деятельности при относительно стабильной структуре инвестиций вряд ли будет ощутима.

Перепады в инвестировании приднестровской экономики, в том числе по отраслям материальной сферы, указывают на неустойчивость темпов роста капиталовложений, недостаточность объемов инвестиций и ограниченность источников их финансирования, основным из которых являются собственные средства предприятий. В течение 2005–2009 годов их удельный вес в общем объеме финансирования инвестиций в основной капитал варьировался от 82 до 95 %. Сложившиеся объективные условия, острота и масштабность программы модернизирования экономики Приднестровья будут определять особенности выбора политики модернизации.

Модернизация экономики охватывает достаточно продолжительный период времени, например в России он составил около 20 лет. Какой модернизационный период понадобится для приднестровской экономики, сейчас определить сложно. Одно является бесспорным: необходима системная модернизация экономики нашего государства, которая обеспечит ее переход на инновационное развитие. Это предполагает разработку концептуальных основ стратегии модернизации, выбор целевой политики ее реализации на отдельных этапах с определением приоритетов развития, повышение роли предпринимательского сектора, изменения в проведении денежно-кредитной и бюджетно-налоговой политике, определение методов, инструментов и системы управления, оценку собственного изобретательского потенциала и его места в модернизационном процессе и т. д.

### Цитированная литература

1. Глазьев С. Какая модернизация нужна России? // *Экономист*. – 2010. – № 8.
2. Кучуков З.Р. Модернизация экономики: проблемы, задачи // *Экономист*. – 2010. – № 1.
3. Обухов Н. Некоторые проблемы обеспечения модернизации // *Экономист*. – 2010. – № 4.
4. Ясин Е. Модернизация и общество // *Вопросы экономики*. – 2007. – № 5.
5. Глазьев С. Перспективы социально-экономического развития России // *Экономист*. – 2009. – № 1.
6. Черненко Е.Е. Экономическая стратегия и тактика государственной политики в сфере экономической безопасности // *Экономика Приднестровья*. – 2010. – № 9.

*Л.В. Дорофеева*, лектор супериор

## ПЯЦА МУНЧИЙ ШИ СПЕЧИФИКУЛ ЕЙ ЫН МЕДИУЛ РУРАЛ

*Пяца мунчий есте унул дин принципалеле элементе а системудуй либерей инициативе. Еа ындеплинеште ун шир де функций, интеракционынд ку алтее пеце ши се афирмэ дрепт инструмент де оптимизаре а утилизэрий форцей де мункэ ши ридикэрий ефичиенцей мунчий. О деосебитэ атенция ын публикация се акордэ спецификалул пецей мунчий ын медиул рурал ал Републичий Молдова.*

Орьче активитате економикэ, ын кондициле экономией де пяцэ асочиязэ, ын мод обьектив, факторул де продукция капитал, ку ынкэ ун фактор есенциал, факторул мунка. Ачест фактор се прокурэ прин интермедиул пецей, пяца мунчий конституинду-се астфел ынтр-ун subsystem ал экономией де пяцэ.

Ноциуня ши партикуларитэциле пецей мунчий ау фост формулате ынтр-о серии де публикаций. Дупэ кум се релевэ ын ачесте монографий, пяца мунчий есте кематэ сэ се афирме дрепт инструмент де оптимизаре а утилизэрий форцей де мункэ, а дистрибуирий венитурилор ши крештерий ефичиенцей мунчий. Ынсэ дефинициле ачестей ноциунь диферэ есенциал. Дакэ ын аний 1930 пяца мунчий ера квалификатэ ка категории ку тотул апарте, ын каре ролул принципал ыл жукау факторий локаль, апой ын аний 1980 ачаста ера квалификатэ дрепт симплу обьект ал политичий монетаре. Ын опиния ноастрэ поате фи пропусэ урмэтоаря дефиниция а пецей мунчий.

**Пяца мунчий** есте чел май импортант элемент ал экономией де пяцэ, ын кадрул кэруя, ка резултат ал конкуренцей динтре децинэторий де капитал, ын калитате де вынзэторь, каре ынтрукипязэ оферта мунчий, се формязэ прецул преобладаант ын режиуна датэ пентру фиикаре тип де мункэ.

Ынтр-о серии де документе але ОНУ се индикэ, кэ мунка омулуй конституе о

сферэ де о маре импортанцэ а активитэций витале ши де аутоманифестаре а персоналитэций сале, ши ну о марфэ обишнуитэ – обьект де кумпэраре – вынзаре.

Дупэ пэреря ноастрэ требуе евитате доуэ моменте нежустификате. Пе де о парте, ну требуе негат фаптул кэ пяца мунчий есте о парте компонентэ а экономией национале ши мондиале, че се дезволтэ конформ лежилор женерале але пецей. Пентру а сусцине ачастэ информация пропунем урмэтоареле аргументе:

– фиикаре режиуне диспуне де ун нумэр релатив маре де лукрэторь ку карактеристичь асемэнтэаре але потенциалулуй лор де мункэ, инклузив нивелул квалификацией, че формязэ оферта ла ун анумит тип де мункэ ши ун нумэр суфичиент де патронь ку черере пентру ун анумит нумэр де локурь оможене де мункэ;

– кондиция ангажэрий ши редистрибуирия мунчий се стабилеск ын челе дин урмэ прин акордул конкрет динтре ун лукрэтор апарте ши патрон, адикэ прин корпортул динтре черере ши офертэ.

Пе де алтэ парте, пяца мунчий есенциал диферэ компаратив ку алте пеце, ши ануме:

– мунка ну есте о марфэ обишнуитэ, адикэ фиикаре лукрэтор есте уникал ка персоналитате, поседынд капачитэць специале (физиче, ментале) ши авынду о атигудине проприе фацэ де мункэ, яр фиикаре лок де мункэ аре кондиций ши черинце фацэ де лукрэтор;

– мунка ну поате фи депозитатэ ын казул кынд оферта депэшеште череря;

– трансфераря мунчий ын алте режигушь ши сфере де апликаре нечеситэ мулт май мулт тимп ши ефортурь, декыт трансфераря мэрфурило обигнуите;

– венитуриле лукрэторулуй, спре деосебиге де прецуриле ла алте мэрфурь, ну пот фи редусе май мулт де нивелул че репрезигнтэ ын цара датэ минигмул де екзигстенцэ;

– пе пяца форцей де мункэ интервенция статулуй а пост континуэ ши крескындэ, фиинд май путерникэ декыт пе челелалте пеце. Аич требуе де менционат фаптул кэ ын литература де спечиалитате се фолосеште фие денумиря де пяцэ а мунчий, фие чя де пяцэ а форцей де мункэ. Индигферент де денумигре, концинутул економик ал концептулуй де «пяцэ а мунчий» сау «пяцэ а форцей де мункэ», експримэ ачешь реалитате объективэ ши ануме, кэ факторул де продукция, мунка, ын економия де пяцэ, се асигурэ прин интермедиул пецей; пяца контемпоранэ а форцей де мункэ есте о пяцэ ку пронунцате карактеристичь контрактуале ши партичипативе. Ын аша фел, пяца мунчий репрезигнтэ ун систем компликат, каре поате функционато доар корелынд ку алте пеце ши ка о парте компонентэ а системулуй економик женерал, деши рэмынынд тотуш аутономэ. Пяца мунчий есте о компонентэ органикэ а економией де пяцэ, каре ындеплинеште ун шир де функций.

О примэ функцие констэ ын фаптул кэ пяца мунчий асигурэ реализаря екилибрулуй динтре нечеситэциле де ресурсе де мункэ але економией национале ши посибилитэциле пентру акопериря лор. Ачестэ функцие се манифестэ ла микро-, мезо-, ши макронивел ши визязэ реализаря екилибрулуй менционат пе о дуратэ май маре де тимп, чешя че ну ексклуде ынсэ, апаригция унор дезекилибре темпораре ка резултат ал неконкорданцей мишкэрий фактору-

луй уман компаратив ку чейлалць фактору де продукция.

О алтэ импортантэ функцие а пецей мунчий есте ачешя де а детермина ориентаря утилизерий ресурселор де мункэ але фиекэрей цэрь ку ефигиенцэ крескындэ, атыт прин репартизаря лор пе професий, рамурь ши локалитэць, кыт ши прин фолосиря ачестора ын кадрул фиекэрей унигтэць економиче ши сочиал-културале.

Функцилол менционате але пецей мунчий ли се алэтурэ ши о алтэ функцие, каре привеште мижлочиря ши кондиционаря прочеселор де унире ши комбинаре а факторулуй уман ку чей материалэ ай продукцией. Ын ведеря обцинерий унор резултате економико-финанчигаре буне сау атинжерий скопурило урмэриге де фиекаре аженг економик, прекум ши де економия националэ ын ансамблу, се импуне о анумитэ комбинаре а факторило де продукция диспонибилэ. Пяца форцей де мункэ оферэ информаций комплексе асупра диспонибилитэцило факторулуй уман ши, прин корелациигле каре се стабилеск ынтре ачестэ пяца ши челелалте пеце сунт рельефате ши посибилитэциле пе каре се поате конгто ын привинца челорлалць фактору де продукция.

О комплексэ ши импортантэ функцие, пе каре пяца мунчий о реализязэ, конституе инфлуенцаря консидерабилэ а прочесулуй де формаре ши репартизаре а венитурило. Рамификациигле ши импликациигле ачестей функций а пецей мунчий сунт мултипле. Еволюция рапортулуй черере-офертэ де мункэ детерминэ атыт нивелул саларилол (ши ын женерал ал венитурилол), кыт ши механизмеле прин каре се реализязэ дистрибуиря ши редистрибуиря венитулуй национал, пыргиигле економико-финанчигаре, утилигате ын ачест скоп.

Ын сфыршит, пяца мунчий преведе адоптаря мэсурило де протекцие сочиалэ а посесорило ачестей мэрфэ спечиале. Ачесте мэсурь сунт, ын есенцэ, резултатул



негочиерилор динтре аженций экономичь дин кадрул пецей. Ынсэ еле, де регулэ, капэтэ о консакраре юридикэ ла нивел национал. Ынтре мэсуриле де протекции сочиалэ а децинэторилор форцей де мункэ ун лок деосебит де импортант ревине асигурэрий унуй венит алтернатив (ажутор де шомаж) персоанелор каре ау пердут локул де мункэ ши ну ау гэсит ынкэ алтул кореспунзэтор.

Функцииле нумите се афлэ ынтр-о стрынсэ интердепенденцэ, алкэтуинд ун тот ынтрег. Организаря пецей мунчий требуе сэ асигуре кондиций оптиме пентру ындеплиниря тутрор функциилор спечифиче пентру ачастэ пяцэ атыт ын медиул урбан, кыт ши чел рурал.

Ын континуаре не вом опри ла принципалеле трэсэтурь спечифиче пецей мунчий дин медиул рурал а Републичий Молдова.

Ынкэ пынэ ла демаркаря прочесулуй де транзицие ла економия де пяцэ ши де консолидаре а индепенденцей ши суверанитэций, Република Молдова ера консидератэ о царэ ку о економие аграр – индустриалэ, ын каре продукция агриколэ окупа чя май маре пондере ын ПИБ; май мулт де жумэтате дин популацие локуя ын медиул рурал, яр песте 50 % дин популация економик активэ ера окупатэ ын активитэць агриколе. Примий ань ай периоадей де транзицие економикэ пентру републикэ с-ау карактеризат принтр – ун прочес де рурализаре. Астфел, пе фундалул дескрештерий популацией, деклинулуй економик ши а скэдерий ратей де окупаре, а крескут пондеря популацией дин медиул рурал ын тоталул популацией републичий, а крескут пондеря продукцей агриколе ын ПИБ, а крескут ши пондеря популацией окупате ын агрикултурэ. Ку тоате кэ ын презент прочесул де рурализаре с-а ынчетинит, пондеря популацией ампласатэ ын медиул рурал а рэмас дестул де импунэтоаре ши конституе апроксиматив 58,6 % дин популация тоталэ.

Ын аша фел, спечификул пецей мунчий ын медиул рурал констэ ын урмэтоареле: ын примул рынд ын **Република Молдова мажоритатя популацией** (ын журул ла 58 %) **локуеште ын медиул рурал**. Фаптул дат се менцине апроксиматив ла ачелаш нивел пе паркурсул ултимилор 10 ань.

Ын женерал, се поате констата кэ индикаторий пецей мунчий дин медиул рурал пэстрэзэ практик ачеляшь тендинце ка ши индикаторий пецей мунчий пе републикэ, дар ку ун ефект негатив май пронунцат.

Еволюция окупэрий форцей де мункэ дин медиул рурал а контрибуит ынтр-о оарекаре мэсурэ ши ла арумите прочесе де депопуларе. Ун рол семникатив ын депопуляря сателор молдовенешть ыл аре миграция форцей де мункэ атыт песте хотареле републичий, кыт ши ын локалитэциле урбане.

Деачея о алтэ трэсэтурэ спечификэ а пецей мунчий ын медиул рурал констэ ын фаптул, кэ **ануме популация руралэ конституе чя май маре пондере ын кадрул миграцией пе републикэ**, конституинд ын журул ла 67,5 % дин нумэрул тотал ал мигранцилор. Мигрэзэ ын спечиал тинерий, каре дупэ абсолвирия личеилор ши а школилор де културэ женералэ дореск сэшь континуе студииле ын институцииле де ынвэцэмынт медиу де спечиалитате ши супериор ши каре дупэ абсолвирия ачестора ну май ревин ла локул де баштинэ. Тинерий мигрэзэ ши песте хотареле републичий ын кэутаря унуй лок де мункэ. Маи бине де 3/4 сунт персоанеле ынтре 25–54 ань. Вырста медиэ а мигранцилор есте де 34 ань.

Ситуация датэ поате фи консидератэ ку мулт май алармантэ дакэ с-ар фи луат ын калкул ши информацииле неофициале каре атестэ ун нумэр ку мулт май маре ал персоанелор дин медиул рурал плекате песте хотаре ын кэутаря унуй лок де мункэ. Дистрибуция мигранцилор дупэ цэри-

ле де дестинације релевэ, кэ чел май мулць дин ей лукрязэ ын Русия (64,6 %).

Плекаря унуй нумэр импунэтор де мигранць спре Федерация Русэ есте каузатэ де келтуелиле релатив мичь пентру депласаре, интраля фэрэ визэ, куноаштеря лимбий русе егч. Дурата медие де шедере ын Русия конституе 1,8 ань. Пе де алтэ парте, ын цэриле Униуний Еуропене, ын каре акчесул есте май дифичил дин кауза костурилор ши режимулуй де визе, лукрязэ 28,8 % дин мигранць; 6,6 % ын рестул лумий.

Мотивеле принципале пентру каре мигранций ау плекат песте хотаре ау фост липса локурилор де мункэ ын царэ (51,5 %) ши salariиле мичь (45,8 %). Астфел, нумэрул персоанелор дин медиул рурал декларате плекате песте хотаре ын кэутаря унуй лок де мункэ а крескут пе паркурсул ултимелор 10 ань консидабил (апроксиматив де 2 ор).

Ын ал трейля рынд пентру пяца мунчий рурале есте карактеристикэ **некореларя динтре прочесул де прегэтире а кадрелор (оферта мунчий) ши череря форцей де мункэ**. Ын институциле де ыввэцэмынт аре лок прегэтиря кадрелор ын аспект теоретик, каре ну аре легэтурэ ку практика. Мулте спечиацитэ каре се ынтрабэ ын медиул рурал ну се прегэтеск, де екземплу зидарь, кроиторь, тымпларь ш.а. Медиул рурал дуче липсэ де аша спечиацитэ.

Ын челе дин урмэ, ынкэ о трэсэтурэ спечификэ констэ ын ачея кэ **е фоарте агриватэ проблема демографикэ**. Ын мажоритатя локалитэцилор рурале, популяция ну креште, дар дескреште (май мулць дечедязэ декыт се наск), чея че инфлуенциязэ негатив асупра консолидэрий пецей мунчий рурале.

Пе паркурсул анилор 2008–2010 нумэрул нэскуцилор а авут о еволуцие атыт

позитивэ, кыт ши негативэ. Индикаторул сумар ал наталитэций рэмыне тотуш ку 40 % май скэзут, декыт нивелул нечесар пентру симпла комплетаре нумерикэ а женерацией пэринцилор де женерация копиилор сэй.

Ка урмаре аре лок ынстэриря популяцией рурале, каре деасемэня инфлуенциязэ негатив асупра пецей мунчий ын женере.

Реешинд дин трэсэтуриле спечифиче нумите путем менциона, кэ ситуация ын медиул рурал се консидерэ критикэ атыт ла момент кыт ши пентру о перспективэ май ындедунгатэ, яр о ымбунэтецире а ачестея нечеситэ ефортурь енорме атыт дин партя популяцией аутохтоне, дин партя ауторитэцилор публиче локале, кыт ши дин партя ауторитэцилор публиче чентрале, а сочиетаций чивиле егч. Модернизаря инфраструктурий сочиале атыт де нечесарэ ну нумай ын скопул ридикэрий калитэций веций популяцией рурале, дар ши пентру асигураля уней имажинь май атрактиве пентру локалитэциле рурале, прекум ши креаря унор локурь ной де мункэ ын контекстул диверсификэрий окупэрий форцей де мункэ, нечеситэ келтуель инвестиционале енорме, пе каре локалитэциле рурале ну ле пот супорта. Прин урмаре, доар анумите инжекций инвестиционале дин екстериор – публиче сау привате, интерне сау екстерне – пот контрибуи ла модернизаря инфраструктурий сочиале, ла ынтемееря унор ной ынтреприндэрь нон-агриколе, ла модернизаря челор екзистенте ши, прин урмаре, ла о амелиораре а окупэрий форцей де мункэ дин медиул рурал.

## Библиографие

1. Бироул национал де статистикэ. Пяца форцей де мункэ ын Република Молдова. 2010. – Кишинэу, 2010.



УДК 314.5+314.6 (478.9)

*М.П. Бурла*, канд. геогр. наук, доц.*О.Н. Бурла*, ст. преп.*К.Г. Добында*, канд. геогр. наук, доц.*А.В. Кривенко*, канд. геогр. наук, доц.*В.Г. Фоменко*, канд. геогр. наук, доц.

## **ФАКТОРЫ И ТРЕНДЫ ПРОЦЕССОВ БРАЧНОСТИ, РАЗВОДИМОСТИ И СЕМЕЙНОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ПРИДНЕСТРОВЬЯ\***

*Исследование посвящено брачности, разводимости и семейному составу населения ПМР. Дана характеристика показателям оценки процессов брачности и разводимости. Представлены факторы, определяющие динамику показателей этих процессов, а также перспективные направления развития семейно-брачных отношений в регионе.*

Брачность и разводимость наряду с такими процессами, как рождаемость и смертность характеризуют естественное движение населения. Они связаны с естественным приростом опосредованно – через рождаемость, на которую они влияют самым прямым образом. Рождаемость, смертность, брачность и разводимость тесно связаны как друг с другом, так и с возрастной структурой населения, которая, в свою очередь, влияет на показатели брачности. Если абстрагироваться от воздействия прочих факторов, то при увеличении доли молодых и средних возрастов должны повышаться и показатели брачности. Связь же брачности и разводимости с рождаемостью проявляется в том, что при росте коэффициента брачности обычно увеличивается и рождаемость, при росте же разводимости рождаемость, наоборот, может снижаться.

Брак представляет собой социальную форму отношений между полами. Это санкционированная и регулируемая обществом форма отношений между

мужчиной и женщиной, определяющая их права и обязанности по отношению друг к другу и детям. Условия брака, порядок его заключения и формы широко варьируют в различных странах и у народов мира, существенно изменяясь в ходе исторического развития. Понятие «брак» относится к одной супружеской паре. Вступление в брак характеризует индивидуальный акт образования брачного союза между мужчиной и женщиной (в последнее время наблюдаются однополые браки) [1–3].

*Брачность* – процесс образования брачных (супружеских) пар в населении, который включает как первые, так и повторные браки (иными словами, это частота вступления в брак). Это также социально-демографический процесс, который обуславливается и регулируется социально-культурными нормами, имеет юридические, социальные, экономические и другие аспекты. В сочетании с процессами овдовения и разводимости брачность определяет воспроизводство брачной структуры населения и находится в теснейшей связи с его воспроизводством, выступая в качестве одного из важнейших факторов рождаемости и смертности [4].

\* Графоаналитические материалы подготовлены специалистом НИЛ «Региональные исследования» Р.В. Симаченко.

Брачность измеряется целой системой показателей, среди которых можно отметить следующие:

– *абсолютное число браков*, заключенных (т. е. зарегистрированных) за тот или иной период времени, обычно за год. Абсолютное число браков характеризует валовые объемы брачности в стране или регионе;

– *частота заключения браков*, т. е. союзов между особями противоположного пола, которые создают взаимные права и обязанности, фиксируемые в законах или обычаях;

– *коэффициенты брачности*. Поскольку любое абсолютное число браков зависит от общей численности и демографической структуры населения, для межстрановых или межрегиональных сравнений показатель абсолютного числа браков использоваться не может. Для этих целей широко применяются общие и специальные коэффициенты брачности, выражаемые в промилле.

*Нерегистрируемая брачность (или сожительство)* занимает существенное место в геодемографическом анализе. Сожительство – это половой союз, не оформленный в соответствии с брачным законодательством данной страны. Это совместное проживание в одном домохозяйстве двух взрослых, не связанных браком или родственными отношениями, но имеющих эмоциональные и сексуальные отношения. Мотивы, согласно которым люди юридически не оформляют свои отношения, могут быть разными. Выделяют следующие типы (категории) сожительств и соживающих:

– собирающиеся вступить в брак и живущие совместно в ожидании этого;

– живущие вместе по экономическим причинам (бедняки);

– рассматривающие сожительства как постоянную альтернативу браку;

– «эмоционально захваченные», но еще не готовые к браку.

В последние годы уровень сожительств значительно вырос. Многие люди отказываются от регистрации брака прежде всего потому, что не верят в его пожизненный характер и не хотят создавать себе сложности с разводом и последующим разделом имущества. Подобные семьи совершенно неспособны обеспечить ни воспроизводство населения, ни нормальное воспитание подрастающих поколений.

*Развод* – это расторжение брака при жизни обоих супругов в органах записи актов гражданского состояния или по решению суда в особо предусмотренных законодательством случаях. Развод производится по заявлению одного или обоих супругов, или по заявлению опекуна супруга, признанного судом недееспособным. Законодательство также устанавливает порядок расторжения брака и правила, регулирующие взаимоотношения бывших супругов после развода. Развод как социальный феномен изучается в праве, социологии и социальной психологии.

Что касается географии населения и демографии, то их интересует массовый процесс расторжения браков в населении или в когорте, т. е. *разводимость*, а также ее влияние на процесс воспроизводства населения, отдельные демографические процессы и на формирование брачно-семейной структуры населения. В частности, демографическая разводимость интересует как фактор, который наряду с овдовением определяет число лиц, которые могут вступить в брак повторно. Особое же внимание демография уделяет изучению воздействия разводимости на рождаемость и смертность. Отдельные случаи разводов не являются предметом специального интереса исследователей.

Одним из важных факторов, определяющих уровень разводимости, является *брачно-семейное законодательство*. Так, до 1917 года в России разводы были, как известно, чрезвычайно редким явлением.

И дело не только в том, что развод противоречил тогдашней морали и социальным нормам. Действовавшее в то время законодательство резко ограничивало саму возможность развода, допуская его по просьбе одного из супругов только при наличии одной из трех исключительных причин: доказанного прелюбодеяния мужа или жены либо его (ее) неспособности к «брачному сожитию»; осуждения другого супруга к уголовному наказанию с лишением всех прав состояния или к ссылке в Сибирь; безвестного отсутствия другого супруга. Никакие разводы по взаимному согласию не допускались. Как результат, например, в 1897 году среди православных в России (70 % всех лиц в возрасте 20 лет и старше) было зарегистрировано всего 1132 развода [4].

Основное место среди факторов разводимости принадлежит демографическим и социально-экономическим детерминантам. Так, существенную роль играет возраст супругов. Эта демографическая переменная выступает в трех разных модификациях: возраст вступления в брак, возраст в момент развода, разница в возрасте между женой и мужем. В отношении возраста вступления в брак исследования показывают, что в зависимости от этой переменной вероятность развода меняется следующим образом: сначала она понижается от высоких значений, свойственных бракам, заключенным в очень молодых возрастах, а затем вновь повышается для браков, заключенных в пожилых возрастах. Наименьшую вероятность развода демонстрируют браки, заключенные в возрастах максимальной брачности. Если говорить о возрасте в момент развода, то разводимость имеет максимум в возрастном интервале 20–30 лет, а затем плавно снижается до крайне низких уровней в возрастах старше 50 лет. При этом возраст максимальной вероятности развода у женщин ниже, чем у мужчин. Большая

разница в возрасте мужей и жен повышает вероятность развода, при этом его вероятность выше в тех случаях, когда жена старше мужа.

Другим демографическим фактором разводимости является *продолжительность брака*. Подобно зависимости от возраста зависимость от длительности брака также носит колоколообразный характер: сначала повышение вероятности развода, причем максимум приходится на рубеж между первым и вторым пятилетиями брака, затем эта вероятность постепенно снижается. Важным фактором разводимости является число детей у разводящихся супругов. Данные демографической статистики говорят о том, что вероятность развода в бездетных семьях и семьях с одним ребенком выше, чем в семьях с двумя и более детьми.

Интересный аспект детерминации разводимости связан с незарегистрированными браками, т. е. с сожительством, точнее, с той их разновидностью, которую представляют так называемые пробные браки (первые три категории из описанных выше в разделе о незарегистрируемой брачности). Хотя члены таких пробных сожительств ссылаются на то, что они не узаконивают свои отношения, чтобы проверить себя и сделать таким образом свой брак более прочным, в реальности все обстоит совершенно иначе. Браки, заключенные после подобных сожительств, являются менее прочными и распадаются быстрее и чаще, чем, так сказать, нормальные браки, в которых этой предбрачной проверки не было.

Важным фактором разводимости, роль которого, как кажется, возрастает, является общественное мнение о разводе и о допустимых его причинах. Данные специальных социологических исследований показывают, что имеет место не только увеличение толерантности общества по отношению к разводу, но и изменение структуры при-

чин и мотивов, по которым развод считается не только допустимым, но даже приемлемым и чуть ли не обязательным. Направление, в котором происходит этот дрейф мотивов, представляет собой переход от признания допустимости развода только при наличии вполне конкретных уважительных причин (бесплодие одного из супругов, доказанная измена и т. п.) к признанию его допустимости и даже обязательности в случае отсутствия любви между супругами (табл. 1).

Самое непосредственное влияние на воспроизводство населения оказывает его *семейное состояние*. Семья – это тот социальный институт, от которого зависит физическое воспроизводство населения, рождение новых поколений и (в очень большой степени) его социальное воспроизводство, подготовка их к самостоятельной жизни. Семейный состав населения

характеризуется распределением семей по величине, по типам, по числу ядер семьи, а иногда в сочетании с распределением членов семьи по тем или иным социально-демографическим признакам (возрасту, брачному состоянию и др.) [1].

*Семейную структуру* населения наиболее подробно можно охарактеризовать, используя данные переписей населения. Так, по результатам Всесоюзной переписи 1989 года средний размер семьи в Молдавской ССР составлял 3,3 человека. Это соответствовало величине данного показателя в европейских государствах СНГ – России, Украине, Белоруссии. В территориальном аспекте средний размер семьи по административно-территориальным единицам ПМР имел незначительную вариацию. Максимального значения (3,5 человека) он достигал в Дубоссарском и Слободзейском районах, минимального (3,1 человека) – в

Таблица 1

Факторы, прямо и обратно влияющие на стабильность брака

Прямо	Обратно
Высокие репродуктивные установки женщин	Расхождение репродуктивных установок мужа и жены
Наличие в семье главы	Употребление алкоголя супругом
Совместное принятие основных семейных решений	Расхождение установок супругов на характер главенства в семье
Равноправное распределение хозяйственно-бытовых обязанностей по уходу за детьми	Расхождение установок супругов на распределение хозяйственно-бытовых обязанностей
Совместное проведение супругами свободного времени	Расхождение установок супругов на совместность-раздельность, домашнее – внедомашнее проведение досуга
Сходство семейных ценностей	Расхождение установок мужа и жены на характер духовного общения
Высокая ролевая адекватность	Отсутствие адаптивного поведения и установок супругов
Низкая конфликтность в разных сферах жизни	Отсутствие доверия и поддержки со стороны другого супруга
Высокое уважение и эмоциональное принятие супругами друг друга	Ограниченность общения, увлечений, интересов
Высокая адекватность восприятия супругами друг друга	Негативная оценка друзьями (подругами) другого супруга
Неудовлетворенность сексуальными отношениями	Расхождение установок супругов на профессиональную работу жены и на характер помощи со стороны родителей

Рыбницком и Каменском районах. В городах данный показатель фактически был равен среднереспубликанскому значению – в Бендерах и Дубоссарах – 3,3 человека, в Рыбнице и Тирасполе – 3,2 человека [5] (табл. 2).

В конце 80-х годов преобладали так называемые малые семьи, состоявшие из двух-трех человек. В совокупности на них приходилось более половины всего числа семей в республике. В городах было несколько больше семей, состоявших из четырех человек, чем в сельской местности. Так, в г. Дубоссары их число из каждой тысячи составляло 300, а среди сельского населения в этом районе – 257 человек, в г. Рыбнице – 305, а в Рыбницком районе – 197. Больше всего семей из двух человек было отмечено в сельских поселениях Рыбницкого района, из трех – в Григориопольском районе, из четырех человек – в Рыбнице, из пяти, шести и более человек – в сельской местности Дубоссарского района [5].

Социально-экономические и демографические процессы межпереписного периода привели к следующим изменениям в семейной структуре населения:

▪ к сокращению среднего размера семьи (менее трех человек в 2004 году),

увеличению числа и доли «малых семей», состоящих из двух-трех человек;

▪ увеличению числа семей с одним родителем в результате разводов и овдовений, не компенсированных вторыми браками; к росту числа неполных семей, среди которых преобладают мамы-одиночки;

▪ снижению числа и доли многодетных семей, связанному с тенденцией к малодетности семьи и с уменьшением числа деторождений;

▪ росту доли этнически смешанных семей, образованных в результате этнически смешанных браков;

▪ уменьшению количества и доли сложных семей, состоящих из людей нескольких поколений. Молодые супруги все чаще живут отдельно от родителей. Большие семьи, состоящие из родителей, их женатых сыновей и внуков, где сохраняются традиции патриархальной семьи, имеют все меньшее распространение, т. е. происходит процесс «нуклеаризации семей»;

▪ росту абсолютной численности и доли одиночек вследствие невозможности создания семьи, разводов, овдовения. Многие одиноки по собственной воле – это может быть стремление к личной свободе и независимости, попытка сделать карьеру,

Таблица 2

Группировка семей по размеру (на 1000 всех семей)\*

Город, район	Число семей	В том числе состоящих из						Средний размер семьи, чел.
		2 чел.	3 чел.	4 чел.	5 чел.	6 чел.	7 и более	
ПМР – всего	1000	333	262	269	93	30	13	3,3
Тирасполь (горсовет)	1000	318	304	278	69	21	10	3,2
Бендеры (горсовет)	1000	306	292	289	76	25	12	3,3
Дубоссары (город)	1000	305	265	300	90	27	13	3,3
Рыбница (город)	1000	295	314	305	64	16	6	3,2
Каменский район	1000	396	256	231	84	25	8	3,1
Рыбницкий район (села)	1000	465	220	197	80	28	10	3,0
Дубоссарский район (села)	1000	301	225	257	141	50	26	3,5
Григориопольский район	1000	318	242	282	109	34	15	3,3
Слободзейский район	1000	290	243	277	128	42	20	3,5

\*По данным Всесоюзной переписи населения 1989 года.

неуверенность в своем будущем, материальная необеспеченность и т. д.;

▪ **стремлению многих одиноких женщин к рождению детей вне брака** [2, 6].

Перечисленные тенденции являются первопричиной сокращения уровня рождаемости в республике. По данным переписи 2004 года, суммарный коэффициент рождаемости (среднее число детей, рожденных одной женщиной) составил лишь 1,423, в том числе в Тирасполе – 1,254, Бендерах – 1,247, Каменском районе – 1,556, Рыбницком – 1,434, Дубоссарском – 1,620, Григориопольском – 1,738, Слободзейском районе – 1,653 [5, 6].

Состояние семейной сферы в значительной степени определяется брачным состоянием женщин в фертильном возрасте (16–49 лет). По данным переписи 2004 года, абсолютная численность женщин в фертильном возрасте составила 151 742 человека, или 52,2 % от общей численности женщин данной группы. Из них никогда не состояли в браке 39 839 (26,3 %) женщин, состояли в зарегистрированном браке 68 054 (44,9 %) и в незарегистрированном (консенсуальном) – 6 575 (4,3 %) человек. На 2004 год насчитывалось 4785 (3,2 %) вдов и 17 515 (11,5 %) разведенных. Состояли в браке, но с супругом не проживали 10 058 (6,6 %) женщин, не указали брачное состояние 4916 (3,2 %) [6, 7].

Из 238 967 женщин 49 312 (20,6 %) не имели детей, 66 865 (28,0 %) имели по одному ребенку, 91 656 (38,4 %) – по два ребенка, 22 368 (9,4 %) – по трое детей, 4975 (2,1 %) – по четыре, 1994 (0,8 %) – по пять, 796 (0,3 %) – по шесть, 427 (0,2 %) – по семь, 226 (0,1 %) – по восемь, 203 (0,1 %) – по девять и 145 (0,0 %) – по десять и более детей. На изменение семейной структуры населения прямое влияние оказывают процессы брачности и разводимости. Сокращение абсолютной численности браков при сохранении достаточно высокого уровня разводимости является одним из

факторов, которые отрицательно влияют на уровень рождаемости [6, 7].

За 1990–2011 годы абсолютное количество браков сократилось с 7016 до 3942 (на 3074 брака, или на 43,8 %), а разводов – с 3038 до 2021 (на 1017 разводов, или на 33,5 %). Следует отметить, что изменение абсолютного количества браков и разводов за эти годы характеризовалось нелинейной динамикой. Нелинейная динамика была присуща и коэффициентам брачности и разводимости, величина которых зависит не только от абсолютного количества браков и разводов, но и от численности населения республики. Несмотря на снижение числа зарегистрированных браков в долгосрочной ретроспективе, абсолютное их количество и уровень брачности всегда превышали абсолютное количество разводов и уровень разводимости [5–7] (рис. 1).

Следует отметить существенные различия по абсолютному количеству браков и уровню брачности между городскими и сельскими поселениями, что обусловлено большими размерами и значительным брачным потенциалом городов, а также более низкой долей людей в брачном возрасте в сельских населенных пунктах. Так, в 1990 году число браков, зарегистрированных в городах, составляло 71,9 %, в 2000 году – 73,9 %, в 2011-м – 84,1 %. Количество браков, зарегистрированных в сельской местности за 1990–2011 годы, сократилось на 1340, или на 68,1 % [6, 7].

Пространственный анализ абсолютных показателей брачности свидетельствует о том, что более половины всех браков регистрировалось в городах Тирасполь и Бендеры. Число зарегистрированных браков в значительной степени коррелирует с численностью населения. Среди административных районов по абсолютному количеству браков выделяются Рыбницкий и Слободзейский. Промежуточное положение занимают Григориопольский и Дубоссарский районы. Существенно уступает



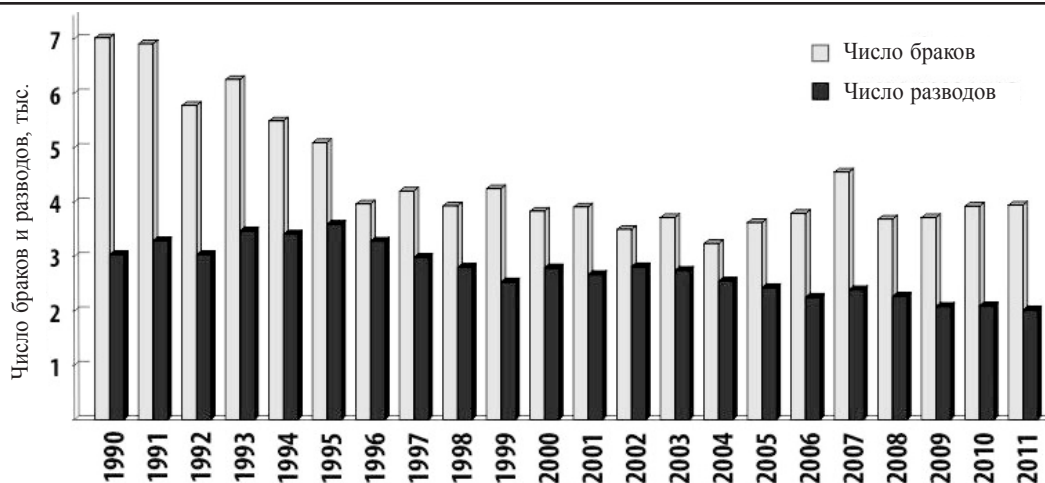


Рис. 1. Динамика числа браков и разводов среди жителей Приднестровья  
(По данным Государственной службы статистики ПМР)

по данному показателю всем административно-территориальным единицам Каменский район. Аналогичная ситуация наблюдается с разводами. Наибольшее их число регистрируется в Тирасполе и Бендерах. Среди административно-территориальных единиц лидерами являются Рыбницкий и Слободзейский районы [5] (табл. 3).

Здоровая, крепкая, дружная материально и нравственно благополучная семья – высшая ценность. Она дает ребенку и взрослому человеку чувство любви, защищенности, заботы, надежности, привязанности, обеспечивает связь поколений. Приднестровье заинтересовано в сохранении и приумножении высоких семейных ценностей. Решение проблем семьи – задача всего общества, объединений граждан, каждого приднестровца. Для этого необходима консолидация органов государственной власти и местного самоуправления, общественных организаций и политических объединений, религиозных конфессий, самих семей, образовательных учреждений всех уровней.

В основу государственной семейной политики должны быть положены тради-

ционные для приднестровского общества приоритеты семейных ценностей, опирающиеся на исторические, нравственные и культурные традиции. Для оптимизации семейно-брачных отношений необходимо:

- проводить государственную политику, способствующую повышению социального статуса приднестровской семьи, ее роли в деле воспитания и образования детей;
- стимулировать повышение рождаемости, усилить государственную поддержку многодетных семей;
- разработать пакет законопроектов («О минимальных социальных стандартах», «О государственной семейной политике»), гарантирующих приоритет семейной политики в деятельности государства, социальную защиту и социальное обеспечение семей;
- ввести в составе института Уполномоченного по правам человека службу Уполномоченного по правам ребенка;
- оказывать государственную поддержку традиционным духовно-нравственным формам воспитания и образования;

## Браки и разводы по административно-территориальным единицам

Город, район	Браки				Разводы			
	1990 г.	2000 г.	2010 г.		1990 г.	2000 г.	2010 г.	
			Ед.	%			Ед.	%
Приднестровье – всего	7016	3831	3924	100	3038	2793	2095	100
Тирасполь (горсовет)	2271	1240	1585	40,4	1144	1010	750	35,8
Бендеры (горсовет)	1436	824	687	17,5	777	660	370	17,7
Районы								
Каменский район	475	142	160	4,1	102	68	88	4,2
Рыбницкий район	873	518	480	12,2	373	391	290	13,8
Дубоссарский район	638	273	255	6,5	177	186	126	6,0
Григориопольский район	422	320	295	7,5	133	156	149	7,1
Слободзейский район	901	514	462	11,8	332	322	322	15,4

▪ разработать и реализовать государственные целевые программы («Повышение благосостояния приднестровской семьи», «Демографическое развитие Приднестровья», «Здоровое поколение XXI века), направленные на повышение рождаемости авторитета материнства и отцовства, на возрождение семейных традиций и ценностей, создание условий для семейного благополучия;

▪ усовершенствовать систему медицинского и социального страхования граждан;

▪ проводить парламентские и иные публичные слушания по вопросам гендерной политики и социального партнерства, направленные на усиление мотивации к долгой и здоровой жизни, к длительному сохранению работоспособности, достижению равенства женщин и мужчин в обществе, на преодоление всех форм и проявлений дискриминации по половому признаку, на создание политических предпосылок и необходимых социальных условий для наиболее полной реализации природных способностей женщин и мужчин во всех сферах трудовой, общественной и личной жизни;

▪ путем принятия соответствующих нормативно-правовых актов добиться осуществления действенного контроля

нравственно-этического содержания публицистических материалов всех жанров и направлений, доступных населению через все средства печатных и электронных СМИ;

▪ обеспечить право каждого ребенка на семейное воспитание, развитие и совершенствование института усыновления, приемных, патронатных и опекунских семей;

▪ способствовать воспитанию детей и молодежи в духе равноправных отношений супругов в семье, справедливого распределения семейных обязанностей, повышения роли отцов в воспитании и уходе за детьми, осуществлять государственную координацию нравственного, эстетического и экологического просвещения всего населения;

▪ создать на базе учреждений высшего и дополнительного профессионального образования научно-методические центры для оказания практической психологической помощи семьям, обеспечить подготовку, повышение квалификации и переподготовку профессиональных кадров в области демографической и семейной политики;

▪ разработать комплекс мер, направленных на сохранение репродуктивного здоровья семьи, повышение рождаемости

и средней продолжительности жизни, сокращение смертности;

▪ **создать Республиканский фонд поддержки семей**, находящихся в сложной жизненной ситуации, и разработать комплекс эффективных мер адресной помощи и финансовой поддержки этой категории семей;

▪ **через систему налоговых рычагов** повысить заинтересованность работодателей в приеме на работу граждан с высокой семейной нагрузкой, в том числе на условиях неполного рабочего времени, гибкого графика, работы на дому;

▪ **постоянно и на высоком качественном уровне** представлять всеми доступными средствами массовой информации материалы, направленные на пропаганду и укрепление семейных ценностей и духовно-нравственного воспитания населения;

▪ **обеспечить информирование** населения республики о международных правовых актах по защите прав граждан и семейным отношениям, ресурсах помощи в преодолении критических жизненных ситуаций;

▪ **разработать программы демографического развития** муниципальных образований;

▪ **способствовать укреплению** единства школы и семьи в воспитании подрастающего поколения, профилактике безпризорности, безнадзорности и социального сиротства, оздоровлению внутрисемейных отношений;

▪ **обеспечить жильем** детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей;

▪ **воспитывать и поощрять** стремление к здоровому образу жизни через про-

ведение культурно-просветительских и спортивных мероприятий с детьми и молодежью [6–9].

## Цитированная литература

1. **Энгельс Ф.** Происхождение семьи, частной собственности и государства. – СПб.: Азбука, 2009. – 256 с.

2. **Бим-Бад Б.М., Гавров С.Н.** Семья как социокультурный феномен // Модернизация института семьи: макросоциологический, экономический и антрополого-педагогический анализ. – М.: Интеллектуальная книга, Новый хронограф, 2010. – С. 27-53.

3. **Валентей Д.И., Зверева Н.В., Медков В.М. и др.** Система знаний о народонаселении / Под ред. Д.И. Валентея. – М.: Высшая школа, 1991. – 225 с.

4. **Гавров С.Н.** Историческое изменение институтов семьи и брака. – М.: МГУДТ, 2009. – 366 с.

5. **Статистические ежегодники** Приднестровской Молдавской Республики с 1993 по 2011 г.

6. **Бурла М.П.** Население Приднестровской Молдавской Республики: Научно-справочное пособие. – Тирасполь: КЭГРЭ, 2009. – 52 с.

7. **Фоменко В.Г.** Современная демографическая ситуация в Приднестровье (1990–2010 гг.). – Тирасполь: Полиграфист, 2010. – 112 с.

8. **Стулов В.Н.** Проблемы семьи, общества, государства, или какая нужна нам семейная политика? – Бендеры: Полиграфист, 2009. – 176 с.

9. **Максаковский В.П.** Демографическая политика // География. – 2001. – № 37. – С. 23–25.

УДК 338.48 (478.9)

С.А. Шерстюк, преп.

В.Г. Фоменко, канд. геогр. наук, доц.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ СОБЫТИЙНОГО ТУРИЗМА В ПРИДНЕСТРОВЬЕ

*Рассматриваются предпосылки развития и организации событийного туризма в Приднестровье. Основные положения статьи отражают анализ потенциала региона для организации событийного туризма, а также систему возможных мер, направленных на его развитие.*

### Постановка проблемы

Любое государство, стремящееся к росту прибыльности туризма, привлечению максимального количества туристов и повышению качества аттрактивности страны в целом или отдельных регионов и населенных пунктов, старается делать акценты на конкретные оригинальные и знаковые события.

В отличие от прошлых десятилетий, когда целью религиозных, этнографических, спортивных и других событий была лишь организация праздника или фестиваля, рассчитанного на местную публику, сегодня проведение таких мероприятий превратилось в четко поставленный и отлаженный бизнес, который приносит их организаторам многомиллионные доходы. В настоящее время событийный туризм – это уникальные туристические предложения, включающие в себя помимо традиционного отдыха участие в самых разнообразных и интересных мероприятиях, среди которых выделяются следующие тематические виды: национальные фестивали и праздники, театрализованные шоу, фестивали кино и театра, гастрономические фестивали, фестивали и выставки цветов, модные показы, аукционы, фестивали музыки и музыкальные конкурсы, спортивные мероприятия [1]. Такие туры с каждым годом становятся все более популярными как у иностранных, так и у отечественных туристов.

В международной практике событийный туризм уже достаточно давно и прочно зарекомендовал себя как весьма прибыльный вид туристического бизнеса, обеспечивающий страны или города яркими дестинациями. Среди наиболее популярных мировых событий, притягивающих туристов со всего света, являются карнавал в Рио-де-Жанейро, фестиваль св. Патрика в Дублине, Парад любви в Берлине, Каннский кинофестиваль, праздник пива «Октоберфест» в Мюнхене, реконструкция битвы при Ватерлоо, деловые форумы в Давосе, политический форум на озере Селигер, чемпионаты мира по футболу. Также к событийному туризму относятся международные автосалоны, авиационные шоу, торгово-промышленные и военные выставки-ярмарки, спортивные мероприятия, театрализованные фестивали, медиа-форумы и многое другое.

### Изложение основного материала

У событийного туризма имеется ряд особенностей, выгодно отличающих его от стандартных видов туризма. Во-первых, количество событий, привлекающих к себе туристов со всего света, с каждым годом неуклонно растет. Во-вторых, к участникам организации событийного туризма предъявляется ряд дополнительных требований, учитывающих особенности це-

левой аудитории (универсальность мероприятий или целенаправленная ориентация на половые, возрастные, этнические, религиозные, профессиональные особенности). В-третьих, как и большинство прочих направлений туризма, событийный туризм требует чрезвычайно внимательного отношения к туристической инфраструктуре – к гостиницам, транспорту (удобство доставки к месту события), предприятиям общественного питания и услугам гидов-переводчиков. В-четвертых, он, безусловно, повышает туристическую привлекательность региона, его респектабельность, способствует укреплению деловых и дружеских связей между представителями общественных, деловых и политических кругов, а также приносит определенный доход в бюджет государства [1, 2].

Субъекты рынка событийных туров делятся на следующие группы:

1) организаторы фестивалей и событийных мероприятий – различные комитеты, общественные организации, фонды культуры и развития;

2) туристические фирмы, предлагающие разработанные «фестивальные» и «событийные» туры;

3) туристы, для которых основным мотивом путешествия является посещение фестивалей и развлекательных мероприятий;

4) средства размещения и питания, транспортные предприятия, организации, предоставляющие дополнительные услуги.

Приднестровье в силу уникальности географического положения, объединения на своей территории судеб многих народов и культур, сложности исторических перипетий обладает достаточными ресурсами для организации креативного событийного туризма, формирующего позитивный и привлекательный образ региона. Первые шаги в этом направлении оказались достаточно успешными.

Так, в начале октября 2008 года в честь 600-летия города Бендеры был торжественно открыт военно-исторический комплекс «Бендерская крепость». В этот день благодаря Министерству внутренних дел, курирующему восстановительные работы в крепости, состоялось театрализованное представление – историческая реконструкция штурма Бендерской крепости русскими войсками в 1770 году. Посетить мероприятие собрались более трех тысяч человек, приехавших на празднование юбилея города из разных уголков планеты. Зрители, не попавшие в стены цитадели, могли наблюдать происходившее на огромном экране, установленном за периметром крепости.

Помимо театрализованного представления в эти дни для гостей и местных жителей были организованы праздничные гуляния на национальных подворьях с музыкальными и танцевальными выступлениями, конкурсами, забавами, характерными для народов Приднестровья. Такие мероприятия стали уже доброй традицией как для города, так и для республики. На данный момент речь идет о проблеме самокупаемости подобных торжеств, но в перспективе необходимо рассмотреть их вероятную прибыльность [3].

Ежегодно в октябре туристы могут посетить праздник вина, который проводится в соседней Молдове. Он открывается красочным зрелищем – парадом виноделов. Затем праздничные мероприятия переходят в непосредственную дегустацию молдавских вин. Кроме того, предусмотрено знакомство с достижениями национальной кухни, обычаями и музыкально-хореографическими композициями. Фестиваль вина – это яркий событийный бренд, формирующий позитивный образ страны. Желающие могут принять участие в комплексном туре, который произведет незабываемое впечатление даже на самого требовательного туриста.

Знаковым событием в культурной жизни Приднестровья стали Дни славянской письменности и культуры, празднование которых началось с 1990 года. Они привлекают сотни участников из разных уголков славянского мира. Вместе с тем набирают «туристический вес» такие разномасштабные и разнопрофильные мероприятия, как фестиваль искусств «Мэрцишор», Дни основания городов и сельские храмовые праздники, международные соревнования, посвященные памяти выдающихся приднестровских спортсменов, выставки в Экспоцентре Приднестровья [4].

Международная ассоциация работников культуры и искусства и Каменское районное товарищество украинской культуры им. Т.Г. Шевченко при поддержке Тираспольско-Дубоссарской епархии, реализуя лозунг «Через культуру – к миру и согласию», организовали с 2006 года международный симпозиум «КамART». На него приглашаются признанные мастера скульптуры, живописи и графики из Приднестровья, Молдовы, Гагаузии, Украины, России, Белоруссии, Румынии и других государств. Сегодня этот представительный творческий форум вышел далеко за узкие богемные рамки – он стал вовлекать в свою работу широкие круги любителей искусства, гостей санатория «Днестр» и туристов из близлежащих стран. Таким образом, сформировалась новая событийная дестинация, сочетающая ландшафтные, этнографические, историко-архитектурные, санаторно-курортные, экономические и экологические составляющие [5, 6].

С 2008 года в начале июля в селе Чобручи Слободзейского района отмечается День реки. Праздник завершает международную экологическую экспедицию школьников, студентов, спортсменов, педагогов и ученых по Днестру. Он значительно оживил общественную и хозяйственную жизнь села. Подготовка и проведение столь масштабного мероприя-



тия стали важнейшим событием для Чобручей и привлекли к активному участию в нем не только волонтеров, но и местное население [7].

Современный событийный туризм как специфический вид туристической индустрии оказывает локальное воздействие на экономику отдельных регионов, муниципальных образований или их частей. Таким образом, для некоторых приднестровских населенных пунктов событийный туризм может стать важным дополнением к традиционным экономическим функциям или даже заменить их, создав новые рабочие места [8].

## Выводы

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что событийный туризм занимает особую нишу на современном рынке туристических услуг. В силу географических, исторических, этнических и культурных особенностей Приднестровья он стал фактически уникальным явлением. Однако развитие данного вида туризма следует осуществлять на основе гармоничного сочетания с прочими направлениями туристической деятельности, для чего необходимо формирование соответствующей инфраструктуры. Приднестровский событийный туризм нуждается в государственной поддержке, поскольку



одних только общественных инициатив в этой сфере недостаточно.

Важной исходной предпосылкой является возможность «создания» события, использования для него праздников, товаров и имен, формирующих образ Приднестровья. Даже повторяющиеся из года в год значительные международные мероприятия с каждым разом преподносят туристам насыщенные яркими впечатлениями дни отдыха, позволяют открыть новые горизонты в области сопутствующих услуг, таких как национальная кухня, фольклорные традиции, спортивные соревнования и многое другое.

В своем развитии событийный туризм сталкивается с рядом проблем, которые необходимо оперативно решать. Он испытывает острую потребность в привлечении инвесторов, в целевом информационном сопровождении (предварительная рекламная подготовка, программа мероприятия, эксклюзивное название, узнаваемая символика), а также в сочетании разнообразных мероприятий, которые можно проводить на общей инфраструктурной базе, соответствующей масштабу организуемого туристически значимого события.

### Цитированная литература

1. **Бабкин А.В.** Специальные виды туризма. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2008. – 252 с.
2. **Коломеева А.** Событийный туризм как приоритетное направление развития международного туризма // Материалы X Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы и перспективы развития отечественного внутреннего и въездного туризма: природная и материально-техническая

база, экономическая и социальная эффективность». 6–7 мая 2008 г. – Донецк: ДИТБ, 2008. – С. 31–33.

3. **Чебан А.П., Шерстюк С.А.** Особенности и перспективы развития событийного туризма в Приднестровской Молдавской Республике // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Событийный туризм: развитие, перспективы и социально-экономическая эффективность». – Донецк: ДИТБ, 2011. – С. 118–121.

4. **Дымченко Н.В.** Страницы культуры Приднестровья: Статьи и очерки. – Тирасполь: Литера, 2004. – 144 с.

5. **Дымченко Н.В.** Международные художественные выставки как фактор развития изобразительного искусства ПМР // Материалы III Международной научно-практической конференции «Культурное наследие в системе духовных ценностей приднестровского общества». – Тирасполь: ЦИКИИДН, 2012. – Вып. 3. – С. 134–140.

6. **Мандражи Е.Н.** В поисках «философского камня» // Материалы V Международной научно-практической конференции «Культурное наследие в системе духовных ценностей приднестровского общества». – Тирасполь: ЦИКИИДН, 2012. – Вып. 5. – С. 163–166.

7. **Галелюк Н.Ф.** Зачем Днестру День реки? // Материалы Международной конференции «Управление бассейном трансграничной реки Днестр и Водная рамочная директива Европейского союза». 2–3 октября 2008 г. – Кишинев: Эко-Тирас, 2008. – С. 100–103.

8. **Гончарук Е.** Событийный туризм как приоритетное направление развития внутреннего туризма в условиях кризиса // Материалы XII Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Развитие туризма в период экономического кризиса». 13–14 апреля 2010 г. – Донецк: ДИТБ, 2008. – С. 207–209.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ  
ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
зарегистрированных в Министерстве юстиции  
Приднестровской Молдавской Республики

## Изобретения

**(71)(73) Научно-производственное закрытое акционерное общество «Электро-маш»**,

г. Тирасполь, ул. Сакриера, д. 1

**(11) 449**

(21) 12100473

(51) H 02 H 5/04

(22) 19.10.2012

(15) 11.10.2012

**(72) Л.С. Никитина и А.И. Белогуб**

(56) УКТ-2 ТУ MD.29.18.00213012.083-2003

**(54) Устройство контроля температуры и вибрации**, включающее блок контроля, блок питания, температурные датчики, *от л и ч а ю щ е е с я* тем, что, с целью расширения диапазона измеряемых температур и измерения уровня вибрации, содержит датчики вибрации, дополнительные датчики температуры – термометры сопротивления, а блок контроля снабжен разъемом для внешней сигнализации и связи с персональным компьютером.

**(76) Гуменный Василий Филиппович**,

г. Рыбница, ул. Куйбышева, д. 27,

**Гуза Николай Дмитриевич**,

г. Тирасполь, ул. Юности, д. 15/2, кв. 34,

**Мунтян Валерий Михайлович**,

г. Тирасполь, ул. Краснодонская, д. 70, кв. 134

**(11) 450**

(21) 13100498

(51) A 61 B 17/56, 17/58

(22) 01.03.2013

(15) 20.03.2013

(56) Бойчев Б., Конфорти Б., Чоканов К. Оперативная ортопедия и травматология. – София: Медицина и физкультура, 1961. – 148 с. (С. 146)

**(54) Способ лечения вывиха акромиального конца ключицы**, включающий его вправление, металлоостеосинтез суставных концов и иммобилизацию, *отличающийся* тем, что, с целью повышения эффективности лечения за счет повышения жесткости металлоостеосинтеза ключично-акромиального сустава, на акромиальном конце ключицы устанавливают спонгиозный шуруп диаметром 3,5 см, в ключично-акромиальном суставе – две спицы Киршнера, а затем их фиксируют восьмиобразным проволочным серкляжем.

**(71)(73) Государственное образовательное учреждение «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,**

г. Тирасполь, ул. 25 Октября, д. 128

**(11) 451**

(21) 13100500

(22) 25.04.2013

**(72) А.В. Димогло**

(56) Патент ПМР № 294, F 02 D 31/00, 2004

(51) F 02 D 31/00

(15) 23.05.2013

**(54) Ограничитель запальной дозы топлива к всережимному регулятору дизельного двигателя**, преимущественно для двигателя с рядным топливным насосом, выполненный в виде реле, связанного через систему рычагов всережимного регулятора с тягой топливной рейки насоса, *отличающийся* тем, что, с целью оптимизации дозирования запальной дозы топлива с помощью ограничителя на промежуточных режимах работы, тяга топливной рейки насоса выполнена телескопической и подпружинена.

**(76) Хлыстов Валентин Павлович,**

**Степаненко Виктор Дмитриевич,**

**Софронюк Егор Георгиевич,**

г. Бендеры, ул. Космонавтов, 37, кв. 76,

г. Бендеры, ул. Кирпичная, д. 25,

г. Бендеры, ул. Карбышева, д. 19, а

**(11) 452**

(21) 13100499

(22) 14.03.2013

(56) Патент РФ № 107225, E 04 D 13/00, 2011

(51) E 04 D 13/00

(15) 07.05.2013

**(54) Устройство для разрушения обледенения у кромки крыши**, включающее рабочий орган, содержащий тросовую подвеску с элементами концевых запасовок и креплений, *отличающееся* тем, что, с целью повышения эффективности и надежности работы устройства за счет упрощения конструкции, подвеска рабочего органа проложена открыто с помощью кронштейнов, закрепленных на прямолинейных стенах здания на расстоянии 100–200 мм ниже кромки свеса крыши, и состоит из 3–5 параллельных тросов, один конец ее соединен с винтовой цилиндрической пружиной растяжения, прикрепленной к стене с помощью натяжного регулировочного механизма, а другой с помощью одинарного троса, перекинутого через поворотный блок, соединен с подвижным якорем вертикально установленного на стене тягового электромагнита постоянного тока, при этом якорь имеет возможность свободного перемещения в гнезде электромагнита.

**Программы для ЭВМ****(71)(73) Государственное учреждение «Юридическая литература»,**

г. Тирасполь, ул. Ленина, д. 26

**(11) 319**

(21) 12300351

(22) 07.09.2012

(15) 12.09.2012

**(72) Лучинец Данил Данилович**

**(57) Комплекс программ «Юридическая литература»** предназначен для поиска и управления базой данных, содержащей нормативно-правовые акты и сопутствующие им связи.

Программное обеспечение для ЭВМ «Юридическая литература» является совокупностью скриптов, написанных на языке программирования PHP (версии 5.2 и выше), использующих в своей работе базу данных, написанную для системы управления базами данных (СУБД), использующей язык SQL (MySQL); веб-сервер, позволяющий выполнять перенаправление запроса пользователя (например, Apache 2.2 с модулем mod\_rewrite); Интернет-браузер, позволяющий хранить пользовательские данные в области Cookies. С учётом кросс-платформенности всех компонентов данное программное обеспечение не зависит от используемой операционной системы.

Логически комплекс включает в себя следующие основные элементы:

- ядро (отвечает за работу MVC-модели);
- модули ядра (отвечают за работу с базой данных, обеспечивают поддержку темизации и мультиязычности и пр.);
- контроллер поиска по базе данных (обеспечивает взаимодействие программного комплекса с конечным пользователем, предоставляя ему возможность поиска документов, хранящихся в базе);
- контроллер управления базой данных (позволяет вводить и изменять элементы в базе, а также настраивать параметры поиска по базе данных).

Комплекс имеет многоступенчатую встроенную систему защиты, позволяющую гибко настраивать возможности пользователей, ограничивая доступ как к целым ресурсам, так и к их частям. Система защиты позволяет анализировать множественный вход в систему, а также устанавливать ограничение посещения ресурса по временным и прочим параметрам.

Исходный код комплекса прилагается на оптическом компакт-диске.

В процессе развития исходный код может видоизменяться.

**(71)(73) Государственное образовательное учреждение «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,**

г. Тирасполь, ул. 25 Октября, д. 128

**(11) 320**

(21) 13300352

(22) 05.04.2013

(15) 29.04.2013

**(72) С.В. Помян и А.И. Паламарчук**

**(57) Интегральная оценка уровня обученности выпускников.** Программа создана для автоматизации расчета оценки уровня обученности студента в виде *D*-функции Харрингтона–Менчера.

Для нахождения  $D$ -функции Харрингтона–Менчера программа при тесном взаимодействии с исследователем сначала находит весовые коэффициенты важности для каждой дисциплины. Приложение предоставляет возможность для нахождения весовых коэффициентов важности для каждой из групп дисциплин, по которым оцениваются студенты на протяжении всего периода обучения.

Разделение общего списка дисциплин на группы производит исследователь. После определения весовых коэффициентов важности дисциплин проводится объединение групп дисциплин в единый список.

Использование  $D$ -функции Харрингтона–Менчера требует отсутствия сильно-коррелированных факторов. Представленный программный комплекс позволяет избавиться от сильнокоррелированных факторов при помощи метода корреляционных плеяд. После построения корреляционных плеяд исследователю предоставляется возможность выбрать по одному представителю от каждой плеяды. Список выбранных представителей используется для дальнейшего определения  $D$ -функции Харрингтона–Менчера.

Для облегчения работы исследователя в программе предусмотрена возможность сохранения части данных на определенном шаге, а также возможность ее последующего восстановления.

Программный комплекс использует пакет Microsoft Office, в частности приложение Microsoft Office Excel.

Программный комплекс написан на языке C# с использованием среды разработки Microsoft Visual Studio 2005. Для работы программного комплекса необходимо наличие платформы NET Framework версии 3.5 и выше.

**(71)(73) Государственное образовательное учреждение «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,**

г. Тирасполь, ул. 25 Октября, д. 128

**(11) 321**

(21) 13300353

(22) 05.04.2013

(15) 29.04.2013

**(72) М.В. Нижегородова и В.С. Рябоконт**

**(57) Интегральная оценка уровня обученности студентов по блоку дисциплин.**

Программа предназначена для автоматизации расчета интегральной оценки уровня обученности учащихся с помощью  $D$ -функции Харрингтона–Менчера.

Для нахождения  $D$ -функции Харрингтона–Менчера программа производит расчет весовых коэффициентов важности для критериев знаний, умений и навыков учащихся с помощью экспертного метода весовых коэффициентов важности.

Практическая значимость результатов работы программы заключается в создании и использовании методики интегральной оценки усвоения знаний учащимися.

Предложенная методика позволяет анализировать данные учебного процесса для последующей коррекции учебной деятельности учащихся. В разработанном программном комплексе реализован удобный механизм ввода и хранения результатов учебной деятельности, а также предоставлена возможность анализа данных с помощью математических и статистических методов и построенных программой графиков функций.

Программный комплекс позволяет минимизировать время вычисления интегральной количественной оценки уровня обученности учащихся.

Для облегчения работы исследователя в программе присутствует возможность сохранения части данных на определенном шаге для последующего восстановления. Сохранение осуществляется с помощью программного пакета Microsoft Office, в частности в приложениях Microsoft Office Excel.

Программный комплекс написан на языке C# с использованием среды разработки Microsoft Visual Studio 2005. Для работы программного комплекса необходимо наличие платформы NET Framework версии 3.5 и выше.

### Товарные знаки

**(730) Совместное предприятие «АВТО МОЛЛ» С.Р.Л.,**

Республика Молдова, мун. Кишинев, ул. Каля Ешилор, 10

**(111) 1427**

(210) 13201388

(151) 15.03.2013

**(540)**

(220) 06.02.2013

(180) 06.02.2023



(591) Черно-белый.

(511)

35 – реклама; менеджмент в сфере бизнеса; административная деятельность в сфере бизнеса; офисная служба.

**(730) Совместное предприятие «АВТО МОЛЛ» С.Р.Л.,**

Республика Молдова, мун. Кишинев, ул. Каля Ешилор, 10

**(111) 1428**

(210) 13201389

(151) 15.03.2013

**(540)**

(220) 06.02.2013

(180) 06.02.2023



(591) Черно-белый.

(511)

35 – реклама; менеджмент в сфере бизнеса; административная деятельность в сфере бизнеса; офисная служба.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Мебели Мастер»,**

г. Тирасполь, ул. 1 Мая, д. 56, кв. 153

**(111) 1429**

(210) 13201394

(151) 15.03.2013

**(540)**

(220) 11.02.2013

(180) 11.02.2023





(591) Черно-белый.

(511)

20 – мебель, зеркала, обрамления для картин и т. п.; изделия, не относящиеся к другим классам, из дерева, пробки, камыша, тростника, ивы, рога, кости, слоновой кости, китового уса, панциря черепах, раковин, янтаря, перламутра, морской пенки, из заменителей этих материалов или из пластмасс.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Тирайн»,**

г. Тирасполь, ул. 25 Октября, д. 104

**(11) 1430**

210) 13201396

(220) 27.02.2013

(151) 25.03.2013

(180) 27.02.2023

**(540)**



(591) Белый и темно-синий.

(511)

11 – аппараты водонагревательные, аппараты дистилляционные, аппараты для высушивания, аппараты для дезинфекции, аппараты для дезодорации воздуха, аппараты для ионизации воздуха, аппараты для обжаривания кофе, аппараты для охлаждения напитков, аппараты для сушки рук в умывальных комнатах, аппараты и машины для очистки воды, аппараты и машины холодильные, аппараты и установки сушильные, аппараты морозильные, вентиляторы [кондиционирование воздуха], вентиляторы [части установок для кондиционирования воздуха], вертела, используемые для жарки мяса, витрины охлаждающие, водонагреватели, горелки газовые, горелки калильные, ёмкости холодильные, испарители, камеры холодильные, котлы для приготовления пищи под давлением, электрические кондиционеры, котлы газовые, котлы для прачечных, котлы отопительные, кофеварки электрические, куски лавы, используемые в мангалах, мангалы, машины для выпечки хлеба, печи для хлебобулочных изделий, печи канальные, печи микроволновые [для приготовления пищи], печи микроволновые для промышленных целей, плиты кухонные, плиты кухонные [печи], приборы и машины для очистки воздуха, приборы и машины для производства льда, приборы и установки для охлаждения, приборы и установки для тепловой обработки пищевых продуктов, приборы и установки осветительные, приборы и установки санитарно-технические, приборы нагревательные кухонные, приспособления для подогрева блюд, приспособ-

ления с вертелом для жарки мяса, тостеры для хлеба, установки для кондиционирования воздуха, установки для кондиционирования воздуха для транспортных средств, установки для обессоливания морской воды, установки для охлаждения воды, установки для охлаждения жидкостей, установки для охлаждения молока, установки для очистки воды, установки для очистки сточных вод, установки для производства пара, установки для распределения воды, установки для фильтрации воздуха, установки и аппараты вентиляционные [кондиционирование воздуха], установки и аппараты для умягчения воды, установки и машины для охлаждения, установки отопительные, установки отопительные для транспортных средств, установки отопительные, работающие на горячей воде, устройства для охлаждения воздуха, фильтры для кондиционирования воздуха, фильтры для кофе электрические, фильтры для питьевой воды, фритюрницы электрические, шкафы вытяжные, шкафы холодильные, шкафы-ледники, элементы нагревательные.

20 – витрины [мебель], мебель металлическая, мебель офисная, мебель школьная, столики на колесиках для компьютеров, столики туалетные, столы для пишущих машин, столы для рисования, черчения, столы для рубки мяса, столы массажные, столы металлические, столы письменные, столы сервировочные, столы сервировочные передвижные, столы, стремянки неметаллические, стулья, ширмы [мебель], шкафы, шкафы для лекарств, шкафы для пищевых продуктов, шкафы для посуды.

35 – организация выставок в коммерческих или рекламных целях, продвижение товаров (для третьих лиц), услуги снабженческие для третьих лиц.

37 – установка и ремонт отопительного оборудования, установка и ремонт охранной сигнализации, установка и ремонт печей, установка и ремонт телефонов, установка и ремонт устройств для кондиционирования воздуха, установка и ремонт устройств пожарной сигнализации, установка и ремонт холодильного оборудования, установка и ремонт электроприборов, установка кухонного оборудования, установка, обслуживание и ремонт компьютеров, установка, ремонт и техническое обслуживание конторского оборудования, установка, ремонт и техническое обслуживание машинного оборудования, устранение помех в работе электрических установок.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Торговый Проект»,**

г. Тирасполь, пер. Матросова, д. 3

**(111) 1431**

(210) 13201395

(151) 12.04.2013

**(540)**

(220) 21.02.2013

(180) 21.02.2023



(591) Желто-коричневый.

(511)

11 – аппараты водонагревательные, аппараты дистилляционные, аппараты для высушивания, аппараты для дезинфекции, аппараты для дезодорации воздуха, аппа-

раты для ионизации воздуха, аппараты для обжаривания кофе, аппараты для охлаждения напитков, аппараты для сушки рук в умывальных комнатах, аппараты и машины для очистки воды, аппараты и машины холодильные, аппараты и установки сушильные, аппараты морозильные, вентиляторы [кондиционирование воздуха], вентиляторы [части установок для кондиционирования воздуха], вертела, используемые для жарки мяса, витрины охлаждающие, водонагреватели, горелки газовые, горелки калильные, ёмкости холодильные, испарители, камеры холодильные, котлы для приготовления пищи под давлением, электрические кондиционеры, котлы газовые, котлы для прачечных, котлы отопительные, кофеварки электрические, куски лавы, используемые в мангалах, мангалы, машины для выпечки хлеба, печи для хлебобулочных изделий, печи каналные, печи микроволновые [для приготовления пищи], печи микроволновые для промышленных целей, плиты кухонные, плиты кухонные [печи], приборы и машины для очистки воздуха, приборы и машины для производства льда, приборы и установки для охлаждения, приборы и установки для тепловой обработки пищевых продуктов, приборы и установки осветительные, приборы и установки санитарно-технические, приборы нагревательные кухонные, приспособления для подогрева блюд, приспособления с вертелом для жарки мяса, тостеры для хлеба, установки для кондиционирования воздуха, установки для кондиционирования воздуха для транспортных средств, установки для обессоливания морской воды, установки для охлаждения воды, установки для охлаждения жидкостей, установки для охлаждения молока, установки для очистки воды, установки для очистки сточных вод, установки для производства пара, установки для распределения воды, установки для фильтрования воздуха, установки и аппараты вентиляционные [кондиционирование воздуха], установки и аппараты для умягчения воды, установки и машины для охлаждения, установки отопительные, установки отопительные для транспортных средств, установки отопительные, работающие на горячей воде, устройства для охлаждения воздуха, фильтры для кондиционирования воздуха, фильтры для кофе электрические, фильтры для питьевой воды, фритюрницы электрические. шкафы вытяжные, шкафы холодильные, шкафы-ледники, элементы нагревательные.

20 – витрины [мебель], мебель металлическая из нержавеющей стали, мебель офисная, мебель школьная, столики на колесиках для компьютеров, столики туалетные, столы для пишущих машин, столы для рисования, черчения, столы для рубки мяса, столы массажные, столы металлические из нержавеющей стали, столы письменные, столы сервировочные, столы сервировочные передвижные, мойки из нержавеющей стали, стремянки неметаллические, стулья, ширмы [мебель], шкафы, шкафы для лекарств, шкафы для пищевых продуктов, шкафы для посуды.

35 – организация выставок в коммерческих или рекламных целях, продвижение товаров (для третьих лиц), услуги снабженческие для третьих лиц.

37 – установка и ремонт отопительного оборудования, установка и ремонт охранной сигнализации, установка и ремонт печей, установка и ремонт телефонов, установка и ремонт устройств для кондиционирования воздуха, установка и ремонт устройств пожарной сигнализации, установка и ремонт холодильного оборудования, установка и ремонт электроприборов, установка кухонного оборудования, установка, обслуживание и ремонт компьютеров, установка, ремонт и техническое обслуживание конторского оборудования, установка, ремонт и техническое обслуживание машинного оборудования, устранение помех в работе электрических установок.

**(730) Закрытое акционерное общество «Банк сельскохозяйственного развития»,**  
г. Тирасполь, ул. Котовского, д. 2, б

**(111) 1432**

(210) 13201398

(151) 12.03.2013

**(540)**

(220) 14.03.2013

(180) 14.03.2023



(591) Зеленый и оранжевый.

(511)

36 – кредитно-денежные операции.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Сан Лайф»,**  
г. Тирасполь, ул. Энергетиков, д. 1

**(111) 1433**

(210) 13201399

(151) 17.04.2013

**(540)**

(220) 22.03.2013

(180) 22.03.2023



(591) Черно-белый.

(511)

11 – устройства водораспределительные и санитарно-технические; аппараты для гидромассажных ванн; аппараты для сушки рук в умывальных комнатах; бачки смывные для туалетов; биде; ванны; ванны [сосуды] гидромассажные; ванны сидячие; водоспуски для туалетов; души; кабины душевые; кабины передвижные для турецких бань; краны для трубопроводов; краны; краны-смесители для водопроводных труб; облицовка для ванн; оборудование для ванных комнат; оборудование для саун; писсуары [санитарное оборудование]; поддоны; приборы водозаборные; приборы и установки осветительные; приборы и установки санитарно-технические; приборы осветительные светодиодные; прокладки водопроводных кранов; раковины; сиденья для туалетов; трубы [части санитарно-технических систем]; туалеты [ватерклозеты]; туалеты передвижные; умывальники [части санитарно-технического оборудования]; унитазаы для туалетов; установки водопроводные; установки для ванных комнат санитарно-технические; аппараты для ионизации воздуха или воды; аппараты и машины для очистки воды; бойлеры; вентиля-

торы бытовые электрические; водонагреватели; воздухонагреватели; калориферы; каналы дымоходные; клапаны термостатические [части нагревательных установок]; ковры с электрообогревом; коллекторы солнечные тепловые [отопление]; кондиционеры; котлы газовые; котлы отопительные; нагреватели для ванн; нагреватели погружаемые; приборы для фильтрации воды; приборы и машины для очистки воздуха; приборы и установки для охлаждения; приборы отопительно-нагревательные, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе; приборы отопительные электрические; радиаторы [для отопления]; радиаторы электрические; сушилки воздушные; установки для распределения воды; установки для фильтрации воздуха; установки и аппараты вентиляционные [кондиционирование воздуха]; установки и аппараты для умягчения воды; установки систем водоснабжения; фильтры [части бытовых или промышленных установок]; фильтры для питьевой воды.

12 – автобусы; автобусы дальнего следования; автодома; автомобили; автомобили различного назначения для перевозки; автомобили спортивные; автомобили-бетоносмесители; автомобили-рефрижераторы; автоприцепы.

19 – неметаллические строительные материалы; плитки; плитка керамическая; плитка напольная; керамогранит; плитка напольная неметаллическая; плитки строительные неметаллические; плиты из материалов на основе цементов; бассейны плавательные [конструкции неметаллические]; бумага; глина; двери; стекло.

20 – витрины; витрины [мебель]; зеркала; зеркала ручные [зеркала туалетные]; обстановка мебельная; перегородки для мебели деревянные; полки для мебели; столики умывальные [мебель]; экраны каминные; дверцы для мебели; доски для объявлений; мобайлы [скульптуры с подвижными деталями]; умывальники [мебель].

35 – агентства по коммерческой информации; агентства рекламные; аренда площадей для размещения рекламы; демонстрация товаров; изучение общественного мнения; изучение рынка; информация и советы коммерческие потребителям; исследования в области бизнеса; исследования в области маркетинга; макетирование рекламы; обзоры печати; обновление рекламных материалов; организация выставок в коммерческих или рекламных целях; организация торговых ярмарок в коммерческих или в рекламных целях; оформление витрин; помощь в управлении коммерческими или промышленными предприятиями; представление товаров на всех медиа-средствах с целью розничной продажи; продвижение товаров [для третьих лиц]; прокат рекламного времени во всех средствах массовой информации; прокат рекламных материалов; публикация рекламных текстов; радиореклама; расклейка афиш; распространение образцов; распространение рекламных материалов; редактирование рекламных текстов; реклама; реклама интерактивная в компьютерной сети; реклама почтой; реклама телевизионная.

37 – информация по вопросам ремонта; информация по вопросам строительства; окраска и обновление вывесок; работы газо-слесарно-технические; изоляция сооружений; установка и ремонт отопительного оборудования; установка и ремонт электроприборов; установка кухонного оборудования.

39 – доставка товаров; доставка товаров, заказанных по почте; перевозки автобусные; перевозки автомобильные; перевозки железнодорожные; перевозки пассажирские; работы погрузочно-разгрузочные; расфасовка товаров; упаковка товаров; услуги водителей; услуги курьеров [доставка корреспонденции или товаров]; хранение товаров; хранение товаров на складах; экспедирование грузов.

41 – организация досугов; организация и проведение конгрессов; организация и проведение конференций; организация и проведение мастер-классов [обучение]; организация и проведение семинаров; организация конкурсов учебных или развлекательных; ориентирование профессиональное [советы по вопросам образования или обучения].

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Добрый хлеб»,**

Дубоссарский р-н, с. Дойбаны–1

**(111) 1434**

(210) 13201421

(220) 29.03.2013

(151) 16.05.2013

(180) 29.03.2023

**(540)**

## ДОБРЫЙ ХЛЕБ

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кофе, чай, какао, сахар, рис, тапиока (маниока), саго, заменители кофе; мука и зерновые продукты, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженое; мёд, сироп из патоки; дрожжи, пекарные порошки; соль, горчица; уксус, приправы; пряности; пищевой лёд.

31 – сельскохозяйственные, садово-огородные, лесные и зерновые продукты, не относящиеся к другим классам; живые животные; свежие фрукты и овощи; семена, живые растения и цветы; корма для животных; солод.

32 – пиво; минеральные и газированные воды и прочие безалкогольные напитки; фруктовые напитки и фруктовые соки; сиропы и прочие составы для изготовления напитков.

33 – алкогольные напитки (за исключением пива).

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками; обеспечение временного проживания.

**(730) Республиканское общественное социал-патриотическое движение «Признание»,**

г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 76

**(111) 1435**

(210) 13201418

(220) 27.03.2013

(151) 16.05.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

## За Признание Приднестровья!

(591) Черно-белый.

(511)

41 – воспитание; обеспечение учебного процесса; развлечения; организация спортивных и культурно-просветительных мероприятий.



**(730) Республиканское общественное социал-патриотическое движение «Признание»,**

г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 76

**(111) 1436**

(210) 13201419

(151) 16.05.2013

**(540)**

(220) 27.03.2013

(180) 27.03.2023

## Приднестровский Выбор

(591) Черно-белый.

(511)

41 – воспитание; обеспечение учебного процесса; развлечения; организация спортивных и культурно-просветительных мероприятий.

**(730) Республиканское общественное социал-патриотическое движение «Признание»,**

г. Тирасполь, ул. Одесская, д. 76

**(111) 1437**

(210) 13201420

(151) 16.05.2013

**(540)**

(220) 27.03.2013

(180) 27.03.2023

## Евразийский Выбор

(591) Черно-белый.

(511)

41 – воспитание; обеспечение учебного процесса; развлечения; организация спортивных и культурно-просветительных мероприятий.

**(730) Открытое акционерное общество «Рыбницкий молочный комбинат»,**

г. Рыбница, ул. Вершигоры, д. 97

**(111) 1438**

(210) 13201426

(151) 21.05.2013

**(540)**

(220) 22.04.2013

(180) 22.04.2023



(591) Черно-белый.

(511)

5 – фармацевтические и ветеринарные препараты; гигиенические препараты для медицинских целей; диетические вещества для медицинских целей, детское питание; пластыри, перевязочные материалы; материалы для пломбирования зубов и изготовле-

ния зубных слепков; дезинфицирующие средства; препараты для уничтожения вредных животных; фунгициды, гербициды.

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.

30 – кофе, чай, какао, сахар, рис, тапиока (маниока), 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) Фокша Антонина Ивановна,**

г. Тирасполь, ул. Юности, д. 58/4, кв. 64

**(111) 1439**

(210) 13201423

(151) 21.05.2013

**(540)**

(220) 17.04.2023

(180) 17.04.2023

## Antonina Foksha

(591) Черно-белый.

(511)

25 – одежда.

37 – ремонт.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Табачная фабрика „Укр Днестр Групп”»,**

г. Тирасполь, пер. Труда, д. 7

**(111) 1440**

(210) 13201430

(151) 27.05.2013

**(540)**

(220) 24.05.2013

(180) 24.05.2023



(526) – FINEST AMERICAN BLEND.

(591) Черно-белый.

(511)

34 – табак; курительные принадлежности; спички.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Табачная фабрика „Укр Днестр Групп”»,**

г. Тирасполь, пер. Труда, д. 7

**(111) 1441**

(210) 13201431

(151) 27.05.2013

**(540)**

(220) 24.05.2013

(180) 24.05.2023



(526) – FINEST AMERICAN BLEND.

(591) Черно-белый.

(511)

34 – табак; курительные принадлежности; спички.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Табачная фабрика „Укр Днестр Групп”»,**

г. Тирасполь, пер. Труда, д. 7

**(111) 1442**

(210) 13201432

(151) 27.05.2013

**(540)**

(220) 24.05.2013

(180) 24.05.2023

**CORONA**

(591) Черно-белый.

(511)

34 – табак; курительные принадлежности; спички.

**(730) Государственное унитарное предприятие «Промышленно-производственное объединение»,**

г. Тирасполь, ул. Пушкина, д. 18

**(111) 1443**

(210) 13201422

(151) 27.05.2013

**(540)**

(220) 08.04.2013

(180) 08.04.2023



(591) Черно-белый.

(511)

39 – перевозки автобусные; перевозки автомобильные; перевозки пассажирские.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1444**

(210) 13201424

(310) SM-M-201300013

(330) SM

(180) 19.04.2023

**(540)**

(220) 19.04.2013

**(320) 01.02.2013**

(151) 18.06.2013



Look Inside

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; портативные компьютеры; миникомпьютеры; компьютерное аппаратное обеспечение; интегральные схемы; память (запоминающие устройства) на интегральных схемах; чипы интегральных схем; наборы микросхем для компьютеров; полупроводниковые процессоры; чипы полупроводниковых процессоров; полупроводниковые чипы; микропроцессоры; печатные платы; печатные платы, а именно платы интегральных схем, платы печатных схем и платы электрических схем; электронные платы; компьютерные материнские платы; компьютерные запоминающие устройства; операционные системы; микроконтроллеры; процессоры обработки данных; центральные блоки обработки информации; полупроводниковые запоминающие устройства, а именно полупроводниковые запоминающие устройства и блоки полупроводниковых запоминающих устройств; программно-управляемые процессоры; цифровые и оптические микропроцессоры; компьютерное периферийное оборудование; платы видеосхем; платы аудио-схем; платы аудио-видеосхем; видеографические акселераторы; мультимедийные акселераторы; видеопроцессоры; платы видеопроцессоров; память для хранения данных; электронные устройства защиты и устройства наблюдения, а именно компьютерное аппаратное обеспечение, компьютерные чипы и микропроцессоры, рассчитанные для электронного наблюдения за безопасностью; набор программ системы программного обеспечения для работы и управления компьютерами; программное обеспечение для компьютерной операционной системы; компьютерные операционные системы; расширения, инструменты и утилиты компьютерной системы в области прикладного программного обеспечения для соединения персональных компьютеров, сетей, телекоммуникационной аппаратуры и приложений всемирной компьютерной сети; компьютеризированное телекоммуникационное и сетевое оборудование, состоящее из программного обеспечения операционной системы; компьютерное программное обеспечение и оборудование для совершенствования и обеспечения пересылки, передачи, приема, обработки и оцифровывания аудио- и видеографической информации в режиме реального времени; компьютерное программно-аппаратное обеспечение, а именно программное обеспечение для компьютерной операционной системы, компьютерное сервисное программное обеспечение (утилиты) и другое компьютерное программное обеспечение, используемое для обслуживания и

функционирования компьютерных систем; компьютерные установки; платы памяти; персональные цифровые помощники; портативные и карманные электронные персональные органайзеры; устройства хранения, а именно флэш-ки, флэш-диски и флэш-накопители; системы безопасности для компьютерного программного обеспечения и компьютерного аппаратного обеспечения, а именно межсетевые экраны, аппаратное обеспечение для сервера сетевого доступа для создания и поддержки межсетевых экранов, компьютерное аппаратное обеспечение для виртуальной частной сети (VPN) и компьютерное операционное программное обеспечение для серверов для создания и поддержки межсетевых экранов; программное обеспечение для безопасности компьютерных сетей; программное обеспечение для контроля и безопасности доступа; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение, используемое для защиты компьютерных сетей от хищения или повреждения данных незарегистрированными пользователями; компоненты для компьютеров; компьютерные платы для голосового ускорителя; компьютерные платы для голосового ускорителя, ускорителя данных, изображения и видеоускорителя; платы флэш-памяти и карты флэш-памяти; телекоммуникационное оборудование и компьютерные сети, а именно системы обработки и операционные системы; телекоммуникационные устройства и приборы, а именно компьютерные маршрутизаторы, концентраторы, серверы и коммутаторы; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для разработки, поддержки и использования локальных и глобальных компьютерных сетей; компьютерные приставки к телевизору; электронные устройства управления для интерфейса и управления компьютерами и глобальным компьютером и телекоммуникационными сетями с телевизионным и кабельным вещанием и оборудованием; аппаратура для тестирования и программирования интегральных схем; аппараты и устройства компьютерной периферийной памяти; компьютерные серверы фиксированной функции; компьютерное сетевое оборудование; компьютерные аппаратное обеспечение и программное обеспечение для создания, облегчения и управления удаленным доступом и связи с локальными сетями (LANs), **виртуальными частными сетями (VPN)**, глобальными сетями (WANs) и **глобальными компьютерными сетями**; операционное программное обеспечение для маршрутизатора, коммутатора, концентратора и сервера; компьютерное программное и аппаратное обеспечение для использования при предоставлении многопользовательского доступа к глобальной компьютерной информационной сети для поиска, выборки, пересылки, передачи, обработки и распространения разнообразной информации; компьютерные вспомогательные программы для упрощения программных приложений третьих лиц; компьютерное аппаратное и программное обеспечение для беспроводной сетевой связи; загружаемые электронные публикации в виде информационных бюллетеней, книг, иллюстрированных журналов, журналов, брошюр и официальных документов в области электроники, полупроводников, интегральных электронных аппаратов и устройств, компьютеров, телекоммуникаций, развлечений, телефонии и проводной и беспроводной связи; комплектующие детали и фитинги для всех вышеупомянутых товаров; инструкции по эксплуатации, продаваемые вместе с вышеупомянутыми товарами, и электронные инструкции по эксплуатации, скачиваемые из глобальной компьютерной сети; приборы и инструменты научные, морские, геодезические, фотографические, кинематографические, оптические, для взвешивания, измерения, сигнализации, контроля (проверки), безопасности (спасания) и дидактические; приборы и инструменты для передачи, распределения, преобразования, накопления, регулирования или управления электрическим током; аппаратура для записи, передачи, воспроизведения звука или изображения; магнитные носители информации, диски звукозаписи; компактные диски, цифровые универсальные диски (DVDs) и другие циф-

ровые записывающие средства; механизмы для аппаратов с предварительной оплатой; кассовые аппараты, счетные машины, оборудование для обработки информации, компьютеры; компьютерное программное обеспечение; оборудование для тушения огня.

41 – услуги по обучению в области сетей, проектирования сетевых систем, эксплуатации систем, технического обслуживания сетей, тестирования сетей, сетевых протоколов, сетевого управления, проектирования сетей, компьютеров, программного обеспечения, микропроцессоров и информационной технологии; услуги в области развлечений, а именно организация выставок игровых программ, предоставление интерактивных компьютерных игр и организация коллективных спортивных и культурных мероприятий; предоставление интерактивных публикаций в виде иллюстрированных журналов, информационных бюллетеней, журналов, книг и брошюр в области фотографии, воспроизведения изображений и сопутствующих товаров и услуг; услуги образовательно-воспитательные, а именно проведение семинаров, курсов и консультационных заседаний в области цифрового воспроизведения изображений через глобальные компьютерные сети; предоставление интерактивной базы данных цифровых изображений для использования потребителями; предоставление интерактивной библиотеки цифровых изображений для совместного применения пользователями; услуги библиотек фотографий и изображений; компьютеризированные интерактивные образовательно-воспитательные услуги, а именно предоставление курсов, семинаров, консультационных заседаний, конференций и мастер-классов в области компьютеров, компьютерного аппаратного обеспечения, микропроцессоров, программного обеспечения и компьютерных сетей; компьютеризированные интерактивные услуги по обучению в области компьютеров, компьютерного аппаратного обеспечения, микропроцессоров, программного обеспечения и компьютерных сетей; образовательно-воспитательные услуги, а именно предоставление интерактивных консультационных заседаний и курсов в виде справочников, практических рекомендаций и методик, экспертных справочников и консультаций, все вышеперечисленное в области покупки, использования, обслуживания, эксплуатации, технической поддержки, модернизации, обновления и настройки компьютерного аппаратного обеспечения, компьютерного программного обеспечения, компьютерных сетей, товаров и услуг телеконференц-связи и связи; образовательно-воспитательные услуги, а именно проведение курсов, семинаров, конференций и интерактивных образовательных форумов в области использования компьютеров и программного обеспечения, навигации через глобальные компьютерные сети, компьютерной науки и технологии, компьютерного менеджмента и распространения учебных материалов в связи с вышеперечисленным; разработка и распространение методических материалов, предназначенных для увеличения объема технологической грамотности среди студентов; услуги по обучению в области сетевого аппаратного обеспечения и программного обеспечения; услуги по обучению в области интерактивных бизнес-решений; воспитание; обеспечение учебного процесса; развлечения; организация спортивных и культурно-просветительных мероприятий.

42 – услуги в области компьютерного сетевого менеджмента, а именно мониторинг сетевых систем для технических целей; размещение цифрового содержимого в Интернете; услуги в области мониторинга компьютерной сети, а именно предоставление информации по работе компьютерных сетей; настройка веб-программного обеспечения и проектирование пользовательского интерфейса для третьих лиц; консалтинговые услуги в области компьютеров и беспроводных компьютерных систем; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для улучшения и обеспечения пересылки, передачи, приема, обработки и оцифровывания аудио- и видеографической информации в



режиме реального времени; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для обработки, хранения, выборки, передачи, отображения, ввода, вывода, сжатия, восстановления, модификации, широковещательной рассылки и распечатки данных; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для обеспечения безопасности компьютерных сетей, для управления и безопасности доступа и для использования в целях защиты компьютерных сетей от хищения или повреждения данных незарегистрированными пользователями; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для разработки, технического обслуживания и использования локальных и глобальных компьютерных сетей; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для приема, отображения и использование широковещательных видео, аудио и цифровых сигналов данных; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для создания, облегчения и управления удаленным доступом и связи с локальными сетями (LANs), виртуальными частными сетями (VPN), глобальными сетями (WANs) и глобальными компьютерными сетями; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для использования при предоставлении многопользовательского доступа к глобальной компьютерной информационной сети для поиска, выборки, пересылки, обработки и распространения разнообразной информации; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для упрощения программных приложений третьих лиц; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для беспроводной сетевой связи; разработка, проектирование и консалтинговые услуги в области заказного компьютерного программного и аппаратного обеспечения; проектирование и разработка стандартов для третьих лиц в области проектирования и применения компьютерного программного обеспечения, компьютерного аппаратного обеспечения и телекоммуникационного оборудования; предоставление пользователям и техническим специалистам информации, относящейся к компьютерному управлению проектами; научные и технологические услуги и относящиеся к ним научные исследования и разработки; услуги по промышленному анализу и научным исследованиям; разработка и усовершенствование технического и программного обеспечения компьютеров.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1445**

(210) 13201425

(220) 19.04.2013

(310) SM-M-201300011

(320) 31.01.2013

(330) SM

(151) 18.06.2013

(180) 19.04.2023

**(540)**

## LOOK INSIDE

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; портативные компьютеры; миникомпьютеры; компьютерное аппаратное обеспечение; интегральные схемы; память (запоминающие устройства) на интегральных схемах; чипы интегральных схем; наборы микросхем для компьютеров; полупроводниковые процессоры; чипы полупроводниковых процессоров; полупроводниковые чипы; микропроцессоры; печатные платы; печатные платы, а именно платы интегральных схем, платы печатных схем и платы электрических схем; электронные платы; компьютерные материнские платы; компьютерные запоминающие устройства; операционные системы; микроконтроллеры; процессоры обработки данных; центральные блоки обработки информации; полупроводниковые запоминающие устройства, а именно полупроводниковые запоминающие устройства и блоки полупроводниковых запоминающих устройств; программно-управляемые процессоры; цифровые и оптические микропроцессоры; компьютерное периферийное оборудование; платы видеосхем; платы аудио-схем; платы аудио-видеосхем; видеографические акселераторы; мультимедийные акселераторы; видеопроцессоры; платы видеопроцессоров; память для хранения данных; электронные устройства защиты и устройства наблюдения, а именно компьютерное аппаратное обеспечение, компьютерные чипы и микропроцессоры, рассчитанные для электронного наблюдения за безопасностью; набор программ системы программного обеспечения для работы и управления компьютерами; программное обеспечение для компьютерной операционной системы; компьютерные операционные системы; расширения, инструменты и утилиты компьютерной системы в области прикладного программного обеспечения для соединения персональных компьютеров, сетей, телекоммуникационной аппаратуры и приложений всемирной компьютерной сети; компьютеризированное телекоммуникационное и сетевое оборудование, состоящее из программного обеспечения операционной системы; компьютерное программное обеспечение и оборудование для совершенствования и обеспечения пересылки, передачи, приема, обработки и оцифровывания аудио- и видеографической информации в режиме реального времени; компьютерное программно-аппаратное обеспечение, а именно программное обеспечение для компьютерной операционной системы, компьютерное сервисное программное обеспечение (утилиты) и другое компьютерное программное обеспечение, использующееся для обслуживания и функционирования компьютерных систем; компьютерные установки; платы памяти; персональные цифровые помощники; портативные и карманные электронные персональные органайзеры; устройства хранения, а именно флэш-ки, флэш-диски и флэш-накопители; системы безопасности для компьютерного программного обеспечения и компьютерного аппаратного обеспечения, а именно межсетевые экраны, аппаратное обеспечение для сервера сетевого доступа для создания и поддержки межсетевых экранов, компьютерное аппаратное обеспечение для виртуальной частной сети (VPN) и компьютерное операционное программное обеспечение для серверов для создания и поддержки межсетевых экранов; программное обеспечение для безопасности компьютерных сетей; программное обеспечение для контроля и безопасности доступа; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение, используемое для защиты компьютерных сетей от хищения или повреждения данных незарегистрированными пользователями; компоненты для компьютеров; компьютерные платы для голосового ускорителя; компьютерные платы для голосового ускорителя, ускорителя данных, изображения и видеоускорителя; платы флэш-памяти и карты флэш-памяти; телекоммуникационное оборудование и компьютерные сети, а именно системы обработки и операционные системы; телекоммуникационные устройства и приборы, а именно компьютерные маршрутизаторы, концентраторы, серверы и коммутаторы; компьютерное аппарат-

ное обеспечение и программное обеспечение для разработки, поддержки и использования локальных и глобальных компьютерных сетей; компьютерные приставки к телевизору; электронные устройства управления для интерфейса и управления компьютерами и глобальным компьютером и телекоммуникационными сетями с телевизионным и кабельным вещанием и оборудованием; аппаратура для тестирования и программирования интегральных схем; аппараты и устройства компьютерной периферийной памяти; компьютерные серверы фиксированной функции; компьютерное сетевое оборудование; компьютерные аппаратное обеспечение и программное обеспечение для создания, облегчения и управления удаленным доступом и связи с локальными сетями (LANs), виртуальными частными сетями (VPN), глобальными сетями (WANs) и глобальными компьютерными сетями; операционное программное обеспечение для маршрутизатора, коммутатора, концентратора и сервера; компьютерное программное и аппаратное обеспечение для использования при предоставлении многопользовательского доступа к глобальной компьютерной информационной сети для поиска, выборки, пересылки, передачи, обработки и распространения разнообразной информации; компьютерные вспомогательные программы для упрощения программных приложений третьих лиц; компьютерное аппаратное и программное обеспечение для беспроводной сетевой связи; загружаемые электронные публикации в виде информационных бюллетеней, книг, иллюстрированных журналов, журналов, брошюр и официальных документов в области электроники, полупроводников, интегральных электронных аппаратов и устройств, компьютеров, телекоммуникаций, развлечений, телефонии и проводной и беспроводной связи; комплектующие детали и фитинги для всех вышеупомянутых товаров; инструкции по эксплуатации, продаваемые вместе с вышеупомянутыми товарами, и электронные инструкции по эксплуатации, скачиваемые из глобальной компьютерной сети; приборы и инструменты научные, морские, геодезические, фотографические, кинематографические, оптические, для взвешивания, измерения, сигнализации, контроля (проверки), безопасности (спасания) и дидактические; приборы и инструменты для передачи, распределения, преобразования, накопления, регулирования или управления электрическим током; аппаратура для записи, передачи, воспроизведения звука или изображения; магнитные носители информации, диски звукозаписи; компактные диски, цифровые универсальные диски (DVDs) и другие цифровые записывающие средства; механизмы для аппаратов с предварительной оплатой; кассовые аппараты, счетные машины, оборудование для обработки информации, компьютеры; компьютерное программное обеспечение; оборудование для тушения огня.

41 – услуги по обучению в области сетей, проектирования сетевых систем, эксплуатации систем, технического обслуживания сетей, тестирования сетей, сетевых протоколов, сетевого управления, проектирования сетей, компьютеров, программного обеспечения, микропроцессоров и информационной технологии; услуги в области развлечений, а именно организация выставок игровых программ, предоставление интерактивных компьютерных игр и организация коллективных спортивных и культурных мероприятий; предоставление интерактивных публикаций в виде иллюстрированных журналов, информационных бюллетеней, журналов, книг и брошюр в области фотографии, воспроизведения изображений и сопутствующих товаров и услуг; услуги образовательно-воспитательные, а именно проведение семинаров, курсов и консультационных заседаний в области цифрового воспроизведения изображений через глобальные компьютерные сети; предоставление интерактивной базы данных цифровых изображений для использования потребителями; предоставление интерактивной библиотеки цифровых изображений для совместного при-

менения пользователями; услуги библиотек фотографий и изображений; компьютеризированные интерактивные образовательно-воспитательные услуги, а именно предоставление курсов, семинаров, консультационных заседаний, конференций и мастер-классов в области компьютеров, компьютерного аппаратного обеспечения, микропроцессоров, программного обеспечения и компьютерных сетей; компьютеризированные интерактивные услуги по обучению в области компьютеров, компьютерного аппаратного обеспечения, микропроцессоров, программного обеспечения и компьютерных сетей; образовательно-воспитательные услуги, а именно предоставление интерактивных консультационных заседаний и курсов в виде справочников, практических рекомендаций и методик, экспертных справочников и консультаций, все вышеперечисленное в области покупки, использования, обслуживания, эксплуатации, технической поддержки, модернизации, обновления и настройки компьютерного аппаратного обеспечения, компьютерного программного обеспечения, компьютерных сетей, товаров и услуг телеконференц-связи и связи; образовательно-воспитательные услуги, а именно проведение курсов, семинаров, конференций и интерактивных образовательных форумов в области использования компьютеров и программного обеспечения, навигации через глобальные компьютерные сети, компьютерной науки и технологии, компьютерного менеджмента и распространения учебных материалов в связи с вышеперечисленным; разработка и распространение методических материалов, предназначенных для увеличения объема технологической грамотности среди студентов; услуги по обучению в области сетевого аппаратного обеспечения и программного обеспечения; услуги по обучению в области интерактивных бизнес-решений; воспитание; обеспечение учебного процесса; развлечения; организация спортивных и культурно-просветительных мероприятий.

42 – услуги в области компьютерного сетевого менеджмента, а именно мониторинг сетевых систем для технических целей; размещение цифрового содержимого в Интернете; услуги в области мониторинга компьютерной сети, а именно предоставление информации по работе компьютерных сетей; настройка веб-программного обеспечения и проектирование пользовательского интерфейса для третьих лиц; консалтинговые услуги в области компьютеров и беспроводных компьютерных систем; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для улучшения и обеспечения пересылки, передачи, приема, обработки и оцифровывания аудио- и видеографической информации в режиме реального времени; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для обработки, хранения, выборки, передачи, отображения, ввода, вывода, сжатия, восстановления, модификации, широковещательной рассылки и распечатки данных; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для обеспечения безопасности компьютерных сетей, для управления и безопасности доступа и для использования в целях защиты компьютерных сетей от хищения или повреждения данных незарегистрированными пользователями; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для разработки, технического обслуживания и использования локальных и глобальных компьютерных сетей; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для приема, отображения и использование широковещательных видео, аудио и цифровых сигналов данных; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для создания, облегчения и управления удаленным доступом и связи с локальными сетями (LANs), виртуальными частными сетями (VPN), глобальными сетями (WANs) и глобальными компьютерными сетями; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для использования при предоставлении

многопользовательского доступа к глобальной компьютерной информационной сети для поиска, выборки, пересылки, обработки и распространения разнообразной информации; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для упрощения программных приложений третьих лиц; предоставление во временное пользование незагружаемого программного обеспечения для беспроводной сетевой связи; разработка, проектирование и консалтинговые услуги в области заказного компьютерного программного и аппаратного обеспечения; проектирование и разработка стандартов для третьих лиц в области проектирования и применения компьютерного программного обеспечения, компьютерного аппаратного обеспечения и телекоммуникационного оборудования; предоставление пользователям и техническим специалистам информации, относящейся к компьютерному управлению проектами; научные и технологические услуги и относящиеся к ним научные исследования и разработки; услуги по промышленному анализу и научным исследованиям; разработка и усовершенствование технического и программного обеспечения компьютеров.

**(730) Остапенко Людмила Федоровна,**

г. Тирасполь, ул. К. Маркса, д. 120, кв. 82

**(111) 1446**

(210) 13201427

(151) 02.07.2013

**(540)**

(220) 21.05.2013

(180) 21.05.2023

## АСТОРИЯ

(591) Черно-белый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

36 – сдача в аренду нежилых помещений.

39 – услуги автостоянок.

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками.

**(730) Остапенко Людмила Федоровна,**

г. Тирасполь, ул. К. Маркса, д. 120, кв. 82

**(111) 1447**

(210) 13201428

(151) 02.07.2013

**(540)**

(220) 21.05.2013

(180) 21.05.2023

## ASTORIA

(591) Черно-белый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

36 – сдача в аренду нежилых помещений.

39 – услуги автостоянок.

43 – услуги по обеспечению пищевыми продуктами и напитками.

**(730) Панченко Юрий Алексеевич,**

г. Тирасполь, ул. 25 Октября, д. 108, кв. 63

**(111) 1448**

(210) 13201433

(220) 29.05.2013

(151) 19.07.2013

(180) 29.05.2023

**(540)**

## KINGZ

(591) Черно-белый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
Санта-Клара, Калифорния, США  
(2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1449**

(210) 13201429

(220) 15.05.2013

(310) SM-M-201300051

**(151) 15.07.2013**

(320) 07.03.2013

(180) 15.05.2023

(330) SM

**(540)**

## IRIS

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютерное аппаратное обеспечение; интегральные схемы; наборы микросхем для компьютеров; графические карты; наборы микросхем для графических изображений высокой четкости.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1450**

(210) 13201401

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

**(180) 27.03.2023**

**(540)**



(591) Оттенки красного, белый, черный, желто-зеленый, оттенки золотистого, малиновый.

(511)

30 – кондитерские изделия.



**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1451**

(210) 13201402

(151) 23.07.2013

**(540)**

(220) 27.03.2013

(180) 27.03.2023



(591) Белый, золотой, синий, красный, розовый, коричневый, темно-коричневый, красный, бежевый, желтый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1452**

(210) 13201403

(151) 23.07.2013

**(540)**

(220) 27.03.2013

(180) 27.03.2023

## **Pobedavkusa**

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1453**

(210) 13201404

(151) 23.07.2013

**(540)**

(220) 27.03.2013

(180) 27.03.2023

## **ВСЁ-ВСЁ**

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1454**

(210) 13201405

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

## CASH НАЛ

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1455**

(210) 13201406

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

## СОНАТА

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1456**

(210) 13201407

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

## ПРАЗДНИЧНЫЙ БУКЕТ

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1457**

(210) 13201408

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

**ПОБЕДА ВКУСА**

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1458**

(210) 13201409

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

**Осенний блюз**

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1459**

(210) 13201410

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

**Новогодние**

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1460**

(210) 13201411

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

**Волшебный герой**

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1461**

(210) 13201412

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

### **Птица счастья**

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1462**

(210) 13201413

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

### **Алёнкины сказки**

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1463**

(210) 13201414

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

### **Вкус Победы**

(591) Черно-белый.

(511)

30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1464**

(210) 13201415

(220) 27.03.2013

(151) 23.07.2013

(180) 27.03.2023

**(540)**

## Мишки в лесу

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1465**  
(210) 13201416 (220) 27.03.2013  
(151) 23.07.2013 (180) 27.03.2023  
**(540)**

## Тайна сердца

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Кондитерская фабрика „ПОБЕДА”»,**

121471 г. Москва, ул. Рябиновая, д. 26, стр. 2

**(111) 1466**  
(210) 13201417 (220) 27.03.2013  
(151) 23.07.2013 (180) 27.03.2023  
**(540)**

## ОЙ, МОРОЗ, МОРОЗ

(591) Черно-белый.  
(511)  
30 – кондитерские изделия.

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Сан Декор»,**  
г. Бендеры, ул. Колхозная, д. 6, А

**(111) 1467**  
(210) 13201443 (220) 25.07.2013  
(151) 05.08.2013 (180) 25.07.2023  
**(540)**



(526) ОКНА ЖАЛЮЗИ РОЛЕТЫ.  
(591) Синий, серый, коричневый, белый.  
(511)

19 – жалюзи.

20 – шторы бамбуковые; шторы внутренние из планок; шторы деревянные плетеные; шторы роликовые.

35 – продажа товаров (для третьих лиц).

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Сан Декор»,**

г. Бендеры, ул. Колхозная, д. 6 «А»

**(111) 1468**

(210) 13201444

(220) 25.07.2013

(151) 05.08.2013

(180) 25.07.2023

**(540)**



(526) СТИЛЬ И КАЧЕСТВО.

(591) Желтый, красный, зеленый, светло-зеленый, серый, оранжевый.

(511)

19 – жалюзи.

20 – шторы бамбуковые; шторы внутренние из планок; шторы деревянные плетеные; шторы роликовые.

35 – продажа товаров (для третьих лиц).

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Ферзь плюс»,**

г. Тирасполь, пер. Главана, д. 3

**(111) 1469**

(210) 13201447

(220) 15.08.2013

(151) 16.08.2013

(180) 15.08.2023

**(540)**



(591) Черно-белый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

**(730) Общество с ограниченной ответственностью «Русский ренессанс»,**

г. Тирасполь, ул. К. Либкнехта, д. 205/2, кв. 20

**(111) 1470**

(210) 13201441

(220) 23.07.2013

(151) 05.09.2013

(180) 23.07.2023

**(540)**





(591) Черно-белый.

(511)

35 – продвижение товаров (для третьих лиц).

**(730) Открытое акционерное общество «Жировой комбинат»,**

620085 Российская Федерация, Свердловская область,  
г. Екатеринбург, ул. Титова, 27

**(111) 1471**

(210) 13201446

(220) 08.08.2013

(151) 10.09.2013

(180) 08.08.2023

**(540)**



(591) Красный, сине-голубой.

(511)

03 – препараты для отбеливания и прочие вещества для стирки; препараты для чистки, полирования, обезжиривания и абразивной обработки; мыла; парфюмерные изделия, эфирные масла, косметика, лосьоны для волос; зубные порошки и пасты.

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.

30 – кофе, чай, какао и заменители кофе; рис; тапиока (маниока) и саго; мука и зерновые продукты; хлебобулочные изделия, кондитерские изделия; мороженое; сахар, мед, сироп из патоки; дрожжи, пекарные порошки; соль; горчица; уксус, приправы; пряности; лед для охлаждения.

35 – реклама; менеджмент в сфере бизнеса; административная деятельность в сфере бизнеса; офисная служба.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
Санта-Клара, Калифорния, США  
(2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1472**

(210) 13201434

(220) 22.07.2013

(151) 19.09.2013

(180) 22.07.2023

**(540)**

---

**ULTRABOOK**

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; планшетные компьютеры, нетбуки, ноутбуки и дорожные компьютеры (лэптопы); портативные компьютеры; устройства беспроводной связи для передачи голосовых сообщений, информации или изображений через Интернет; компьютерное аппаратное обеспечение; процессоры обработки данных; процессоры обработки данных с программным управлением; полупроводники; микропроцессоры; полупроводниковые устройства; интегральные схемы; компьютерное программное обеспечение, а именно компьютерное сервисное программное обеспечение (утилиты) и другое компьютерное программное обеспечение, используемое для обслуживания и эксплуатации компьютерной системы.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
Санта-Клара, Калифорния, США  
(2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1473**

(210) 13201435

(220) 22.07.2013

(151) 19.09.2013

(180) 22.07.2023

**(540)**

**THUNDERBOLT**

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; компьютерные периферийные устройства; компьютерное аппаратное обеспечение; микропроцессоры; компьютерные кабели; электрические и электронные кабели; кабельные разъемы; электрические и электронные разъемы; портативные персональные компьютеры; планшетные компьютеры; персональные цифровые ассистенты; портативные и мобильные цифровые электронные устройства для передачи и приема телефонных звонков, факсимильных сообщений, электронной почты, сообщений, аудио-, видеоинформации, изображений и текста; мобильные телефоны; фотоаппараты; электронные портативные устройства для беспроводного приема, хранения и передачи сообщений, аудио-, видеоинформации, изображений и текста; электронные устройства, дающие возможность пользователю отслеживать или контролировать личную информацию; компьютерное аппаратное обеспечение для хранения данных; цифровые аудио- и видеоустройства, а именно цифровые аудио- и видеоплееры и магнитофоны; цифровые музыкальные проигрыватели.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
Санта-Клара, Калифорния, США  
(2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1474**

(210) 13201436

(151) 19.09.2013

**(540)**

(220) 22.07.2013

(180) 22.07.2023

**INTEL**

(591) Черно-белый.

(511)

09 – электронные устройства безопасности и устройства наблюдения; компьютерное аппаратное обеспечение; компьютерные чипы и микропроцессоры, оптимизированные для электронного наблюдения за безопасностью; программы алгоритма программного обеспечения для работы и управления компьютеров; программное обеспечение для компьютерных операционных систем; компьютерные операционные системы; расширения, инструменты и утилиты компьютерной системы в области прикладного программного обеспечения для соединения персональных компьютеров, сетей, телекоммуникационных устройств и глобальных компьютерных сетевых приложений; компьютеризированное телекоммуникационное и сетевое оборудование, состоящее из программного обеспечения для операционных систем, модемов, кабелей и адаптеров; программы для компьютерных игр; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для совершенствования и обеспечения пересылки, передачи, приема, обработки и оцифровывания аудио- и видеографической информации в режиме реального времени; компьютерное программно-аппаратное обеспечение, а именно программное обеспечение для компьютерной операционной системы, компьютерное сервисное программное обеспечение (утилиты) и другое компьютерное программное обеспечение, используемое для обслуживания и функционирования компьютерных систем; компьютеры; портативные компьютеры; микрокомпьютеры; миникомпьютеры; платы памяти; сотовые телефоны; смартфоны; компьютерное аппаратное обеспечение; интегральные схемы; память (запоминающие устройства) на интегральных схемах; чипы интегральных схем; наборы микросхем для компьютеров; полупроводниковые процессоры; чипы полупроводниковых процессоров; полупроводниковые чипы; микропроцессоры; печатные платы; электронные печатные платы; компьютерные материнские платы; компьютерные запоминающие устройства; компьютерные операционные системы; микроконтроллеры; процессоры обработки данных; центральные блоки обработки информации; полупроводниковые запоминающие устройства, а именно полупроводниковые запоминающие устройства и блоки полупроводниковых запоминающих устройств; программно-управляемые процессоры; цифровые и оптические микропроцессоры; компьютерное периферийное оборудование; платы видеосхем; платы аудио-схем; платы аудио-видеосхем; видеографические акселераторы; мультимедийные акселераторы; видеопроцессоры; платы видеопроцессоров; упаковки и корпуса кристаллов микросхем процессоров; электронные монтажные платы, карты флэш-памяти, графические адаптеры, карточки с микропроцессорами, РСМСІА-платы, звуковые платы, платы захвата видеоинформации, платы видеодисплея, все вышеперечисленные товары для регистрации и передачи данных; модемы; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для обработки, хранения, извлечения, передачи, отображения, ввода, вывода, сжатия, развертывания, изменения, распределения и распечатки данных; компьютерные рабочие станции, включающие в себя процессоры, центральные процессоры, компьютерные мониторы, компьютерное пе-

риферийное оборудование и компьютерные принтеры; компьютерные запоминающие устройства данных; устройства хранения данных, а именно компьютерные серверы, флэш-ки и флэш-накопители; системы безопасности для компьютерного аппаратного обеспечения и программного обеспечения, а именно межсетевые экраны, аппаратное обеспечение для сервера сетевого доступа для создания и поддержки межсетевых экранов, компьютерное аппаратное обеспечение для виртуальной частной сети (VPN) и компьютерное операционное программное обеспечение для серверов для создания и поддержки межсетевых экранов, программное обеспечение для безопасности компьютерных сетей, программное обеспечение для контроля и безопасности доступа, компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение, используемое для защиты компьютерных сетей от хищения или повреждения данных незарегистрированными пользователями; компоненты для компьютеров и печатных плат, а именно платы интегральных схем, платы печатных схем и платы электрических схем; компьютерные платы для голосового ускорителя; компьютерные платы для голосового ускорителя, ускорителя данных, изображения и видео ускорителя; платы флэш-памяти и карты флэш-памяти; системы памяти для компьютеров, в основном состоящие из компьютерных жестких дисков, дисков перезаписи (резервного копирования), приводов компактных дисков (DC) и цифровых универсальных дисков (DVD), накопителей на гибких магнитных дисках, накопителей на магнитной ленте, накопителей на оптических дисках и карт памяти; телекоммуникационное оборудование и компьютерные сети, а именно системы обработки и операционные системы; устройства визуального отображения, а именно компьютерные мониторы, панели электрических люминесцентных дисплеев, экраны плоских дисплеев, жидкокристаллические дисплеи (LCD) и светодиодные дисплеи (LED); телекоммуникационные устройства и приборы, а именно компьютерные маршрутизаторы, концентраторы, серверы и коммутаторы; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для передачи и получения факсимильных сообщений; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для разработки, технического обслуживания и использования локальных и глобальных компьютерных сетей; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для разработки, технического обслуживания и использования компьютерных систем интерактивных аудио-видео конференций; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение для приема, отображения и использования сигналов оповещения видео, аудио и цифровых данных; телевизионные приставки, электронные средства управления для интерфейса и управления компьютерами и глобальными компьютерными сетями с телевизионным и кабельным вещанием и оборудованием; аппаратура и устройства компьютерной периферийной памяти, а именно компьютерное периферийное оборудование; компьютерное аппаратно-программное обеспечение, а именно компьютерное программное обеспечение операционной системы; компьютерные серверы с фиксированным назначением; компьютерное сетевое оборудование; полупроводниковые устройства; компьютерные аппаратное обеспечение и программное обеспечение для создания, облегчения и управления удаленным доступом и связи с локальными сетями (LANs), виртуальными частными сетями (VPN), глобальными сетями (WANs) и глобальными компьютерными сетями; компьютерные сетевые адаптеры (NIC), маршрутизаторы и адаптеры; компьютерное программное и аппаратное обеспечение для использования при предоставлении многопользовательского доступа к глобальной компьютерной информационной сети для поиска, извлечения, пересылки, обработки и распространения разнообразной информации; компьютерные вспомогательные программы для упрощения программных приложений третьих лиц; компьютерное аппаратное и програм-

мное обеспечение для беспроводной сетевой связи; загружаемые электронные публикации, а именно информационные бюллетени, книги, иллюстрированные журналы, журналы, брошюры и официальные документы в области электроники, полупроводников, интегральных электронных аппаратов и устройств, компьютеров, телекоммуникаций, развлечений, телефонии и проводной и беспроводной связи; магнитные носители с предварительно записанной информацией, гибкие магнитные диски и оптические диски с инструктивными материалами, относящимися к компьютерам; компьютерное аппаратное обеспечение и программное обеспечение, использующееся для сбора, измерения, записи, обработки, передачи, получения, воспроизведения, изменения, сжатия, развертывания, пересылки, объединения и/или расширения данных и информации, касающейся социального обеспечения и состояния здоровья отдельных пациентов; руководства по применению, продаваемые вместе с вышеупомянутыми товарами, и электронные публикации в виде руководств по применению вышеупомянутых товаров, загружаемые из глобальной компьютерной сети.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1475**

(210) 13201437

(151) 19.09.2013

**(540)**

(220) 22.07.2013

(180) 22.07.2023

## PENTIUM

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; компьютерное аппаратное обеспечение; компьютерное аппаратно-программное обеспечение, использующееся для эксплуатации и функционирования компьютерной системы; полупроводники; микропроцессоры; интегральные схемы; микрокомпьютеры; наборы микросхем для компьютеров; компьютерные материнские платы и дочерние платы; компьютерные графические платы; компьютерное сетевое аппаратное обеспечение; компьютерные адаптеры, переключатели, маршрутизаторы и концентраторы; видеоаппаратура; платы цепей видеосигнала; аппаратура и оборудование для записи, обработки, приема, воспроизведения, передачи, изменения, сжатия, развертывания, рассылки, слияния и/или усиления звука, видеоизображений, графических данных и информации; программы алгоритма программного обеспечения для работы и управления компьютеров; телевизионные приставки, а именно электронные устройства управления для интерфейса и управления компьютерами и глобальными компьютерными сетями с телевизионным и кабельным вещанием и оборудованием; компьютерные программы для сетевого менеджмента; компьютерные программы-утилиты; программное обеспечение для компьютерных операционных систем; компьютерные программы для записи, обработки, приема, воспроизведения, передачи, изменения, сжатия, развертывания, рассылки, слияния и/или усиления звука, видеоизображений, графических данных и информации; компьютерные программы для доступа к и использования глобальных компьютерных сетей; телекоммуникационные устройства и приборы; аппаратура и оборудование для использования в видеоконференциях, телеконференциях, для об-

мена и редактирования документов; детали, элементы (фитинги) для всех вышеупомянутых товаров; и руководства для пользователя для использования со всеми вышеупомянутыми товарами, продаваемые вместе с этими товарами.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1476**

(210) 13201438

(151) 19.09.2013

**(540)**

(220) 22.07.2013

(180) 22.07.2023

## INTEL XEON PHI

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; компьютерное аппаратное обеспечение; компьютерные рабочие станции, содержащие процессоры, центральные процессоры, компьютерные периферийные устройства, программно-управляемые микропроцессоры; микрокомпьютеры; компьютерные серверы; сетевые серверы; компьютерное аппаратно-программное обеспечение, а именно компьютерное программное обеспечение операционной системы, компьютерное сервисное программное обеспечение (утилиты) и другое компьютерное программное обеспечение, используемое для обслуживания и функционирования компьютерной системы, хранящееся в постоянной памяти компьютера (ROM) или где-либо еще в схеме узлов компьютера; полупроводники; микропроцессоры; интегральные схемы; микрокомпьютеры; микроконтроллеры; контроллеры RAID (**избыточный массив из независимых дисков**); наборы микросхем для компьютеров; компьютерные материнские платы; компьютерные графические платы; видеоплаты; компьютерное аппаратное и программное обеспечение для записи, обработки, приема, воспроизведения, передачи, изменения, сжатия, развертывания, рассылки, слияния и/или усиления звука, видеоизображений, графических данных и информации; компьютерные программы системы программного обеспечения и программы для алгоритмов сжатия и развертывания данных; контрольно-испытательные устройства компьютерных узлов; программное обеспечение для компьютерных операционных систем; операционное программное обеспечение для серверов сетевого доступа; операционное программное обеспечение для локальной вычислительной сети (LAN); компьютерные программы для записи, обработки, приема, воспроизведения, передачи, изменения, сжатия, развертывания, рассылки, слияния и/или усиления звука, видеоизображений, графических данных и информации; компьютерные программы для доступа и работы в глобальной компьютерной сети и взаимосвязанных компьютерных сетей; компьютерное аппаратное и программное обеспечение для использования в видеоконференциях, телеконференциях, для обмена и редактирования документов, и программное обеспечение для доступа к и передачи информации посредством кабельных, радио-, микроволновых и/или спутниковых систем; детали, элементы (фитинги) и испытательные устройства для всех вышеупомянутых товаров; и руководства для пользователя для использования со всеми вышеупомянутыми товарами, продаваемые вместе с этими товарами.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1477**

(210) 13201439

(151) 19.09.2013

**(540)**

(220) 22.07.2013

(180) 22.07.2023

**INTEL INSIDE**

(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; ноутбуки; дорожные компьютеры (лэптопы); портативные компьютеры; переносные компьютеры; персональные цифровые ассистенты; персональные медиа-плееры; мобильные телефоны; смартфоны; компьютерные рабочие станции, включающие в себя процессоры, центральные процессоры, компьютерные мониторы, компьютерное периферийное оборудование и компьютерные принтеры; серверы; компьютерное аппаратное обеспечение; компьютерное и телекоммуникационное сетевое оборудование; телекоммуникационное оборудование; устройства беспроводной связи для передачи голосовых сообщений, информации или изображений через Интернет; компьютерное программно-аппаратное обеспечение, используемое для эксплуатации и обслуживания компьютерной системы; компьютерное программное обеспечение для обработки и манипулирования изображениями, графикой, данными и текстом для обслуживания и эксплуатации компьютерной системы и для облегчения применения программного обеспечения третьими лицами; полупроводники; микропроцессоры; интегральные схемы; центральные процессоры; микрокомпьютеры; наборы микросхем для компьютеров для использования при передаче данных к и от центрального процессора; компьютерные материнские платы; компьютерные графические платы.

**(730) Интел Корпорейшн (Intel Corporation),**

2200 Мишен Колледж бульвар, 95052-8119  
 Санта-Клара, Калифорния, США  
 (2200 Mission College Boulevard, 95052-8119  
 Santa Clara, California, U.S.A.)

**(111) 1478**

(210) 13201442

(151) 19.09.2013

**(540)**

(220) 24.07.2013

(180) 24.07.2023





(591) Черно-белый.

(511)

09 – компьютеры; ноутбуки; дорожные компьютеры (лэптопы); портативные компьютеры; переносные компьютеры; персональные цифровые ассистенты; персональные медиа-плееры; мобильные телефоны; смартфоны; компьютерные рабочие станции, включающие в себя процессоры, центральные процессоры, компьютерные мониторы, компьютерное периферийное оборудование и компьютерные принтеры; серверы; компьютерное аппаратное обеспечение; компьютерное и телекоммуникационное сетевое оборудование; телекоммуникационное оборудование; устройства беспроводной связи для передачи голосовых сообщений, информации или изображений через Интернет; компьютерное программно-аппаратное обеспечение, используемое для эксплуатации и обслуживания компьютерной системы; компьютерное программное обеспечение для обработки и манипулирования изображениями, графикой, данными и текстом для обслуживания и эксплуатации компьютерной системы и для облегчения применения программного обеспечения третьими лицами; полупроводники; микропроцессоры; интегральные схемы; центральные процессоры; микрокомпьютеры; наборы микросхем для компьютеров для использования при передаче данных к и от центрального процессора; компьютерные материнские платы; компьютерные графические платы.

(730) Закрытое акционерное общество «Одема» им. В. Соловьевой,

г. Тирасполь, ул. Луначарского, д. 24

(111) 1479

(210) 13201460

(151) 26.09.2013

(540)

(220) 24.09.2013

(180) 24.09.2023

(591) Черно-белый.

(511)

25 – одежда, обувь, головные уборы.

### Объекты авторского права

№ п/п	Наименование объекта	ФИО автора	Дата регистрации
1	2	3	4
239	Сборник музыкальных произведений (20 произведений)	Н.Г. Лейб	25.05.2013
240	«Гимн городу» (нотная запись) и текст к песне «Застольная»	Н.Г. Лейб	25.05.2013
241	Проект товарного знака	К.Д. Касым	05.06.2013
242	Описание установки для медленной смены среды (реферат)	В.Л. Федоров	05.07.2013
243	Статья «Вечный двигатель»	Г.А. Медведь	30.07.2013
244	Статья «О сотворении мира»	В.В. Пономарь	11.09.2013

---

**ИЗВЕЩЕНИЯ**

1. Срок действия свидетельства № 524 (заявка № 03200437) на товарный знак продлен с 4 сентября 2013 года на 10 лет.
2. Срок действия свидетельства № 525 (заявка № 03200446) на товарный знак продлен с 23 сентября 2013 года на 10 лет.
3. Наименование и адрес владельца в свидетельствах № 559 (заявка № 04200463), 560 (заявка № 04200464) и 730 (заявка № 05200662) изменены на следующие: **(730) 3, Ру дю Форт Рхейнсхейм, L-2419 Люксембург, Люксембург (3, rue du Fort Rhein-sheim, L-2419 Luxemburg, Luxembourg).**
4. Срок действия свидетельства № 446 (заявка № 03200365) на товарный знак продлен с 31 марта 2013 года на 10 лет.
5. Срок действия свидетельства № 450 (заявка № 03200369) на товарный знак продлен с 31 марта 2013 года на 10 лет.
6. Срок действия свидетельства № 451 (заявка № 03200370) на товарный знак продлен с 31 марта 2013 года на 10 лет.
7. Наименование и адрес владельца в свидетельстве № 700 (заявка № 05200617) изменены на следующее: **(730) Закрытое акционерное общество «Фарба-Групп», г. Тирасполь, ул. Шутова, д. 7, б.**

# СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

<i>С.И. Берил, Ю.А. Баренгольц.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АДсорбированных атомов или молекул на ток пикосекундной взрывной электронной эмиссии. ....	3
<i>П.И. Хаджи, А.П. Зинган.</i> ДИНАМИКА СТИМУЛИРОВАННОЙ РАМАНОВСКОЙ атомно-молекулярной конверсии в смеси двух бозе-газов в приближении заданной плотности фотонов . . . . .	10
<i>К.Д. Ляхомская, П.В. Беспаленко.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА В КОНЕЧНОМ МАССИВЕ ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫХ МАССИВОВ СВЕТОВОДОВ. ....	19
<i>П.И. Хаджи, О.Ф. Васильева.</i> ДИНАМИКА ТУННЕЛИРОВАНИЯ БОЗЕ-конденсированных атомов в двухъямной ловушке при учете одноатомного и корреляционного двухатомного процессов туннелирования. ....	26
<i>П.В. Беспаленко, К.Д. Ляхомская.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ В ДВОЙНОМ БЕСКОНЕЧНОМ МАССИВЕ СВЕТОВОДОВ . . . . .	36
<i>Э.А. Сенокосов, И.Н. Один, М.В. Чукичев, Е.С. Абрамова, В.И. Чукита, В.М. Ишимов.</i> СВЯЗЬ СПЕКТРОВ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СПЕЦИАЛЬНО НЕЛЕГИРОВАННЫХ СЛОЕВ CdSe/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> С УСЛОВИЯМИ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ В КВАЗИЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ. . . . .	40
<i>Т.И. Гоглидзе, И.В. Дементьев, Н.И. Мацкова, Р.А. Пынзарь, Э.А. Сенокосов.</i> ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ ТИПА «ПОЛУПРОВОДНИК–ПОЛИМЕР» НА ОСНОВЕ СУЛЬФИДОВ Cd И Zn ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ....	47
<i>Э.П. Синявский, Е.И. Брусенская, А.В. Бурлачук.</i> ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК . . . . .	53
<i>Э.П. Синявский, Н.С. Костюкевич.</i> ЭФФЕКТ ФРАНЦА–КЕЛДЫША В КВАНТОВЫХ ПРОВОЛОКАХ. ....	58
<i>Ю.М. Рябухин, Л.М. Рябухина.</i> РАДИКАЛЬНЫЕ ПОДКОЛЬЦА В ПОЛЕ Q РАЦИОНАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ. ....	63
<i>И.А. Флоря, Н.Н. Дидурик.</i> О НЕКОТОРЫХ ИЗОТОПАХ <i>SI</i> -КВАЗИГРУПП . . . . .	65
<i>Н.Н. Дидурик.</i> ОБОБЩЕННЫЕ <i>WIP</i> -КВАЗИГРУППЫ ( <i>OWIP</i> -КВАЗИГРУППЫ) . . . . .	68
<i>С.А. Алещенко.</i> МИНИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛА В ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МАССИВНЫХ ТЕЛ С ЗАДАННЫМ ВРЕМЕННЫМ РЕЖИМОМ. ....	72

## ИНЖЕНЕРИЯ. ИНФОРМАТИКА

<i>Ю.А. Долгов, А.Ю. Долгов, Ю.А. Столяренко.</i> АНАЛИЗ ВЫБОРОК МАЛОГО ОБЪЕМА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	79
<i>Н.И. Корнейчук.</i> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ .....	90

## ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ

<i>Д.А. Поросеч.</i> АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЖИЗНИ В ПРИДНЕСТРОВЬЕ .....	97
<i>В.И. Глебов, Е.В. Павлин.</i> СОСТОЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИДНЕСТРОВЬЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	101
<i>Л.Г. Сенокосова, Г.В. Галаган.</i> РИСКИ ЛИКВИДНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ИНВЕСТИРОВАНИЕМ В ЦЕННЫЕ БУМАГИ .....	109
<i>В.В. Лабунский.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	111
<i>Л.М. Сафронова.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ОСНОВА НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА .....	119
<i>Л.Г. Сенокосова, В.Д. Чиботару.</i> ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ .....	124
<i>Е.В. Саломатина.</i> ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ .....	129
<i>М.С. Гибескул.</i> АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ И МАСШТАБОВ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ НА ПРИМЕРЕ ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ .....	133
<i>Т.П. Стасюк.</i> ВНУТРЕННИЙ АУДИТ УЧЕТНОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	142
<i>Г.Г. Мамедов, Н.С. Соловьева.</i> СУЩНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ .....	146
<i>Л.В. Дорофеева.</i> ПЯЦА МУНЧИЙ ШИ СПЕЧИФИКУЛ ЕЙ ЫН МЕДИУЛ РУРАЛ .....	152
<i>М.П. Бурла, О.Н. Бурла, К.Г. Добында, А.В. Кривенко, В.Г. Фоменко.</i> ФАКТОРЫ И ТРЕНДЫ ПРОЦЕССОВ БРАЧНОСТИ, РАЗВОДИМОСТИ И СЕМЕЙНОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ПРИДНЕСТРОВЬЯ .....	156
<i>С.А. Шерстюк, В.Г. Фоменко.</i> СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ СОБЫТИЙНОГО ТУРИЗМА В ПРИДНЕСТРОВЬЕ .....	165

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, зарегистрированных в Министерстве юстиции Приднестровской Молдавской Республики .....	169
--	-----