

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

# ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2017, № 3 (58)

Алматы, 2017

# ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2017 г., № 3 (58)

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Пак И.Т.** – заслуженный деятель науки и техники РК,  
доктор технических наук, профессор

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Бияшев Р.Г.** – доктор технических наук, профессор; **Кан В.М.** – доктор сельскохозяйственных наук; **Ким Н.Х.** – кандидат технических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Цой С.В.** – доктор технических наук, профессор; **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *ответственный секретарь*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, *зам. ответственного секретаря*.

## EDITOR-IN-CHIEF

**Pak I.T.** – Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan,  
Doctor of Technical Sciences, professor

## THE EDITORIAL BOARD:

**Biyashev R.G.** – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kan V.M.** – Doctor of Agricultural Sciences; **Kim N.Kh.** – Candidate of Technical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation), **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Tsoy S.V.** – Doctor of Technical Sciences, professor; **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Managing Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, *Deputy Managing Editor*

**Учредитель:** Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.

Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия Республики Казахстан

**Подписной индекс:** 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».

Подписка продолжается в течение года.

**Адрес редколлегии и редакции:**

050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 125, к. 108.

телефон 8-(727)-2727902, 2916069

e-mail: [izv.ntokahak@mail.ru](mailto:izv.ntokahak@mail.ru)

Сайт: [www.ntokahak.kz](http://www.ntokahak.kz)

ISSN-1682-0533

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**МРНТИ 89.57.35**

**УДК 551.501: 629.195.1**

**РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ  
В АТМОСФЕРЕ С УЧЕТОМ АЭРОЗОЛЬНОГО РАССЕЯНИЯ**

**Ахмеджанов А.Х.<sup>1</sup>, Караданов Т.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Национальный центр космических исследований и технологий, Институт ионосферы,  
Алматы, Республика Казахстан  
e-mail: model\_lab@mail.ru*

*Выполнена численная реализация задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере. В решении были использованы данные спутникового зондирования: значения интенсивности уходящего коротковолнового излучения (radiants) и отражательной способности земной поверхности (reflectance). В расчетах интенсивности излучения были учтены молекулярная и аэрозольная составляющие рассеяния. Индикатриса рассеяния принята в виде разложения по полиномам Лежандра. Параметры разложения характеризуют вытянутость индикатрисы рассеяния. Получены расчетные данные интенсивности рассеянного уходящего излучения в атмосфере над районом северного Приаралья. На основе математического моделирования получены количественные оценки учета особенностей аэрозольного рассеяния излучения в атмосфере.*

**Ключевые слова:** атмосфера, коротковолновое излучение, атмосферный аэрозоль, оптическая толщина атмосферы, индикатриса рассеяния, перенос излучения, дистанционное зондирование земли.

*Атмосферадағы қысқатолқынды сәулеленуді көшіру міндеттерін санды іске асыру орындалды. Шешім қабылдауда серіктік зерделеу мәліметтері пайдаланылды: қайтатын қысқатолқынды сәулелену қарқындылығының мәндері (radiants) мен жер беті бейнелеу қабілетінің мәндері (reflectance). Сәулелену қарқындылығының есептеулерінде шашыраудың молекулярлы және аэрозольді құрамдары ескерілді. Шашырау индикатрисасы полиномдар түрінде ыдырау бойынша қабылданды. Солтүстік Арал маңы аймағы атмосферасындағы қайтатын шашырау сәулеленуі қарқындылығының есеп мәліметтері алынды. Математикалық үлгілеу негізінде атмосферадағы аэрозольді шашырау сәулеленудің ерекшеліктері ескерілген сандық бағалары алынды.*

**Тірек сөздер:** атмосфера, қысқатолқынды сәуле, атмосфералық аэрозоль, атмосфераның оптикалық қалыңдығы, шашырау индикатрисасы, сәулеленуді көшіру, жерді қашықтықтан зондылау.

*The numerical implementation of shortwave radiation transfer in the atmosphere problem. The decision was based on remote sensing data: the intensity of the outgoing shortwave radiation (radiants) and the reflectivity of the earth's surface (reflectance). In the calculations of radiation intensity were taken into account molecular and aerosol scattering components. The scattering phase function adopted in the form of expansions in Legendre polynomials. Parameters of decomposition characterize the elongation of the scattering phase function. The obtained results of the intensity of the scattered outgoing radiation in the*

*atmosphere over the area North of the Aral sea region. On the basis of mathematical modeling of quantitative evaluation considering the peculiarities of aerosol scattering of radiation in the atmosphere.*

**Keywords:** *atmosphere, shortwave radiation, atmospheric aerosol, optical thickness, scattering phase function, radiation transfer, remote sensing.*

Солнечное излучение, проходящее через атмосферу, трансформируется в результате действия газовых составляющих атмосферы и аэрозоля. Исследования влияния аэрозоля в атмосфере стимулируются такими проблемами, как ускоренные изменения глобального климата, региональные особенности по антропогенной нагрузке и влиянию естественных источников замутнения атмосферы, в том числе вулканических извержений, пылевых бурь, крупных лесных пожаров и др. Кроме того, результаты исследований аэрозольного рассеяния находят широкое применение при разработке оптических систем, работающих через атмосферу, и интерпретации спутниковой информации. Созданы новые методы и алгоритмы решения уравнения переноса излучения с учетом аэрозольного рассеяния в приложении к задачам атмосферной оптики. На основе математического моделирования получены количественные оценки учета особенностей аэрозольного рассеяния света крупными частицами в расчетах интегральных потоков солнечного излучения в атмосфере [1]. Полученные результаты позволяют построить улучшенную аппроксимацию плоского альбедо для использования в задачах дистанционного зондирования [2]. Выполнено моделирование переноса солнечного излучения в различных атмосферных условиях, предложены различные методы расчета атмосферных функций пропускания и потоков излучения [3]. На основе матричных функций Грина разработаны физические основы теории переноса излучения [4]. Исследованы непрерывных свойств решения краевой задачи для уравнения переноса с обобщенными условиями сопряжения на границе раздела сред [5]. Разделение решения уравнения переноса излучения на анизотропную и регулярную части обосновано в [6]. Матрично-операторный подход для метода решения векторного уравнения переноса излучения для стратифицированной среды на основе выделения анизотропной части предлагается в [7]. Вышеуказанные исследования открывают возможности моделирования спутниковых измерений параметров атмосферы и земной поверхности.

На основе математического моделирования получены количественные оценки учета особенностей рассеяния света крупными частицами в расчетах интегральных потоков солнечного излучения в атмосфере [8]. Полученные результаты позволяют построить улучшенную аппроксимацию плоского альбедо для использования в задачах дистанционного зондирования [9]. Выполнено моделирование переноса солнечного излучения в различных атмосферных условиях, предложены различные методы расчета атмосферных функций пропускания и потоков излучения [10].

Спектральные области, в которых сосредоточена коротковолновая и длинноволновая солнечная радиация, практически не перекрываются, следовательно, перенос коротковолновой и длинноволновой радиации можно рассматривать отдельно. При таком подходе уравнение переноса излучения в атмосфере можно упростить. Для длинноволновой радиации пренебрежимо мало рассеяние, тогда как в коротковолновой области мало собственное излучение земли, облаков и атмосферы. В видимой области спектра, где существенно значение рассеяния излучения можно пренебречь поглощением.

Рассмотрим численную реализацию задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере при условии молекулярного и аэрозольного рассеяния по данным космического зондирования.

Значение общей оптической толщины атмосферы определяется из задачи переноса по спутниковым данным уходящего коротковолнового излучения в атмосфере (radians) и отражательной способности выбранного участка земной поверхности (reflectance).

Рассмотрим численную реализацию задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере при условии многократного рассеяния по данным космического зондирования.

Уравнение переноса коротковолнового излучения в атмосфере можно записать в следующем виде:

$$\mu \frac{\partial I}{\partial z} + \sigma I = \frac{\sigma_s}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_{-1}^1 g(\mu, \mu', \varphi, \varphi') I d\mu' d\varphi' + \sigma_s g(\mu, \mu_0, \varphi, \varphi_0) E_\lambda e^{-\frac{\tau_\lambda}{\mu}}, \quad (1)$$

где

$I(z, \mu, \varphi)$  – интенсивность излучения;

$\mu = \cos\theta$ ,  $\theta$  – угол зондирования ( $\mu > 0$  – соответствует нисходящему потоку,  $\mu < 0$  – восходящему);

$E_\lambda$  – поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы;

$g(\gamma)$  – индикатриса рассеяния;

$\gamma$  – угол рассеяния;

$q(\mu, \varphi)$  – альbedo земной поверхности;

$\mu_0, \varphi_0$  – направление распространения солнечного излучения;

$\sigma_s$  – коэффициент рассеяния излучения;  $\tau_\lambda$  – оптическая толщина атмосферы;

$\sigma = \sigma_s + \sigma_n$ ,  $\sigma_n$  – коэффициент поглощения излучения;

$z, \varphi, \theta$  – сферическая система координат.

Были приняты следующие граничные условия:

на верхней границе

– поток прямого солнечного излучения на верхней границе атмосферы  $E_\lambda \cos i$ , где  $E_\lambda$  – солнечная постоянная,  $i$  – зенитный угол Солнца;

– нисходящий поток рассеянного излучения на верхней границе атмосферы  $I(0, \mu, \varphi) = 0$  при  $\mu > 0$ ;

– восходящий поток рассеянного излучения на верхней границе атмосферы

$I(0, \mu, \varphi) = \text{Radians}$  при  $\mu < 0$ ;

на нижней

$$I(H, \mu, \varphi) = \frac{q}{\pi} \left( \int_0^{2\pi} \int_0^1 I(H, \mu', \varphi') \mu' d\mu' d\varphi' + \mu_0 E_\lambda e^{-\frac{\tau_\lambda}{\mu}} \right) \text{ при } \mu < 0, \quad (2)$$

где  $q$  – альbedo земной поверхности.

Среди всех параметров задачи, обуславливающих изучаемый процесс, важное значение имеет выбор параметра  $E_\lambda$ , являющейся величиной потока солнечной радиации, поступающую на верхнюю границу атмосферы. В таблице со значениями монохроматического потока солнечной радиации  $E_\lambda$  (вт/м<sup>2</sup>мкм) на верхней границе

атмосферы при значении солнечной постоянной  $I_0=1,353$  квт/м<sup>2</sup> при длинах волн от 0,18 до 20,00 мкм.

Индикатрису рассеяния  $P(\gamma)$  принято представлять в виде разложения по полиномам Лежандра. В [11] предложено ограничиться двумя членами разложения и представлять индикатрису в виде:

$$P(\gamma) = 1 + x_1 \cos \gamma,$$

где  $\gamma$  – угол рассеяния;  $x_1 = \frac{3}{2} \int_0^\pi P(\gamma) \cos \gamma d\gamma$ .

Параметр  $x_1$  является первым коэффициентом разложения и характеризует вытянутость индикатрисы рассеяния. Чем больше вытянутость индикатрисы вперед, тем больше значение  $x_1$  [5].

Угол рассеяния  $\gamma$  связан с углом визирования  $\theta$  и азимутом  $\varphi$  соотношением:

$$\cos \gamma = \cos \theta \cos \theta_0 + \sin \theta \sin \theta_0 \cos \varphi,$$

где  $\theta_0$  – зенитное расстояние Солнца.

Индикатриса при релеевском рассеянии описывается формулой:

$$g(\gamma) = \frac{3}{4}(1 + \cos^2 \gamma).$$

Оптическая толщина экстинкции  $\tau_\lambda$  определяется в виде суммарного по высоте значения, хотя  $\tau_\lambda$  является функцией по высоте. Это проявляется в решении задач переноса излучения. В задаче переноса исходящего излучения оптическая толщина растет от верхней границы, а для переноса восходящего излучения от земной поверхности.

В видимой области спектра, где существенно значение рассеяния излучения можно пренебречь поглощением.

Представим релеевскую  $\tau_{\lambda\rho}$  и аэрозольную  $\tau_{\lambda a}$  составляющие оптических толщин в следующем виде:

$$\tau_{\lambda\rho} = \int_0^z \rho \delta_{\lambda\rho} dz, \quad \tau_{\lambda a} = \int_0^z \rho_a \delta_{\lambda a} dz,$$

где  $\delta_{\lambda\rho}$  и  $\delta_{\lambda a}$  – релеевский и аэрозольный коэффициенты рассеяния,

$\rho$  – плотность воздуха,

$\rho_a$  – плотность аэрозоля.

Оптическая толщина слоя атмосферы за счет релеевского рассеяния рассчитывается по формуле [7]:

$$\tau_{\lambda\rho} = 0.02152 \frac{1.0455996 - 342.2906\lambda^{-2} - 0.9023085\lambda^2}{1 + 0.0022705988\lambda^{-2} - 85.965863\lambda^2} \frac{\Delta p}{p_s},$$

где  $\lambda$  – длина волны;

$\Delta p$  – толщина слоя атмосферы (гПа);

$p_s$  – приземное давление (гПа).

Значения аэрозольной оптической толщины для данной территории в заданное время можно определить из общей оптической толщины атмосферы, состоящей из релеевского и аэрозольного оптических толщин, можно записать в следующем виде:

$$\tau_{\lambda a} = \tau_{\lambda} - \tau_{\lambda p}.$$

В общем виде индикатриса рассеяния является функцией угла рассеяния  $\theta$ :  $g = g(\cos \gamma)$ , где  $\gamma$  – угол рассеяния. Полный коэффициент рассеяния является суммой коэффициентов молекулярного (релеевского)  $i_{\lambda}$  и аэрозольного рассеяния. До высоты 3000 м рассеяние солнечной радиации обусловлено в основном аэрозольным, и только выше этой высоты молекулярная составляющая становится более аэрозольной.

Рассмотрим численное решение задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере. Уравнение (1) представим в виде конечно-разностной схемы с направленными разностями, а двойной интеграл в правой части уравнения в виде двойного ряда с использованием метода Симпсона для вычисления определенных интегралов.

$$\mu \frac{I_{i,j,k} - I_{i,j,k-1}}{h} + \sigma I_{i,j,k} = \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} \quad \mu > 0, \quad (3)$$

$$\mu \frac{I_{i,j,k+1} - I_{i,j,k}}{h} + \sigma I_{i,j,k} = \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} \quad \mu < 0, \quad (4)$$

где  $h$  – шаг расчетной сетки по  $z$ ,

$$F_{i,j,k} = \pi g_{i,j} E_{\lambda} e^{-\frac{\tau}{\mu}} \quad \mu > 0,$$

$$F_{i,j,k} = \pi g_{i,j} E_{\lambda} e^{\frac{\tau}{\mu}} \quad \mu < 0,$$

$$F1_{i,j,k} = \sum_{m=1}^M g_{i,j,1,m} I_{1,m,k} + \sum_{m=1}^M g_{i,j,N,m} T_{N,m,k} + 2 \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,1} T_{n,1,k} + 2 \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,M} T_{i,j,n,M} + 4 \sum_{m=2}^{M-1} \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,m} T_{i,j,n,m}$$

Итерационный алгоритм по определению искомой функции  $I_{i,j,k}$  заменяется в виде:

$$I_{i,j,k}^{n+1} = (\mu I_{i,j,k-1}^{n+1} + h \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} h) / (\mu + \sigma h) \quad \mu > 0, \quad (4)$$

$$I_{i,j,k}^{n+1} = (-\mu I_{i,j,k+1}^{n+1} + \frac{\sigma_s}{2\pi} h F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} h) / (\sigma h - \mu) \quad \mu < 0, \quad (3)$$

В  $F1_{i,j,k}$  входит определяемая функция  $I_{i,j,k}^n$ . В первом приближении  $I_{i,j,k}^{(1)} = 0$ .

По экспериментальным данным значение оптической толщины изменяется в пределах от 0,25 до 0,39 при среднем значении 0,35. В эксперименте определяется общее значение

оптической толщины. Для решения поставленной задачи важно изменение значения оптической толщины при нисходящем и восходящем потоке. При нисходящем потоке оптическая толщина нарастает от верхней границы до земной поверхности, тогда как при восходящем от земной поверхности до верхней границы атмосферы.

Космический снимок сенсора MODIS (1 канал – 0.620-0.670 мкм) за 5 августа 2015 года с выделенной территорией северного Приаралья представлен на рисунке 1. Расчетный участок с районом северного Приаралья показан на рисунке 2. Полученное поле распределения интенсивности уходящего излучения (длина волны 0,550 мкм) над этим районом в августе 2015 года показано на рисунке 3. Результаты статистического анализа значения аэрозольной оптической толщины атмосферы по 1–4 и 8, 9 каналам сенсора MODIS представлены в таблице 1.

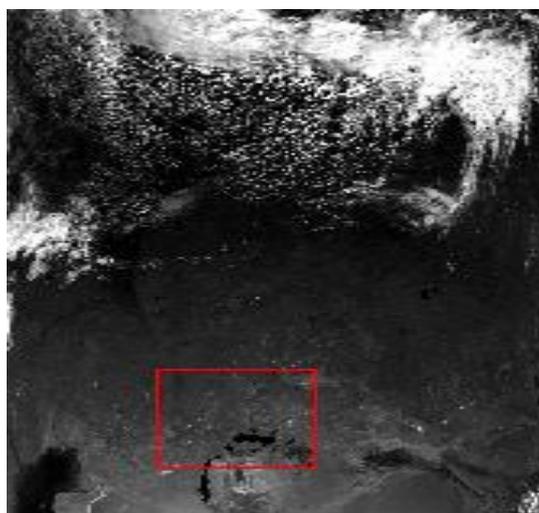


Рисунок 1 – Космический снимок 5 августа 2015 года с выделенной территорией северного Приаралья

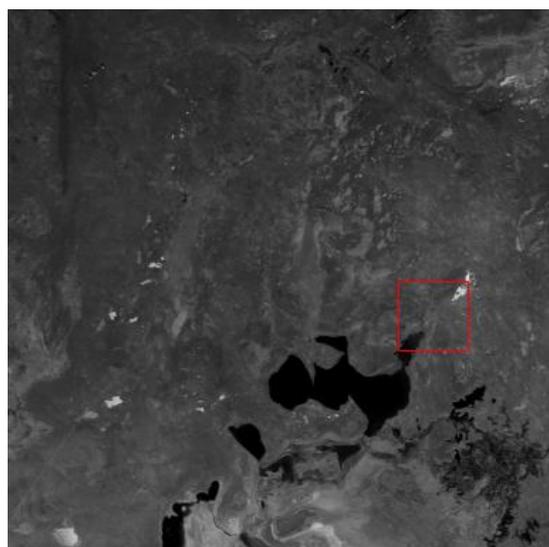


Рисунок 2 – Космический снимок 5 августа 2015 года территории северного Прикаспия и Приаралья с выделенным расчетным участком

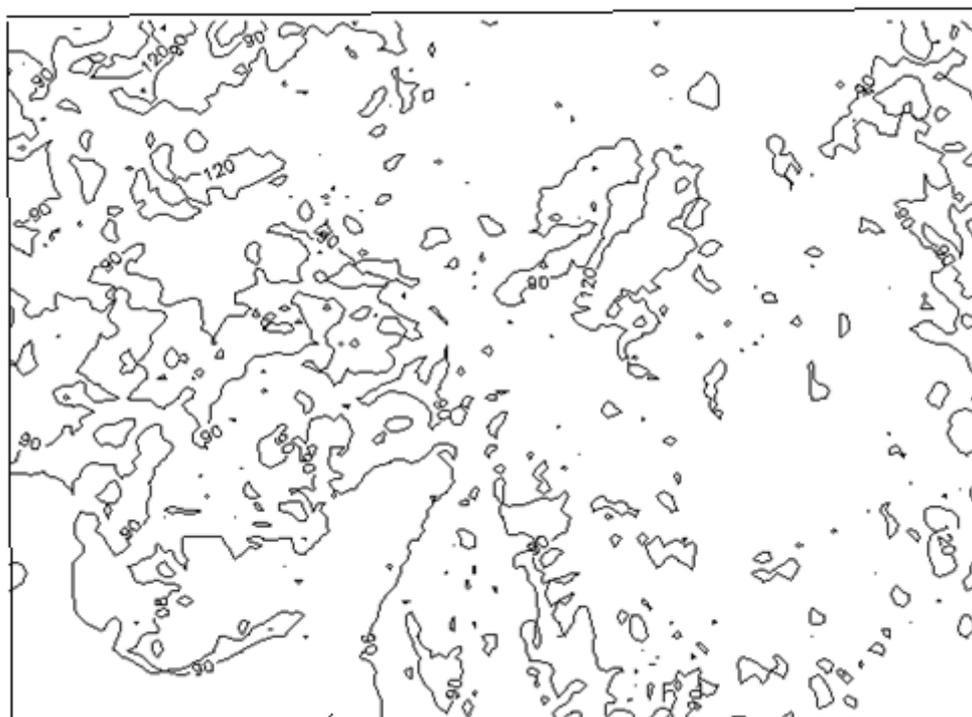


Рисунок 3 – Распределение интенсивности коротковолнового излучения 5 августа 2015 года на расчетном участке

Таблица 1 – Статистический анализ распределения интенсивности уходящего излучения в августе 2015 года над районом северного Приаралья

Номер канала	Минимум	Максимум	Среднее	Среднеквадратичное отклонение
1	0,021053	0,981574	0,181898	0,144722
2	0	0,940516	0,277921	0,131472
3	0,059976	1,008721	0,201931	0,150738
4	0,034433	0,977215	0,186634	0,142203
8	0	0,902062	0,218443	0,171727
9	0	0,512133	0,053612	0,358105

**Литература:**

1. Ленобль Ж. Перенос радиации в рассеивающих и поглощающих атмосферах: Стандартные методы расчета. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
2. Метод Монте-Карло в атмосферной оптике / под ред. Г.И. Марчука. – Новосибирск: Наука, 1976. – 276 с.
3. Рублев А.Н. Алгоритм и результаты расчетов аэрозольных индикатрис. – М.: РНЦ “Курчатовский институт”, 1994. – Препр. ИАЭ-5715/16. – 51 с.

4. Budak V.P., Veklenko B.A. Boson peak, flickering noise, backscattering processes and radiative transfer in random media // J.Q.S.R.T. – 2011. doi: 10.1016/j.jqsrt.2010.10.007.
5. Prokhorov I.V. On the Structure of the Continuity Set of the Solution to a Boundary-Value Problem for the Radiation Transfer Equation // Math. Notes. – 2009. – Vol. 86. – №1–2. – P.234–248.
6. Budak V.P., Korkin S.V. On the solution of a vectorial radiative transfer equation in an arbitrary three-dimensional turbid medium with anisotropic scattering // J.Q.S.R.T. – 2008. – Vol. 109. – P.220–234.
7. Budak V.P., Kluykov D.A., Korkin S.V. Complete matrix solution of radiative transfer equation for PILE of horizontally homogeneous slabs // J.Q.S.R.T. – 2010. doi: 10.1016/j.jqsrt.2010.08.028 (in press).
8. Рублев А.Н., И.А. Горчакова, Т.А. Удалова. Влияние крупных частиц на оценки оптических и радиационных характеристик пылевого аэрозоля // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2011. – Т.47. – №2. – С.–11.
9. Басс Л.П., Гермогенова Т.А., Николаева О.В. и др. Численное моделирование краевых эффектов в оптике аэрозоля и облаков // Оптика атмосферы и океана. – 2009. – Т. 22. № 2. – С. 201–206.

*Поступила 20 мая 2017 г.*

**МНРТИ 61.59**  
**УДК 547.23:548.662**

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СТАНОВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБЩЕСТВА**

**Байпакбаева С.Т.<sup>1</sup>, Витулёва Е.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан*  
*e-mail: saltanat.baipakbayeva@gmail.com*

*Рассматривается социальный аспект проблемы энергосбережения. Показано, что существует возможность существенной экономии электроэнергии за счет нового подхода к освещению жилых помещений. Предлагаемая технология основывается на использовании светодиодных лент с управляемым распределением свечения по длине. Такой подход позволяет создавать распределение освещенности в помещении, комплементарное сектору обзора потребителя в каждый конкретный момент времени. Освещаются только те участки помещения, которые попадают в данный сектор обзора, что и обеспечивает экономию энергии. Разработан пример конкретного воплощения данного подхода на основе «светящихся обоев». В этом случае освещенность создается при помощи полимерной пленки, подсоединенной к светодиодной ленте, которая играет роль плоского световода.*

**Ключевые слова:** энергоэффективное общество, светодиоды, массовое сознание, энергосбережение, освещенность, жилые помещения, возобновляемые ресурсы.

*Энергияны үнемдеу мәселесінің әлеуметтік аспектісі қарастырылады. Тұрғын үй-жайларды жарықтандырудағы жаңа әдіс есебінен электр энергиясын айтарлықтай үнемдеу мүмкіндігі бар екендігі көрсетілді. Ұсынылатын технология ұзындығы бойынша жарқыраудың таралуы басқарылатын жарықдиодты ленталарды пайдалануға негізделген. Мұндай әдіс үй-жайларда, уақыттың нақты бір мезетінде тұтынушы шолуының комплементарлы секторына жарықтың таралуын құруға мүмкіндік береді. Үй-жайдың тек осы шолу секторына түсетін аймақтары ғана жарықтандырылады, міне осы жағдай энергияны үнемдеуді қамтамасыз етеді. «Жарқырайтын тұсқағаз» негізінде осы әдісті нақты жүзеге асыру мысалы әзірленді. Бұл жағдайда жарықтандыру жазық жарықдиод рөлін атқаратын жарықдиодты лентаға жалғанған полимерлі үлдір көмегімен жүзеге асырылады.*

**Түйінді сөздер:** энергоэффективті қоғам, жарықдиодтар, бұқаралық сана, энергия үнемдеу, жарықтылық, тұрғын үй-жай, жаңғырылатын ресурстар.

*The social aspect of the energy saving problem is considered. It is shown that there is a possibility of significant energy saving due to a new approach to lighting residential premises. The proposed technology is based on the use of LED strips with a controlled distribution of glow along the length. This approach allows creating a distribution of illumination in the room, complementary to the consumer review sector at any particular time. Only those areas of the room that fall into this sector of the survey are illuminated, which provides energy savings. An example of a concrete embodiment of this approach based on "luminous wallpaper" is developed. In this case, the illumination is created using a polymer film connected to an LED strip that acts as a flat light guide.*

**Keywords:** energy-efficient society, LEDs, mass consciousness, energy saving, illumination, living quarters, renewable sources of energy.

Актуальность разработки новых подходов, нацеленных на обеспечение становления энергоэффективного общества, не требует развернутого обоснования. Решение значительной части экологических проблем, так или иначе, затрагивает вопрос об экономии не возобновляемых ресурсов, в том числе и расходуемых на генерацию потребляемой обществом энергии.

В настоящее время значительные усилия затрачиваются на создание различного рода технических решений, обеспечивающих экономию энергии и/или использование ее возобновляемых источников, что, в том числе, отражает концепция Всемирной выставки ЭКСПО-17 – «Энергия будущего». Наиболее известным примером в данном отношении является «зеленая» энергетика, в рамках которой разрабатываются и совершенствуются различные источники возобновляемой энергии, в частности, солнечные фотоэлектрические панели.

Однако проблема становления энергоэффективного общества имеет не только технический, но и социальный аспект. Наиболее наглядную иллюстрацию в этом отношении дает сравнение расхода электричества и горячей воды домохозяйствами на постсоветском пространстве и в странах ЕС [1,2]. Данное сравнение позволяет говорить о существовании двух различных поведенческих стереотипов. В одном случае массовое сознание рассматривает необходимость экономить ресурс как вполне определенное бытовое неудобство, во втором – как обыденную линию поведения.

Этот частный пример (а также другие примеры такого рода) позволяет сделать следующий вывод. Становление энергоэффективного общества, во всяком случае, на значительной части постсоветского пространства, неотделимо от необходимости трансформации соответствующих стереотипов массового сознания.

Этот вывод подтверждается также и общими соображениями, вытекающими из анализа общества потребления как такового. Присущие ему стереотипы массового сознания в совокупности приводят к явлению известному как «диктат среды», побуждающий отдельных людей к избыточному потреблению, приводящему, в свою очередь, к неоправданной трате различных природных ресурсов, в том числе, энергетических.

Как показывает практика, разъяснительная и пропагандистская работа, осуществляемая длительное время и отдельными специалистами-экологами, и экологическими организациями, так и не привела к выраженным сдвигам в данном направлении. Общество в целом признает необходимость решения экологических проблем, но это понимание пока не трансформировалось в *modus operandi* на уровне отдельных граждан, в частности, не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на экономическое поведение большей части населения.

В настоящей работе показано, что можно предложить альтернативный подход к проблеме внедрения концепций энергоэффективного общества в массовое сознание.

Данный подход основывается, в первую очередь, на использовании нескольких трендов, сложившихся в обществе в настоящее время. К ним относятся т.н. IT-мода [3], «Internet of things» [4,5] и т.д.

Разработка энергосберегающих технологий может быть соотнесена с указанными трендами, что целесообразно использовать для решения проблемы внедрения соответствующих поведенческих стереотипов в массовое сознание. Тем самым, создаются предпосылки для решения проблем, связанных с социальными аспектами становления энергоэффективного общества.

Для иллюстрации этого тезиса рассмотрим конкретный пример технологии, обеспечивающей сопряжение «Internet of things» и энергосберегающих технологий.

Значительная доля расходуемой электроэнергии приходится на освещение жилых помещений. Легко видеть, что большая часть этой энергии расходуется в прямом смысле этого слова впустую, т.е. не связана с удовлетворением каких-либо потребностей. Рассмотрим пользователя, находящегося в освещенной комнате, предполагая, что осветительное устройство находится в ее центре, рисунок 1.

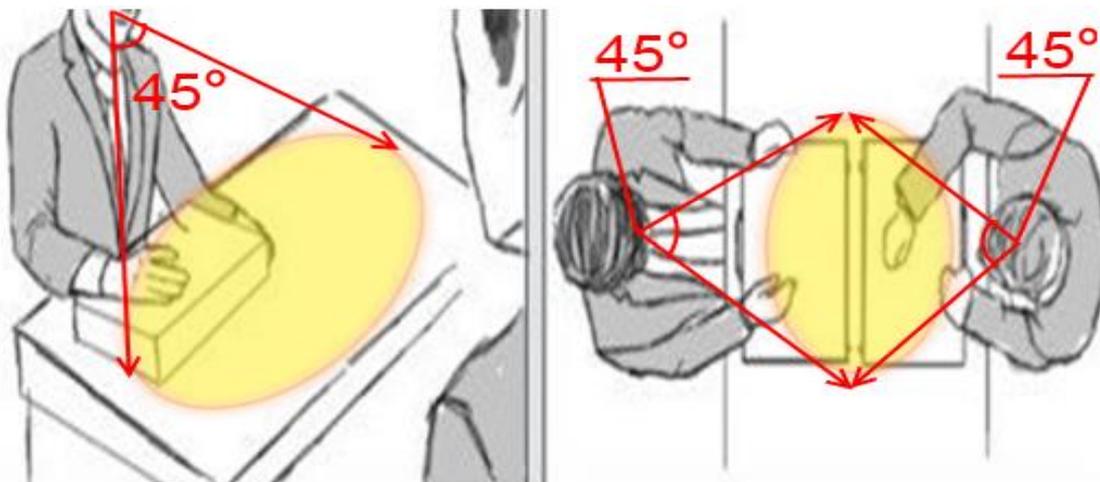


Рисунок 1 – Иллюстрация к непроизводительному использованию световой энергии при полном освещении помещения (рассматривается случай единичного пользователя)

Телесный угол  $f$ , который охватывает взгляд человека (даже с учетом бокового зрения) не превышает 0,48 ст.рад. Эта величина соответствует круговому конусу с углом раствора  $\pi/4$  рад =  $45^\circ$ . Телесный угол рассчитывается по формуле

$$f = 2\pi[1 - \cos(\alpha/2)], \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол раствора кругового конуса при вершине (удвоенный угол между осью конуса и любой прямой на его боковой поверхности).

Следовательно, отношение

$$f/4\pi = 0,038, \quad (2)$$

где  $4\pi$  – полный телесный угол, можно рассматривать как меру световой энергии, затрачиваемой производительно (около 4 %). Эта доля энергии, которая освещает ту часть помещения, которую действительно охватывает взгляд пользователя. Остальная энергия, составляющая, как минимум 90 %, расходуется напрасно.

Покажем, что существуют сравнительно простые и доступные технические решения, позволяющие исключить указанные выше потери световой энергии.

В настоящее время все более широкое применение находят энергосберегающие источники света, выполненные на основе светодиодов (LED-технологии). Как правило, такие источники

света выпускаются в форме, в той или иной степени повторяющую традиционную (привычную потребителю). В частности, известны светодиодные осветительные системы, имитирующие лампы накаливания и сопряженные с цоколем, стандартизованным под лампы накаливания.

Такой подход основывается преимущественно на маркетинговых соображениях и далеко не является обязательным. В частности, представляется оправданным использование осветительной системы, основанной на светодиодных лентах, размещаемых под потолком по периметру жилого помещения. Преимуществом такой системы является возможность маскировки источников света, возможность реализации новых дизайнерских решений, упрощенное предотвращение запыления и т.д.

В частности, осветительная система, использующая светодиодные ленты, может размещаться непосредственно под галтелями, расположенными по периметру комнаты (рисунок 2).

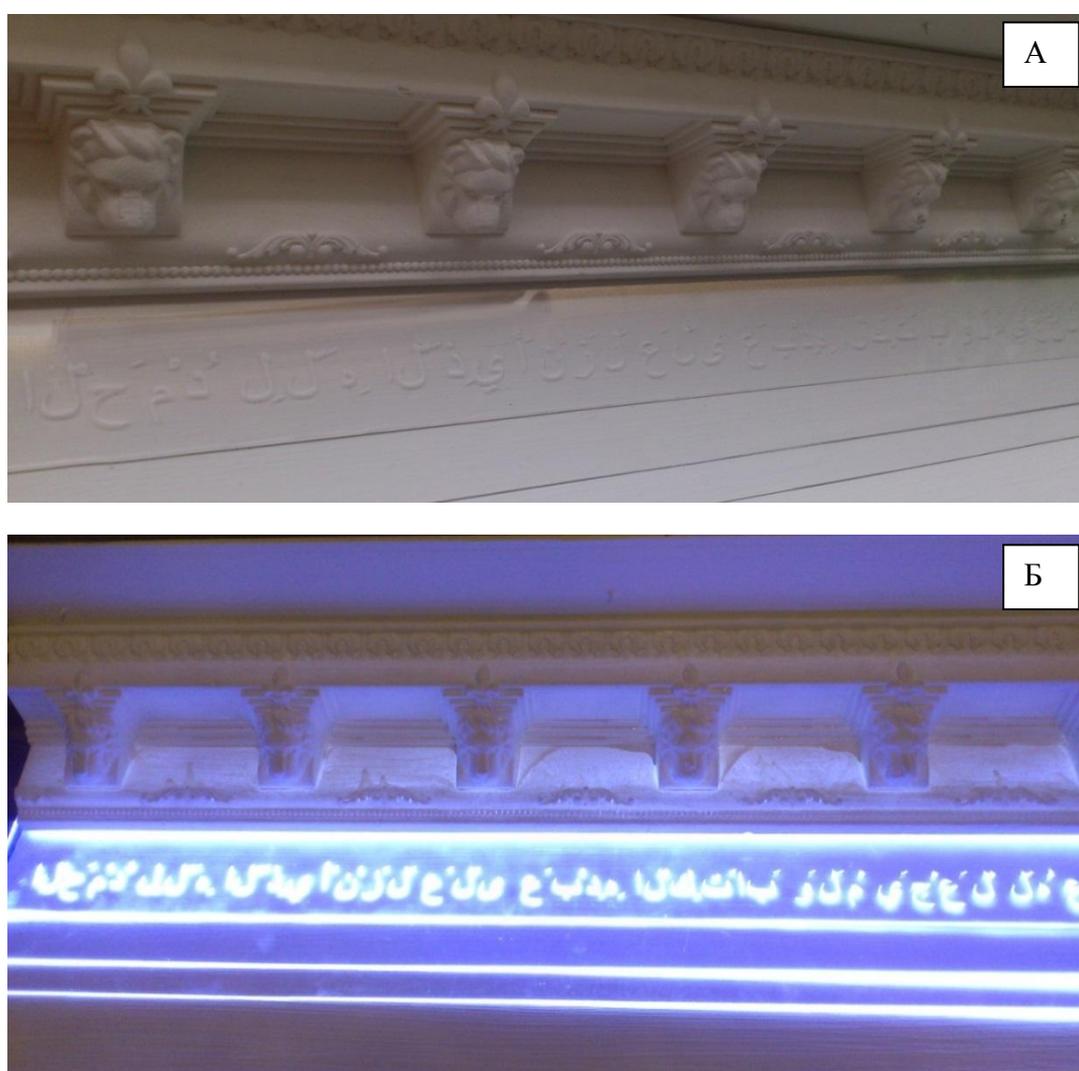


Рисунок 2 – Осветительная система на основе светодиодных лент: расположение под галтелями, выключенное (А) и включенное (Б) состояния

Светодиодные ленты, отвечающие требованиям к осветительным системам указанного типа, в настоящее время выпускаются промышленно. На рынке представлены ленты на основе как белых светодиодов (LED-W-SMD5050), так и RGB-компонент (LED-RGB-

SMD5050). В последнем случае существует возможность, в том числе, получать полихроматические эффекты, например, реализовывать цветомузыкальное сопровождение.

Стоимость светодиодных лент, целевым назначением которых является использование в осветительных системах, составляет от 500 до 1500 тг за метр в зависимости от плотности размещения и размеров светодиодов.

На рынке представлены также светодиодные ленты марки LED-WS2812S, отличающиеся тем, что каждый из светодиодов укомплектован ШИМ-контроллером, и используется как ячейка памяти.

Управление такими лентами осуществляется по одной линии с помощью ШИМ-сигнала. Это позволяет обеспечить независимое управление свечением каждого из RGB-светодиодов, в том числе, перейти в режим освещения белым светом.

При использовании таких лент существует также возможность освещать только ограниченную часть помещения, что становится очевидным, если принять во внимание характер диаграммы направленности (рисунок 3) излучения светодиодов рассматриваемого типа.

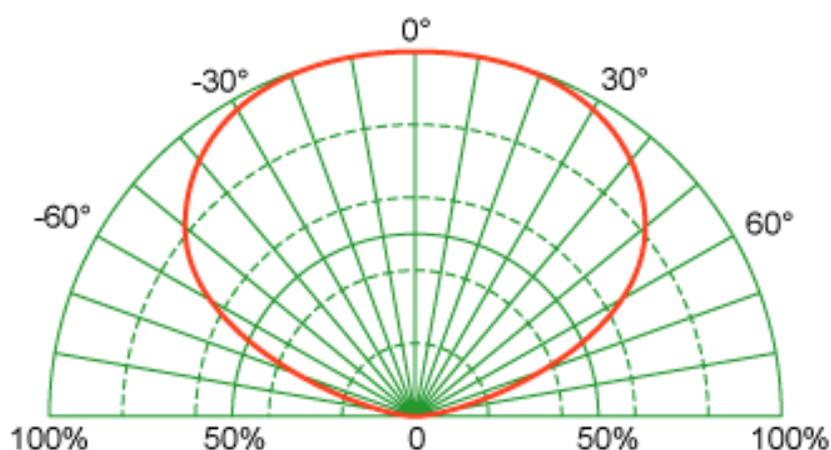


Рисунок 3 – Диаграмма направленности светодиодов ленты LED-WW-SMD5050

Схема устройства, обеспечивающего создание заданного распределения освещенности, представлена на рисунке 4. В данной схеме использована сборка контроллера Arduino NANO.

Представленная схема показывает первую часть поставленной задачи, а именно она позволяет реализовать выборочное освещение определенной части (частей) помещения, при условии, что известен конкретный сектор, который охватывает взгляд пользователя.

Вторая часть задачи – идентификация данного сектора (секторов, при условии, что пользователей в помещении находится несколько) решается известными средствами. А именно, существующие технологии распознавания видеообразов позволяют с высокой точностью определить ориентацию головы пользователя в пространстве. Этого достаточно, чтобы идентифицировать сектор обзора, так как условие сохранения комфортности в любом случае требует освещение также и участков помещения, охватываемых боковым зрением. Допустимо отметить, что технологии распознавания образов используются даже для идентификации атипичного поведения граждан, путем распознавания лиц в толпе, что предполагается использовать для борьбы с террористическими проявлениями.

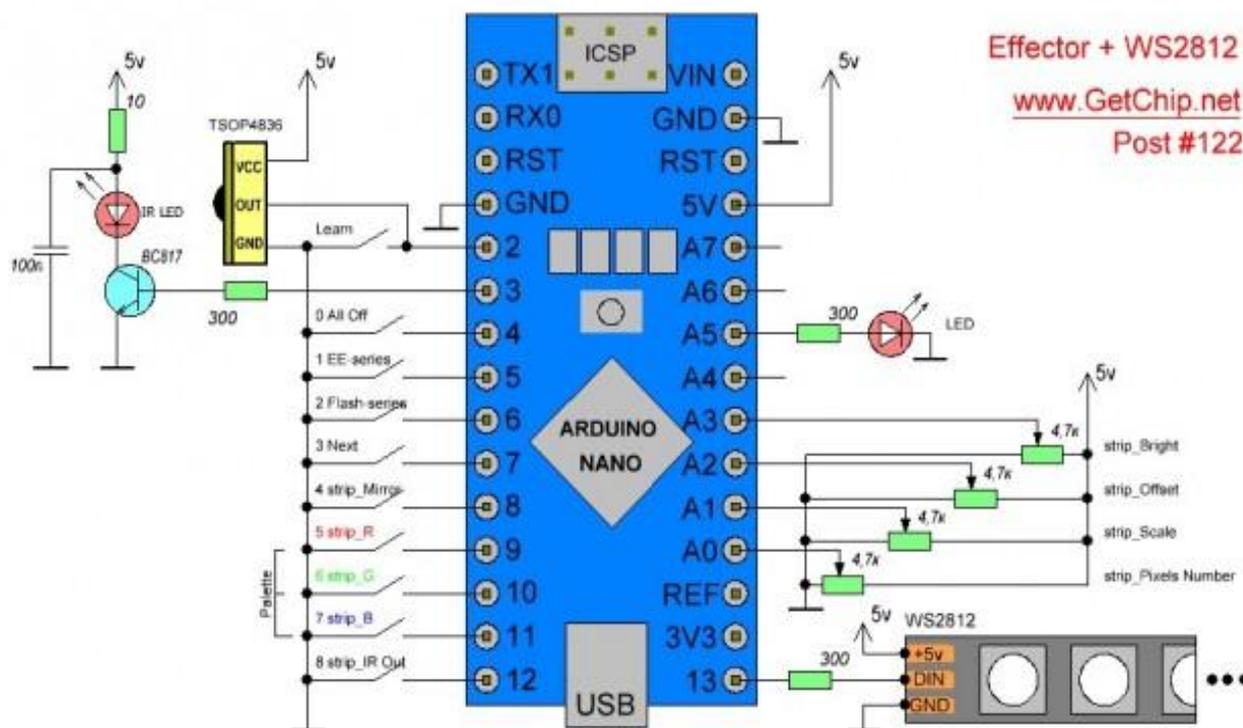


Рисунок 4 – Схема управления распределением свечения элементов светодиодной ленты на основе микроконтроллера ATmega328P встроеного в ArduinoNano

Таким образом, существующий уровень развития информационных технологий позволяет решить поставленную задачу, причем на основе компонент, производимых серийно; соответствующие алгоритмы также хорошо известны и отработаны.

Вместе с этим внедрение систем рассматриваемого типа, безусловно, будет сдерживаться факторами социальной природы, о которых говорилось выше. Действительно, при существующем уровне расходов на оплату электроэнергии ее экономия в денежном выражении не будет критичной для большинства домохозяйств. Эффект будет заметен только при условии массового использования таких систем и только в масштабах отдельных регионов в целом.

Это возвращает к необходимости рассмотрения социальных аспектов проблемы становления энергоэффективного общества. А именно, требуется разработать также средства, которые сделают систему предложенного типа (и/или ее аналоги) востребованными на постсоветском рынке. Другими словами, такая система параллельно должна решать и дополнительные задачи, обеспечивающие повышение ее потребительской привлекательности.

Простейшей из таких задач является реализация цветомузыкального сопровождения, однако ее решение также не является критичным с точки зрения повышения потребительской привлекательности.

#### Литература:

1. Башмаков И.А. Способность и готовность населения оплачивать жилищно-коммунальные услуги // Вопросы экономики. – 2004. – № 4. – С. 3–12.

2. Гашо Е.Г., Коваль А.В. Проблемы энергосбережения существующего жилищного фонда городов и систем коммунального теплоснабжения: монография // Жилищное строительство. – 2004. – № 6. – С.14–23.

3. Finn B.L. Fashion illumination system U.S. Patent No. 7,878,675. Washington, 2011.DC: U.S. Patent and Trademark Office.

4. Инновационные сценарии в постиндустриальном обществе / И. Сулейменов, О. Габриелян, И. Пак, С. Панченко, Г. Мун. – Алматы–Симферополь: Print Express, 2016. – 218 с.

5. Некоторые вопросы современной теории инноваций / И. Сулейменов, О. Габриелян, Г. Мун, И. Пак, Д. Шалтыкова, С. Панченко, Е. Витулёва. – Алматы–Симферополь: Print Express, 2016. – 197 с.

*Поступила 15 сентября 2017 г.*

МРНТИ 61.31.49  
УДК 621.039.533.6

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ ОКИСЛЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОРОШКОВ АЛЮМИНИЯ

Иконников В.К.<sup>1</sup>, Иорданиди Г.К.<sup>2</sup>, Абилямагжанов А.З.<sup>3</sup>, Иванов Н.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «Российский научный центр «Прикладная химия», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ТОО «ТаСКо-Алатау», Алматы, Республика Казахстан,

<sup>3</sup>Институт топлива, катализа и электрохимии им.Д.В.Сокольского,  
Алматы, Республика Казахстан

e-mail: vk\_ikonnik@mail.ru, e-mail:tasco.ko@mail.ru

*Проведен анализ научно-технической и патентной литературы по различным методам получения водорода при взаимодействии гидридов и активных металлов с водой. Обоснована перспективность непрерывного способа получения чистого водорода методом гидротермального окисления дешёвых крупнодисперсных промышленных порошков алюминия типа АСД. Рассчитаны зависимости массовой скорости окисления алюминия для порошков АСД-1, АСД-4 и АСД-6. Полученные результаты были подтверждены экспериментально на модельном реакторе. По результатам анализа данных времени выхода системы на рабочий режим при заданных параметрах: расхода порошка Al, соотношения воды и алюминия, степени его окисления – были определены оптимальные объёмы реакторов для вышеуказанных порошков. Разработана технология непрерывного способа получения водорода с высоким коэффициентом окисления алюминия. Результаты испытаний на пилотной установке, подтвердили основные расчетные параметры процесса: температурный режим, практически 100 %-ную степень окисления для всех исследуемых порошков, массовый выход водорода, пара и бемита. Предложена принципиальная схема получения установки получения пароводородной смеси и описан порядок ее работы.*

**Ключевые слова:** алюминий, гидротермальное окисление, вода, водород, бемит, реактор, установка, топливный элемент.

*Гидридтер мен белсенді металдардың сумен өзара әрекеттесуі кезінде сутек алудың түрлі әдістері жөніндегі ғылыми-техникалық және патенттік әдебиетке талдау жасалған. АСД типті алюминийдің арзан ірі дисперсті өнеркәсіптік ұнтағын гидротермалдық тотықтандыру әдісімен таза сутек алудың үзіліссіз тәсілінің перспективтілігіне негіздеме берілген. АСД-1, АСД-4 және АСД-6 ұнтақтары үшін алюминийді тотықтандырудың массалық жылдамдығының тәуелділіктері есептеп шығарылған. Алынған нәтижелер модельдік реакторда эксперименталдық түрде расталды. Берілген параметрлер кезінде жүйенің жұмыс режиміне шығу уақытының деректерін: Al ұнтағының шығысын, су мен алюминийдің арақатынасын, оның тотықтану дәрежесін талдаудың нәтижелері бойынша – жоғарыда көрсетілген ұнтақтар үшін реакторлардың оңтайлы көлемдері анықталды. Алюминийді тотықтану коэффициенті жоғары сутек алудың үзіліссіз тәсілінің технологиясы әзірленді. Пилоттық қондырғыда сынақтау нәтижелері процестің негізгі есептік параметрлерін: температуралық режимді, барлық зерттелетін ұнтақтар үшін 100 % дерлік тотықтану дәрежесін, сутектің, будың және бемиттің массалық шығымын растады. Бу-сутек қоспасын алу қондырғысын жасаудың принциптік схемасы ұсынылған және оны жұмыс тәртібі сипатталған.*

**Тірек сөздер:** алюминий, гидротермалдық тотықтандыру, су, сутек, бемит, реактор, қондырғы, отын элементі.

*The review of scientific and technical, as well as patent literature on various methods of hydrogen formation during the interaction of hydrides and active metals with water was conducted. Prospects of continuous process of pure hydrogen generation by method of hydrothermal oxidation of cheap coarse industrial aluminum powder of ASD type was justified. Mass aluminum oxidation rate correlations have been calculated for powders ASD-1, ASD-4, ASD-6. Results obtained have been confirmed at model reactor experimentally. According to the system warmup time data analysis report under preset parameters: powder Al rate, water-aluminum ratio, degree of its oxidation – the optimal volumes of reactors for above mentioned powders were identified. Method of continuous process of hydrogen generation with high coefficient of aluminum oxidation was developed. Test results on pilot facility have confirmed main designed parameters of the process: temperature conditions, virtually 100 % oxidation degree for all tested powders, mass output of hydrogen, steam and boehmite. The concept scheme of getting steam-hydrogen mixture generation unit was suggested and its work procedure was described.*

**Keywords:** aluminum, hydrothermal oxidation, water, hydrogen, boehmite, reactor, production unit, fuel cell.

### Введение

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений энергетики считается водородное [1]. Преимущество водорода заключается в возможности прямого преобразования энергии окисления водорода в электрическую энергию с высоким коэффициентом полезного действия. Но использование водорода сопряжено с рядом проблем, связанных с его эксплуатационными свойствами. Например, поскольку водород имеет чрезвычайно низкую ( $\sim 0,09$  кг/м<sup>3</sup>) плотность при нормальном давлении, желательно его получать на месте использования. Одним из направлений, в котором наиболее широко ведутся исследования по применению водородной энергетики, – это транспорт, в частности, автомобилестроение с использованием топливных элементов (ТЭ). Работы по применению водорода на транспорте, в энергетике и в военном кораблестроении активно ведутся в США, Германии, Израиле [2,3].

Промышленные способы получения водорода имеют ряд недостатков. Они либо сопровождаются большим количеством выбросов вредных веществ, в том числе диоксида углерода (конверсия углеводородов), либо требуют наличия электроэнергии (электролиз воды).

Поэтому все большее внимание привлекают автономные энергоустановки, в особенности в местах отсутствия централизованного энергоснабжения [4]. Автономные энергоустановки могут быть созданы на основе высокоэффективных топливных элементов (ТЭ), использующих для своей работы водород, получаемый в процессе гидротермального взаимодействия порошков алюминия с водой. При этом водород может также использоваться для других целей (например, в автотранспорте), а твердые продукты реакции (гидроксид алюминия) возвращаться в технологический цикл восстановления алюминия (или использоваться в качестве ценного сырья в химической промышленности). Алюминий при этом является лишь посредником в передаче электроэнергии, затраченной при его производстве, а получаемое при окислении алюминия тепло является дополнительным энергоресурсом. Таким образом, так называемая алюмоводородная

энергетика [5] является, по существу, новым видом возобновляемых источников энергии и может быть направлена на решение задач таких технологических платформ, как например:

- малая распределенная энергетика;
- экологически чистая энергетика;
- возобновляемые источники энергии.

### **Краткий анализ методов гидротермального окисления порошков алюминия**

Анализ исследований методов гидротермального окисления порошков алюминия различными авторами показывает, что работы проводились в основном на экспериментальных реакторах одноразового (циклического) действия с предварительной загрузкой всей массы реагентов в реактор. Например, первые работы по получению водорода из смеси твердых продуктов с водой проводились еще в 30-е годы [6]. Водород использовали в авиации (для наполнения водородом дирижаблей, аэростатов, воздушных метеорологических шаров и др.).

Известно, что в процессе взаимодействия алюминия с водой получается плохо растворимая гидроокись, которая покрывает металл защитной пленкой, препятствующей проникновению в алюминий водородных ионов. Добиться разрушения этой пленки с целью ускорения процесса окисления алюминия можно различными методами:

- присутствием в качестве каталитических добавок солей галлия или серебра;
- использованием растворителей, например, водного раствора едкого натра;
- повышением температуры воды.

Использование первого метода потребует усложнения и удорожания технологии и приведет к токсичности продуктов реакции.

Широко известны методы получения водорода при взаимодействии алюминия с водным раствором едкого натра. Использование щелочи повышает опасность работы и снижает возможность использования твердых продуктов реакции.

Наибольший интерес представляет изучение процесса окисления порошков алюминия жидкой водой, которым посвящено значительное количество исследований. В большинстве этих работ подчеркивается наличие обязательного условия для окисления алюминия: поддержание давления на уровне, обеспечивающем нахождение воды в жидкой фазе [7,8]. Для повышения степени окисления алюминия рекомендуется вводить в смесь катализатор в количестве 0,05 – 1,0 мас.%. В качестве катализатора предлагается использовать металлы из группы олово, свинец, германий, железо, ртуть.

В ряде работ приведены результаты исследования связи между структурой оксида алюминия и температурой процесса окисления.

При 210–240 °С на поверхности алюминия образуется кристаллический  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

При  $T > 240$  °С  $\text{Al}(\text{OH})_3$  дегидратируется до  $\text{AlOОН}$ . Структуры этих двух гидроокисных модификаций на поверхности алюминия, по-видимому, кристаллические и соответствуют гидрагиллиту и бемиту. Содержание  $\text{ОН}$  в оксидах монотонно убывает с ростом температуры, в то время как кристалличность равномерно возрастает до образования поликристаллического  $\gamma$ -  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при 500 °С [9].

Однако проблема термодинамической устойчивости различных фаз для системы  $\text{Al}_2\text{O}_3$ – $\text{H}_2\text{O}$  в настоящее время до конца не решена.

В последние годы большое внимание уделяется изучению взаимодействия высокодисперсных порошков алюминия с водой [10]. Одной из причин возросшего интереса к взаимодействию алюминиевых порошков с водой является потребность в создании

генератора водорода для обеспечения работы электрохимического генератора. В РНЦ «Прикладная химия» были проведены экспериментальные исследования процесса окисления водой порошков алюминия, выпускаемых отечественными предприятиями. Характеристика порошков алюминия дана в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства порошков (ТУ48-5-226-87)

№	Марка порошка	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Фракции, %				
				0–5 мкм	5–10 мкм	10–20 мкм	20–30 мкм	30–50 мкм
1.	АСД-1	1,114–1,2	0,14	4,4	9,3	20	21	47
2.	АСД-4	0,8–0,85	0,34–0,37	20	39	33	5	До 3
3.	АСД-6	0,7–0,73	0,52–0,54	25	65	10	0	0

Было установлено, что температура воды, при которой начинается заметная реакция окисления для СМП – алюминия, составляет 50–60 °С. С уменьшением дисперсности она повышается, период индукции увеличивается. Установлено, что одним из основных параметров, определяющих процесс окисления порошков алюминия, является степень дисперсности, характеризующаяся удельной поверхностью ( $S_{уд}$ ) и фракционным составом. Большая величина удельной поверхности обеспечивает высокую массовую скорость окисления алюминия и соответствующий выход водорода.

В результате проведенных нами исследований и анализа работ отечественных и зарубежных авторов стала возможной реализация технологии процесса непрерывного получения водорода при взаимодействии крупнодисперсных, выпускаемых промышленностью порошков алюминия, с чистой водой (т.н. гидротермальный или гидролизный метод получения водорода). Перспективы широкого применения данного метода для нужд энергетики служит основой развития алюмоводородной энергетики.

### Определение основных параметров реактора

Температура рабочего режима реактора принята равной 300 °С. Расход порошка алюминия 20 г/с, соотношение  $H_2O : Al = 8 : 1$ .

Реактор предварительно нагревается до температуры 300–330 °С. Время выхода реактора на стационарный тепловой режим определяется, в первую очередь, дисперсностью порошка алюминия, характеристикой которой является удельная поверхность  $S_{уд}$ .

Необходимое количество тепла для нагрева суспензии алюминия, подаваемой в реактор, до заданной температуры процесса поступает от стенок реактора, предварительно нагретых, и дополнительно за счёт реакции окисления Al водой.

Зависимость степени окисления Al от времени  $\varphi_{\Sigma}(\tau)$  была определена для каждой марки порошка алюминия теоретически, исходя из известного гранулометрического состава порошка алюминия (см. таблицу 1) и в предположении постоянства линейной скорости окисления  $V_{Al}$ .

Величина линейной скорости окисления алюминия от температуры для разных марок порошка алюминия была получена экспериментально в модельном реакторе ( $V = 230 \text{ см}^3$ ) и

подтверждена опытными данными при испытаниях реакторов объемом 3 л и 4 л. При температуре  $T_p = 300\text{ }^\circ\text{C}$  она равна 0,04 мкм/с для всех марок порошка Al.

Были рассчитаны зависимости массовой скорости окисления порошка алюминия для каждой марки и построены зависимости  $\varphi_i(\tau) = Al^*/[Al]$ , где  $Al^*$  - количество окисленного алюминия в секунду для порошков АСД-1, АСД-4 и АСД-6 (рисунок 1).

Зная эти зависимости, были рассчитаны зависимости общей степени окисления  $\varphi_\Sigma$  всего порошка алюминия, поданного в реактор за время  $\tau$  (рисунок 1).

Скорость и степень окисления алюминия определяются гранулометрическим составом порошка. Эта зависимость позволяет рассчитать приход тепла  $Q_+$  от окисления алюминия, поступающего в реактор.

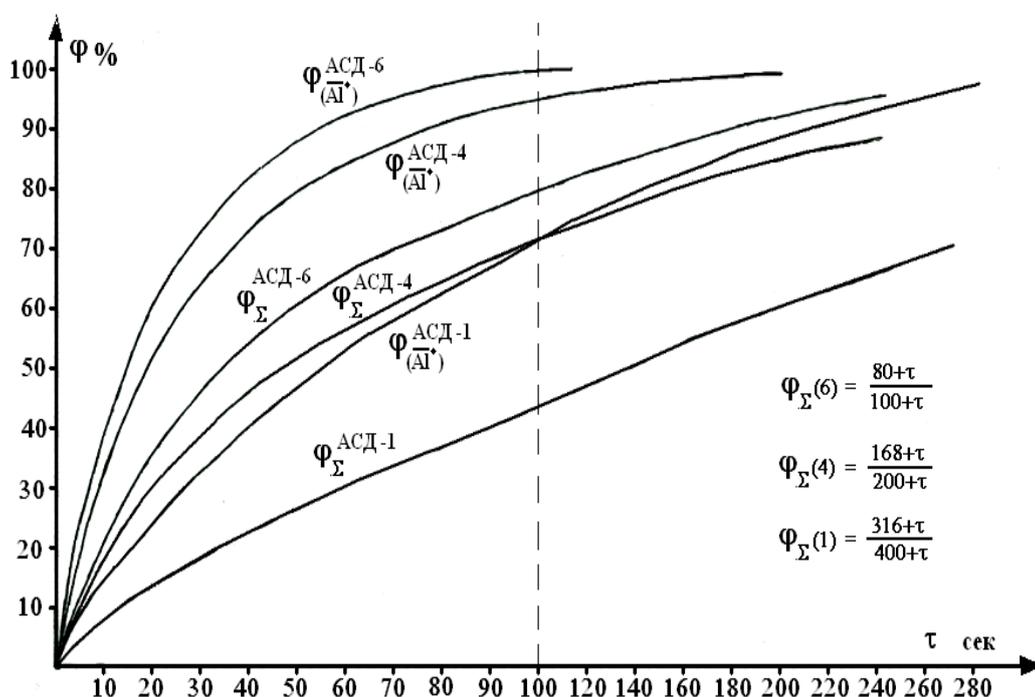


Рисунок 1 – Зависимость степени окисления порошков алюминия от времени протекания процесса в реакторе

Зависимость количества тепла  $Q_+$ , необходимого для прогрева суспензии, от времени имеет линейный характер и определяется выбранным соотношением  $H_2O: Al = \chi$ .

Результаты тепловых расчетов для реактора представлены на рисунке 2. Стационарный тепловой режим можно организовать после наступления теплового равновесия при  $Q_+ = Q_-$ . В соответствии с рисунком 2, чем меньше  $\chi$ , тем быстрее наступает тепловое равновесие. После достижения режима  $Q_+ = Q_-$  количество выделяющегося тепла при окислении алюминия превосходит затрачиваемое и его необходимо отводить из реактора (рисунок 2). Это делается путем перевода «излишнего» тепла в пар, который отводится из реактора совместно с водородом.

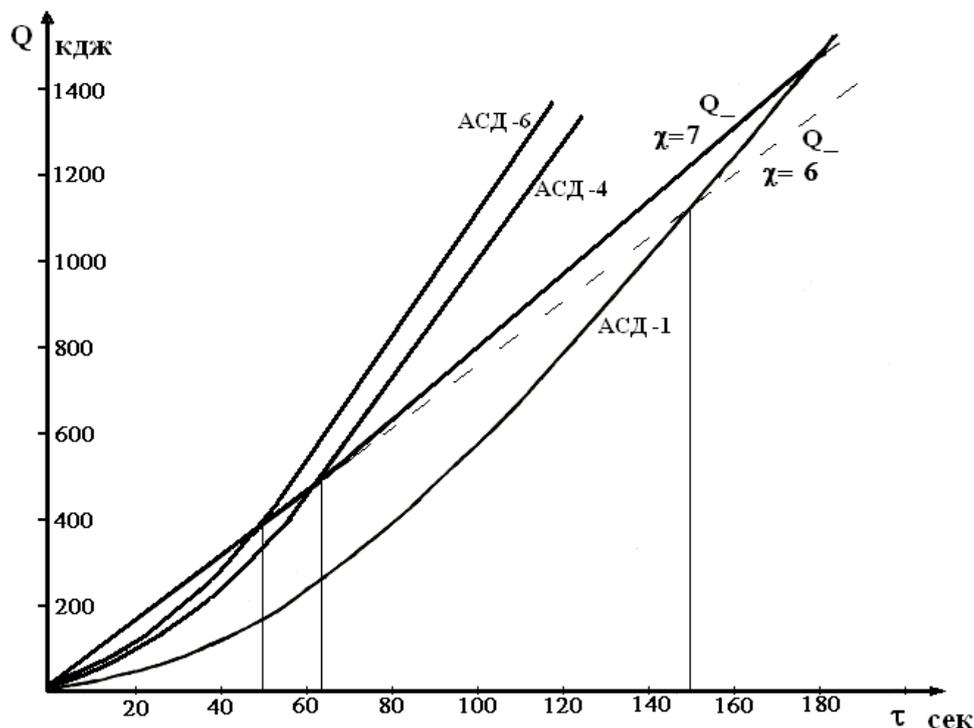


Рисунок 2 – Зависимость количества тепла  $Q$ , необходимого для прогрева суспензии, от времени процесса в реакторе

Дальнейший расчёт проводится по вышеприведённому алгоритму расчёта параметров: определяются количество отводимого водорода, пара, бемита с оставшейся жидкой фазой воды и давление в реакторе. Исходя из опытных данных по реологическим характеристикам суспензии порошка алюминия в воде, необходимая доля воды, обеспечивающая нормальное течение суспензии, составляет относительно алюминия  $\sim 0,7$  г на 1 г Al.

С учётом этого, соотношение  $H_2O: Al$  должно быть на стационарном режиме  $\approx 8$ , что соответствует оптимальной расчётной величине. Время, необходимое для достижения стационарного режима по выходу водорода, находится по графикам, приведённым на рисунке 1, и составляет:

АСД-6 – 100 сек, АСД-4 – 200 сек, АСД-1 – 400 сек.

Исходя из анализа данных по времени выхода на режим, принятых расходах алюминия и соотношения  $H_2O/Al$ , степени окисления алюминия, определяется необходимый объём реактора. Он должен составлять:

для порошка алюминия АСД-6 –  $V_{\min} = 0,9 [Al]$ ,  
 для АСД-4 –  $V_{\min} = 1,23 [Al]$ ,  
 для АСД-1 –  $V_{\min} = 3,46 [Al]$ ,

где  $[Al]$  – секундный расход алюминия в граммах.

Необходимый минимальный объём реактора для вышеуказанных марок порошка алюминия должен быть равен, соответственно: 18 л, 25 л и 69 л. Переход на крупнодисперсный порошок Al влечет за собой значительное увеличение объёма реактора.

Результаты испытаний пилотной установки получения водорода, работающей на порошках алюминия марки АСД-4 и АСД-6, подтверждают основные расчётные параметры: 100%-ную степень окисления алюминия, массовую долю водорода, пара, бемита.

### **Практическая реализация технологии гидротермального получения водорода**

Основной задачей создаваемой установки является разработка технологии непрерывного процесса получения водорода с использованием в качестве сырья промышленных крупнодисперсных порошков алюминия и воды (дистиллированной или технической очищенной).

Для разработки указанной технологии потребовалось решение следующих задач:

- создание реактора для достаточно быстрого и эффективного протекания процесса окисления промышленных порошков алюминия с водой;
- организация непрерывной подачи в реактор под высоким давлением смеси порошка алюминия с водой;
- организация процесса смешения в реакторе поступающих реагентов;
- получение высокой полноты окисления крупнодисперсного порошка алюминия с водой;
- разделение и отвод из реактора пароводородной смеси и гидроксидов алюминия;
- конденсация пара, разделение и отвод воды и водорода;
- включение оборотной воды в технологический цикл;
- очистка и накопление водорода;
- накопление гидроксида алюминия с целью включения его в дальнейшем в технологический цикл получения алюминия или переработка в ценное химическое сырьё – бемит;
- автоматизация указанного технологического процесса.

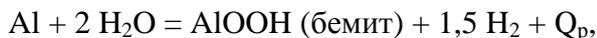
### **Подход к решению поставленных задач**

Решение поставленных задач реализуется при следующем подходе [11,12]:

- выбор оптимальных условий химической реакции и расчет требуемого соотношения расходов порошка и воды;
- разработка технологической схемы и конструкции реактора и других узлов установки;
- разработка экспериментальной стендовой установки, оснащение ее контрольно-измерительными приборами, системой управления и регистрации получаемых результатов;
- выбор марки промышленного порошка алюминия;
- проведение исследований на модельном реакторе и других экспериментальных узлах установки;
- анализ полученных данных и разработка технологической схемы установки получения водорода, производительностью: по водороду до  $100 \text{ нм}^3/\text{ч}$  и по водяному пару - до  $389 \text{ кг}/\text{ч}$  (при  $T=300^\circ\text{C}$ ,  $P=11-12 \text{ МПа}$ );
- исследования и уточнение пожаро-взрывоопасных характеристик, применяемых порошков алюминия;
- разработка схемных решений по разработке энергетических установок на основе установки получения водорода для их возможного использования на автотранспорте, в автономных энергетических установках, водном транспорте и др.

Принципиальная схема опытной установки получения пароводородной смеси, описана в [13]. Производительность установки:  $100 \text{ нм}^3/\text{час}$  водорода и  $380 \text{ кг}/\text{час}$  пара. В качестве сырья используется промышленный крупнодисперсный порошок алюминия марки АСД-1.

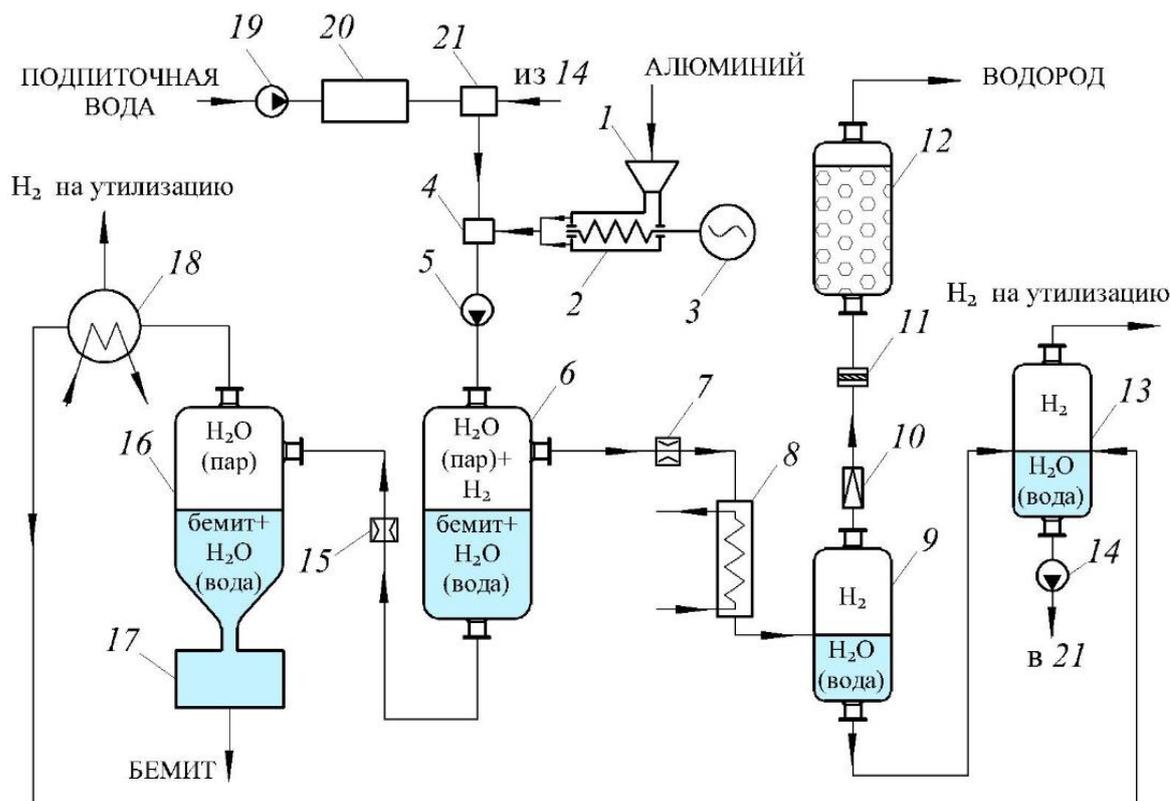
В основу гидротермального метода получения водорода положена химическая реакция окисления порошков алюминия:



где  $Q_p = 413,3$  МДж/кмоль ( $15,3$  МДж/кг в пересчете на алюминий) – тепловой эффект реакции.

### Порядок работы установки

Схема опытной установки представлена на рисунке 3. Особенностью технологического процесса гидротермального окисления порошка алюминия, в предлагаемой установке является его непрерывность работы, обусловленная как непрерывным поступлением реагентов в реакторы и непрерывной выработкой пароводородной смеси, так и достаточной текучестью суспензии, содержащей порошок бемита.



1 – бункер; 2 – шнек; 3 – электрический двигатель; 4 – смеситель; 5 – питательный насос высокого давления; 6 – реактор; 7 – дроссель; 8 – теплообменник; 9 – сепаратор; 10 – редукционный клапан; 11 – фильтр; 12 – осушитель водорода; 13 – сборник воды; 14 – насос низкого давления; 15 – дроссель; 16 – циклон-сепаратор; 17 – сборник бемита; 18 – конденсатор; 19 – насос подпитки; 20 – система водоподготовки; 21 – питательная емкость

Рисунок 3 – Схема опытной установки

В смеситель (4) подаются: вода из емкости (21) и порошок алюминия с помощью шнека (2) из бункера(1). С помощью насоса высокого давления (5) смесь подается в реактор (6) посредством распылительной форсунки. Получаемая пароводородная смесь из реактора (6) через дроссельный регулятор (7), поддерживающий заданное давление 6 МПа при расходе смеси  $G_{см}$ , направляется в теплообменник-конденсатор (8) и далее – в сепаратор (9), где водород отделяется от воды при температуре 70 – 80 °С. Выделившийся водород, пройдя через редуктор(10), поддерживающий необходимую производительность, фильтр (11), улавливающий остаточный высокодисперсный порошок бемита, и осушитель (12), поступает непосредственно потребителю (или заправляется в хранилище). Вода из сепаратора (9) направляется в сборник конденсата (13), в котором из нее выделяется остаточный растворенный водород, поступающий затем на утилизацию.

Суспензия бемита через дроссельный клапан (15), в котором ее давление снижается до атмосферного, направляется в циклон-сепаратор (16), где большая часть воды испаряется и в виде насыщенного пара уходит в конденсатор (18), а бемит – через сборник (17), выводится из установки. Значение циклона-сепаратора состоит еще и в том, что в нем происходит завершение процесса окисления частиц алюминия (по существу он дополняет основной реактор (16), повышая эффективность установки). В конденсаторе (18), так же, как и в сборнике конденсата (13), происходит выделение остаточного водорода. Дополнительно вода (подпиточная), пройдя систему водоподготовки (20), поступает в емкость (21) и затем, вместе с собранным конденсатом из (13), и направляется в смеситель (4).

Эффективность реактора оценивалась эксергетическим методом, который: во-первых, исходит из конкретной оценки максимально полезной работы – как разности потенциалов Гиббса; во-вторых, позволяет реально оценить составляющие потерь работоспособности веществ, участвующих в процессе.

В таблице 2 приведены экспериментально подтвержденные расчетные характеристики реактора.

Таблица 2 – Характеристики реактора

Вещество	Алюминий	Вода	Водород	Водяной пар	Бемит	Итого
Расход при входе в реактор, кг/ч	72,0	586	–	–	–	658,0
Расход при выходе из реактора, кг/ч	–	112	8	378,0	160,0	658,0
Эксергия при входе в реактор, МВт	0,658	0,058	–	–	–	0,716
Эксергия при выходе из реактора, МВт	–	0,018	0,268	0,184	0,078	0,548
Доля в потоке эксергии при выходе, %	–	3,5	53,0	28,2	15,3	100,0

Эксергетический к.п.д. реактора определяется, как отношение суммарной термической эксергии продуктов реакции к суммарной термической эксергии компонентов, вступающих в реакцию:

$$\eta_e = \Sigma E_j / \Sigma I$$

Согласно опытным данным  $\eta_e \cong 0,8$ ; без учета термической эксергии бемита  $\eta_e^* \cong 0,68$ .

В топливном элементе должен расходоваться главным образом поток химической эксергии водорода. Эта величина (0,259МВт, таблица 2) составляет 57,3 % от потока термической эксергии пароводородной смеси, выходящей из реактора (0,184 + 0,268 = 0,452 МВт), который может быть преобразован в электрическую мощность. Следовательно, в энергетической установке, использующей в топливных элементах только водород, не реализуется почти половина потока термической эксергии пароводородной смеси. Поэтому эффективную энергоустановку, работающую на продуктах гидротермального окисления алюминия при температуре 350 °С, следует создавать либо как комбинированную, включающую в себя кроме топливных элементов еще и паровую турбину, либо полученное тепло утилизировать в системе теплоснабжения потенциального потребителя. По расчетам суммарный электрический КПД комбинированной энергоустановки может достигать 80–85 %.

Полученные результаты были доложены на международных форумах и конференциях [14,15].

### Выводы

Полученные данные свидетельствуют о правильности выбранных решений и возможности реализации гидротермального метода получения водорода при использовании крупнодисперсных порошков алюминия в промышленных масштабах.

### Литература:

1. Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике. – М.:ИЭС, 2007. – 398 с.
2. Garland N., Marcinkoski J. Fuel Cell System Cost. DOE Hydrogen Program Record, October 31, 2008. – [https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/8019\\_fuel\\_cell\\_system\\_cost.pdf](https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/8019_fuel_cell_system_cost.pdf).
3. White paper: Clean hydrogen generation by aluminum-water reaction for scaling the capacity of renewable energy-storage, Alchemy Research, September 2012, <https://ru-ru.facebook.com/alchemyresearch>.
4. Дмитриев А.Л. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в северных и удаленных районах России. // Альтернативная энергетика и экология. – 2008. – Т.12. – С. 144–147.
5. Шейдлин А.Е., Жук А.З. Концепция алюмоводородной среды // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 6 (L). – С. 105–108.
6. Когут И.Л. Газовое дело в дирижаблестроении. – М.: Редакционно-издательский отдел Аэрофлота, 1938. – 328 с.
7. Cuomo J.J., Woodall J.A. Способ получения водорода и тепла. EP 055330, кл. COIB 3/08, IBM Corp., 23.09.1981/07.01.1988.
8. Nagira K. Способ получения водорода и тепла. EP 248960, кл. COIB 3/08, OsakaFujiKogyoLtd., 02.09.1986/16.12.1987.

9. Souza Santos P., Souza Santos H., Toledo S.P. Standart Transition Aluminus Electron Microscopy Studies // Materials Research. –2000 – Vol.3 (4). – P.104–114.
10. Иванов В.Г., Сафронов М.Н., Гаврилюк О.В. Макрокинетика окисления ультрадисперсного алюминия в жидкой фазе // Физика горения и взрыва. – 2001. – Т. 2 (37). – С. 57–62.
11. Иконников В.К., Дмитриев А.Л. и др. Способ получения гидроксидов или оксидов алюминия и водорода. Патент РФ №2223221, опубл.10.02.04.
12. Иконников В.К., Дмитриев А.Л. и др. Энергетическая установка подводной лодки. Патент РФ № 2236984, опубл.27.09.04.
13. Дмитриев А.Л., Иконников В.К., Кириллов А.И. и др. Автономные комбинированные энергоустановки с топливными элементами, работающие на продуктах гидротермального окисления алюминия // Альтернативная энергетика и экология. – 2008. – Т.11. – С. 10–16.
14. Дмитриев А.Д., Иконников В.К., Румянцев В.И., Рыжкин В.Ю., Харченко С.С. Технология получения водорода и пароводородной смеси гидролизом порошков алюминия для автономных комбинированных установок // Материалы Международного Форума «Водородные технологии для развивающегося мира», Москва, 22-23 апреля, 2008. – С.30–31.
15. Дмитриев А.Д., Иконников В.К., Румянцев В.И., Рыжкин В.Ю. Технология получения водорода и пароводородной смеси при гидротермальном окислении порошков алюминия для автономных комбинированных энергоустановок // Труды III Международного симпозиума по водородной энергетике. Москва, 1-2 декабря, 2009. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – С.100–103.

*Поступила 10 сентября 2017 г.*

МРНТИ 81.93.29  
УДК 004.94.056.53

## ОПРИМЕНЕНИИ ТИПИЗИРОВАННОГО АТРИБУТНОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Калимолдаев М.Н.<sup>1</sup>, Бияшев Р.Г.<sup>1</sup>, Рог О.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,  
Алматы, Республика Казахстан  
e-mail: olga@ipic.kz

*В статье рассматривается состав и структура глобальных вычислительных сред, основу которых составляют распределенные вычислительные системы, представляемые пользователю в виде грид и облаков. В их узлах хранятся и обрабатываются большие объемы данных разнообразных форматов. Увеличение степени совместного использования ресурсов в разнородных вычислительных средах диктует необходимость организации безопасного доступа к разделяемым данным, обладающим множественными характеристиками.*

*Дано определение доменов администрирования как центров управления наборами политик разграничения доступа с возможностью адаптации к различным участкам разнородных вычислительных сред. Показана несостоятельность традиционных политик безопасности для защиты ресурсов гетерогенных вычислительных средах. Приведено описание типизированного атрибутного разграничения доступа (ТАРД), его моделей, а также систем, создаваемых на их основе. Данный метод позволяет учитывать многочисленные типизированные атрибуты субъектов и объектов в качестве критериев разграничения доступа, используя при этом простые схемы их вычисления.*

*Показана целесообразность применения систем разграничения доступа на основе ТАРД для управления наборами политик безопасности в доменах администрирования гетерогенных сетей, обеспечивающих безопасный доступ к ресурсам в силу учета всех локальных требований защиты доменов.*

**Ключевые слова:** защита информации, конфиденциальность, безопасность, глобальные вычислительные среды, грид, облачные вычисления, типизированное атрибутное разграничение доступа (ТАРД).

*Мақалада пайдаланушыларға торлар мен бұлт түрінде ұсынылған таратылған есептеу жүйелеріне негізделген жаһандық есептеу орталарының құрамы мен құрылымы сипатталған. Тораптарында түрлі форматтағы деректердің үлкен көлемі сақталады және өңделеді. Гетерогенді есептеу орталарында ресурстарды бөлісу деңгейін жоғарылату бірнеше сипаттамалармен ортақ деректерге қауіпсіз қол жеткізуді қажет етеді.*

*Басқару домендерін гетерогенді есептеу орталарының әртүрлі бөліктеріне бейімделу мүмкіндігімен қатынауды басқару саясаттары жиынтығы үшін басқару орталықтары ретінде анықтау. Дәстүрлі қауіпсіздік саясатының сәйкессіздігі әртүрлі есептеу орталарында ресурстарды қорғауға арналған. Типтелген атрибутқа қатынау делимитациясының сипаттамасы (ТАРД), оның үлгілері, сондай-ақ олардың негізінде жасалған жүйелер берілген. Бұл әдіс қарапайым есептеу схемаларын қолдана отырып, субъектілер мен нысандардың көптеген терілген атрибуттарын ескереді.*

*Доменді қорғауға арналған барлық жергілікті талаптарды ескере отырып ресурстарға қауіпсіз қолжетімділікті қамтамасыз ететін біртұтас желі әкімшіліктерінің домендеріндегі қауіпсіздік саясатының жиынтығын басқару үшін TARD негізінде кіруді басқару жүйелерін қолданудың орындылығы көрсетілді.*

**Тірек сөздер:** *ақпаратты қорғау, құпиялылық, қауіпсіздік, ғаламдық есептеу орталары, тор, бұлтты есептеулер, атрибутқа қатынауды делимитациялау.*

*This article describes the composition and structure of global computing environments, based on distributed computing systems, presented to the user in the form of grids and clouds. In their nodes, large amounts of data of various formats are stored and processed. Increase of the degree of resource sharing in heterogeneous computing environments dictates the need for secure access to shared data with multiple characteristics.*

*The definition of administration domains as control centers for sets of access control policies with the ability to adapt to different parts of mixed computing environments is given. The inconsistency of traditional security policies to protect resources in heterogeneous computing environments is shown. Description of the typed attribute-based access control (TARD), its models, and systems created on their basis is given. This method takes into account multiple typed attributes of subjects and objects as access control criteria, using simple schemes for their calculation.*

*The expediency is shown of using TARD-based access control systems for managing sets of security policies in administrative domains of the heterogeneous networks that provide secure access to the resources due to consideration of all local requirements for domain protection.*

**Keywords:** *information protection, confidentiality, security, global computing environments, grid, cloud computing, typed attribute-based access control.*

## Введение

Системы разграничения доступа находятся среди особо уязвимых компонент сетевой безопасности. Возможность компрометации конфиденциальности и безопасности ввиду неправильной настройки политик контроля доступа считается более вероятной, чем ошибка в криптографических протоколах. Эта проблема становится наиболее острой по мере роста сложности программного обеспечения для обработки больших данных в распределенных системах глобальных вычислительных сред, предназначенного для управления большими объемами конфиденциальной информации и ресурсов, образующих специализированные кластеры обработки больших данных. Рассматриваются глобальные вычислительные среды, разнородность компонент которых обуславливает необходимость разработки новых моделей разграничения доступа, могущих обеспечить достаточную защиту информации. Приводится описание типизированного атрибутного разграничения доступа, способного обеспечить многокритериальную защиту в гетерогенных распределенных вычислительных средах.

### 1. Структура и состав глобальных вычислительных сред

Возникновение глобальных и распределенных вычислений требует переосмысления старых подходов к решению задач защиты информации в процессе получения, хранения и обработки разнообразных данных больших объемов.

В результате развития новых технологий стало возможным создание систем, состоящих из множества компьютеров, соединенных высокоскоростной сетью и образующих распределенные системы, что отличает их от предшествующих им централизованных и однопроцессорных систем, состоявших из одного компьютера, периферии и удаленных терминалов. Глобальные сети организуют информационный обмен между миллионами

машин во всем мире, передавая большие массивы данных с машины на машину с огромной скоростью и образуя глобальные вычислительные среды [1].

Глобальные вычислительные среды воплощают сдвиг парадигмы хранения и обработки данных с помощью централизованных систем управления к распределенным системам, содержащим большое количество маломасштабных устройств, объединяемых аппаратными и программными средствами.

Появление такого подхода диктуется необходимостью децентрализации размещения данных, служб и алгоритмов их обработки. Быстродействие традиционных однопроцессорных систем имеет свои пределы. Различные архитектуры (такие как суперскалярная архитектура, матричные и векторные процессоры, однокристалльные многопроцессорные системы) увеличивают производительность вычислительных систем за счет различных механизмов параллельного исполнения команд, повышая ее при этом максимум в десятки раз по сравнению с классическими последовательными решениями. Для получения роста производительности в сотни и тысячи раз, необходимо объединять многие процессоры и хранилища данных, обеспечивая при этом их эффективное взаимодействие [2].

«Как вы будете отслеживать телефонные номера и адреса 50 миллионов человек? Предположим, что каждая запись укладывается в 50 символов. Необходимой емкостью обладает один 2,5-гигабайтный диск. Но и в этом случае наличие единой базы данных вызовет перегрузку входящих и исходящих линий связи. Как работал бы Интернет, если бы служба доменных имен (DNS) была бы реализована в виде одной таблицы? DNS обрабатывает информацию с миллионов компьютеров во всем мире и предоставляет службу, необходимую для определения местоположения web-серверов. Если бы каждый запрос на интерпретацию URL передавался бы на этот единственный DNS-сервер, воспользоваться Web не смог бы никто» [1].

Основными компонентами распределенных систем являются следующие.

С аппаратной точки зрения распределенная система представляет собой совокупность взаимосвязанных автономных компьютеров или процессоров. С точки зрения программного обеспечения – это множество независимых процессов, исполняемых программными компонентами распределенной системы, и взаимодействующих посредством передачи сообщений для обмена данными и координации своих действий.

Компьютеры, процессоры или процессы являются узлами распределенной системы. Программные системы, представленные совокупностями взаимодействующих процессов, выполняемых на одном и том же вычислительном устройстве, также считаются узлами распределенных систем. При этом каналы взаимодействия, осуществляющие передачу сообщений между процессами, реализуются с помощью разделяемой памяти вместо сети связи.

Распределенная вычислительная система представляет собой набор соединенных каналами связи независимых компьютеров, которые с точки зрения пользователя некоторого программного обеспечения выглядят единым целым. При этом фиксируются два основных момента – автономность узлов РВС и представление системы пользователем, как единой структуры.

Для поддержки разнородных компьютеров и различных способов связи между ними используется так называемое программное обеспечение промежуточного уровня, реализующее функционал распределенной системы. Этот логический уровень обеспечивает абстрагирование приложений от базовых платформ, скрывая их неоднородность от

пользователей и приложений, а также предоставляет подходящие модели программирования разработчикам [2, 3].

Такое устройство распределенных систем обеспечивает выполнение их основной задачи – предоставление пользователям разделяемого доступа к удаленным ресурсам совместного пользования. К ресурсам, некоторые из которых могут быть виртуальными, относятся файлы, базы данных, устройства хранения, сети, веб-страницы, компьютеры, принтеры и т.д.

Средствами, объединяющими компоненты РС, служат различные виды сетей связи, в частности, интернет, который, благодаря надежному, доступному и повсеместному широкополосному доступу, является не только сетью, но и выполняет роль вычислительной платформы в виде связанного виртуального суперкомпьютера. Для обозначения этого тренда применяется много терминов, среди которых – Web 2.0, SoftwareasaService (SaaS), WebServices, облачные вычисления и грид.

Грид вычисления представляют собой сеть слабосвязанных гетерогенных компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи, работающими вместе для выполнения общих приложений для решения трудоемких задач, таких как математические расчеты, экономическое прогнозирование, сейсмоанализ, и т.п., требующих значительных вычислительных ресурсов.

Следующее поколение спецификаций, являющееся слиянием подходов к предоставлению вычислительных ресурсов в виде сервисов и грид-вычислений, привело к появлению концепции Облачных вычислений.

Облаком называется пул легко используемых и легкодоступных виртуализованных ресурсов (таких как аппаратные комплексы, сервисы и др.), которые могут динамически перераспределяться (масштабироваться) для подстройки под изменяющуюся нагрузку, обеспечивая оптимальное использование ресурсов.

В телекоммуникации «облаком» считается непредсказуемая часть любой сети, в которой располагаются данные и приложения, эксплуатируемые пользователями [4].

Феномен облачных вычислений *объединяет* несколько различных концепций информационных технологий и представляет собой новую парадигму предоставления информационных ресурсов (аппаратных и программных комплексов). Со стороны владельца вычислительных ресурсов облачные вычисления ориентированы на предоставление информационных ресурсов внешним пользователям. Со стороны пользователя, облачные вычисления – это получение информационных ресурсов в виде услуги у внешнего поставщика.

Ключевыми характеристиками облачных вычислений являются масштабируемость и виртуализация.

Масштабируемость представляет собой возможность динамической настройки информационных ресурсов к изменяющейся нагрузке, например к увеличению или уменьшению количества пользователей, изменению необходимой емкости хранилищ данных или вычислительной мощности.

Виртуализация позволяет унифицировать «сырые» вычислительные, коммуникационные ресурсы и хранилища информации в виде пула ресурсов и представить их пользователю в абстрагированном виде – как виртуализованные серверы, кластеры серверов, файловые системы и СУБД. При этом осуществляется интеграция аппаратных ресурсов, системного программного обеспечения и приложений, предоставляемых конечному пользователю, в виде сервисов.

Считается, что виртуализация является основным отличием облачных вычислений от грид. Она, посредством отделения логического уровня от физического, максимизирует вычислительную мощность, решая этим множество проблем грид вычислений. Предоставление в виде сервисов «сырых» вычислительных ресурсов и ресурсов хранения, составляет эволюцию данного подхода.

Распределенные вычислительные системы на сегодняшний день отходят от традиционных понятий высокопроизводительных распределенных вычислений в сторону развития виртуального сотрудничества и виртуальных организаций [3].

## **2. Защита данных в глобальных вычислительных средах**

Новые технологии породили огромные массивы данных наряду с возможностями их обработки. Многочисленные узлы распределенных вычислительных сред несут ответственность за сбор, хранение, обработку больших объемов данных разнообразных форматов – структурированных (реляционных), слабоструктурированных и неструктурированных, хранящихся в больших, быстро увеличивающихся файлах.

При этом системы обработки больших данных, обеспечивающие сбор, анализ и защиту больших объемов информации и ресурсов, которые организуются в специализированные кластеры, становятся все более сложными. Используемые ими сервисно-ориентированные методы предоставления доступа позволяют гибко использовать одни и те же вычислительные ресурсы различными потребителями.

По мере увеличения степени совместного использования ресурсов и накопления информации в бессхемных распределенных средах, в которых возможны произвольные объединение и агрегация данных из различных источников, где не исключается возможность попадания конфиденциальной информации в общие хранилища, возникает необходимость обеспечения безопасного хранения и организации совместного доступа к данным. Для решения этих проблем большинство существующих методов не пригодны.

Наиболее мощным и фундаментальным способом для смягчения риска в любом приложении является разграничение доступа. Традиционные подходы к его реализации на основе дискреционной (DAC – DiscretionaryAccessControl), мандатной (MAC – MandatoryAccessControl) и ролевой (RBAC – Role-basedAccessControl) политик, такие как списки контроля доступа (ACL – AccessControlList) и списки возможностей (Capabilities), становятся сложными и неуправляемыми в области больших данных гетерогенных сред из-за различной степени детализации и масштабов данных в приложениях. Они обеспечивают разграничение доступа по одному критерию, будучи к тому же привязанными к определенным системам, что приводит к утечке привилегий и снижает уровень безопасности.

Интересно, что, несмотря на необходимость решения проблем безопасности больших данных, исследования, проводимые в этой области, минимальны. Отмечается также, что в настоящее время не существует единой методологии обеспечения безопасности, которая послужила бы основой разработки и внедрения систем управления безопасностью больших данных [5, 6, 7].

Авторами ведутся исследования по созданию моделей типизированного атрибутного разграничения доступа (ТАРД) и основанных на них систем. Данные модели позволяют одновременно учитывать многочисленные атрибуты субъектов и объектов, используя их как критерии разграничения доступа [8, 9, 10].

ТАРД, наряду с гибкостью формулирования политик безопасности, допускает групповую обработку атрибутов, упрощает и ускоряет вычисления, облегчает процесс администрирования систем.

Построена модель ТАРД, в которой доступ субъекта к объекту предоставляется в результате вычисления значений их однотипных атрибутов. Модель служит основой для построения систем, в которых возможно одновременное применение различных политик безопасности, объединяемых единообразной обработкой типизированных атрибутов разграничения доступа, а также дает возможность управления процессом построения и функционирования этих систем.

Перечисленные особенности позволяют использовать системы типизированного атрибутного разграничения доступа в качестве центров управления политиками безопасности в глобальных вычислительных средах.

На основе центров управления политиками безопасности, рассматриваемых в качестве виртуальных организаций, могут создаваться домены администрирования, поддающиеся локализации и обеспечивающие в силу этого полную защиту информации на контролируемых ими участках гетерогенных вычислительных сред.

Была разработана концепция и сформулированы принципы типизированного атрибутного разграничения доступа привилегированных субъектов к защищаемым объектам на основе оценки их типизированных атрибутов безопасности.

Создана многоуровневая модель ТАРД. На мета-уровне она представляет собой абстрактный тип Т атрибутов, выполняющий роль фреймворка для конструирования конкретных моделей разграничения доступа объектного уровня.

Одновременное использование полученных моделей в рамках одной системы обеспечивает разграничение доступа по ряду критериев.

Был разработан язык описания модели Т. Программная система для реализации модели типизированного атрибутного разграничения доступа (СТАРД) определяется как программа P(T) на этом языке.

Программная система P(T), основанная на определенном типе атрибутов Т, производит разграничение доступа по одному критерию, задаваемому этим типом.

Программная система P(T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ..., T<sub>к</sub>) , содержащая К независимых типов T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ..., T<sub>к</sub>, обеспечивает многокритериальное разграничение доступа.

Архитектура СТАРД показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Архитектура системы типизированного атрибутного разграничения доступа

Система содержит модуль настройки и модуль выполнения, названия которых отражают стадии функционирования системы.

Модуль настройки осуществляет конфигурирование системы путем задания администратором ряда политик безопасности  $T_k, k=\overline{1, K}$ , которые, учитывая специфические требования к защите информации, обеспечивают безопасный доступ к ресурсам данного домена.

В процессе функционирования модуля выполнения администратор присваивает пользователям и информационным объектам их атрибуты безопасности в рамках определенных для системы типов  $T_k$ , путем вычисления значений которых система принимает решения о возможности доступа субъектов к объектам.

### Заключение

Приводится описание моделей и систем типизированного атрибутного разграничения доступа для применения в качестве центров управления политиками безопасности в доменах администрирования, создаваемых в гетерогенных сетях глобальных вычислительных сред.

Показана их возможность организовать полную защиту ресурсов путем учета всех характеристик, могущих служить критериями при предоставлении защищенного доступа к совместно используемой информации.

### Литература:

1. Таненбаум Э., Ван-Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – Спб.: Питер, 2003. 877 с.
2. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления. – СПб: НИУИТМО, 2014. – 155 с.
3. Радченко Г.И. Распределенные вычислительные системы / Г.И. Радченко. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с.
4. Cavoukian A. Privacy in the clouds A White Paper on Privacy and digital identity: implications for the internet // Identity in the Information Society. – 2008. – Volume 1, Issue 1. – P. 89–108. doi:10.1007/s12394-008-0005-z
5. Krishnan R. Access Control and Privacy Policy Challenges in Big Data. // NSF (National Science Foundation) Workshop on Big Data Security and Privacy. Sept. 16–17, 2014. – P.2.
6. Hu V. C., Grance T., Ferraiolo D. F. and Kuhn D. R., "An Access Control scheme for Big Data processing // 10th IEEE International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing, Miami, FL, 2014, pp. 1–7. doi: 10.4108/icst.collaboratecom.2014.257649.
7. Abadi M., Burrows M., Lampson B., Plotkin G. A calculus for access control in distributed systems. // ACM Trans. Program. Lang. Syst.– 1993. – Vol. 15. – № 4., P. 706–734. doi:10.1145/155183.155225.
8. Бияшев Р.Г., Калимолдаев М.Н., Рог О.А. Моделирование семантики типизированного атрибутного разграничения доступа // Проблемы информатики. – 2017. – № 1. – С. 25–37.
9. Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Рог О.А. Применение логики для построения моделей разграничения доступа к информации // Доклады Национальной Академии Наук Республики Казахстан. – 2017. – №3. – С. 48–54.
10. Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Рог О.А. Основы архитектуры программных систем для осуществления типизированного атрибутного разграничения доступа // Современные проблемы информатики и вычислительных технологий: Мат. науч. конф. (29-30 июня 2017 г). – Алматы, 2017, – С. 88–95.

*Поступила 17 сентября 2017 г.*

МРНТИ 73.31.41

УДК 656.13

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРО-МЕХАНИЧЕСКИХ НОЖНИЦ С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Ли С.В.<sup>1</sup>, Нурғалиева М.Р.<sup>1</sup>, Мурзахметова У.А.<sup>1</sup>, Сипаков И.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахская автомобильно-дорожная академия им. Л.Б. Гончарова (КазАДИ),

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: lee.sergei@list.ru

*Поперечное сечение рабочего органа (РО) машины представляет собой плоскую треугольную фигуру. Точки этой фигуры при вращательном движении вокруг двух параллельных осей описывают кривые линии – гипоциклоиды с прямолинейными ветвями. Боковые образующие сечения перекатываются по этим ветвям, как по направляющим. Именно эта особенность движения РО (по взаимогогибающим кривым) используется в ручной машине. Машины для резки листовых материалов относятся к ручным строительным машинам (РМ), рабочий орган которых приводится в движение двигателем, а вспомогательное движение (подача) – оператором в ручную. Ручные машины (ножницы) для резки и раскроя листовых материалов могут быть использованы в строительстве, на малых ремонтно-механических предприятиях (СТО, мастерские), в условиях сельского хозяйства (мастерские по ремонту техники), на предприятиях бытового обслуживания населения, а также в личном и подсобных частных хозяйствах. В статье определены геометрические характеристики РО ручной машины с циклоидальным движением. Необходимо выбирать геометрические характеристики РО с точки зрения минимальных затрат энергии.*

**Ключевые слова:** машины строительного производства, производительность, циклоидальное движение, рабочий орган, основные параметры, взаимогогибающие кривые, гипотрохоида, сателлит.

*Машинаның жұмыс мүшесінің қимасы (ЖБ) жазық үшбұрышты фигура болып табылады. Фигураның екі параллель осі айналасындағы айналым қозғалысы кезіндегі нүктесі қисық нүктелерді береді – ол тұзусызықты тармақтармен гипоциклоидтар құрады. Қима жақтарын құраушылар осы тармақтармен бағыттаушылар ретінде сырғымалы түрде жүреді. ЖБ-нің осы қозғалысы (өзараиілген қисық бойынша) оператордың қолмен жұмыс жасау машиналарында қолданылады. Табақ материалдарды кесуге арналған машиналар қолмен жұмыс жасау құрылыс машиналарына жатады. Оның жұмыс бөлігі қозғалтқышты қозғалысқа келтіреді, ал қосымша қозғалыс (беріліс) қолмен оператордың көмегімен орындалады. Табақты материалдарды кесу және қию үшін қол машиналары (қайшылар) құрылыста, кіші механикалық жөндеу өнеркәсіптерінде (КЖО, мастерлік), ауыл шаруашылық жағдайында (техниканы жөндеу бойынша мастерлік), халыққа арналған тұтынушылық қызметкерлер өнеркәсібінде, сонымен қатар жеке және қосымша жеке шаруашылықтада қолдануға болады. Мақалада циклоидты қозғалысымен қол машинасының жұмыс бөлігінің геометриялық сипаттамалары анықталған. Энергияның минималды шығынымен ЖБ-ның геометриялық сипаттамаларын таңдау қажет.*

**Тірек сөздер:** құрылыс өндірісінің машиналары, өнімділігі, циклоидалды қозғалыс, жұмыс мүшесі, негізгі параметрлер, өзараиілген қисық, гипотрохоида, сателлит.

*The cross section of the working member (WM) of the machine is a flat triangular shape. The points of the figure with the rotational motion around two parallel axes describe curves - hypocycloid with rectilinear branches. Side roll forming section of these branches as guides. It is this feature of the Ro (on mutually envelopes) used in the manual machine. Machines for cutting sheet materials are hand-building machines (WM), a working body which is driven by the engine and the auxiliary movement (flow) - the operator manually. Manual machines (shears) for cutting and cutting of sheet materials can be used in construction, small mechanical-repair enterprises (service stations, workshops), in terms of agriculture (repair technique workshops) at the enterprises of consumer services, as well as personal and subsidiary private households. article defined geometric characteristics of the hand - WM cycloidal motion. It is necessary to choose the geometrical characteristics of WM in terms of minimum energy.*

**Keywords:** cars of construction production, productivity, cycloidal motion, working member, key parameters, mutually envelopes, hypotrochoid, satellite.

Направленность данных исследований и практических предложений касается улучшения эксплуатационных и экологических характеристик РМ для резки листовых материалов за счет циклоидального движения рабочего органа (РО) машины. Такая конструкция РО обеспечивает затягивание материала под режущую кромку ножа, исключает появление заусенцев на кромках среза материала, значительно снижает вес и габариты, снижает усилие и энергоёмкость процесса резания, обеспечивает раскрой слоистых и волокнистых материалов, выполняет прямой и фасонный рез по плоским и криволинейным поверхностям.

В ручной машине используются свойства взаимооггибаемых кривых (гипотрохоид). Гипотрохоида (рисунок 1, а) представляет собой плоскую кривую 1, которая описывается производящей точкой  $M$ , связанной жестко с производящим кругом 2, с радиусом  $r$ . Производящий круг 2 катится внутри и без скольжения по неподвижной направляющей окружности 3 с радиусом  $R$  [1].

Циклоидальное движение в машине обеспечивается с помощью планетарного механизма, состоящего из центрального зубчатого колеса (с радиусом  $R$ ) внутреннего зацепления и сателлита (с радиусом  $r$ ). Зубчатое колесо является направляющей окружностью, сателлит – производящей.

Производящий радиус  $a$  ( $a$  – расстояние от центра производящего круга до производящей точки), радиус направляющей окружности  $R$  и радиус производящего круга  $r$  определяют форму и количество ветвей гипотрохоиды. В том случае, когда радиусы  $R$  и  $r$  относятся как целые числа, отличающиеся на единицу, например  $R/r = (z + 1)/z = 3/2; 4/3; 5/4$  и т.д., где  $z$  – целое число, не равное единице, то каждая из соответствующих гипотрохоид образует плоскую фигуру, у которой  $z + 1$  конгруэнтных ветвей и столько же вершин (правильные треугольник, квадрат, пятиугольник и т.д.).

Уравнение гипотрохоиды в параметрической форме имеет вид [1]:

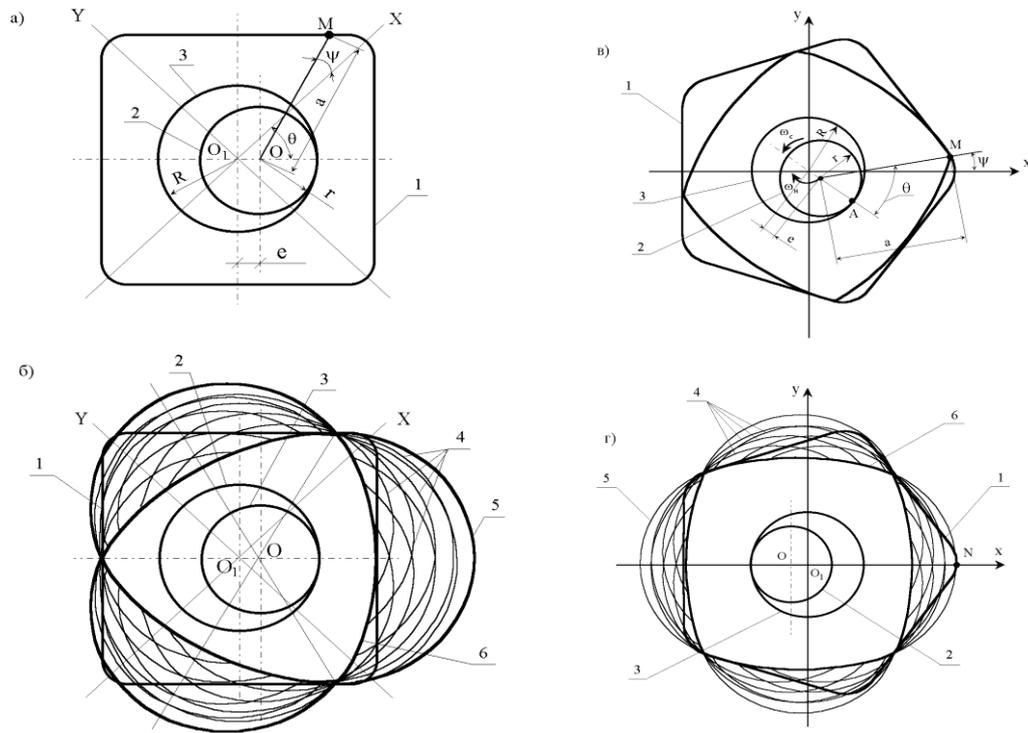
$$\left. \begin{aligned} x &= e \cdot \cos \theta + a \cdot \cos \psi \\ y &= -e \cdot \sin \theta + a \cdot \sin \psi \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где:  $e = OO_1 = (R - r)$  – эксцентриситет;

$\theta$  – угол поворота эксцентриситета  $OO_1$  вокруг центра  $O$ ;

$\psi$  – угол поворота производящего круга вокруг центра  $O_1$ ;

$a$  – производящий радиус.



а- гипотрохоида при  $z = 3$ ; б- внешняя и внутренняя огибающие при  $z = 3$ ;  
в- гипотрохоида при  $z = 4$ ; г- внешняя и внутренняя огибающие при  $z = 4$

Рисунок 1 – Образование трохоид

С учетом того, что

$$\frac{R}{r} = \frac{z+1}{z}; \quad e = R - r; \quad e = \frac{r}{z}; \quad \psi = -\frac{\theta}{z}. \quad (2)$$

Уравнение гипотрохоиды можно представить в виде:

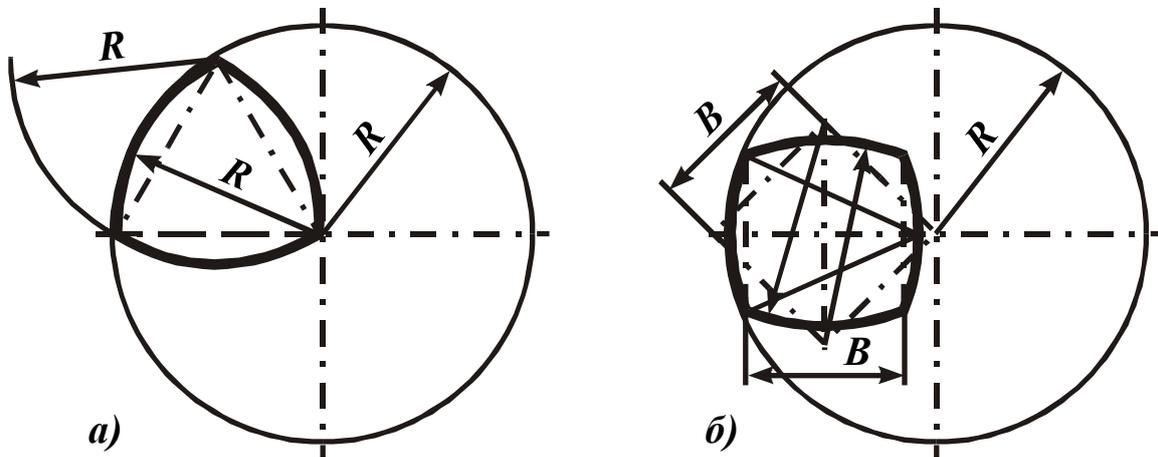
$$\left. \begin{aligned} x &= e \cdot \cos z\psi + a \cdot \cos \psi \\ y &= -e \cdot \sin z\psi + a \cdot \sin \psi \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

или

$$\left. \begin{aligned} x &= r \cdot (1/z \cdot \cos z\psi + c \cdot \cos \psi) \\ y &= r \cdot (-1/z \cdot \sin z\psi + c \cdot \sin \psi) \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $c = a/r$  – параметр формы гипотрохоиды.

Семейство кривых гипотрохонд 4, имеют внешнюю 5 и внутреннюю 6 огибающие. В том случае, когда построенная гипотрохонда жестко связана с направляющей окружностью и обкатывается вокруг производящего круга, то точки гипотрохонды опишут семейство кривых гипотрохонд (рисунок 2). Внешние и внутренние контуры огибающих кривых имеют по  $z$  ветвей и по  $z$  вершин, т.е. на единицу меньше, чем у самой гипотрохонды. В контур гипотрохонды вписывается контур внутренней огибающей, а контур внешней огибающей описывает контур самой гипотрохонды. Центр производящего круга является центром внутренней и внешней огибающей. Вершины контура внутренней огибающей при обкатывании производящего круга вместе со связанной с ним внутренней огибающей по направляющей окружности описывают исходную гипотрохонду, в этом случае ветви внутренней огибающей перекатываются с некоторым скольжением по контуру гипотрохонды. Наиболее оптимальными с точки зрения их использования в кинематических схемах ручных машин (из множества вариантов отношений радиусов  $R/r$ ) являются варианты отношений:  $R/r = 3/2; 4/3; 5/4; 6/5$  и т.д. [1,2].



а) с треугольным контуром; б) с квадратным контуром.

Рисунок 2 – Аппроксимация ветвей гипотрохонды дугами окружности

В зависимости от величины параметра формы гипотрохонды ( $c$ ) линии гипотрохонд, описываемые вершинами внутренних огибающих, близки по форме к правильному треугольнику (при  $R/r = 3/2$ ); квадрату ( $R/r = 4/3$ ); пятиугольнику ( $R/r = 5/4$ ); шестиугольнику ( $R/r = 6/5$ ) и т.д. с криволинейными или прямолинейными сторонами.

Выражение для определения радиуса кривизны гипотрохонды в любой точке есть функция  $\rho = f(a, z, e, \psi)$ :

$$\rho = \frac{[(x')^2 + (y')^2]^{3/2}}{\begin{vmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{vmatrix}} \quad (5)$$

Дифференцируя  $x$  и  $y$  в выражении (4) один и два раза, получим:

$$\left. \begin{aligned} x' &= -r(\sin z\psi + c \sin \psi) \\ y' &= r(-\cos z\psi + c \cos \psi) \end{aligned} \right\}; \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} x'' &= -r(z \cos z\psi + c \cos \psi) \\ y'' &= r(z \sin z\psi + c \sin \psi) \end{aligned} \right\}.$$

Подставляя полученные выражения в формулу (5) и делая соответствующие преобразования, найдем, что:

$$\rho = \frac{r[1 + c^2 - 2c \cos \psi (z + 1)]^{3/2}}{c^2 + c(z - 1) \cos \psi (z + 1) - z}. \quad (7)$$

Тогда кривизна гипотрохидаы:

$$k = \frac{1}{\rho} = \frac{c^2 + c(z - 1) \cos \psi (z + 1) - z}{r[1 + c^2 - 2c \cos \psi (z + 1)]^{3/2}}. \quad (8)$$

Для определения значения параметра формы гипотрохидаы  $c$ , когда ветви гипотрохидаы имеют прямолинейные участки при заданном значении  $z$ , приравниваем к нулю кривизну гипотрохидаы:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\begin{vmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{vmatrix}}{[(x')^2 + (y')^2]^{3/2}} = 0, \quad (9)$$

или

$$\begin{vmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{vmatrix} = 0 \quad (10)$$

Тогда, используя в формулу (8), имеем:

$$c^2 + c(z - 1) \cos \psi (z + 1) - z = 0. \quad (11)$$

При значении угла  $\psi = \pi / (z + 1)$  кривизна в середине ветви гипотрохидаы равна нулю, что представляет наибольший интерес для определения значения параметра формы  $c$ . При  $z = 3$ ,  $\psi = 450$ ; при  $z = 4$ ,  $\psi = 360$ ; при  $z = 5$ ,  $\psi = 300$  и т.д. Подставляя значение  $\psi = \pi / (z + 1)$  в квадратное уравнение (11) и решая его относительно  $c$ , получим при любом значении  $z$ :

$$c = z. \quad (12)$$

Так как  $a = c \cdot r$ , а  $r = z \cdot e$ , то

$$a = z^2 \cdot e. \quad (13)$$

Ветви гипотрохоиды в своей средней части при  $c = z$  и  $a = z^2 \cdot e$  имеют прямолинейные участки.

Ветви гипотрохоиды имеют прямолинейные участки в интервале изменения  $c$ :  $z - 1 \leq c \leq z$  (см. формулу 8). При значении  $c$  больше чем  $z$ , ветви гипотрохоиды становятся выпуклыми, а при  $c$  меньше чем  $z - 1$  – вогнутыми.

Равносторонний треугольник с выпуклыми сторонами (внутренняя огибающая гипотрохоиды) вписывается в контур гипотрохоиды, состоящей из четырех ветвей (квадрат) при  $z = 3$  и  $c = 3$  (см. рисунок 1,б). Квадрат с выпуклыми сторонами (внутренняя огибающая гипотрохоиды) вписывается в контур гипотрохоиды, состоящей из пяти ветвей (правильный пятиугольник) при  $z = 4$  и  $c = 4$  (см. рисунок 1,г).

Внутренняя огибающая семейства гипотрохонид представляет собой сложную кривую, а рабочий орган ручной машины изготовить по этой кривой трудно. В работе [1] предлагается аппроксимировать ветви внутренней огибающей дугами окружностей. Для рабочего органа ручной машины с треугольным профилем ножа боковые образующие сечения (ветви внутренней огибающей) практически совпадают с дугами окружностей с центрами в вершинах равностороннего треугольника противоположных ветвям (рисунок 2,а). Для рабочего органа ручной машины с квадратным профилем боковые образующие сечения описываются дугами окружностей, центры которых совпадают с концами диагоналей, повернутых на  $45^\circ$  (рисунок 2,б).

Размеры поперечного сечения рабочего органа ручной машины в три-четыре раза меньше по сравнению с размерами поперечного сечения цилиндрического режущего диска (рисунок 2). При известной форме поперечного сечения рабочего органа ручной машины можно определить основные параметры планетарного механизма и рабочего органа машины через величину эксцентриситета  $e$ .

На стадии проектирования, используя полученные формулы, можно определить геометрические характеристики рабочих органов ручных машин с циклоидальным движением.

### Выводы

1. Контур рабочего органа ручной машины выполнен по гипотрохоиде, что позволяет использовать существенное преимущество взаимоогibaющих кривых гипотрохонид перед другими кривыми, с получением минимально возможной удельной энергоемкости рабочего процесса.

2. Поперечное сечение РО машины представляет собой плоскую многоугольную фигуру, точки которой описывают кривые линии – гипотрохоиды. В контур гипотрохоиды, состоящей из четырех ветвей (квадрат) при  $z = 3$  и  $c = 3$  вписывается равносторонний произвольно ориентирующийся в нем треугольник с выпуклыми сторонами (внутренняя огибающая).

Если РО машины выполнить таким образом, чтобы их сечения совпадали с контуром огибающей и расположить их рядом на раме с зазором так, чтобы сечение одного из них было зеркальным отображением сечения другого, то при вращении РО вокруг двух параллельных осей вершины каждого из сечений будут описывать одинаковые трохониды с

прямолинейными ветвями, а боковые образующие сечений будут перекашиваться с некоторым скольжением по этим ветвям как по направляющим. Именно эта особенность движения РО (ножей) использована в ручной машине для резки листовых материалов.

3. Основные параметры планетарного механизма и РО машины при известной форме поперечного сечения РО определяются через величину эксцентриситета  $e$ . Задавшись величиной  $e$  можно определить величину радиуса производящей окружности (спутника)  $r = ze$ ; величину радиуса направляющей окружности (центрального зубчатого колеса)  $R = e(z + 1)$ ; величину производящего радиуса  $a = cz = z^2e$ .

Таким образом, используя полученные выражения, можно определить на стадии проектирования геометрические характеристики РО машины с планетарным движением. Высокая эффективность РО с гипоциклическим движением поверхностей обеспечивает конкурентоспособность нового направления совершенствования ручных строительных машин.

4. Рабочий орган (нож) выполненный по взаимоггибаемой кривой может быть только выпуклым, что позволяет получить минимальные удельные энергозатраты рабочего процесса.

5. Определены геометрические характеристики РО машины с циклоидальным движением, их необходимо выбирать с точки зрения минимальных затрат энергии.

#### **Литература:**

1. Ли С.В. Проектирование и конструирование строительно-дорожных машин с планетарно-роторным движением рабочих органов // Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2004. – №4 (14). – С. 68–73.
2. Ли С.В. Совершенствование рабочих органов строительно-дорожных машин. Известия научно-технического общества «Кахак». – 2013. – №2. – С. 76–79.
3. Патент РК №31859. Ручные электроножницы. Оpubл. 28.02.2017г. Бюл. №4. Кабашев Р.А., Ли С.В., Рабат О.Ж.

*Поступила 5 сентября 2017 г.*

МРНТИ 06.81.12, 82.33.13, 06.03.15  
УДК 334.7.01, 338.984, 330.46

## ДОВЕРИЕ И СТРУКТУРА СЕМЬИ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ: К СИТУАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Сулейменов И.Э.<sup>1</sup>, Пак И.Т.<sup>2</sup>, Копишев Э.Е.<sup>3</sup>, Тасбулатова З.С.<sup>1</sup>, Нуртазин А.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы,  
Республика Казахстан,

<sup>3</sup>Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан

<sup>4</sup>Западно-казахстанский государственный медицинский университет,  
Актобе, Республика Казахстан  
e-mail: esenyuch@yandex.ru

*Вопрос о доверии и структуре семьи как экономического фактора рассмотрен с позиции теории сложных систем, активно развивающейся в последнее время. Определено понятие валентности семьи, что позволяет построить замкнутую математическую модель фазовых переходов в обществе. Показано, что при таких переходах скачкообразно меняется обобщенный уровень доверия в обществе, что приводит к существенным экономическим эффектам. Получены базовые уравнения, позволяющие описывать переходы такого рода в динамике. Установлено, что с точки зрения математических моделей современная казахстанская семья находится в области выраженной турбулентности. Показано, что в условиях имеющегося разброса мнений, существования противоречивых тенденций в области семейно-брачных отношений в Казахстане возникает уникальная возможность задать вектор трансформаций семейно-брачного уклада на строго научной основе. Это делает актуальным дальнейший анализ структуры и характера семейно-брачных отношений с точки зрения теории коммуникаций и сложных систем.*

**Ключевые слова:** семейно-брачные отношения, доверие, сложные системы, фазовые переходы, математическая модель, кризис семьи, неформальные институты

*Экономикалық фактор ретінде отбасының сенімділігі мен құрылымы туралы мәселе соңғы уақытта белсенді түрде дамып келе жатқан күрделі жүйелер теориясы тұрғысынан қарастырылады. Отбасылық валенттіліктің тұжырымдамасы анықталды, ол қоғамдағы фазалық ауысудың жабық математикалық моделін құруға мүмкіндік береді. Мұндай ауысулар кезінде қоғамға деген жалпы сенім деңгейі айтарлықтай өзгереді, бұл елеулі экономикалық әсерге әкеледі. Динамикада осы түрдің өтуін сипаттауға мүмкіндік беретін негізгі теңдеулер алынады. Математикалық модельдер тұрғысынан заманауи қазақстандық отбасы айқын турбуленттілік саласында тұр екендігі анықталды. Шашыраңқы ойлар жағдайында Қазақстандағы отбасылық-неке қатынастары саласындағы қайшылықты тенденциялардың болуы отбасылық-некеге тұру жүйесінің өзгеруінің қатаң ғылыми негізде векторын орнатудың бірегей мүмкіндігі бар. Бұл қарым-қатынас теориясының және күрделі жүйелердің тұрғысынан отбасылық-неке қатынастарының құрылымын және сипатын одан әрі талдауды маңызды етеді.*

**Тірек сөздер:** отбасылық-неке қатынастары, сенім, күрделі жүйелер, фазалық ауысу, математикалық үлгі, отбасылық дағдарыс, бейресми мекемелер.

*The question of the trust and family structure as an economic factor is considered from the position of the complex systems theory that has been actively developing recently. The concept of family valence has been defined, which makes it possible to construct a closed mathematical model of phase transitions in a society. It is shown that with such transitions the general level of trust in the society changes abruptly, which leads to significant economic effects. The basic equations describing transitions such dynamics was obtained. It is established that from the point of view of mathematical models the modern Kazakhstan family is in the area of pronounced turbulence. It is shown that in the conditions of the existing scatter of opinions, contradictory existence tendencies in the field of family-marriage relations in Kazakhstan, a unique opportunity arises to set the vector of transformations of the family-marriage system on a strictly scientific basis. This makes it important to further analyze the structure and nature of family-marriage relations from the point of view of the communications theory and complex systems.*

**Keywords:** *family-marriage relations, trust, complex systems, phase transitions, mathematical model, family crisis, informal institutions.*

### Введение

Доверие между членами общества обладает выраженным влиянием на эффективность функционирования различных институций (как формальных, так и неформальных), а, следовательно, на состояние экономики в целом. Этому тезису посвящена обширная литература [1–3], в которой видное место занимают работы Ф.Фукуямы [4,5] и утверждения такого рода уже не требуют развернутых доказательств.

Применительно к целям данной работы, в которой анализируется ситуация в Казахстане, стоит подчеркнуть только одно обстоятельство: высокий уровень доверия в обществе существенно снижает стоимость транзакций и наоборот, его снижение приводит к росту не прямых затрат. Это проявляется, в том числе, и на бытовом (точнее, микроэкономическом), и на макроэкономическом уровне. Так, по мере усиления негативных трендов в экономике практически во всех организациях, вплоть до самых мелких, значительно усиливаются службы безопасности, что требует увеличения непроизводительных расходов и т.д.

Отсутствие доверия, очевидно, приводит к существенному снижению эффективности функционирования и формальных, и неформальных институций, вплоть до разрушения последних [6]. Именно такая ситуация в настоящее время характерна для многих постсоветских государств; она сложилась в результате деструкции институций, присущих плановой экономике и еще далеко не полного становления институций, отвечающих рыночной экономике.

В особенности это относится к *неформальным* институциям, становление которых является инерционным процессом. (Следует подчеркнуть, что укрепление взаимного доверия между членами общества и становление соответствующих институций взаимно обуславливают друг друга; положения такого рода отчетливо прослеживаются еще в работах Вебера, посвященных протестантской этике [7].)

Сравнительно низкий уровень доверия между членами общества, сложившийся в переходный период в Казахстане, отчасти компенсируется существованием целого ряда развитых неформальных институций, основанных на кровнородственных связях (типичным примером является неформальная институция «кудалар», предполагающая тесную связь между родителями молодых людей, ступивших в брак). Такая компенсация проявляется, в частности в бытовом поведении граждан Казахстана: для решения конкретных житейских вопросов (например, при покупке автомобиля или иной дорогостоящей вещи) многих из них

предпочитают обращаться в агентства и торговые фирмы, в которых работают родственники или их близкие знакомые. Мотивацией здесь является своеобразная страховка, обеспечивающая добросовестное выполнение услуги или приобретение качественного товара. (При существовании в обществе развитых *неформальных* институций, связанных с репутационными факторами, необходимость в этом, естественно, отпадает.) Фактически в данном случае речь идет о снижении стоимости транзакций за счет использования кровнородственных связей.

В то же время материалы работ [8,9], основанные на данных государственной статистики, показывают, что институции, основанные на традиционных формах семейных и семейно-брачных отношений, в настоящее время в Казахстане постепенно разрушаются, или, во всяком случае, заметно трансформируются. Так, согласно сведениям Комитета по статистике Министерства национальной экономики, в 2014 году в республике вступили в брак 159 328, а расторгли 52 673 человек. В 2016 году в брак вступило заметно меньшее число пар (140 840), но число разводов остается примерно на том же уровне (51 775).

Трансформации семейно-брачного уклада вызывают озабоченность казахстанского общества, что все чаще находит отражение, в том числе, на страницах СМИ, где, в том числе, обсуждаются вопросы связанные с проблемой легализации многоженства, легализации нетрадиционных семей и т.д. Преимущественно высказываются мнения, пытающиеся обосновать необходимость сохранения институций, связанных с традициями. Сторонники такой точки зрения, как правило, апеллируют к эмоциям, религиозным верованиям и т.п.

Не будет большим преувеличением сказать, что вопросы такого рода для казахстанского общества являются достаточно болезненными и вызывают острую и неоднозначную реакцию. Следовательно, существует потребность в предельно беспристрастном анализе всего комплекса проблем, так или иначе связанных с семейно-брачными отношениями в Казахстане. Это выдвигает на первый план вопрос о связи характера семейно-брачных отношений с формированием формальных и неформальных институций (шире – с экономическими отношениями в целом). Указанная проблема весьма сложна, и ее придется решать поэтапно.

В данной работе предпринимается попытка установить связь между структурой отдельной семьи и показателями, отражающими степень доверия в обществе. Основой предлагаемых моделей является теория сложных систем, активно развивающаяся в последнее время [10–12].

### **Формулировка базовой модели**

Отталкиваясь от работ, выполненных в области изучения сетевых структур, будем рассматривать «семью» как элемент системы, обладающий переменной валентностью. (Под валентностью здесь и далее понимается способность элемента системы формировать связи с себе подобными.)

Формируемые семьей связи могут иметь различную природу (родственные, профессиональные, соседские и другие связи). В приемлемом приближении их можно классифицировать по критерию «доверия». Связи первого рода трактуются как доверительные в том смысле экономического поведения агентов (что отвечает низкой стоимости транзакций). Связи второго рода трактуются как не оказывающие влияния на экономическое поведение агентов в смысле вклада в снижение стоимости транзакций.

Примером связи первого рода, формируемой двумя семьями, является та, которая образуется за счет бракосочетания их детей. В казахской традиции (кудалар) эта связь

является весьма устойчивой и большинстве случаев обеспечивает взаимную поддержку, в том числе, на уровне экономического поведения. (Следует подчеркнуть, что термин «кудалар» имеет расширительную трактовку по сравнению с аналогами во многих других культурах.)

Как показывают цитированные выше работы, выполненные в области изучения сетевых структур, системы, элементы которых обладают достаточно большой валентностью, могут испытывать выраженный фазовый переход. А именно, существует два существенно отличающихся состояния (предполагается, что число связей, которые формируют элементы, может изменяться под воздействием тех или иных факторов). В первом из рассматриваемых состояний плотность связей между элементами является низкой, что условно можно поставить в соответствие газообразному агрегатному состоянию. Во втором из этих состояний элементы образуют динамическую решетку, которую условно можно поставить в соответствие твердому телу.

Применительно к целям данной работы, первое из рассматриваемых состояний может быть поставлено в соответствие обществу с низким уровнем доверия (и наоборот).

Следовательно, анализ переход от общества с низким уровнем доверия к высокому в рамках развиваемого подхода может быть проанализирован на основе модели, аналогичной использованным в работах [10–12]. В первом приближении *структура* семьи здесь рассматривается как фактор, влияющий на *валентность* отдельного элемента системы. Задачей исследования является изучение влияния валентности среднестатистической семьи на появление фазового перехода. Следует подчеркнуть, что наличие именно скачкообразного фазового перехода отчасти снимает вопрос о количественной мере столь плохо измеримой характеристики как доверие; поведение системы может быть истолковано в терминах двоичной логики.

Будем исходить из следующих предположений.

1. Каждый из элементов системы обладает конечной валентностью  $L$  (среднее число связей первого рода, формируемого семьей в данном обществе).

2. Вероятность образования новой связи между двумя элементами системы пропорциональна произведению числа свободных валентностей этих узлов  $(L-m)(L-n)$ , где  $m$  – число занятых валентностей первого узла,  $n$  – второго.

3. Существует фактор  $s$  (весовой коэффициент), который показывает увеличение вероятности формирования новой связи при условии, что элемент уже образовал несколько таких связей ранее. А именно, предполагается, что частота  $w_{mn}$  образования связи между узлом, обладающим  $m$  связями ( $m$ -элемент) и узлом, обладающим  $n$  связями ( $n$ -элемент), есть

$$w_{mn} = w_0 \alpha_m \alpha_n = w_0 \frac{1}{L^2} s^m (L-m) s^n (L-n) \quad (1)$$

где  $w_0$  – вероятность образования связи между свободными элементами,  $\alpha_m$  – коэффициент, определяющий влияние ранее образованных связей на образование новых.

Предположение 1) выражает просто тот факт, что число связей первого рода (отвечающих категории доверия в смысле поведения экономических агентов), формируемых каждой семьей, является конечным и, следовательно, можно использовать их среднее значение.

Предположение 2) выражает тот факт, что число связей, сформированных конкретной семьей, может изменяться во времени; например, один если из детей в семье вступает в брак, то число таких связей возрастает. Однако при этом принимается во внимание, что среднее

число связей остается лимитированным (эта величина является характеристикой отдельного общества).

Предположение 3) выражает существование диктата внутрисемейной среды: модель бытового поведения отдельного члена семьи, как правило, складывается на основе характера действий остальных ее членов, в особенности старших. Упрощая, если старшие братья вступают в брак в достаточно раннем возрасте, то младшие в той или иной мере будут копировать их поведение, что отразится на вероятности образования дополнительных связей. Кроме того, степенная зависимость от параметра  $s$  описывает выигрыш от формирования дополнительной связи; семья, обладающая большим числом коммуникаций первого рода (связей с низкими транзакционными издержками) обладает соответствующими предпочтениями экономического характера.

При сделанных предположениях динамика образования связей между элементами системы описывается следующими уравнениями

$$\frac{dN_0}{dt} = -\alpha_0 w_0 N_0 \sum_{j=0} \alpha_j N_j + \nu_1 N_1 \quad (2)$$

$$\frac{dN_k}{dt} = -w_0 \alpha_k N_k \sum_{j=0} \alpha_j N_j + \nu_{k+1} N_{k+1} + w_0 N_{k-1} \alpha_{k-1} \sum_{j=0} \alpha_j N_j - \nu_k N_k \quad (3)$$

где  $N_j$  – заселенность уровня с номером  $j$ ,  $\nu_k$ , - частота обрыва связей  $k$ -элемента.

Частота обрыва одной из связей  $\nu_k$ , приходящихся на  $k$ -элемент есть

$$\nu_k = k \nu_1 \quad (4)$$

(если связей несколько, то вероятность того, что разорвется только ОДНА из них в соответствующее число раз больше, чем вероятность разрыва единственной связи),  $L$  – максимальное число связей для данного элемента (валентность элемента),  $N_k$  – число  $k$ -элементов.

Уточним, что под обрывом связи в рассматриваемой модели не обязательно понимается, скажем, расторжение брака. Учитываются также все переходы от связей первого рода (наличие доверия) к связям второго рода (утрата доверия как экономически значимого фактора).

### Распределение элементов системы по уровням в равновесном случае

Предложенная модель формирования связей между элементами системы позволяет получить уравнения, описывающие заселенность каждого из уровней системы при любых значениях коэффициентов  $\alpha_k$  и  $\nu_k$ . Покажем это. Сформируем частичные суммы вида

$$S_0 = N_0 \quad (5)$$

$$S_k = N_0 + N_1 + \dots + N_k \quad (6)$$

$$S_L = N_0 + N_1 + \dots + N_L = C \quad (7)$$

где  $C$  – полное число элементов в системе.

Тогда на основании (1) и (2) можно записать

$$\frac{dS_k}{dt} = -w_0 \alpha_k N_k \sum_{j=0} \alpha_j N_j + v_{k+1} N_{k+1} \quad (8)$$

Соотношение (8) можно интерпретировать следующим образом: полное изменение числа элементов на уровнях до  $k$ -того включительно происходит только за счет переходов между  $k$ -тым и  $k$ -ым уровнями, откуда и вытекает (8). В равновесном случае

$$-w_0 \alpha_k N_k \sum_{j=0} \alpha_j N_j + v_{k+1} N_{k+1} = 0 \quad (9)$$

Откуда следует рекуррентное соотношение, позволяющее определить заселенность всех уровней системы

$$N_{k+1} = \alpha_k N_k \frac{w_0}{v_{k+1}} \sum_{j=0} \alpha_j N_j \quad (10)$$

Существенно, что в (10) входит общий для всех множитель

$$G = \frac{w_0}{v_1} \sum_{j=0} \alpha_j N_j \quad (11)$$

Это означает, что при сделанных предположениях распределение элементов системы по уровням (по числу связей, приходящихся на отдельный элемент) действительно задается рекуррентными соотношениями с ограниченным числом управляющих параметров.

$$N_k = \alpha_{k-1} N_{k-1} \frac{v_1}{v_k} G \quad (12)$$

На основании (12), в частности, можно сделать вывод, что заселенность каждого из уровней прямо пропорциональна заселенности нижнего уровня (числу элементов, не сформировавших ни одной связи)

$$N_k = b_k G N_0 \quad (13)$$

где множитель  $b_k$  также определяется рекуррентной формулой

$$b_k = \alpha_{k-1} b_{k-1} \frac{v_1}{v_k} \quad (14)$$

Используя (11) и (13), можно получить уравнение на значение управляющего параметра  $G$

$$G = N_0 \frac{w_0}{v_1} \sum_{k=0} \alpha_k b_k G^k \quad (15)$$

где заселенность нижнего уровня определяется из условия сохранения полного числа элементов системы (7). Имеем

$$G = C \frac{w_0 \sum_{k=0} \alpha_k b_k G^k}{v_1 \sum_{k=0} b_k G^k} \quad (16)$$

Уравнение (16) позволяет получить управляющий параметр  $G$  и, тем самым, полностью описать рассматриваемую систему.

### Фазовые переходы в обществе: влияние доверия

С учетом предположений (3) и (4), рекуррентное соотношение (14) приобретает вид

$$b_k = b_{k-1} s^{k-1} \frac{L-k+1}{Lk} \quad (17)$$

Распределения числа элементов системы по уровням, полученное с использованием соотношения (17), для случая  $L = 10$  (такой показатель приближенно отвечает валентности казахстанской семьи со средним числом детей, равным 2,5) представлено на рисунках 1–3.

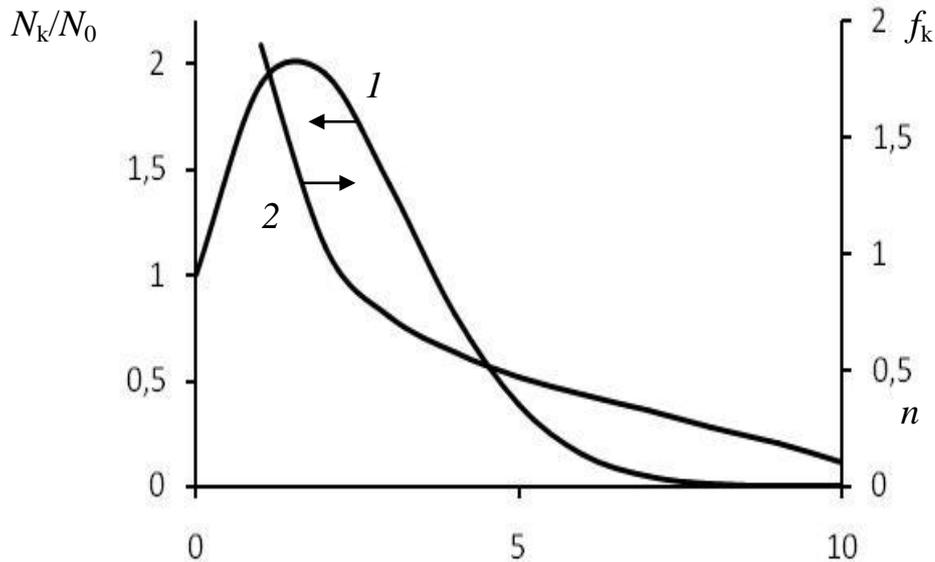


Рисунок 1 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0(1)$  и фактора  $f_k(2)$  от номера уровня  $n$ ;  $L = 10$ ;  $s = 1,2$ ;  $G = 1,9$

При построении рисунков 1–3 явно использовано рекуррентное соотношение

$$N_k = N_{k-1} s^{k-1} \frac{L-k+1}{Lk} G \quad (18)$$

Кривая (1) на данных рисунках представляет собой зависимость относительной заселенности уровней системы (нормированную на заселенность самого низкого уровня) от его номера, кривая (2) представляет собой аналогичную зависимость для фактора  $f$

$$f_k = s^{k-1} \frac{L-k+1}{Lk} G \quad (19)$$

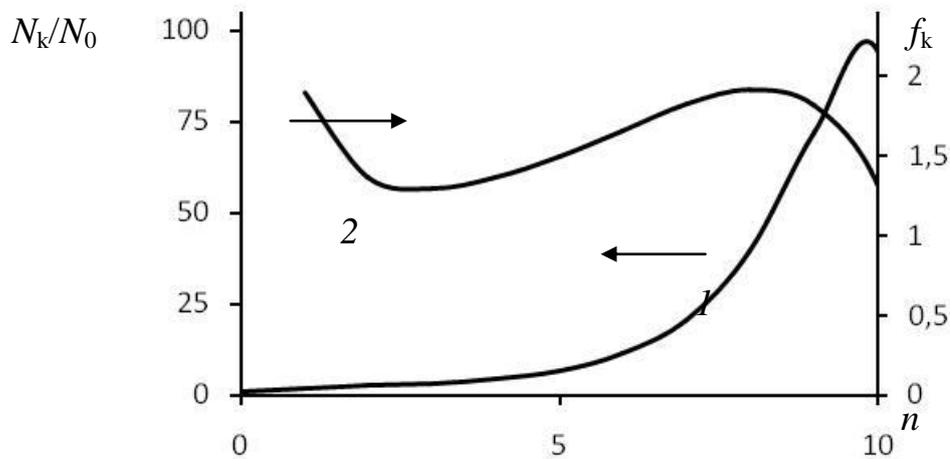


Рисунок 2 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0$  и фактора  $f_k$  от номера уровня;  $L = 10$ ;  $s = 1,6$ ;  $G = 1,9$

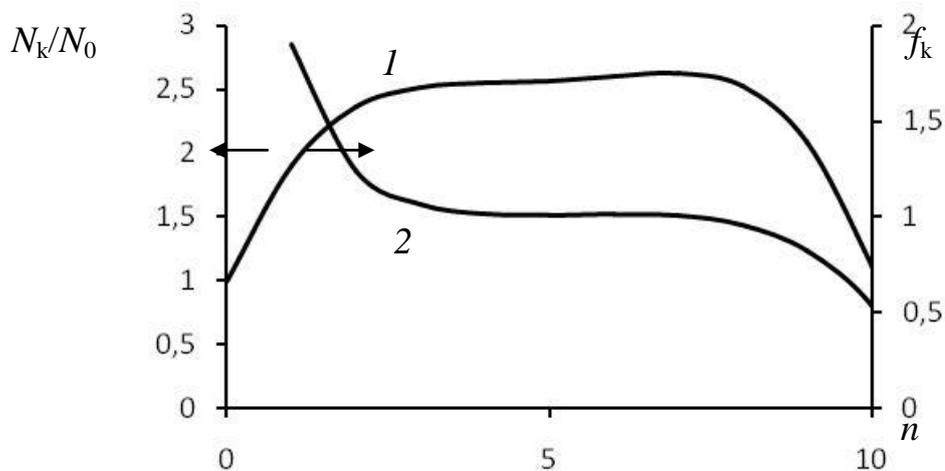


Рисунок 3 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0$  и фактора  $f_k$  от номера уровня;  $L = 10$ ;  $s = 1,45$ ;  $G = 1,9$

Из представленных на рисунках 1–3 зависимостей видно, что фактор  $s$ , характеризующий диктат среды и существование экономических предпочтений при формировании связей первого рода, оказывает более чем существенное влияние на поведение системы в целом. При относительно малых значениях данного фактора максимум зависимости относительной засоленности уровня  $N_k/N_0$  от номера  $n$  смещен в сторону низких значений  $n$  (рисунок 1). Это соответствует небольшому числу связей, сформированных элементами системы. Учитывая, что здесь рассматриваются связи первого рода (отвечающие категории «доверия»), то этот случай (рисунок 1) соответствует обществу с низким уровнем доверия, то есть с высоким значением транзакционных издержек.

Напротив, относительно высокие значения параметра  $s$  отвечают случаю, когда максимум зависимости  $N_k/N_0$  от  $n$  смещен в сторону больших значений  $n$  (рисунок 2). Выше такое состояние было уподоблено твердотельной фазе. В этом случае степень доверия в обществе становится высокой.

Рисунок 3 соответствует промежуточному случаю, то есть переход от одного состояния к другому имеет место при  $s \approx 1,54$ .

Более точно переход между состояниями с высоким и низким уровнем доверия отражают рисунки 4–6. На этих рисунках показаны зависимости заселенности первого и последнего (наиболее высокого уровня рассматриваемой системы) от приведенного числа элементов системы  $\chi$

$$\chi = C \frac{w_0}{v_1} \quad (20)$$

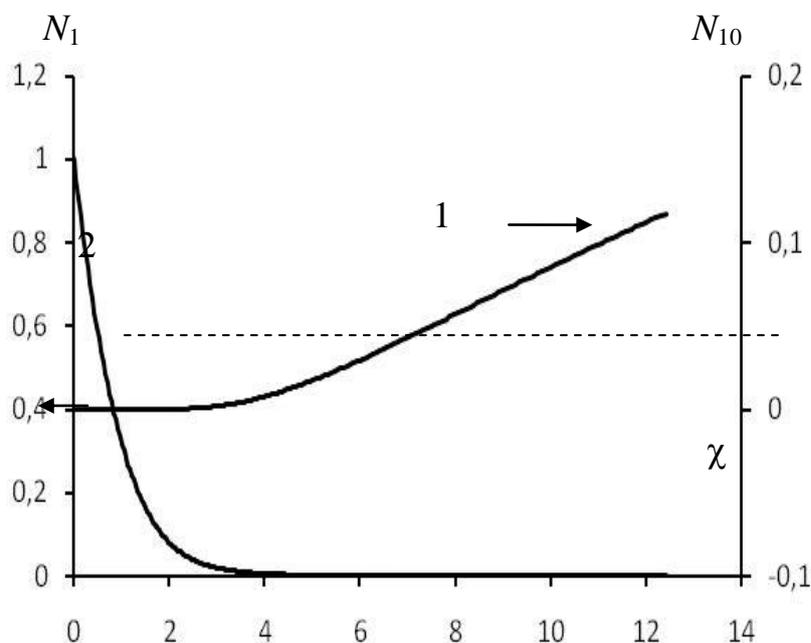


Рисунок 4 – Зависимость заселенности верхнего (элемент формирует 10 связей, кривая 1) и нижнего (элемент формирует только одну связь, кривая 2) уровней от приведенного числа частиц в системе  $\chi$ ;  $L = 10$ ;  $s = 1,2$

Из представленных рисунков видно, что при относительно малых значениях  $s$  переход от одного состояния к другому носит монотонный характер (рисунок 4).

Характер перехода существенно трансформируется (рисунок 5) при повышении значения  $s$  до  $\approx 1,5$  (при заданном значении валентности, равным 10). Зависимости  $N_1(\chi)$  и  $N_{10}(\chi)$  теряют монотонность, становясь S-образными.

Это, в частности, приводит к тому, что изменения, наблюдаемые при повышении значения  $\chi$ , приобретают характер фазового перехода. Несколько утрируя, можно сказать, что при таком фазовом переходе общество скачком переходит из состояния с низким уровнем взаимного доверия к состоянию с высокой степенью доверительности. А именно, с увеличением  $\chi$  заселенность первого уровня (число семейств, образующих только одну доверительную связь) вначале уменьшается постепенно, а затем падает практически до нуля скачком.

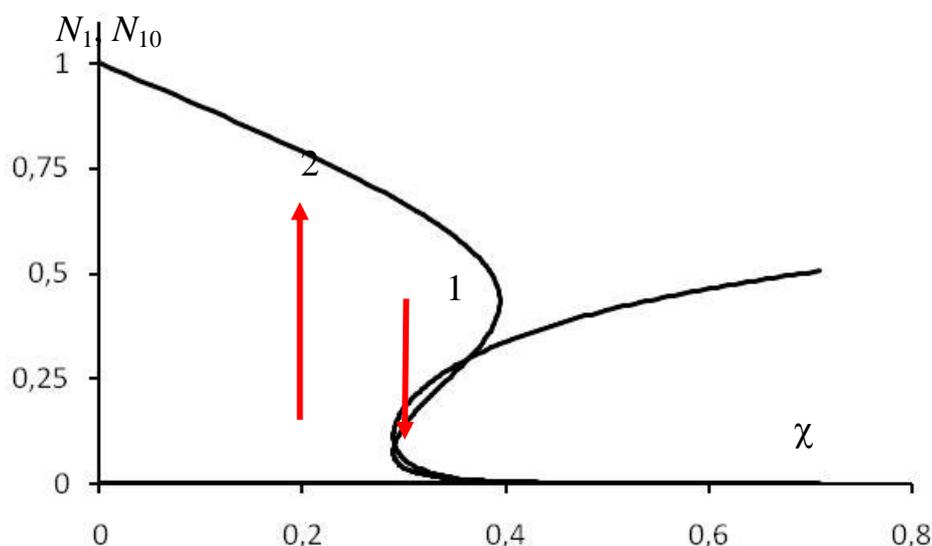


Рисунок 5 – Зависимость заселенности верхнего (элемент формирует 10 связей, кривая 1) и нижнего (элемент формирует только одну связь, кривая 2) уровней от приведенного числа частиц в системе  $\chi$ ;  $L = 10$ ;  $s = 1,6$ .

Как это видно из рисунка 6, при дальнейшем увеличении параметра  $s$  фазовый переход становится более выраженным, а значение приведенного числа частиц в системе  $\chi$ , при котором он имеет место, уменьшается.

Из представленных рисунков также следует, что рассматриваемые переходы между состоянием с низким и высоким уровнем доверия носят гистерезисный характер. А именно, при постепенном увеличении  $\chi$  (и достаточно больших значениях  $s$ ) скачкообразный переход в прямом направлении происходит при одном значении  $\chi$ , а обратный – при другом, что подчеркивает рисунок 6, на котором обратный переход показан стрелочками.

Гистерезисный характер рассматриваемого перехода, по-видимому, вносит заметный вклад в инерционное поведение социума (по крайней мере, в рассматриваемом отношении). Несколько упрощая, общество, между членами которого сформировалось доверие, резистентно по отношению к факторам, приводящим к его утрате, но только до определенного порога. И наоборот, если доверие оказалось утраченным, для его

восстановления придется преодолевать фазовый барьер (по-видимому, большинство постсоветских государств преодолеть его пока не сумело).

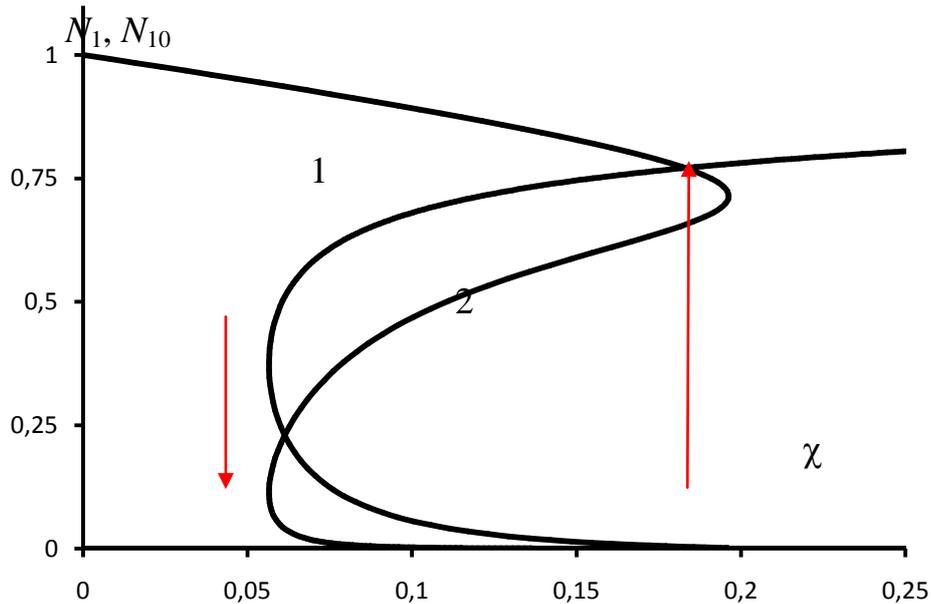


Рисунок 6 – Зависимость заселенности верхнего (элемент формирует максимальное количество связей, кривая 1) и нижнего (элемент формирует только одну связь, кривая 2) уровней от приведенного числа частиц в системе  $\chi; L = 10; s = 1,9$

### Влияние валентности семьи на фазовые переходы в обществе

На рисунках 7–9 представлены кривые, аналогичные показанным на рисунках 1–3, но для случая, когда валентность среднестатистической семьи  $L = 20$ , то есть предполагается, что валентность отдельной семьи увеличивается в два раза.

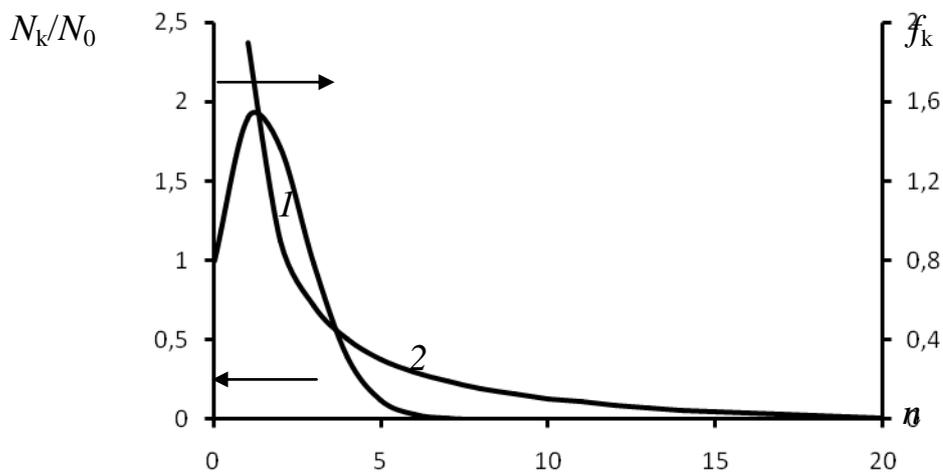


Рисунок 7 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0(1)$  и фактора  $f_k(2)$  от номера уровня;  $L = 20; s = 1,05; G = 1,9$

Это соответствует гипотетическому случаю, когда в обществе имел бы место возврат к структуре семьи, характерной для предшествующих столетий (для патриархального общества).

Конкретно, в казахской традиции и казахском языке до настоящего времени сохраняются понятия «байбише» и «токал», которые в первом приближении можно трактовать как «старшая жена» и «младшая жена». Нюансы связаны с формой внутрисемейных отношений, в частности с распределением обязанностей и правами наследования, но они не существенны для рассматриваемой модели.

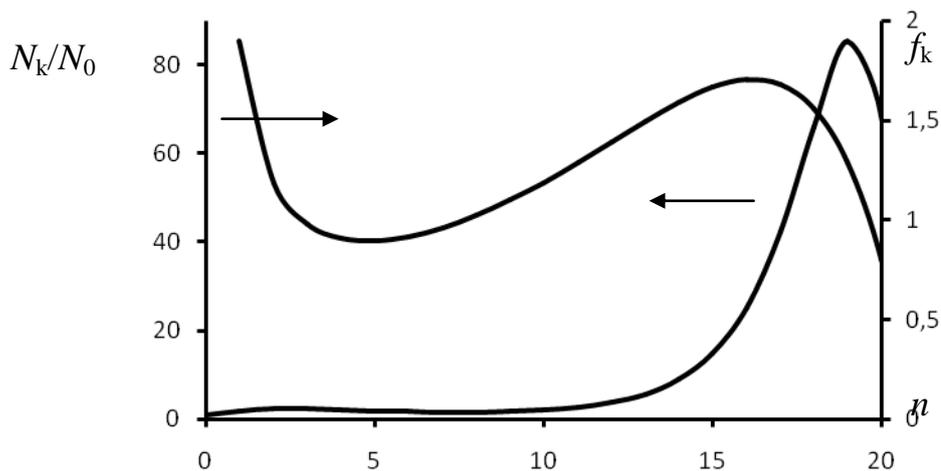


Рисунок 8 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0$  и фактора  $f_k$  от номера уровня;  $L = 20$ ;  $s = 1,31$ ;  $G = 1,9$ .

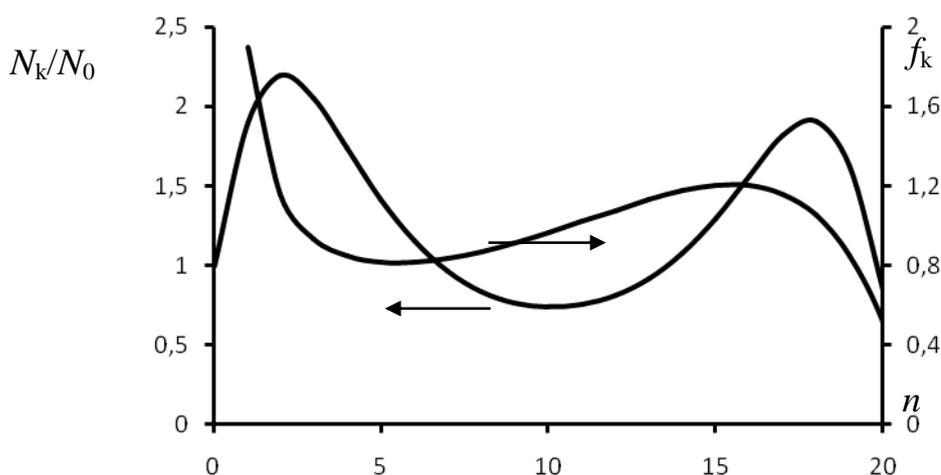


Рисунок 9 – Зависимость относительной заселенности  $N_k/N_0$  и фактора  $f_k$  от номера уровня;  $L = 20$ ;  $s = 1,28$ ;  $G = 1,9$ .

Важно, что валентность семьи, состоящей из трех супругов (муж, байбише, токал) автоматически повышается в среднем в 1,5 раза и более (если принять во внимание существование такой институции как «кудалар»). Иными словами, с точки зрения такой экономической категории как доверие (и ее роли в повышении экономической

эффективности общества в целом) увеличение числа супругов в семье является положительным фактором. Точнее, описанная выше количественная модель однозначно показывает, что порог, при котором доверие в обществе становится экономически значимым фактором тем ниже, чем выше валентность среднестатистической семьи (причем такое состояние является достижимым даже тогда, когда отсутствуют иные факторы, способствующие повышению взаимного доверия в обществе).

Вероятно, именно экономические факторы, в том числе, рассматриваемого типа, приводят к тому, что в современном казахстанском обществе наблюдается устойчивый возврат к теме «токал», о чем свидетельствует рост числа публикаций в СМИ (см., например, [13]). Статистических данных, отражающих рост численности «токал», разумеется не имеется, так как соответствующая форма брака не признается официально и, более того, положение токал в казахстанском обществе является неоднозначным, вплоть до факторов резкого неприятия и осуждения. Тем не менее, данная тенденция, несомненно, существует.

Это, как минимум, свидетельствует о высокой лабильности характера семейно-брачных отношений в современном Казахстане. Причины этому понятны, так как наличествует одновременное влияние нескольких укладов (традиционного, в том числе связанного с мусульманскими нормами семейного уклада, консервативного европейского, предполагающего строгую моногамию, постиндустриального, для которого конкретные семейно-брачные формы еще не определены).

В условиях имеющегося разброса мнений, существования противоречивых тенденций в области семейно-брачных отношений в Казахстане возникает уникальная возможность задать вектор трансформаций семейно-брачного уклада на строго научной основе, что позволит в максимальной степени обеспечить его соответствие характеру экономических отношений в обществе. Это делает актуальным дальнейший анализ структуры и характера семейно-брачных отношений с точки зрения теории коммуникаций и сложных систем.

### **Заключение**

Представленные в данной работе расчеты носят, разумеется, модельный характер. Однако даже на этом уровне теоретического исследования можно сделать ряд существенных выводов.

1. Семья, рассматриваемая как ячейка общества, может быть охарактеризована ее валентностью – числом связей, первого рода, которые она потенциально может сформировать. (Под связями первого рода понимаются связи, отвечающие категории доверия, что позволяет, в частности, снижать транзакционные издержки).

2. Использование такой характеристики семьи как валентность позволяет показать, что существуют условия, когда переход между состоянием общества с высоким и низким уровнем доверия носит скачкообразный характер, причем такой переход сопровождается выраженными гистерезисными явлениями.

3. Повышение валентности среднестатистической семьи вносит существенный вклад в повышение общего уровня доверия в обществе, точнее существенно снижает величину порога, при котором общество скачкообразно переходит к состоянию с высоким уровнем доверия.

4. Общества, в которых патриархальные (или аналогичные им) традиции прочны, обеспечивают поддержания достаточно высокого уровня доверия (в смысле воздействия на экономические факторы) даже тогда, когда общественный уклад в целом характеризуется тенденциями, приводящими к снижению доверия в межличностных коммуникациях.

Относительное высокое значение уровня экономического доверия в данном случае обеспечивается большими значениями валентности среднестатистической семьи по отношению к связям первого рода.

5. В условиях распада структур, характерных для традиционного уклада и отсутствия иных социально-экономических факторов, обеспечивающих приемлемый уровень доверия в обществе, модернизация семейно-брачных отношений приобретает существенное экономическое значение.

#### **Литература:**

1. Zak P. J., Knack S. Trust and Growth // The Economic Journal. – 2001. – № 111. – P. 295–321.
2. Rothstein Bo, Stolle Dietlind. The State and Social Capital: An Institutional Theory of Generalized Trust. // Comparative Politics. – 2008 – № 40(4). – P. 441–459.
3. Bjørnskov Ch. How Does Social Trust Affect Economic Growth? – Aarhus: Department of Economics, Aarhus School of Business, 2009. – P.1–49.
4. Fukuyama, F. Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity. – New York: Free Press, 1995. – 457 p.
5. Fukuyama F. Social capital and the global economy // Foreign Affairs. – 1995. – № 74. – P. 52–58.
6. Ластовкина Д. А. Феномен социального недоверия: анализ теоретических подходов и региональная практика исследования // Проблемы развития территории. – 2016. – №. 1 (81). – С. 175–188.
7. Вебер М. Протестантская этика и дух капитализма // Вебер М. Избранные произведения. – М.: Прогресс, 1990. – 808с.
8. Климова Т. В. Современная казахстанская семья в эпоху социальных перемен // Мир экономики и управления. – 2006. – Т. 6. – №. 2. – С.109–118.
9. Рамазанов А. А., Бельгибаева Ж. Ж., Турсынбаева А. А. Государственная семейная политика Казахстана // Доклады НАН РК. – 2016. – Т.1, № 359. – С. 131–136
10. Vucelja S. et al. Complex networks: Structure and dynamics // Phys. Rep. – 2006. – Vol. 424. – № 4–5. – P. 175–308.
11. Albert R., Barabási a. L. Statistical Mechanics of Complex Networks // Rev. Mod. Phys. – 2001. – Vol. 74, № 1. – P. 47–97.
12. Tuegel T. Phase Transitions in Complex Networks Characterization of Networks Definitions from Graph Theory. – 2012. – P. 1–10. – [http://guava.physics.uiuc.edu/~nigel/courses/563/Essays\\_2012/PDF/Tuegel.pdf](http://guava.physics.uiuc.edu/~nigel/courses/563/Essays_2012/PDF/Tuegel.pdf)
13. Сахов С. Или Узбекистан нас задавит числом, или мы введем многоженство // 365info.kz, 01.07.17, <https://365info.kz/2017/07/ili-uzbekistan-nas-zadavit-chislom-ili-my-vvedem-mnogozhenstvo-istorik/>

*Поступила 12 сентября 2017 г.*

МРНТИ 31.15; 30.51.37  
УДК541.64; 539.3:550.34

## К ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВОЙНЫ

Сулейменов И.Э.<sup>1</sup>, Пак И.Т.<sup>2</sup>, Бакиров А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи,

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: esenych@yandex.ru

*Предложена математическая модель, описывающая конкуренцию между двумя противоположными точками зрения, учитывающая диктат среды. Учитывается существование индивидов, вынужденных маскировать свои воззрения под влиянием диктата среды. Показано, что переходы между двумя различными состояниями «открытая демонстрация взглядов – маскировка взглядов» могут проходить по нескольким различным механизмам. На основании аналогии с уравнениями, описывающими кинетику химических реакций, получены уравнения, описывающие динамику таких переходов. Получены решения выведенных уравнений и построены соответствующие фазовые портреты. Показано, что система, в которой имеются две группы индивидов, явно или скрытно исповедующих противоположные взгляды, может находиться в только в одном из качественно отличающихся друг от друга состояний из ограниченного набора. Определены признаки таких состояний и предложена их классификация.*

**Ключевые слова:** информационная война, фазовые переходы, конкуренция точек зрения, диктат среды, фазовые портреты, эволюционные процессы, теория сложного.

*Ортаның өктемдігін ескеретін екі қарама-қарсы көзқарастар арасындағы бәсекелестікті сипаттайтын математикалық модель ұсынылды. Ортаның өктемдігі ықпалынан өздерінің көзқарастарын жасыруға мәжбүр болатын жеке тұлғалар бар екені ескеріледі. «Көзқарастарды ашық көрсету – көзқарастарды жасыру» екі әр түрлі күйлер арасындағы ауысулар бірнеше механизмдер бойынша жүруі мүмкін екендігі көрсетілді. Химиялық реакциялардың кинетикасын сипаттайтын теңдеулермен ұқсастықтар негізінде осындай ауысулардың динамикасын сипаттайтын теңдеулер алынды. Шығарылған теңдеулердің шешімдері алынды және сәйкес фазалық кескіндер салынды. Қарама-қарсы көзқарастарды ашық немесе жасырын түрде ұстанатын тұлғалардың екі тобы бар жүйе шектелген жиынтықтағы бір-бірінен сапалы түрде ерекшеленетін күйлердің біреуінде ғана бола алатыны көрсетілді. Осындай күйлердің белгілері анықталды және олардың жіктелуі ұсынылды.*

**Тірек сөздер:** ақпараттық соғыс, фазалық ауысулар, көзқарастардың бәсекелестігі, ортаның өктемдігі, фазалық кескіндер, эволюциялық үдерістер, күрделі теориясы.

*A mathematical model is proposed that describes the competition between two opposing points of view, taking into account the dictate of the environment. The existence of individuals forced to mask their views under the influence of dictate of the environment is taken into account. It is shown that the transitions between two different states "an open demonstration of views – a disguise of views" can pass through several different mechanisms. Based on the analogy with the equations describing the kinetics of chemical reactions, equations are obtained that describe the dynamics of such a transition. The solutions of the derived*

*equations are obtained and the corresponding phase portraits are constructed. It is shown that a system in which there are two groups of individuals who explicitly or secretly profess the opposite views can be found in only one of the qualitatively different states from a limited set. The signs of such states are determined and their classification is proposed.*

**Key words:** *information warfare, phase transitions, competition of points of view, dictate of the environment, phase portraits, evolutionary processes, theory of complex.*

Проблематика информационных войн обсуждается в большом количестве работ, так в [1] высказывается предположение, что в недалеком будущем информационная война будет представлять из себя уже не только отдельные узконаправленные действия, поддерживающие те или иные военные операции, а будет вполне сформированным самостоятельным орудием достижения целей политики и геополитики.

Авторы [2] выделяют отдельный раздел информационной войны – морская информационная война. В [3] анализируются работы, посвященные этике информационной войны. В [4] предлагаются некоторые концепции и идеи, посвященные повышению защищенности от атак информационной войны. Авторы [5] рассматривают эволюцию войн человечества, и считают, что информационная война является на данный момент высшей формой войны. Работа [6] посвящена исследованию генезиса феномена и понятия информационной войны. В работе [7] рассматриваются противоправные действия, которые стали возможны с развитием информационных технологий. Наряду с цифровыми преступлениями и цифровым терроризмом в цитированной работы рассматривается также и информационная война.

Большое количество работ посвящено событиям недавних лет, в которых информационная война сыграла (и играет) немаловажную роль. Так работы [8–11] посвящены методам и описанию информационной войны между Россией и Украиной, обострившейся в связи с переходом Крыма под российскую юрисдикцию. Авторы [12] доказывают, что началу военных действий в Сирии предшествовала широкомасштабная информационная война. Проводятся разнообразные конференции, посвященные тематике информационной войны [13]. В работе [14] рассматривается пример информационной войны во время президентских выборов в США 2016 года.

Однако, в цитированных работах выводы преимущественно делаются на основе качественных рассуждений. В то же время, эффективность противодействия современным формам ведения информационной войны во многом зависит от адекватного расчета сил и средств, привлекаемых для этой цели. Следовательно, возникает необходимость количественного описания явлений и процессов, лежащих в основе используемых технологий.

Информационная война как таковая чаще всего связана с конкуренцией между двумя различными точками зрения, внедряемых в массовое сознание. Соответствующая математическая модель предложена в данной работе.

Предполагается, что имеется две группы индивидов, разделяющих противоположные воззрения (например, политические, такое деление характерно, например, для современной Украины). Диктат среды в этом случае проявляется вполне определенным образом: когда одна из точек зрения торжествует, представители противоположной точки зрения оказываются вынуждены маскировать (или, как минимум, не афишировать свои воззрения).

Применительно к РК такая ситуация реализуется, в частности, по отношению к проблеме токал, о чем свидетельствуют многочисленные публикации в СМИ.

Простейшая модель, в которой описывается диктат среды, связанный с двумя противоборствующими точками зрения, может быть построена следующим образом.

Имеется четыре группы индивидов. Две из них (индексы «0» и «1») относятся к подсистеме (I), куда входят индивиды, разделяющие одну из двух рассматриваемых точек зрения. Индивиды из первой из этих групп (индекс «0») выражают свою точку зрения открыто (индекс «1»), из второй – на показ демонстрируют противоположную точку зрения, но внутренне ее не разделяют. Иными словами, индивиды из группы с индексом «1» мимикрируют под воздействием диктата среды, если он действительно имеет место.

Сходным образом, индивиды из группы с индексом «3» открыто разделяют вторую из противоборствующих точек зрения, а индивиды из группы с индексом «2» ее маскируют. Эти две группы формируют подсистему (II).

Предполагается, что в рассматриваемой модели переходы могут иметь место только внутри подсистем (I) и (II), т.е. индивиды могут переходить из группы с индексом «0» в группу с индексом «1» и обратно, но не покидают подсистему (I). (Аналогично для групп с индексами «2» и «3», рисунок 1). Такое предположение вытекает из представлений о социокультурном коде

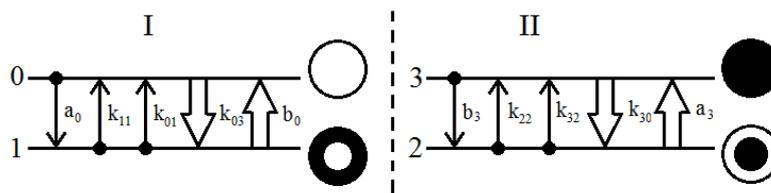


Рисунок 1 – Схема переходов между выделенными группами индивидов в двух выделенных подсистемах, отвечающих противоборствующим воззрениям

Переходы из группы в группу (Рисунок 1) могут быть обусловлены следующими факторами.

- Прямая пропаганда (не связанная с межличностным общением, например, через СМИ, рисунок 2).

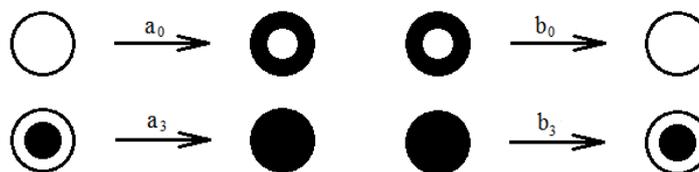


Рисунок 2 – Схемы переходов внутри выделенных групп, обусловленные воздействием внешних факторов

- Прямой индуцированный переход, обусловленный межличностными коммуникациями внутри группы, рисунок 3. Механизм данного перехода обусловлен тем, что индивид, скрывающий свои воззрения, может перестать это делать в результате общения с тем, кто разделяет убеждения такого рода открыто.

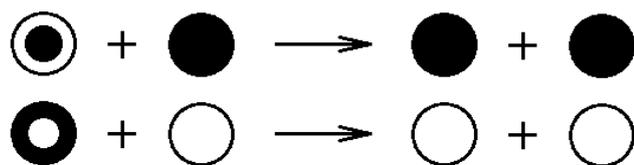


Рисунок 3 – Схемы индуцированных переходов внутри выделенных групп, обусловленных межличностными коммуникациями

- «Туннельный» индуцированный переход, обусловленный межличностными коммуникациями внутри группы, рисунок 4. Механизм данного перехода обусловлен тем, что индивиды, скрывающие свои воззрения, в процессе межличностного общения могут убедиться в том, что у них есть единомышленники и прийти к выводу, что такое поведение более не оправданно.

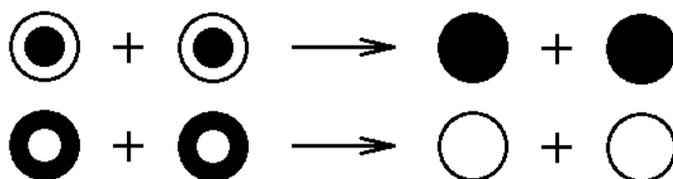


Рисунок 4 – Схемы индуцированных переходов внутри выделенных групп, обусловленных межличностными коммуникациями

- Фактор диктата среды, связанный с влиянием лиц, разделяющих противоположную точку зрения, рисунок 5

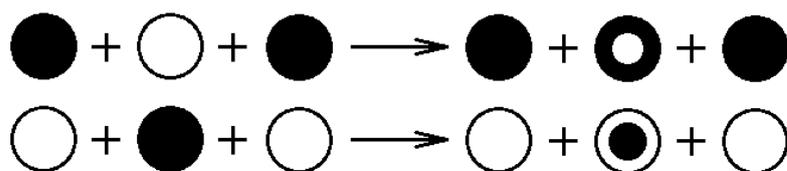


Рисунок 5 – Схемы переходов внутри выделенных групп, обусловленных фактором диктата среды

Все перечисленные выше процессы могут рассматриваться по аналогии с химическими реакциями, причем схеме рисунка 2 отвечает реакция первого порядка (в реакции участвует одна компонента); схема рисунков 3 и 4 отвечает реакция второго порядка (две компонента), а схеме рисунка 5 – третьего. Скорость химической реакции, как известно, пропорциональна произведению концентраций всех участвующих в ней компонент, что позволяет записать уравнения, описывающие эволюцию рассматриваемой системы.

Модель раздела 9 позволяет записать описываемые рассматриваемые процессы уравнения в следующем виде. (Подчеркиваем, что данные записи являются частным случаем общей модели, рассматриваемой в разделе 12.)

$$\frac{dN_0}{dt} = -k_{03}N_0N_3^2 + k_{11}N_1^2 + k_{01}N_0N_1 + b_0N_1 - a_0N_0 \quad (1)$$

$$\frac{dN_1}{dt} = k_{03}N_0N_3^2 - k_{11}N_1^2 - k_{01}N_0N_1 - b_0N_1 + a_0N_0 \quad (2)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = k_{30}N_3N_0^2 - k_{22}N_2^2 - k_{32}N_3N_2 - a_3N_2 + b_3N_3 \quad (3)$$

$$\frac{dN_3}{dt} = -k_{30}N_3N_0^2 + k_{22}N_2^2 + k_{32}N_3N_2 + a_3N_2 - b_3N_3 \quad (4)$$

где  $N_i$  – заселенности соответствующего состояния (уровня), смысл коэффициентов уравнений раскрывают рисунки 1–5.

Суммируя уравнения (1) и (2) можно видеть, что, как это и должно вытекать из сделанных предположений о поведении рассматриваемой системы, полное число индивидов в подсистеме (I) остается неизменным:

$$N_1 + N_0 = C_0 \quad (5)$$

Сходным образом, неизменным остается число частиц в подсистеме (II)

$$N_2 + N_3 = C_3 \quad (6)$$

Введем следующие обозначения

$$K_1 = \frac{k_{11}}{C_0 C_3^2 k_{30}}; k_1 = \frac{C_0 k_{01}}{C_3^2 k_{30}}; B_1 = \frac{b_0}{C_3^2 k_{30}}; A_1 = \frac{a_0}{C_3^2 k_{30}} \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{k_{22}}{C_0^2 C_3 k_{03}}; k_2 = \frac{C_3 k_{32}}{C_0^2 k_{03}}; B_2 = \frac{b_3}{C_0^2 k_{03}}; A_2 = \frac{a_3}{C_0^2 k_{03}} \quad (8)$$

Тогда

$$\tau_0 \frac{dx_0}{dt} = -x_0 x_3^2 + K_1 x_1^2 + k_1 x_0 x_1 + B_1 x_1 - A_1 x_0 \quad (9)$$

$$\tau_3 \frac{dx_3}{dt} = -x_3 x_0^2 + K_2 x_2^2 + k_2 x_3 x_2 + A_2 x_2 - B_2 x_3 \quad (10)$$

$$x_1 = 1 - x_0 \quad (11)$$

$$x_2 = 1 - x_3 \quad (12)$$

где

$$\tau_0 = \frac{1}{C_0 C_3^2 k_{30}}; \tau_3 = \frac{1}{C_0^2 C_3 k_{03}} \quad (13)$$

Рассмотрим стационарный случай:

$$-x_0x_3^2 + K_1x_1^2 + k_1x_0x_1 + B_1x_1 - A_1x_0 = 0 \quad (14)$$

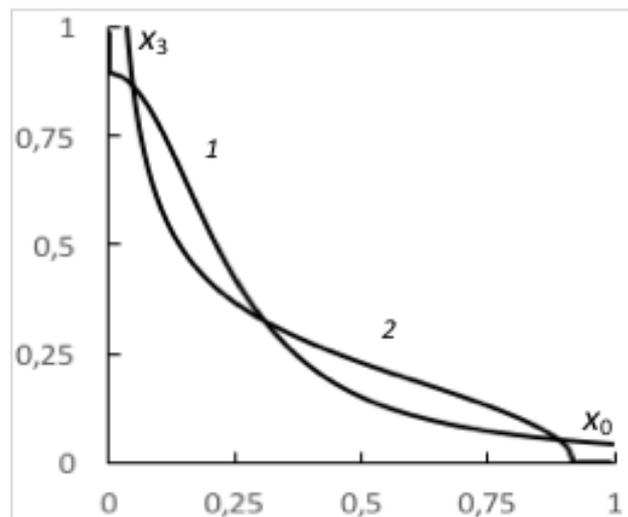
$$-x_3x_0^2 + K_2x_2^2 + k_2x_3x_2 + A_2x_2 - B_2x_3 = 0 \quad (15)$$

Система уравнений (11), (12), (14) и (15) является замкнутой и для того, чтобы сделать качественные выводы, ее можно проанализировать графически, используя выражения, вытекающие из соотношений (14) и (15):

$$x_3 = \sqrt{\frac{K_1x_1^2 + k_1x_0x_1 + B_1x_1 - A_1x_0}{x_0}} \quad (16)$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{K_2x_2^2 + k_2x_3x_2 + A_2x_2 - B_2x_3}{x_3}} \quad (17)$$

На рисунке 6 использовано следующее построение. Кривая 1: по оси абсцисс отложены значения  $x_0$ , а по оси ординат – значения  $x_3$ , вычисленные по формулам (11) и (16). Кривая 2: по оси ординат отложены значения  $x_3$ , по оси абсцисс – значения  $x_0$ , полученные по формулам (12) и (17). Решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15), очевидно, соответствует точкам пересечения указанных кривых.

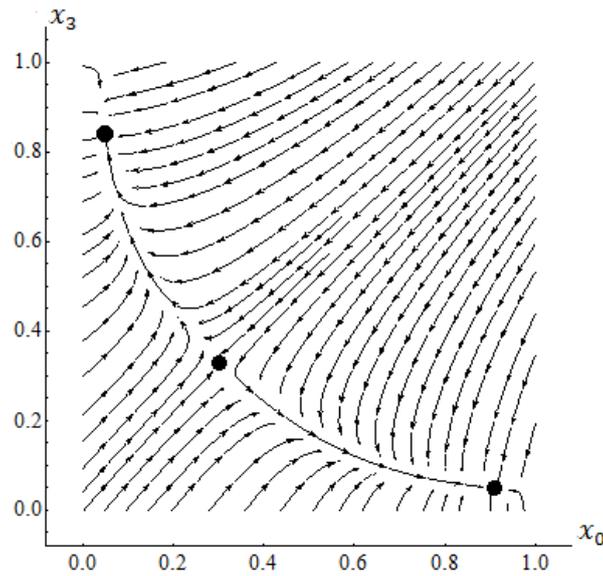


$$K_1 = 0,014; k_1 = 0,063; A_1 = 0,007; B_1 = 0,021; K_2 = 0,021; \\ k_2 = 0,042; A_2 = 0,021; B_2 = 0,007.$$

Рисунок 6 – Графическое решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

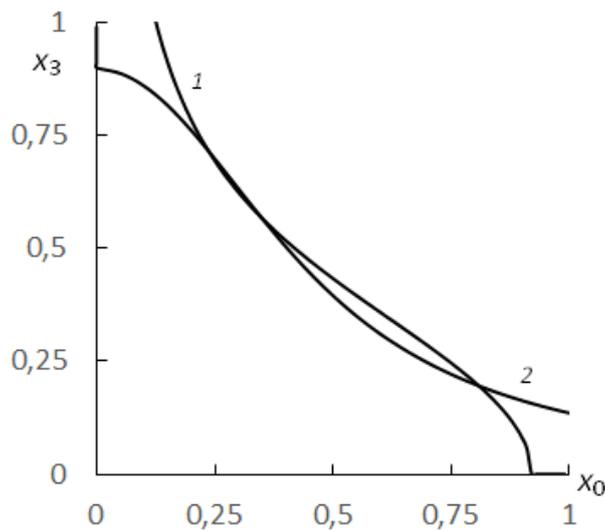
Полученное простейшим путем графическое решение полностью коррелирует с фазовым портретом рассматриваемой системы уравнений (9)–(10), полученным численными методами (Рисунок 7). Видно, что узлы фазового портрета располагаются там же, где находятся точки пересечения кривых на предыдущем рисунке. Аналогичные построения для

других значений управляющих параметров представлены на рисунках 8, 9, а также на рисунках 14, 15.



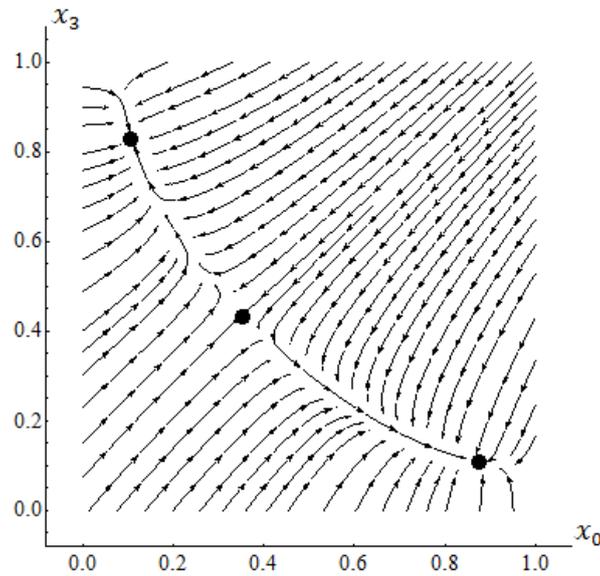
$$K_1 = 0,014; k_1 = 0,063; A_1 = 0,007; B_1 = 0,021; K_2 = 0,021; \\ k_2 = 0,042; A_2 = 0,021; B_2 = 0,007; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 7 – Фазовый портрет системы уравнений (9), (10)



$$K_1 = 0,03; k_1 = 0,135; A_1 = 0,015; B_1 = 0,045; K_2 = 0,045; \\ k_2 = 0,09; A_2 = 0,045; B_2 = 0,015; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 8 – Графическое решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

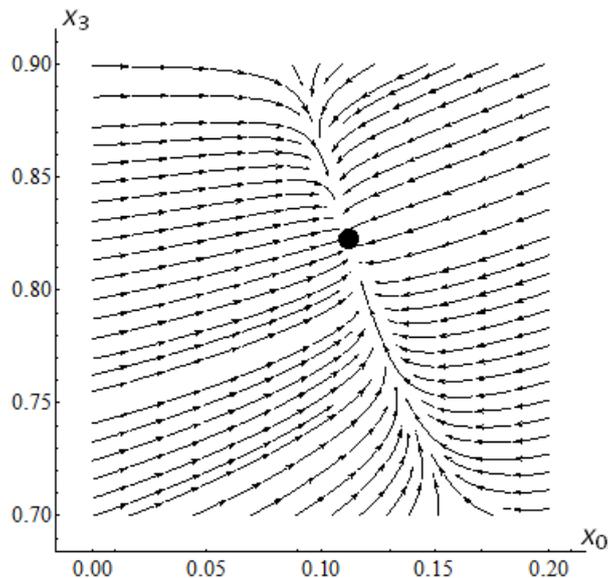


$$K_1 = 0,03; k_1 = 0,135; A_1 = 0,015; B_1 = 0,045; K_2 = 0,045;$$

$$k_2 = 0,09; A_2 = 0,045; B_2 = 0,015; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 9 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

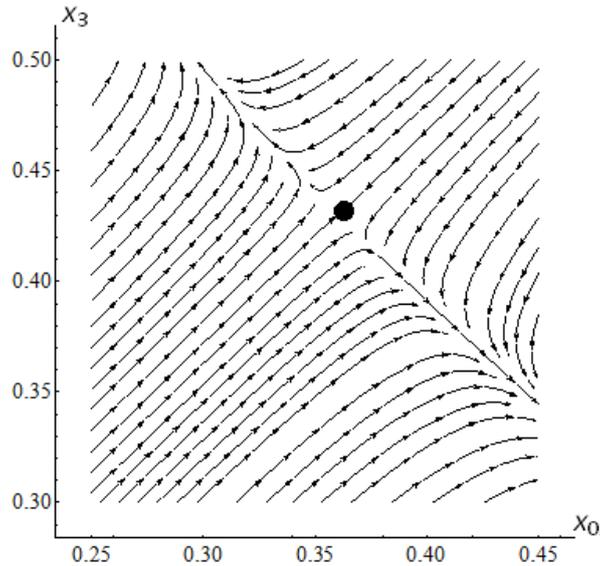
Построенные фазовые портреты показывают, что в рассматриваемом диапазоне параметров имеет место два устойчивых узла и один неустойчивый. Более подробно это показывают рисунки 10–12, на которых области фазового портрета, в которых располагаются данные узлы, представлены в увеличенном масштабе. В частности, рисунок 12 показывает, что центральный узел на данных портретах относится к типу седло.



$$K_1 = 0,03; k_1 = 0,135; A_1 = 0,015; B_1 = 0,045; K_2 = 0,045;$$

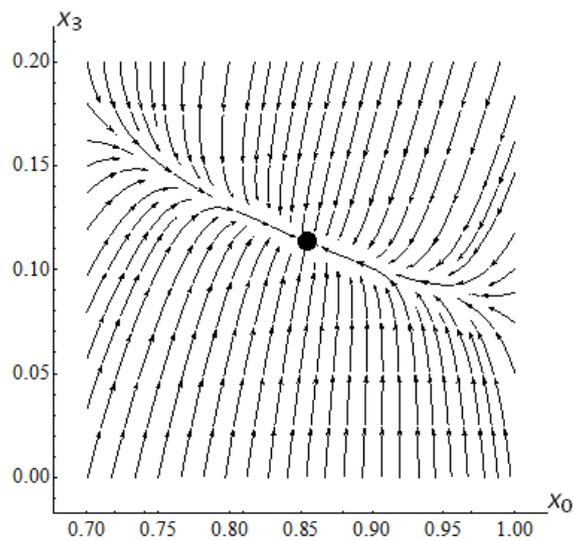
$$k_2 = 0,09; A_2 = 0,045; B_2 = 0,015; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1 \text{ (увеличенный масштаб)}$$

Рисунок 10 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)



$K_1 = 0,03; k_1 = 0,135; A_1 = 0,015; B_1 = 0,045; K_2 = 0,045;$   
 $k_2 = 0,09; A_2 = 0,045; B_2 = 0,015; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$  (увеличенный масштаб)

Рисунок 11 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)



$K_1 = 0,03; k_1 = 0,135; A_1 = 0,015; B_1 = 0,045; K_2 = 0,045;$   
 $k_2 = 0,09; A_2 = 0,045; B_2 = 0,015; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$  (увеличенный масштаб)

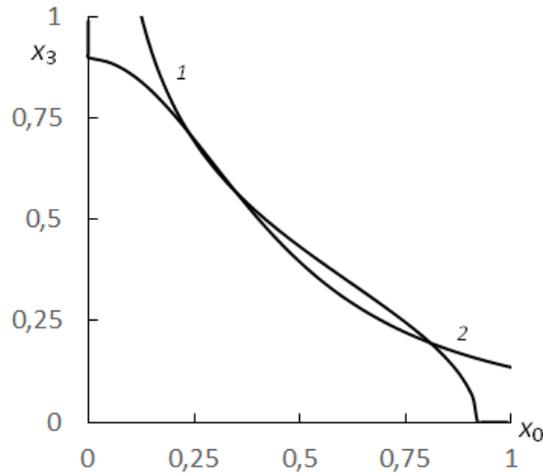
Рисунок 12 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

Обращает внимание, что два устойчивых узла на фазовом портрете появляются при сравнительно малых значениях всех приведенных управляющих параметров (порядка одной сотой). Выражения для этих параметров (7) и (8) показывают, что значения являются малыми тогда, когда относительно велики (для данного числа взаимодействующих элементов в рассматриваемых подсистемах) коэффициенты  $k_{03}$  и  $k_{30}$ , которые характеризуют процессы, связанные с прямым диктатом среды.

Относительно небольшое увеличение управляющих параметров, что показывает сопоставление рисунков 6 и 8, приводит к тому, что рассматриваемая система приближается

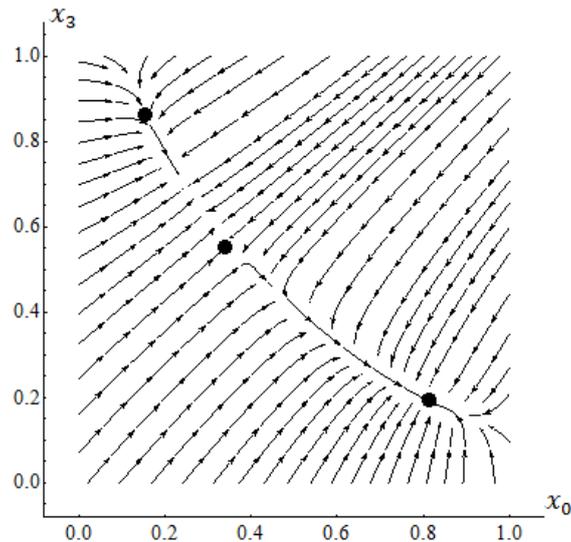
к точке бифуркации (одна из точек пересечения кривых на рисунке 8 постепенно вырождается, кривые в этой точке проходят примерно по касательной).

Характер бифуркации иллюстрируют рисунки 13, 14; он является довольно типичным для систем, описываемых двумя дифференциальными уравнениями в обыкновенных производных. А именно, при постепенном увеличении рассматриваемых параметров устойчивый узел постепенно сливается с неустойчивым, что видно также из рисунка 15, на котором одна из точек пересечения исчезает, соответственно на рисунке 16 имеется только один устойчивый узел, такой же ситуации отвечает и фазовый портрет, представленный на рисунке 17.



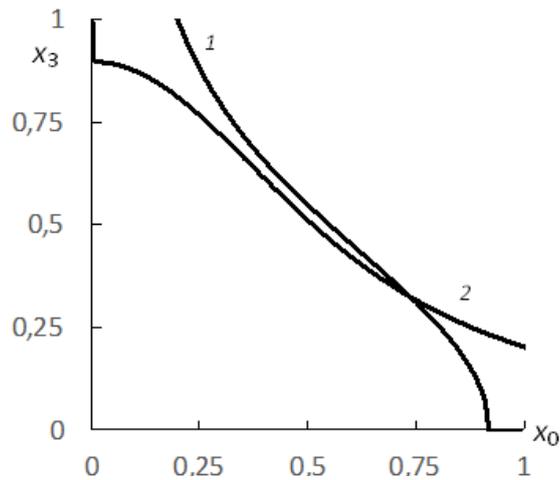
$$K_1 = 0,05; k_1 = 0,225; A_1 = 0,025; B_1 = 0,075; K_2 = 0,075; \\ k_2 = 0,15; A_2 = 0,075; B_2 = 0,025; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 13 – Графическое решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15)



$$K_1 = 0,05; k_1 = 0,225; A_1 = 0,025; B_1 = 0,075; K_2 = 0,075; k_2 = 0,15; A_2 = 0,075; B_2 = 0,025; \\ \tau_0 = 1; \tau_3 = 1.$$

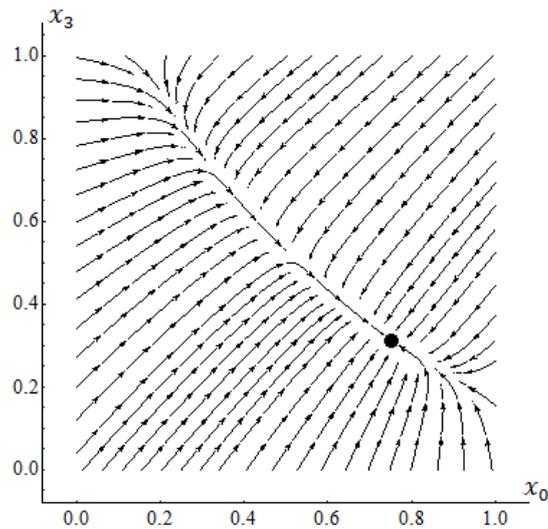
Рисунок 14 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)



$$K_1 = 0,08; k_1 = 0,36; A_1 = 0,04; B_1 = 0,12; K_2 = 0,12;$$

$$k_2 = 0,24; A_2 = 0,12; B_2 = 0,04; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 15 – Графическое решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15)



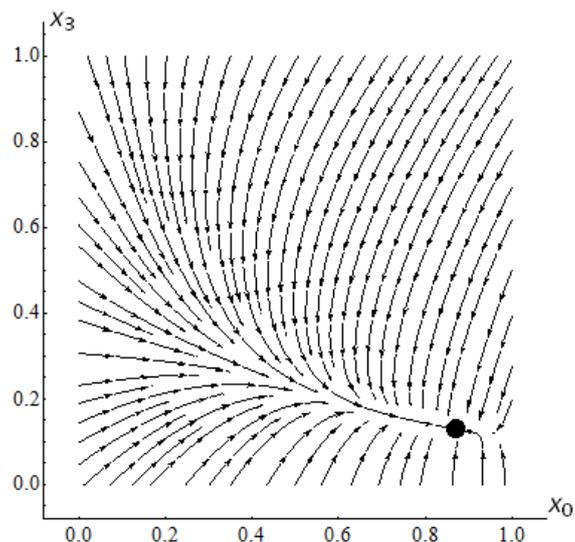
$$K_1 = 0,08; k_1 = 0,36; A_1 = 0,04; B_1 = 0,12; K_2 = 0,12;$$

$$k_2 = 0,24; A_2 = 0,12; B_2 = 0,04; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

Рисунок 16 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

Следовательно, можно утверждать, что при выраженном диктате среды (малые значения приведенных управляющих параметров) система ведет себя подобно триггеру: существует два устойчивых состояния, в одном из которых переменная  $x_3$  близка к единице, а переменная  $x_0$  близка к нулю, в другом – наоборот. Продолжая аналогию с триггером, можно сказать, что на выходе одной подсистемы имеет место логический ноль, а на выходе другой – логическая единица.

Напомним, что переменные  $x_3$  и  $x_0$  описывают относительную долю лиц, открыто придерживающихся одной из двух противоборствующих точек зрения. Следовательно, «триггерный» характер поведения системы означает, что в обществе открыто будет признаваться только одна из двух противоборствующих точек зрения.



$$K_1 = 0,12; k_1 = 0,1; A_1 = 0,01; B_1 = 0,08; K_2 = 0,12; \\ k_2 = 0,2; A_2 = 0,06; B_1 = 0,52; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$$

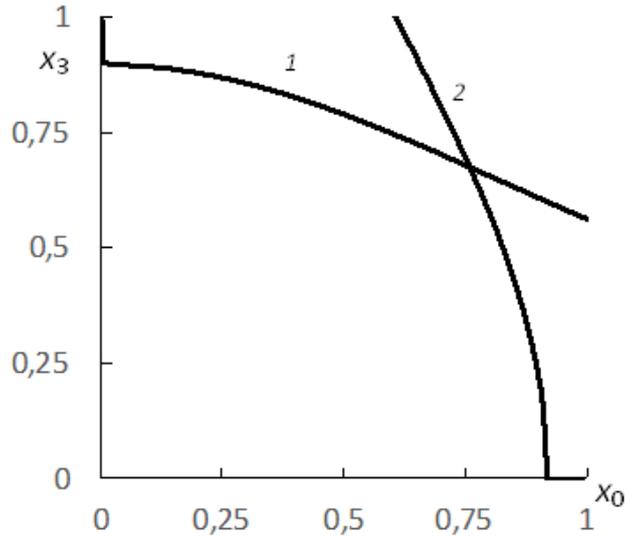
Рисунок 17 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$

Относительно небольшое увеличение управляющих параметров (относительное ослабление диктата среды) приводит тому, что возникают условия, когда в обществе открыто может признаваться только одна из двух противоборствующих точек зрения. Это соответствует тому, что на фазовых портретах рисунков 16, 17 остается только один узел, причем значение одной из переменных  $x_3$  и  $x_0$  близко к нулю. Какой из узлов в этом диапазоне параметров исчезнет, а какой – останется, уже зависит не только от диктата среды, но и от параметров  $A_i, B_i$ , отражающих эффективность воздействия внешних факторов, в частности, прямой пропаганды. В частности, для случая, отвечающего рисунку 15, коэффициент  $A_1$  в три раза меньше, чем  $A_2$ .

Данный вывод хорошо согласуется с качественными представлениями о характере рассматриваемой системы: в условиях выраженного диктата среды пропаганда оказывается неэффективной, общество будет вести себя в соответствии с бытующими представлениями. Она становится эффективной только при определенных условиях, когда диктат среды ослабевает. Тогда (рисунки 16, 17), будет доминировать только одна из двух возможных точек зрения.

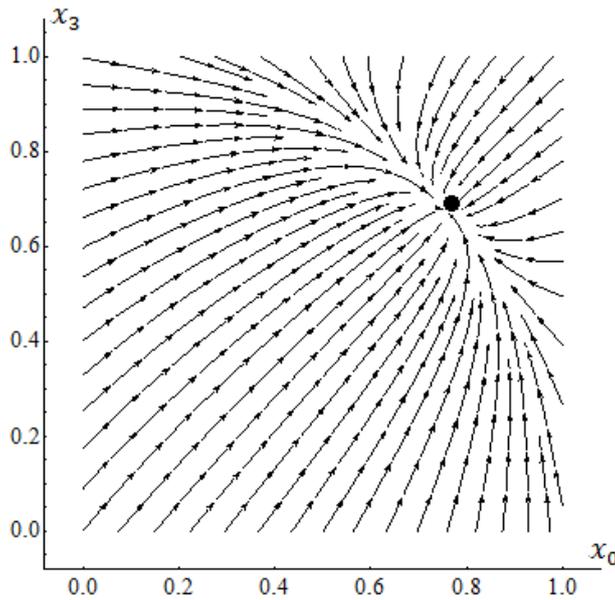
Однако, для того, чтобы в обществе заведомо доминировала только одна из двух возможных точек зрения, диктат среды все же необходим. Действительно, при еще больших значениях приведенных управляющих параметрах системы (рисунки 18, 19) остается только один устойчивый узел, причем он отвечает ситуации, когда обе переменные  $x_3$  и  $x_0$  близки к единице. Это также согласуется с качественными заключениями: если диктат среды существенно ослабевает, что индивиды открыто придерживаются той или другой точки зрения, т.е. в этом случае прямая пропаганда оказывает достаточно слабое воздействие.

Более подробно характер фазовых переходов в рассматриваемой системе иллюстрируют рисунки 20–25.



$K_1 = 0,4; k_1 = 1,8; A_1 = 0,2; B_1 = 0,6; K_2 = 0,6; k_2 = 1,2; A_2 = 0,6; B_2 = 0,2; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$

Рисунок 18 – Графическое решение системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

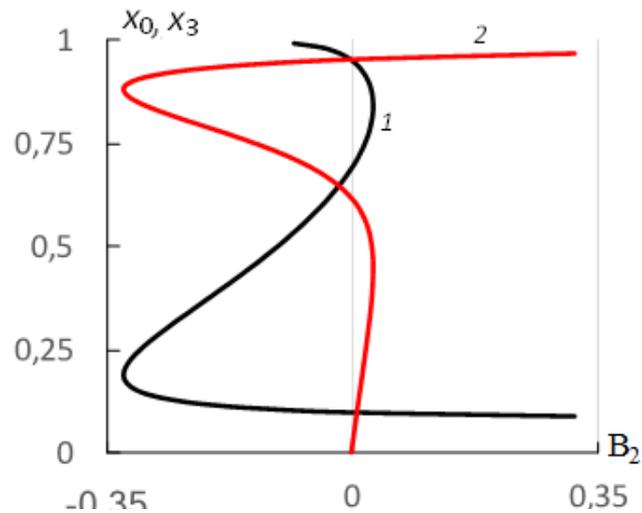


$K_1 = 0,4; k_1 = 1,8; A_1 = 0,2; B_1 = 0,6; K_2 = 0,6; k_2 = 1,2; A_2 = 0,6; B_2 = 0,2; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$

Рисунок 19 – Фазовый портрет системы уравнений (11), (12), (14) и (15)

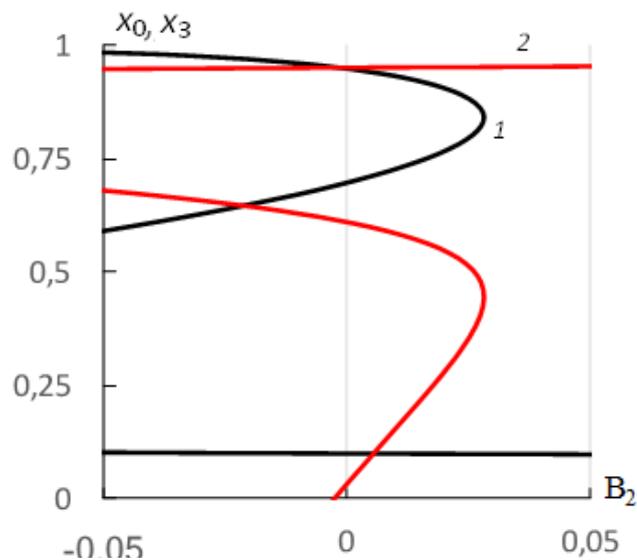
На рисунке 20 представлены зависимости переменных  $x_3$  и  $x_0$  для набора управляющих параметров, относящихся к случаю сравнительно слабого диктата среды от параметра  $B_2$ , характеризующего воздействие прямой пропаганды на лиц из одной из групп, побуждающей их начать скрывать свои истинные воззрения. На рисунке 21 те же зависимости представлены в увеличенном масштабе.

Видно, что рассматриваемые зависимости имеют S-образный характер, что говорит о существовании фазовых переходов в системе, которые сопровождаются гистерезисными явлениями.



$K_1 = 0,02; k_1 = 0,09; A_1 = 0,01; B_1 = 0,03; K_2 = 0,01; k_2 = 0,06; A_2 = 0,03; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$

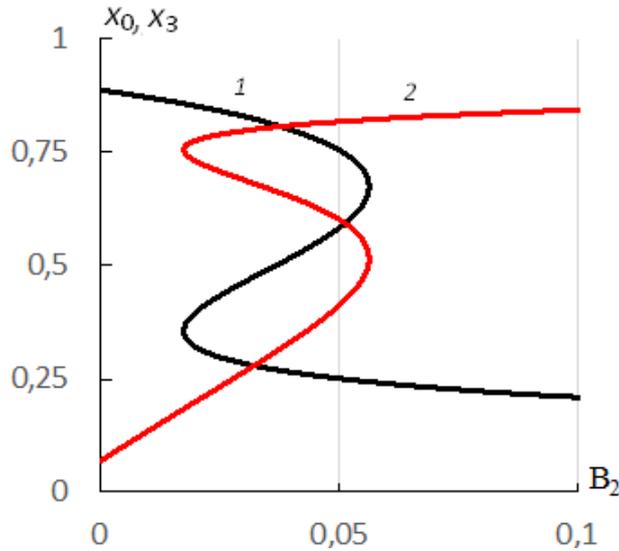
Рисунок 20 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$



$K_1 = 0,02; k_1 = 0,09; A_1 = 0,01; B_1 = 0,03; K_2 = 0,01;$   
 $k_2 = 0,06; A_2 = 0,03; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1$  (увеличенный масштаб)

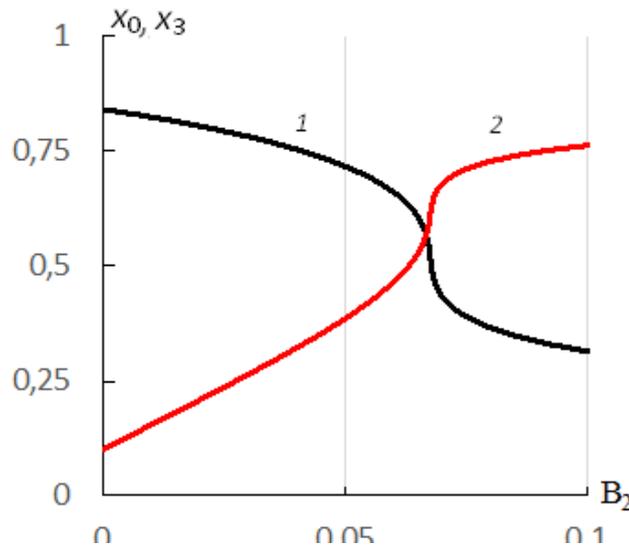
Рисунок 21 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$

Видно также, что в зависимости от значения параметра  $B_1$ , могут реализовываться две ситуации, одна из которых соответствует упомянутому выше триггеру, а другая – доминированию одной из точек зрения.



$$K_1 = 0,07; k_1 = 0,1; A_1 = 0,01; B_1 = 0,04; K_2 = 0,1; \\ k_2 = 0,15; A_2 = 0,03; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1 \text{ (увеличенный масштаб)}$$

Рисунок 22 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$



$$K_1 = 0,12; k_1 = 0,1; A_1 = 0,01; B_1 = 0,04; K_2 = 0,12; \\ k_2 = 0,2; A_2 = 0,04; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1 \text{ (увеличенный масштаб)}$$

Рисунок 23 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$

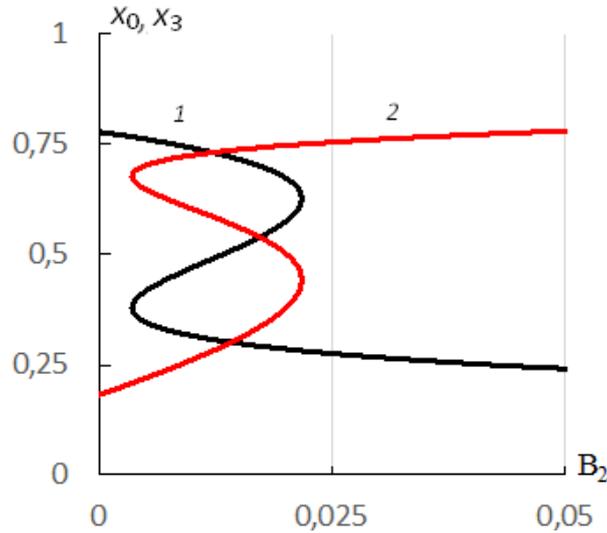
Таким образом, на основании анализа фазовых портретов можно выделить три качественно различающихся состояния общества (по отношению к соотношению между информационными воздействиями и фактором диктата среды):

1. «Триггерное» состояние, когда возможен скачкообразный переход между принятием обществом в целом одной из противоборствующих точек зрения: общество скачкообразно отказывается от одних воззрений и меняет их на противоположные. Такая ситуация имеет место, когда диктат среды максимально выражен.

2. Состояние, в котором может доминировать только одна из двух противоборствующих точек зрения. Этот случай отвечает сравнительно небольшому влиянию диктата среды, в нем

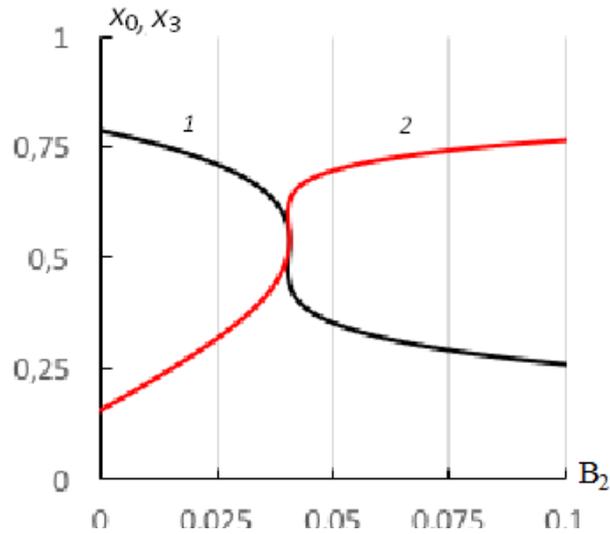
доминирование той или иной точки зрения полностью определяется характером внешних воздействий (пропагандой).

3. Состояние, в котором в обществе одинаково могут быть распространены обе точки зрения; этот случай отвечает максимально ослабленному диктату среды, т.е. толерантному обществу.



$$K_1 = 0,12; k_1 = 0,1; A_1 = 0,01; B_1 = 0,08; K_2 = 0,12; \\ k_2 = 0,2; A_2 = 0,04; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1 \text{ (увеличенный масштаб)}$$

Рисунок 24 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$



$$K_1 = 0,12; k_1 = 0,1; A_1 = 0,01; B_1 = 0,08; K_2 = 0,12; k_2 = 0,2; A_2 = 0,06; \tau_0 = 1; \tau_3 = 1 \\ \text{(увеличенный масштаб)}$$

Рисунок 25 – Зависимость решений системы уравнений (11), (12), (14) и (15) от параметра  $B_2$

**Литература:**

1. Libicki M. C. The Convergence of Information Warfare // *Strategic Studies Quarterly*. – 2017. – Т. 11. – №. 1. – С. 3–7.
2. Baker K., Banbury S., Colbert H. *Maritime Information Warfare Task Characterization Framework*. – Prentice Hall Press, 2015. – 215 p.
3. Floridi L., Taddeo M. The ethics of information warfare. – *Springer Science & Business Media*, 2014. – Т. 14. – 273 p.
4. Hills M., Batchelor G. Hard targets and an immune response: how information warfare and special force perspectives can deliver competitive advantage in mitigation and management of cyber crisis. – 2015. – 173 p.
5. Старостин А. М., Самыгин С. И., Верещагина А. В. От национальной идентичности к военной и информационной безопасности: эволюция войны и многообразие ее форм в условиях духовной деволюции современного общества // *Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС*. – 2015. – №. 4. – С. 73–77.
6. Валиуллин И. И. Эволюция понятия «информационная война» в политической науке // *Международные отношения*. – 2014. – №. 1. – С. 68-74.
7. Taylor R. W., Fritsch E. J., Liederbach J. *Digital crime and digital terrorism*. – Prentice Hall Press, 2014. – 211 p.
8. Maurer T., Janz S. The Russian-Ukraine Conflict: Cyber and Information Warfare in a Regional Context // *The International Relations and Security Network*. – 2014. – Т. 17. – 277–293.
9. Jaitner M., Geers K. Russian Information Warfare: Lessons from Ukraine // *Cyber War in Perspective: Russian Aggression against Ukraine*; Kenneth, G., Ed. – 2015. – С. 89–93.
10. Snegovaya M. Putin's information warfare in Ukraine // *Soviet Origins of Russia's Hybrid Warfare*, *Russia Report*. – 2015. – Т. 1. – С. 133–135.
11. Пересыпкина О. В., Ромашкина Н. П. Информационно-психологическое воздействие в период кризиса на Украине: уроки для России // *Информационные войны*. – 2016. – №. 1. – С. 42–54.
12. Носкова И. А. Информационная война против Сирии // *Криминология: вчера, сегодня, завтра*. – 2014. – №. 1 (32). – С. 57–63.
13. Hutchinson W. 16th Australian Information Warfare Conference, 2015, Edith Cowan University-conference details. – 2015. – P.173–174.
14. Inkster N. Information Warfare and the US Presidential Election // *Survival*. – 2016. – Т. 58. – №. 5. – С. 23–32.

*Поступила 20 сентября 2017 г.*

МРНТИ 30.19.23

УДК 539.3

## НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УПРУГИХ СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ КОНТАКТНЫМ СУХИМ ТРЕНИЕМ

Тулешева Г.А.<sup>1</sup>, Сейткулова Ж.Н.<sup>1</sup>, Мурзасаймова К.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет

им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан

e-mail: 2920857@mail.ru

*В работе исследуется задача о динамическом напряженном состоянии конического стержня в среде, взаимодействие с которой моделируется с контактным сухим трением. Приводится решение для случая, когда длина конуса меньше характерной глубины проникания нагрузки, то есть для случая, когда передний фронт еще не отходит от характеристики. В этом частном случае задача оказывается линейной и решение получено с использованием интегрального преобразования Лапласа-Карсона, но в работе подсчитаны и отраженные волны. Аналитически определены закономерности распространения и затухания нелинейных упругих волн при возбуждении скоростью. Получено поле скоростей и поле напряжений. Учет отклонения от характеристики приводит к нелинейной задаче, для решения которой полученные результаты являются необходимой заготовкой. В виду присутствия  $\chi$  система является существенно нелинейной.*

**Ключевые слова:** конический стержень, сухое трение, характеристики, преобразование Лапласа-Карсона, характерная глубина проникания нагрузки, область покоя, область движения, оригиналы, изображения, характерные области.

*Бұл жұмыста конустық біліктің динамикалық кернеулік күйі, онымен өзара әрекеттесетін түйіспелі құрғақ үйкеліспен үлгіленетін ортада зерттеледі. Конустың ұзындығы жүктің өзіне тән ену тереңдігінен кіші болған жағдайдағы шешімі келтіріледі, яғни алдыңғы шебі сипаттамадан бұрылып кетпей тұрған жағдай үшін көрсетіледі. Дербес жағдайда есеп сызықты болды және оның шешімі интегралдық Лаплас-Карсон түрлендіруін қолдану арқылы табылады, бұл жұмыста толқындар шағылысуы да есептелген. Аналитикалық түрде таралу заңдылықтары және жылдамдықтың қоздыруымен пайда болған сызықты емес серпімді толқындардың бәсеңдеуі анықталған. Сипаттамада ауытқуды есепке алу сызықты емес есепке әкеледі, оны шешу үшін алынған нәтиже қажетті дайындама болады. Құрамында  $\chi$  болғандықтан жүйе едәір сызықты емес болады.*

**Тірек сөздер:** конустық білік, құрғақ үйкеліс, сипаттамалар, Лаплас-Карсон түрлендіруі, жүктің өзіне тән ену тереңдігі, тыныштық аймағы, қозғалыс аймағы, түпнұсқа, бейне, ерекше аймақ.

*In this paper, we study the problem of the dynamic stressed state of a conical rod in a medium whose interaction is modeled with contact dry friction. A solution is given for the case when the length of the cone is less than the characteristic depth of penetration of the load, that is, for the case when the leading front does not depart from the characteristic. In this particular case, the problem turns out to be linear and the solution is obtained using the Laplace-Carson integral transformation, but the reflected waves are also calculated. The regularities of propagation and damping of nonlinear elastic waves are determined*

*analytically at excitation by the velocity. The velocity field and the stress field are obtained. Taking into account the deviation from the characteristic leads to a nonlinear problem, for the solution of which the results obtained are the necessary preform. In view of the presence, the system  $\chi$  is essentially nonlinear.*

**Keywords:** *conical rod, dry friction, characteristics, Laplace-Carson transform, Characteristic depth of penetration of the load, rest area, movement area, originals, images, characteristic areas.*

### Введение

Трение в той или иной степени участвует во всех механических процессах, особенно существенно его влияние на движение и взаимное перемещение тел. Можно сказать, что трение повсюду. Характер проявления силы сухого трения изучался давно. Опыт показывает, что величина сухого трения возрастает по мере продолжительности неподвижного контакта соприкасающихся поверхностей. Это обстоятельство констатировалось в 1775 году учителем Кулона Боссю, экспериментально изучалось Кулоном, который показал, что сила трения при трогании больше, чем при последующем установившемся движении. Проверка самого закона сухого трения Амантона-Кулона, как локального закона для сплошной среды и в динамических условиях, была проведена коллективом исследователей из Института проблем механики РАН.

В различного рода задачах о динамическом воздействии на конструкцию большой вклад в рассеивание энергии вносят потери за счет фрикционного контакта в местах различного рода соединений. Такой вид диссипации носит название конструкционного демпфирования. Фрикционный контакт имеет место и при взаимодействии тел различной конфигурации с окружающей средой. В общем случае системы с контактным сухим трением – это слоистые среды, когда вследствие различного деформирования слоев появляются отдельные участки или происходит полное проскальзывание между слоями. Такого рода задачи долгое время практически не рассматривались для деформируемых сред как говорил академик Е.И. Шемякин, в силу сложности постановок. Дело в том, что контактное сухое трение между слоями, представляющее собой нелинейный механизм диссипации энергии, зависит от скорости частиц, в то время как скорость, теряющая при обращении в нуль конечный скачок в каждой точке поверхностях взаимодействия, в задаче сама является искомой функцией. В качестве примеров явлений, в котором фрикционные взаимодействия играют существенную роль, можно указать на взаимодействия с грунтом буровых колонн и обсадных труб в нефтепромысловом деле, подземных сооружений, свай в строительном деле, оползающих горных и снежных массивов, взаимодействие при соударении различных тел с гибкими мембранами и т.д. Подобные ситуации возникают при сдвиганиях горных пород, при их подработках, в сейсмогенных процессах, стабилизаторах ракет и т.д. В такого рода задачах сила сухого трения является распределенной.

Направление исследования представляет значительный интерес для теории и практики нелинейной механики.

*Основная часть.* Рассмотрим удар с постоянной заданной скоростью  $v_0$  по стержню конечной длины  $\ell$ . В начальный момент времени  $t = 0$  стержень считаем ненапряженным и покоящимся

$$\sigma = 0, \quad v = 0, \quad \chi = 0, \quad t < 0, \quad 0 < x < \ell. \quad (1)$$

По торцу стержня  $x = 0$  имеет место удар с постоянной скоростью  $v_0$

$$v = H(t)v_0, \quad x = 0, \quad (2)$$

конец  $x = \ell$  будем считать заделанным

$$v = 0; \quad x = \ell, \quad (3)$$

знак скорости  $\chi$  в области, где движение возникло, является положительным и область покоя отделяется от области движения во всяком случае в начальный момент движения характеристикой  $x = at$ . Поэтому в данной задаче для  $\chi$  имеем

$$\chi = -\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k H[at - x - 2(k-1)l] + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k H[at + x - 2kl]. \quad (4)$$

После этого задача становится линейной и решение ее может быть найдено с использованием интегрального преобразования Лапласа-Карсона. Применяя преобразование к системе

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma}{\partial x} - \frac{2}{h-x} \sigma &= \rho \frac{\partial v}{\partial t} + \chi(v/|v|, v/|v|)q(x), \\ \frac{\partial \sigma}{\partial t} &= E \frac{\partial v}{\partial x}, \quad q = fLN/S, \end{aligned} \quad (5)$$

с учетом граничных и начальных условий (1)–(3) и (4) получим общее решение задачи в изображениях

$$\begin{aligned} \bar{\sigma} &= \frac{aq}{2p(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{-p(x+2(k-1)l)}{a}} + \frac{aqx}{2p(h-x)^2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{-p(x+2(k-1)l)}{a}} - \frac{qx}{2(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{-p(x+2(k-1)l)}{a}} - \\ &- \frac{a^2q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{p(x-2kl)}{a}} + \frac{aq}{4p(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{p(x-2kl)}{a}} + \frac{aqx}{2p(h-x)^2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{p(x-2kl)}{a}} + \\ &+ \frac{qx}{2(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{p(x-2kl)}{a}} + \frac{Ev_0h}{p(h-x)^2} e^{\frac{-px}{a}} + \frac{a^2q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{-p(x+2kl)}{a}} - \frac{aql}{p(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{\frac{-p(x+2(2m-1)l)}{a}} + \\ &+ \frac{a^2q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{\frac{-p(x+2(2m-1)l)}{a}} + \frac{Ev_0h}{p(h-x)^2} \sum_{n=0}^{\infty} e^{\frac{-p(x+2(n+1)l)}{a}} - \frac{a^2q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{\frac{-p(x+4ml)}{a}} - \\ &- \frac{\sigma_0h}{h-x} e^{\frac{-px}{a}} - \frac{aq}{4p(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{\frac{-p(x+2kl)}{a}} + \frac{ql}{h-x} \sum_{m=1}^{\infty} e^{\frac{-p(x+2(2m-1)l)}{a}} - \frac{aq}{4p(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{\frac{-p(x+2(2m-1)l)}{a}} - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{\sigma_0 h}{h-x} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+2(n+1)l)}{a}} + \frac{aq}{4p(h-x)} \times \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+4ml)}{a}} + \frac{aql}{p(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{a^2 q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{Ev_2 h}{p(h-x)^2} \times \\
 & \times \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(n+1)l)}{a}} + \frac{a^2 q}{4p^2(h-x)^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-4ml)}{a}} + \frac{ql}{h-x} \sum_{m=2}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{aq}{4p(h-x)} \sum_{m=2}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{\sigma_0 h}{h-x} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(n+1)l)}{a}} + \\
 & + \frac{aq}{4p(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-4ml)}{a}} \\
 \bar{v} = & \frac{aqx}{2E(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+2(k-1)l)}{a}} - \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2kl)}{a}} + \frac{aqx}{2E(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{-\frac{p(x-2kl)}{a}} + \\
 & + \frac{v_0 h}{h-x} e^{-\frac{px}{a}} + \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k e^{-\frac{p(x-2kl)}{a}} - \frac{aql}{E(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+2(2m-1)l)}{a}} + \\
 & + \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+2(2m-1)l)}{a}} + \frac{v_0 h}{h-x} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{p(x+2(n+1)l)}{a}} - \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x+4ml)}{a}} + \\
 & + \frac{aql}{E(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(2m-1)l)}{a}} - \frac{v_0 h}{h-x} \times \\
 & \times \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{p(x-2(n+1)l)}{a}} + \frac{a^2 q}{4pE(h-x)} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{p(x-4ml)}{a}}
 \end{aligned}$$

При переходе к оригиналам решения существенно упрощаются, если записать их по областям (рисунок 1).

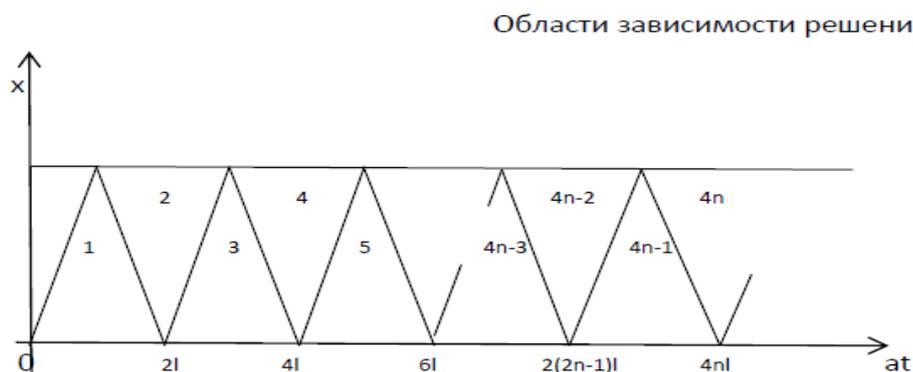


Рисунок 1 – Области зависимости решений

В самом деле решение в области 1, ограниченной характеристикой  $x = at$  и осью  $t$  имеет вид

$$\sigma_1 = \frac{aq}{2(h-x)} \left( t - \frac{2x}{a} \right) - \frac{aqx}{2(h-x)^2} \left( t - \frac{x}{a} \right) + \frac{Ev_0 h}{(h-x)^2} \left( t - \frac{x}{a} \right) - \frac{\sigma_0 h}{h-x},$$

$$v_1 = \frac{aqx}{2E(h-x)} + \frac{v_0h}{h-x}.$$

В области 2, ограниченной характеристиками  $at+x=2l$  и  $at-x=2l$  и линией  $x=l$  решение имеет вид

$$\begin{aligned} \sigma_2 = & -\frac{aq}{h-x} \left( t - \frac{2l}{a} \right) - \frac{aqx}{(h-x)^2} \left( t - \frac{l}{a} \right) + \frac{aql}{(h-x)^2} \times \\ & \times \left( t + \frac{x-2l}{a} \right) - \frac{2\sigma_0h}{(h-x)^2} (x-l) - \frac{2\sigma_0h}{h-x}, \\ v_2 = & -\frac{aq}{E(h-x)} (x-l). \end{aligned}$$

В области 3, ограниченной характеристиками  $at-x=2l$  и  $at+x=4l$  и линией  $x=0$  имеем

$$\begin{aligned} \sigma_3 = & -\frac{aq}{2(h-x)} \left( t + \frac{2x-4l}{a} \right) - \frac{aqx}{2(h-x)^2} \left( t + \frac{x-4l}{a} \right) + \\ & + \frac{Ev\sigma_0h}{(h-x)^2} \left( t - \frac{3x}{a} \right) - \frac{3\sigma_0h}{h-x} \\ v_3 = & v_1. \end{aligned}$$

В области 4, ограниченной характеристиками  $at+x=4l$  и  $at-x=6l$ , получим

$$\begin{aligned} \sigma_4 = & \frac{4\sigma_0h}{(h-x)^2} (x-l) - \frac{4\sigma_0h}{h-x}, \\ v_4 = & 0. \end{aligned}$$

Получая аналогично решения для нескольких треугольных областей, примыкающих основаниями к линии  $x=0$  и треугольных областей, примыкающих основаниями к линии  $x=l$ , методом математической индукции легко построить решения для любых характерных областей.

Для нижних треугольных областей

$$x + 4(n-1)l < at < -x + 2(2n-1)l;$$

$$x + 2(2n-1)l < at < -x + 4nl$$

решение имеет вид

$$\sigma_{4n-3} = -\frac{aq}{2(h-x)} \left( t - \frac{2x+4(n-1)l}{a} \right) - \frac{aqx}{2(h-x)^2},$$

$$v_{4n-3} = -\frac{aqx}{2E(h-x)} + \frac{v_0h}{h-x}.$$

$$\sigma_{4n-1} = -\frac{aq}{2(h-x)}\left(t + \frac{2x-4nl}{a}\right) - \frac{aqx}{2(h-x)^2}\left(t + \frac{x-4nl}{a}\right) +$$

$$+ \frac{Ev_0h}{(h-x)^2}\left(t - \frac{(4n-1)x}{a}\right) - \frac{(4n-1)\sigma_0h}{h-x},$$

$$v_{4n-1} = v_{4n-3}.$$

Для верхних треугольных областей

$$-x + 2(2n-1)l < at < x + 2(2n-1)l$$

$$-x + 4nl < at < x + 4nl$$

решение имеет вид

$$\sigma_{4n-2} = -\frac{aq}{h-x}\left(t - \frac{2(2n-1)l}{a}\right) - \frac{aqx}{(h-x)^2}\left(t - \frac{(4n-3)l}{a}\right) + \frac{aql}{(h-x)^2}\left(t + \frac{x-2(2n-1)l}{a}\right) -$$

$$- \frac{2(2n-1)\sigma_0h}{(h-x)^2}(x-l) - \frac{2(2n-1)\sigma_0h}{h-x}$$

$$v_{4n-2} = -\frac{aq}{E(h-x)}(x-l)$$

$$\sigma_{4n} = -\frac{4n\sigma_0h}{(h-x)^2}(x-l) - \frac{4n\sigma_0h}{(h-x)^2}$$

$$v_{4n} = 0.$$

Таким образом, решение задачи для всей рассматриваемой полосы получено в области зависимости решения  $(x, t)$ .

### Заключение

Аналитически определены закономерности распространения и затухания нелинейных волн в конечном коническом стержне с распределенным контактным сухим трением при возбуждении скоростью. Полученные в работе результаты по нелинейным волновым процессам в механических системах с контактным сухим трением могут служить основой исследования ударных нелинейных волн в грунте в сейсмологии, в подземных, наземных сооружениях, в динамике машиностроительного, нефтепромышленного дела и т.д.

### Литература:

1. Никитин Л.В. Статика и динамика твердых тел с внешним сухим трением. – М.: Московский лицей, 1998. – С.77–99.
2. Тюреходжаев А.Н., Тулешева Г.А. Удар с постоянной скоростью по конечному стержню с участком, свободным от контактного сухого трения. – Вестник КазНТУ. – 1995. – №3. – С. 3–7.

Поступила 25 мая 2017 г.

МРНТИ 52.01.91  
УДК 622. 27: 691.5

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Цой С.В.<sup>1</sup>, Ниязова Ш.В.<sup>1</sup>, Цой Л.С.<sup>1</sup>, Даниленко Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева», Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Инжиниринговая фирма «OrientalCo.Ltd», Алматы, Республика Казахстан  
e-mail: shamsi\_niyaz@mail.ru

*Отрицательное влияние законсервированных хвостохранилищ горнорудной промышленности на экологическую обстановку региона ставит актуальную задачу их переработки и ликвидации. Ликвидация существующих отвальных хвостов решает экологические проблемы и указывает на источник новых строительных материалов. В статье приведены исследования отвальных хвостов Жезказганской обогатительной фабрики. Определены физические свойства хвостов, их химический состав. Исследованы физико-механические характеристики образцов с различным содержанием хвостов. Установлены оптимальные пропорции соотношения хвостов к цементу различных марок. Обоснована возможность применения хвостов в качестве строительного материала.*

**Ключевые слова:** хвостохранилище, хвосты, строительный материал, цемент, глина, кирпич, прочность, изгиб.

*Тау-кен өндірісінің қалдықтарды сақтау қоймаларының ауданның экологиялық жағдайға теріс әсеріне байланысты оларды қайта өңдеу және жою өзекті мәселе ретінде қойылуда. Үйінді қалдықтарын жою экологиялық мәселелерді шешеді және ол жаңа құрылыс материалдары көзі ретінде қаралады. Мақалада Жезқазған кен байыту фабрикасының үйінділік қалдықтарын зерттеу келтірілген. Құрамы әр түрлі қалдық үлгілерінің физика-механикалық сипаттамалары зерттелді. Қалдықтардың әр түрлі цемент маркаларына қарай тиімді қатынасы бекітілді. Қалдықтарды құрылыс материалдары ретінде қолдану мүмкіндіктері негізделді.*

**Тірек сөздер:** қалдықтарды сақтау орны, қалдықтар, цемент, саз, кірпіш, беріктігін сынау, иіліс.

*The negative impact of mining tailings preserved on the ecological situation in the region poses urgent task of processing and elimination. The elimination of the existing tailings solve environmental problems and identifies the source of new building materials. Researches of dump tailings in Zhezkazgan concentrating factory are given in the article. The physical properties of tails and their chemical composition were specified. The physico-mechanical characteristics of the samples with different content of the tailings were reviewed. Optimal proportions of the ratio of tails to different grades of cement were specified. The possibility of using tails as a construction material was proved.*

**Keywords:** tailings, building material, cement, clay, brick, durability, bend.

Воздействие законсервированных хвостохранилищ горно-металлургического производства проявляется в нанесении ущерба окружающей среде в виде сноса пыли с больших площадей отвалов и сухих пляжей хвостохранилищ и золоотвалов, загрязнения подземных вод и других факторов. Снос пыли следует относить к постоянно действующему

фактору, поскольку атмосферная пыль, оседая на окружающие территории, загрязняет земную поверхность, а при последующем растворении токсичные соединения мигрируют в почвы, подпочвы и, в конечном счете, в подземные воды [1]. Вторичная переработка хвостов, как техногенного сырья, существующими технологиями снова приведет к необходимости сооружения хвостохранилищ. Для их поддержания требуется большой объем материальных и финансовых затрат. Применение инновационной технологии с ликвидацией хвостохранилищ позволит решить существующие проблемы отходов [2]. Утилизация материала хвостохранилища дает новый источник строительных материалов. Работа посвящена актуальной проблеме ликвидации хвостов обогатительных фабрик.

Для выявления возможности применения отвальных хвостов в качестве строительных материалов были определены химические и физические свойства лежалых хвостов ОФ, определены свойства глины, используемой совместно с хвостами.

Проведены исследования отвальных хвостов Жезказганской обогатительной фабрики № 1 и № 2. Определены физические свойства хвостов, такие как истинная и насыпная плотность, гранулометрический состав. Средняя и истинная плотности определялись согласно ГОСТу 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» п. 9, п. 8.

Истинную плотность ( $\rho_u$ ) в г/см<sup>3</sup> вычисляют по формуле:

$$\rho_u = \frac{(m - m_1)\rho_в}{m - m_1 + m_2 - m_3}, \quad (1)$$

где  $m$  — масса пикнометра с песком, г;

$m_1$  — масса пустого пикнометра, г;

$m_2$  — масса пикнометра с дистиллированной водой, г;

$m_3$  — масса пикнометра с песком и дистиллированной водой после удаления пузырьков воздуха, г;

$\rho_в$  — плотность воды, равная 1 г/см<sup>3</sup>.

Испытание производится 2 раза, результат равен среднеарифметическому из двух полученных значений.

Насыпную плотность ( $\rho_n$ ) в кг/м<sup>3</sup> вычисляют по формуле:

$$\rho_n = \frac{m_1 - m}{V}, \quad (2)$$

где  $m$  — масса мерного сосуда, кг;

$m_1$  — масса мерного сосуда с песком, кг;

$V$  — объем сосуда, м<sup>3</sup>.

Испытание производится 2 раза, результат равен среднеарифметическому из двух полученных значений.

Гранулометрический состав определялся согласно ГОСТу 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» п. 3.

По результатам проведенных испытаний были получены следующие результаты:

1) Средняя (насыпная) плотность – 2,55 г/см<sup>3</sup>;

2) Истинная плотность – 2,65 г/см<sup>3</sup>.

Гранулометрический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав отвальных хвостов

№	Размер сита, мм	Остаток, %	Полный остаток, %
1	12,5	0,4	0,4
2	10	0,1	0,5
3	5	0,58	1,08
4	2,5	0,44	1,52
5	1,25	1,12	2,64
6	0,63	2,24	4,88
7	0,315	20,84	25,72
8	0,16	52,04	77,76
9	0,1	0,12	77,88
10	0,08	13,06	90,94
11	остаток	9,06	100

Отвальные хвосты имеют среднюю и истинную плотность, схожую с песком, поэтому, возможно предположить, что данный материал пригоден к использованию в качестве мелкого заполнителя в бетонах. Однако, гранулометрический состав показывает наличие мелких частиц, которые могут вызвать высокую водопотребность конечной смеси.

Проведен химический анализ пробы отвальных хвостов.

Для оценки комплексного химического состава отвальных хвостов был выполнен спектральный полуколичественный анализ на 12 элементов: Zn, Cu, Sn, Mo, Pb, Ag, Nb, Be, W, As, Bi, Au.

Исследования проводились на приборе ДФС-8. Категории УПи осуществлялись в соответствии с методикой предприятия МП-09-С.

Результаты спектрального полуколичественного анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Спектральный полуколичественный анализ хвостов

№ n/n	№ пробы	Содержание, %							
		Zn	Cu	Sn	Mo	Pb	Ag	Nb	Be
1	1	0,02	>1	0,0006	0,0002	0,08	0,0015	0,0008	0,00015

Элементы: W, As, Bi, Au – меньше предела обнаружения.

Контрольное определение содержания основного элемента в отвальных хвостах - меди выполнено атомно-абсорбционным пламенно-фотометрическим способом, инструкция НСАМ-№155-ХС (Научный совет аналитических методов) на приборе VARIAN-200. Категория точности анализа III. Результат занесен в таблицу 3.

Определение содержания серы в отвальных хвостах осуществлено весовым методом в соответствии с СТ РК 1354-2005 («Руды и горные породы. Метод определения общего

содержания серы»). Определение содержания элементов силикатной группы осуществлено флуоресцентным рентгеноспектральным методом на приборе СРМ-25 в соответствии инструкции НСАМ №313-РС. Категория точности анализа III. Результаты анализа занесены в таблицу3.

Таблица 3 – Рентгеноспектральный анализ хвостов

№ n/n	№ пробы	Содержание, %													
		Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu	n.n.n.	сумма	S <sub>общ</sub>
1	1	0,98	0,47	10,53	74,51	0,79	1,40	3,87	0,47	0,14	2,30	1,16	3,28	99,90	0,18

При выполнении анализов использовались государственные стандартные образцы пород с известными содержаниями.

Анализ показал:

- отвалы хвосты за время нахождения в хвостохранилище прошли высокую степень окисления, содержание серы общей составляет 0,18 %;
- содержание цветных металлов (Cu, Pb, Zn) составляет менее 1,3 %;
- основные компоненты хвостов – оксиды силикатной группы;
- содержание диоксида кремния, являющегося определяющим при производстве строительных материалов, наибольшее и составляет 74,51 %;
- содержание мышьяка – ниже предела обнаружения.

В качестве вяжущего для изготовления образцов использовалась глина с месторождения Бурундай. Предварительно были изучены ее физико-химические свойства. Проведен физико-химический анализ проб глины. Результаты представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Гранулометрический состав глины

Крупнозернистые включения Размер фракций, мм					Гранулометрический состава в % на аб. сухое вещество (метод пипетки)				
>10	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,063	0,063–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
–	–	–	–	–	11,1	53,8	11,8	10,1	13,2

Результаты исследования показали, что исследуемая глина по классификации ГОСТ 9196 относится:

- по количеству, размеру и виду крупнозернистых включений к группе «с мелкими включениями», т.к. включения размером более 0,5 мм отсутствуют;
- по содержанию тонкодисперсных фракций – частиц менее 1 мкм к группе «грубодисперсные», менее 13,2 %;

– по пластичности, число пластичности 8,88 - глина относится к группе «умереннопластичные».

Таблица 5 – Пластичность и состав глины

Пластичность		Содержание, %			
Число пластич.	Классиф. по ГОСТ 9169	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	ВРС
8,84	Умеренно пластич.	9,70	2,99	0,49	0,98

Результаты анализов хвостов и глины показали возможность применения их для изготовления кирпичей по следующим показателям:

- средняя и истинная плотность хвостов схожа с кварцевым песком, что позволяет предположить, что они могут быть использованы в качестве мелкого заполнителя в бетонах;
- наличие в хвостах мелких частиц, способных вызвать высокую водопотребность при производстве бетонных изделий.
- глина по техническим требованиям относится к легкоплавким и может быть использована в качестве вяжущего для производства керамического кирпича.

С целью изучения физико-механических показателей кирпичей были изготовлены из отвальных хвостов образцы строительных материалов в различных соотношениях вяжущего и заполнителя – хвостов ОФ. Цемент/хвосты – 10/90; 20/80; 50/50 разных марок цемент, хвосты/глина – 20/80; 30/70; 50/50. Испытания производились в лаборатории ТОО «НИИСТРОМПРОЕКТ» на сжатие кирпичей, в состав которых входят хвосты хвостохранилища Жезказганской обогатительной фабрики № 1 и № 2.

Данные испытания проводятся согласно ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии». Суть испытания заключается в сравнении прочностных характеристик цементных балочек с различным содержанием хвостов с цементными балочками, изготавливаемыми для проверки активности цементов (цемент и монофракционный песок, ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»; ГОСТ 6139 – 2003 «Песок для испытаний цемента. Технические условия»).

При малом содержании цемента образцы ломались в процессе расформировки, после затвердевания теряли целостность и не подлежали испытанию. Испытывали целые образцы при разном соотношении цемент и хвосты.

*Испытание образцов.* Работа проводилась в Комплексной научно-исследовательской лаборатории строительных материалов ТОО «НИИСТРОЙПРОЕКТ» г. Алматы. Испытания прочности при изгибе и сжатии проводятся согласно ГОСТ 310.4-81. «Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии». Сравнивались прочностные характеристики цементных балочек с содержанием цемента и хвостов в соотношениях 10 : 90; 20 : 80; 70 : 30, 80: 20 с цементными балочками, изготавливаемыми для проверки активности цементов (цемент и моно фракционный песок, ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»; ГОСТ 6139 – 2003 «Песок для испытаний цемента. Технические условия»). Образцы изготавливались с соблюдением методики и стандартов. Испытания проводились по мере созревания образцов. На рисунках 1 и 2 приведены испытательные установки на сжатие и изгиб.



Рисунок 1 – Испытательные установки на сжатие (А) и изгиб (Б)

Использовался цемент г. Семей, «Бухтарминская цементная компания», песок – вольский моно фракционный, хвосты – отвальные хвосты хвостохранилища Жезказганской обогатительной фабрики № 1 и № 2. Результаты испытаний приведены в таблице 6 для марок цемента М500Д0, М400Д0.

Таблица 6 – Прочность на сжатие и изгиб

Марка цемента	Наименование образца	Прочность при сжатии и изгибе, МПа		Прочность при сжатии и изгибе, МПа	
		После ТВО		После 28 сут твердения	
М500Д0	Контрольный	43,11	6,58	50,65	7,66
	Ц10 Х90	Два образца из трех сломались при расформовке 1,27		В течение испытания образцы потеряли целостность, проверке на прочность не подлежат	
	Ц20 Х80	11,14	4,17	5,68	2,89
	Ц50 Х50	38,64	10,1	50,57	12,01
	Ц70 Х30	56,15	8,00	44,04	12,01
	Ц80 Х20	56,29	7,39	84,42	11,85
М400Д0	Контрольный	27,57	4,59	34,36	6,13
	Ц10 Х90	Три образца из трех сломались при расформовке		В течение испытания образцы потеряли целостность, проверке на прочность не подлежат	
	Ц20 Х80	17,87	4,41	15,09	5,93
	Ц50 Х50	53,68	8,91	54,20	11,19
	Ц70 Х30	67,30	11,19	57,50	11,64
	Ц80 Х20	64,00	9,29	54,41	10,75

Для марки цемента М400Д20 с различным содержанием наполнителя результаты испытаний приведены в графическом виде. На рисунке 2 приведена зависимость прочности при сжатии от содержания наполнителя после ТВО, а на рисунке 3 – после 28 суток твердения.

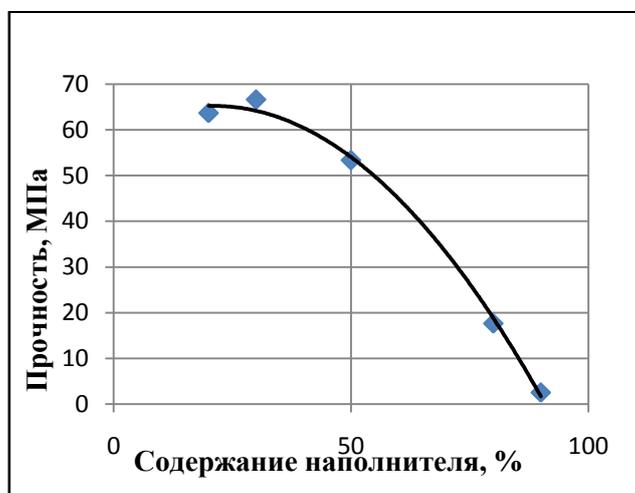


Рисунок 2 – Прочность на сжатие после ТВО

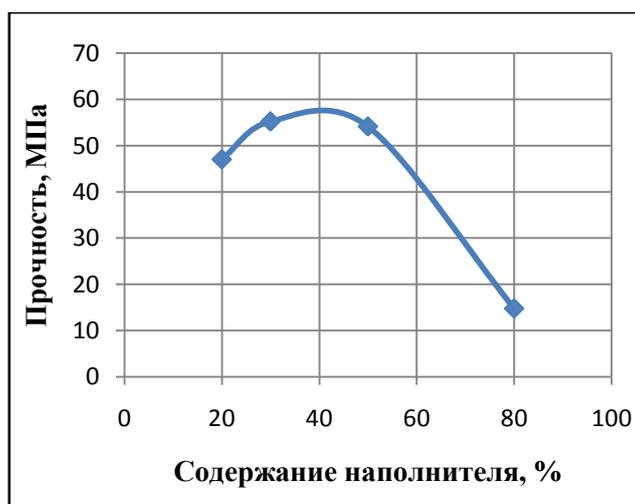


Рисунок 3 – Прочность после 28 суток твердения

На рисунках 4 и 5 приведены зависимости прочности на изгиб от содержания наполнителя соответственно.

Анализ результатов испытаний:

– прочность на сжатие образцов по сравнению с контрольным образцом после 28 суток с цементом М400 Д0 для Ц20:Х80 составил 45 %; для Ц50:Х50 – 158 %, Ц70:Х30 – 167 %; Ц80:Х20 – 158 %. Для цемента М500 Д0 для Ц20:Х80 составил 11 %, для Ц50:Х50 – 99 %; Ц70:Х30 – 87 %; Ц80:Х20 – 167 %.

– прочность на изгиб образцов по сравнению с контрольным образцом после 28 суток затвердевания с цементом М400 Д0 для образца Ц20: Х80 составил 97 %, для Ц50:Х50 – 196 %. Для цемента М500 Д0, образец Ц20:Х80 составил 34 %, для Ц50:Х50 – 156 %.

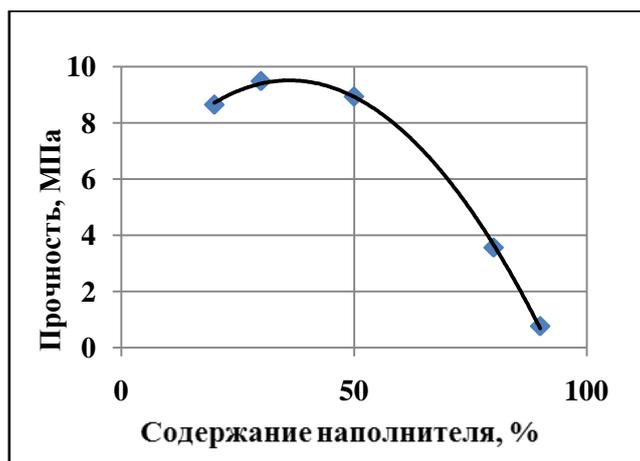


Рисунок 4 – Прочность на изгиб после ТВО

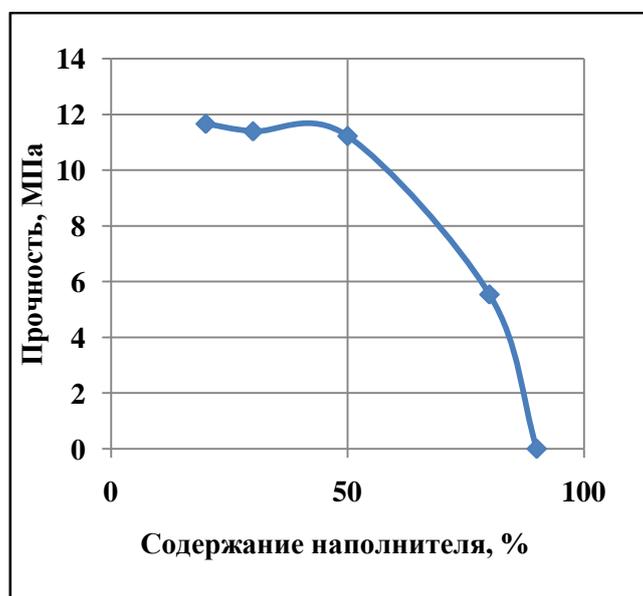


Рисунок 5 – Прочность на изгиб после 28 суток твердения

В зависимости от марки цемента прочность на сжатие и изгиб при полном схватывании цемента варьируется в пределах достижения эталонной прочности, начиная от соотношения Ц30Х70. Для марки цемента М400Д20 из графиков видно, что прочность возрастает с увеличением содержания цемента, начиная от 20 %. Прочность после полного схватывания цемента (истечение 28 суток) максимальная прочность на сжатие достигается при содержании наполнителя от 30 до 60 %. При тех же содержаниях наполнителя прочность на изгиб меняется незначительно (рисунок 5). Наиболее оптимальным соотношением цемент/хвосты является соотношение 70/30, так как именно в этом случае достигается наибольший прирост по прочности без потерь других физико-механических характеристик. Также наблюдается увеличение прочности при изгибе, что может быть успешно использовано в конструкциях с особыми требованиями по этому показателю.

По результатам испытаний можно резюмировать следующее: строительные материалы с содержанием лежалых хвостов обогатительных фабрик по физико-механическим свойствам соответствуют применяемым строительным материалам по различному назначению. Следовательно, ликвидацию хвостов можно осуществить изготовлением кирпичей, тротуарных плиток, керамических кирпичей для облицовок и других материалов.

**Литература:**

1. Цой С., Ниязова Ш.В., Цой Л.С., Спирухова Л.Е. О ликвидации хвостохранилищ при переработке природного и техногенного сырья// Изв. НТО «Кахак» – 2016. – № 4(55). – С.70–78.
2. Инновационный патент РК № 29986. Способ инновационной технологии переработки природного и техногенного сырья / Цой С., Мамытбеков Г.К., Мутанов Г.М., Жусупбеков С.С., Ниязова Ш.В., Агайдаров Д.А., Еркебалаев Ж.Р.; опубл. Бюл.№ 6, 2015.

*Поступила 5 августа 2017 г.*

МНПТИ 31.01.05; 61.59  
УДК 541.64;547.23:548.662

## SYNTHESIS OF CONTROLLED ENCAPSULATION SYSTEMS AS A TASK OF MOLECULAR PROGRAMMING AND THE BASIS OF SOCIALLY SIGNIFICANT TECHNOLOGIES FOR THE CORRECTION OF THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE

Shaltykova D.B.<sup>1</sup>, Nurgaziyeva E.K.<sup>2</sup>, Mun G.A.<sup>3,4</sup>, Park K.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>National Engineering Academy of the RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>4</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>5</sup>Purdue University, West Lafayette, USA

e-mail: munrig@yandex.kz

*The criteria for the selection of non-pharmacological agents that constitute the basis of socially significant technologies providing the correction of the psychophysiological state of the population are formulated. It is shown that aromatherapy provides promising means for the development of such technologies. Technologies of creation of water-emulsion media with the use of essential oils are discussed. The possibilities of improving the methods for creating emulsions based on the use of high molecular weight surfactants, intended, in particular, for use in aromatherapy are considered. It is shown that such methods can be considered from the point of view of the concept of molecular programming. It is shown that promising approach to the management of micelle formation processes is the use of interpolymer complexes that allow varying the critical parameters of micelle formation by external influences. In addition, the use of stimulus-sensitive systems based on hydrophilic polymers allows significantly expanding the possibilities for the creation of emulsions, including their control when changing thermodynamic variables.*

**Keywords:** *interpolymer complexes, aromatherapy, social technologies, molecular programming, hydrogels, emulsifiers, nanotechnology.*

*Халықтың психофизиологиялық жай-күйін түзетуді қамтамасыз ететін әлеуметтік маңызы бар технологиялар негізінде құрылған дәрілік емес құралдарды іріктеу критерийлері жасалды. Ароматерапия осындай технологиялардың дамуы үшін перспективті құрал болып табылатындығы көрсетілді. Эфир майларын қолдану арқылы су эмульсиялық ортаны құру технологиялары талқыланды. Жоғары молекулалық беттік белсенді заттардың негізінде оның ішінде ароматерапияда қолдануға арналған эмульсияларды жасау әдістерін жетілдіру мүмкіндіктері қарастырылды. Мұндай әдістер молекулалық бағдарламалау тұжырымдамасы тұрғысынан қарастырылуы мүмкін екендігі көрсетілді. Сыртқы әсерлер арқылы мицелла түзудің критикалық параметрлерін өзгертуге мүмкіндік беретін интерполимерлі кешендерді қолдану мицелла түзілу үдерісін басқарудың перспективті тәсілі болып табылады. Бұдан басқа, гидрофильді полимерлер негізіндегі стимул-сезімтал жүйелерді қолдану эмульсияларды жасау мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтуге, сондай-ақ термодинамикалық айнымалылар өзгергенде оларды басқаруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.*

**Тірек сөздер:** *интерполимерлікешендер, ароматерапия, элеуметтіктехнологиялар, молекулалық бағдарламалау, гидрогелдер, эмульгаторлар, нанотехнология.*

*Сформулированы критерии выбора немедикаментозных средств, закладываемых в основу социально значимых технологий, обеспечивающих коррекцию психофизиологического состояния населения. Показано, что перспективные средства для развития таких технологий предоставляет ароматерапия. Обсуждаются технологии создания водно-эмульсионных сред с использованием эфирных масел. Рассматриваются возможности совершенствования методов создания эмульсий, основанные на использовании высокомолекулярных поверхностно-активных веществ, и предназначенные, в том числе, для использования в ароматерапии. Показано, что такие методы могут рассматриваться с точки зрения концепции молекулярного программирования. Показано, что перспективным подходом к управлению процессами образования мицелл является использование интерполимерных комплексов, позволяющих варьировать критические параметры мицеллообразования с помощью внешних воздействий. Кроме того использование стимул-чувствительных систем на основе гидрофильных полимеров позволяет существенно расширить возможности по созданию эмульсий, в том числе обеспечить их управление при изменения термодинамических переменных.*

**Ключевые слова:** *интерполимерные комплексы, ароматерапия, социальные технологии, молекулярное программирование, гидрогели, эмульгаторы, нанотехнология.*

The development of social and socially significant technologies that provide the correction of the psychophysiological state of the population in modern conditions is one of the key issues. First and foremost, this is due to the need to suppress such factors as unmotivated aggression, which can significantly impact the overall potential for conflict in society (increasing against the backdrop of negative trends in the global economy). Due to the orientation toward mass consumption, it is advisable to lay the basis for such technologies in non-drug products, and at the first stages the introduced technologies should be as simple as possible in use.

The above mentioned criteria are fully met by aromatherapy [1–3]; currently, it is recognized that its facilities allow the correction of the psychophysiological state of users, as well as the prevention of airborne diseases (as well as some of others). In [4] it was noted that aromatherapy is also promising mean of prevention and treatment of a wide range of diseases when applied through baths. The choice of aromatherapy is also indicated by the fact that devices that provide automatic dispersion of essential oils in the air (or immersion in aqueous media) can be realized in a very simple way. This allows us to ensure the interconnection of aromatherapy products with telecommunication technologies in the spirit of the modern trend "Internet of things".

However, currently, the technologies of creating water-emulsion media with the use of essential oils are not developed completely. This is mainly due to the fact that existing methods that allow dispersing a hydrophobic component in water are based on the use of emulsifiers, which are generally used as surfactants, which simultaneously contain both hydrophobic and hydrophilic functional groups. The hydrophobic component in this case is retained in the solvent due to the formation of micelles, the typical scheme of which is shown in Figure1.

The structure of the micelle includes a hydrophobic core and a shell formed by an emulsifier layer, the orientation of the emulsifier molecules is allow the hydrophobic units interact with the dispersed component, and the hydrophilic units interact with the solvent (water).

The presence of an outer shell formed by emulsifier molecules, obviously, prevents any contact of the dispersed component with any third body, it works in case of medical applications of such systems as well. To overcome this difficulty, it is expedient to use the approaches of polymeric nanochemistry [5].

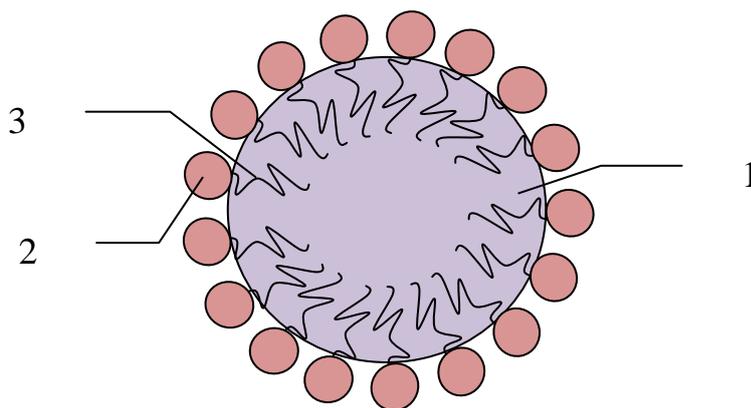


Figure 1 – Classical scheme of the micelle structure; 1 – hydrophobic core, 2, 3 – hydrophilic and hydrophobic parts of surfactant molecules

Namely, the transition to the use of nanogels [6,7] - macromolecular systems representing cross-linked nanoscale polymer networks, that allows, in principle, to raise the issue of creating systems for external encapsulation, including essential oils used in aromatherapy.

Let's consider a particle of a nanogel, assuming that one part of its surface is hydrophobic, and the other is hydrophilic (Figure 2). It can be shown that there are conditions under which the hydrophobic component is retained on the hydrophobic part of the particle surface due to surface tension forces. As a macroscopic model for the formation of such structures a drop of oil adhered to a hydrophobic surface can be taken, over which water is poured; this model that can be used for approximate calculations of the amounts of a hydrophobic component adsorbed by the surface of amphiphilic particle.

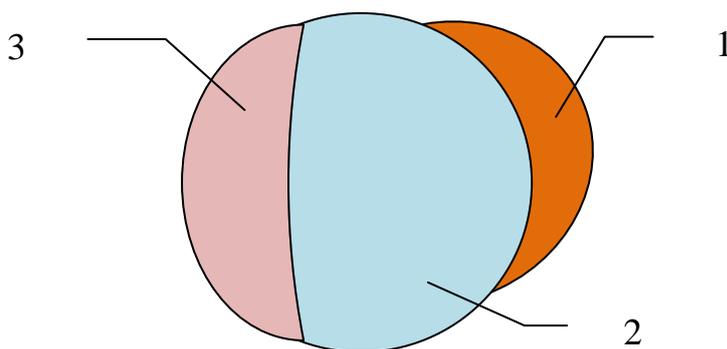


Figure 2 – Scheme of the amphiphilic particle structure with "external encapsulation" of a hydrophobic liquid; 1 – sorbed hydrophobic liquid, 2, 3–hydrophobic and hydrophilic parts of the main particle

The model, the structure of which is schematically shown in Figure 2, in a certain sense, is the inverse of the classical structure of the micelle. Indeed, in this case the hydrophobic component is

localized in a certain region near the surface; the remaining parts of the surface are used to provide interaction with the solvent (the liquid containing nanogels has very similar properties to conventional solutions in its properties).

The term "external encapsulation" is used in this paper means this sense. Surface tension forces ensure the retention of a certain amount of essential oil (along with the substances dissolved in them, which is essential for practical use, in particular, in aromatherapy), but the structure of the particles used is such that there remains the possibility for direct contact between the active substance and third bodies.

It is permissible to assume that depending on the particle size schematically shown in Figure 2, nanosize objects of this type will have the ability to aggregate. In this case, an analog of the classical micelle is formed (Figure 3), differing in that the outer layer consisting of amphiphilic objects is formed by much larger particles than individual surfactant molecules.

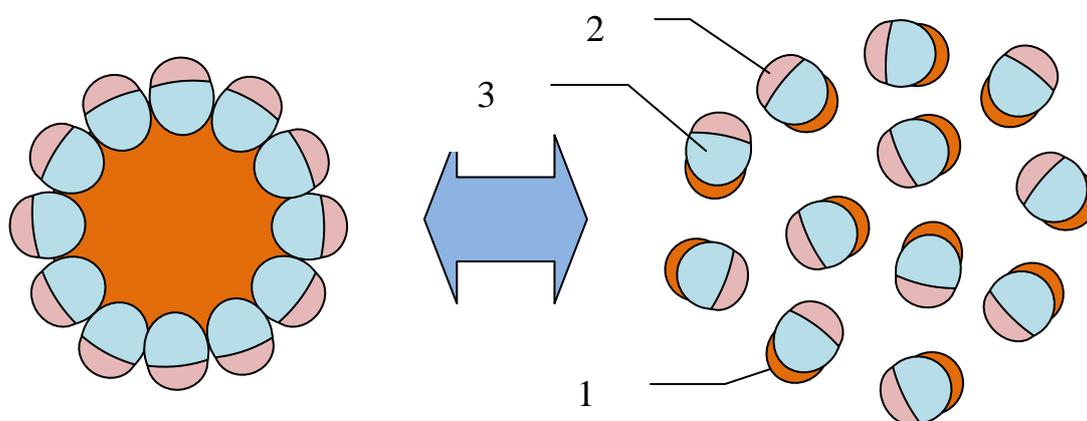


Figure 3 – Scheme of controlling micelle formation due to the transformation of amphiphilic particles forming the micelle

Another important difference is that nanogels, like their macroscopic analogues, can be synthesized on the basis of stimulus-sensitive macromolecules. It is well known that such objects are able to change the degree of swelling in water, and, consequently, the geometric dimensions when the control parameters change in a fairly narrow interval [8–10]. It is obvious that a change in the size of these particles will invariably impact the character of micelle formation, in particular, on such an important parameter as the critical concentration of micelle formation. Therefore, the process shown in Figure 3 can be made manageable. It is essential that control can be provided without changing the basic thermodynamic parameters of the system (temperature, pressure, concentration of components present in the solution). Namely, in work [11] it was shown that the use of magnetoactive nanoparticles makes it possible to provide deformation and change in the conformation of the macromolecules attached to them, using a low-frequency magnetic field that weakly impacts the temperature of the system. Consideration of the process, the scheme of which is shown in Figure 3, is of considerable interest from the point of view of molecular programming concept [12]. This concept is aimed at creating macromolecular systems capable of performing a specified sequence of operations. Given systems are programmable in the sense that the necessary sequence of operations is realized as a response to a certain sequence of changes in thermodynamic variables and/or external fields. This, in particular, provides for the existence of a certain operational memory, the recording of information into which is also carried out with the help of external macroscopic influences.

It is well known that one of the simplest systems that can record information is a trigger element that can be in one of two stable states. Generally, any bistable system, in particular, based on the processes of reversible formation of micelles, can be considered as an analog of the trigger. From this point of view the scheme shown in Figure 3 is of great interest for the concept of molecular programming.

The feasibility of the scheme shown in Figure 3 remains unproven. However, it can at least be used as an illustration to the understanding of phenomena occurring during the formation of micelles involving interpolymer complexes, which include both hydrophilic and hydrophobic functional groups. In works [13–15] it was shown that the transition from low-molecular into high-molecular-weight surfactants (HMWS) really allows to significantly expand the possibilities for controlling the formation of micelles. It should be expected that a further transition to interpolymer complexes fulfilling the same function will further enhance the possibilities for a directed influence on these processes.

In particular, the scheme shown in Fig. 3 can be modified, as shown in Figure 4. In accordance with this scheme, the micelle is formed by the interaction between hydrophobic component and polymer containing both hydrophobic and hydrophilic units (ordiphylic links).

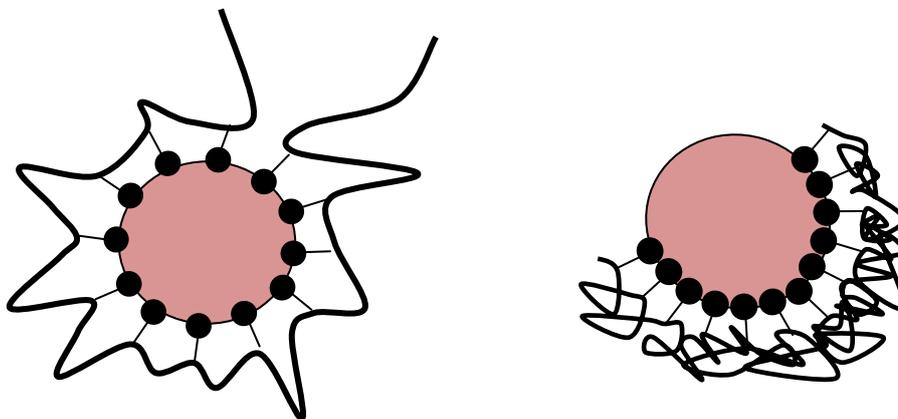


Figure 4 – Impact of macromolecular chain stiffness on the formation of micelles

It is obvious that the number of links in a macromolecule capable of taking part in the formation of a micelle is determined, in part, by the elasticity of the chain: the more compact the macrochainclew, the greater the number of polymer molecules necessary to form a micellicdiphilic shell. Conversely, flexible chains provide the possibility of increasing the number of functional groups belonging to the same macromolecule and forming part of the diphilic shell.

It is known [16] that the flexibility of a macromolecule significantly depends, on both degree of its ionization (polyelectrolyte effect), and the shift of the hydrophobic-hydrophilic balance caused by variations in thermodynamic variables. Consequently, any change in the thermodynamic variables that causes a change in the degree of ionization ensures a change in the characteristics of the process of micelle formation. This is directly confirmed by the data presented in [13–15], where it has been experimentally shown that there are pronounced temperature dependences of the ability of HMWS molecules to form micelles.

Thus, the use of stimulus-sensitive systems based on hydrophilic polymers allows significantly expanding the possibilities for the creation of emulsions, including their control in changing thermodynamic variables.

**References:**

1. Buckle J. Clinical aromatherapy: Essential oils in practice. Elsevier Health Sciences, 2014. – 419 p.
2. Тонковцева В.В., Марчук Н.Ю., Вагина Е.В., Ярош А.М. Коррекция психофизиологического состояния человека с использованием психорелаксирующей программы и эфирного масла шишек кипариса вечнозеленого // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2012. – № 1 (27). – С.101–105.
3. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Куликова Я.А., Юркова О.Ф. Влияние эфирных масел на психофизиологическое состояние человека // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 100. – С. 114–118.
4. Бобрик, Ю. В., Тимофеев, И. Ю., Кулинченко, А. В., Бабынин, А. С., Козуля, С. В. Ароматерапия, аэрофитотерапия – перспективы развития и возможности применения при реабилитации больных, профилактике заболеваний. // Таврический медико-биологический вестник. – 2014. – Т. 17, № 2(66). – С.17–21.
5. Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е., Ибраева Ж.Е. Полимеры в нанотехнологии // Известия НТО «КАХАК». – 2015. – № 1 (48). – С.5–18.
6. Kabanov A.V., Vinogradov S.V. Nanogels as pharmaceutical carriers: finite networks of infinite capabilities. // Angew. Chem. Int. Ed. – 2009. – Vol. 48. – № 30. – P. 5418–5429.
7. Pich A., Richtering W. / Polymer nanogels and microgels. // Polymer Science: A Comprehensive Reference. – 2012. –Vol. 10. – № 6. – P. 309–350.
8. Dergunov S. A., Mun G. A., Dergunov M. A., Suleimenov I. E., Pinkhassik E. Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymers // Reactive and Functional Polymers.–2011. – Vol. 71(12). – P. 1129–1136.
9. Mun G. A., Yermukhambetova B. B., Urkimbayeva P. I., Bakytbekov R. B., Irmukhametova G. S., Mangazbayeva R. A., Suleimenov I. E. Synthesis and Characterization of Water Soluble and Water Swelling Thermo-sensitive Copolymers based on 2-Hydroxyethylacrylate and 2-Hydroxyethylmethacrylate // AASRI Procedia. – 2012. – № 3. – P. 601–606.
10. Suleimenov I., Güven O., Mun G., Beissegul A., Panchenko S., Ivlev R. The formation of interpolymer complexes and hydrophilic associates of poly (acrylic acid) and non-ionic copolymers based on 2-hydroxyethylacrylate in aqueous solutions // Polymer International. – 2013. – №62(9). – P. 1310–1315.
11. Головин Ю.И. Новые наномеханические подходы к адресной доставке лекарств и управлению их активностью на молекулярном уровне с помощью магнитных наночастиц // Вестник Тамбовского ГУ. – 2013. – Т.18, Вып.4. – С.1954–1960.
12. Ергожин Е.Е., Зезин А.Б., Сулейменов И.Э., Мун Г.А. Гидрофильные полимеры в нанотехнологии и наноэлектронике / Библиотека нанотехнологии. – Алматы-Москва: LEM, 2008. – 214 с.
13. Beissegul A.B., Urkimbaeva P.I., AbdievK.Zh., Ermekbaeva L., Dubolazov A.V., Mun G.A. Surface-activity properties of polymers based on some acrylic monomers and their polycomplexes with polyacrylic acid // ВестникКазНУ. Серия химическая . – 2007. – №1 (45). – С. 199–203.
14. Бейсегул А.Б., Уркимбаева П.И., Канагатов А.Е., Дуболазов А.В., Мун Г.А. Поверхностно-активные свойства сополимеров 2-гидроксиэтилакрилата и бутилакрилата и их поликомплексов с полиакриловой кислотой // Тез. докл. IV Всероссийской Каргинской конф. «Наука о полимерах 21-му веку». – Москва, 2007. – Т. 2. – С. 288.
15. Бейсеғұл Ә.Б., Үркімбаева П.И., Мун Г.А., Карамырзаева О.С. 2-гидроксиэтилакрилат негізінде алынған жана стимул сезімтал эмульгаторлар // КазҰУ Хабаршысы. Химия сериясы. – 2007. – №2 (46). – 228–234 б.

*Поступила 1 сентября 2017 г.*

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

МРНТИ 31.01.45

УДК 542.4;378

### ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЕ-ТЕСТИРОВАНИЕ

Сулейменов И.Э.<sup>1</sup>, Пак И.Т.<sup>2</sup>, Габриелян О.А.<sup>3</sup>, Бакиров А.С.<sup>1</sup>, Колдаева С.Н.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий,  
Алматы, Республика Казахстан,

<sup>3</sup>Таврическая академия крымского федерального университета  
им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия.

<sup>4</sup>Белорусский государственный университет транспорта, Минск, Белоруссия

e-mail: esenych@yandex.ru

*Показано, что дальнейшее совершенствование интерактивных учебников создает возможность для совмещения собственно учебного процесса и оценки уровня знаний. Такой подход позволяет преодолеть многие существенные недостатки, присущие классическим формам определения уровня знаний студентов и школьников (экзамены, тестирование). Рассмотрены принципы реализации различных форм тестирования, осуществляемого в ходе работы читателя с интерактивным учебником – как простейших, не требующих дополнительного оборудования, так и усложненных, аналогичных тем, что используются в полиграфах, известных также как «детекторы лжи». Простейшая форма основывается на анализе статистики переходов по дополнительным ссылкам в интерактивном учебнике, характере используемой дополнительной информации и т.д. Показано, что для обеспечения профориентационной работы среди старшеклассников оптимальным является использование учебника «Наука и техника в истории цивилизации». При этом совмещение собственно учебного процесса с тестированием является вполне реалистичной задачей. Обсуждаются преимущества такого подхода.*

**Ключевые слова:** качество образования, тестирование, мониторинг, интерактивные учебники, профориентация, проблема бессмертия, инновации в обучении.

*Интерактивті оқулықтарды ары қарай жетілдіру оқу үрдісін біріктіруге және білім деңгейін бағалауға мүмкіндік тудырады. Мұндай көзқарас студенттер мен оқушылардың білім деңгейін (емтихандар, тестілеу) анықтаудың классикалық формаларына тән көптеген маңызды кемшіліктерді жеңуге мүмкіндік береді. Интерактивті оқу құралымен оқырманның жұмысы барысында жүзеге асырылатын тестілеудің әр түрлі формаларының нысандарын енгізу принциптері – қосымша жабдықтарды қажет етпейтін ең қарапайым және полиграфтарда қолданылатын «өтірік детекторлары» деп аталатын күрделі құрылғылар. Қарапайым пішін интерактивті оқулықта, сонымен қатар қосымша сілтемелер арқылы өтетін статистиканы талдауға пайдаланылатын қосымша ақпараттың сипатына және т.б. негізделген. Жоғары мектептің оқушылары арасында кәсіптік бағдар беруді қамтамасыз ету үшін «Өркениет тарихындағы ғылым мен техника» оқулығын қолданған тиімді. Сонымен қатар, нақты оқыту процесін тестілеумен біріктіру өте тиімді. Бұл тәсілдің артықшылықтары талқыланады.*

**Тірек сөздер:** оқыту сапасы, тестілеу, мониторинг, интерактивті оқулықтар, кәсіптік бағдарлау, өлместіктің мәселесі, оқытудағы инновациялар.

*It is shown that further improvement of interactive textbooks creates an opportunity for combining the learning process and assessing the level of knowledge. This approach allows us to overcome many of the significant drawbacks inherent in the classical forms of determining the level of students' knowledge and students (exams, testing). The realization principles of various forms of testing implemented during the work of the reader with an interactive textbook are considered, both simple ones that do not require additional equipment or sophisticated ones, similar to those used in polygraphs, also known as "lie detectors". The simplest form is based on the statistics analysis of clicks on additional links in the interactive tutorial, the nature of the additional information, etc. It is shown that, in order to ensure vocational guidance among high school students, the use of the textbook "Science and technology in the history of civilization" is optimal. At the same time, combining the actual learning process with testing is a very realistic task. The advantages of this approach has been discussed.*

**Keywords:** quality of education, testing, monitoring, interactive textbooks, vocational guidance, the immortality problem, modern technologies in education.

Осуществление реальных оценок качества образования (как высшего, так и школьного) представляет собой весьма сложную задачу; в частности, значительная часть авторов работ по теоретической педагогике [1–3] так или иначе признает, что такой инструмент как экзаменационные оценки весьма далек от идеала.

Не менее серьезную критику [4–6] вызывает также такой инструмент оценки уровня знаний как тестирование (особенно при поступлении в вузы, что наглядно показывают многочисленные дискуссии, связанные с вопросом о едином государственном экзамене в РФ или едином национальном тестировании в РК).

Одна из базовых проблем, связанных с затруднениями оценки уровня образования отдельного школьника (студента) или качества образования в конкретном университете, состоит в том, что на экзамены или на тестирование неизбежно отводится весьма ограниченное время. По крайней мере, это время намного меньше затрачиваемого на собственно учебный процесс.

В данной работе показано, что существует реальная возможность совместить собственно учебный процесс, а именно чтение интерактивных учебников по конкретным дисциплинам, с тестированием, т.е. оценкой характера восприятия студентом (или школьником) учебного материала.

Базовое положение, от которого отталкивается развиваемая концепция совмещения собственно учебного процесса и тестирования, основывается, в том числе, на наблюдаемых тенденциях, характерных для постиндустриального рынка труда [7–9].

В частности, имеющиеся статистические данные позволяют с уверенностью говорить о том, что подавляющее большинство выпускников университетов РК либо трудоустраивается не по специальности, либо занимает позиции управленцев (шире – офисных работников), для которых, как правило, не требуется настолько углубленных знаний по конкретным техническим дисциплинам, как это предусматривается учебными программами. Офисный работник со стажем помнит в лучшем случае 2–3 % от объема знаний, предусмотренных программой университета. Остальные навыки он приобретает в результате конкретной практической деятельности.

Тенденции такого рода указывают на то, что приобретение студентами конкретной совокупности компетенций является в современных условиях вторичным по сравнению с *навыками, обеспечивающими усвоение дополнительной информации*. Упрощая, студента важнее «научить учиться», а точнее получать профессиональную подготовку самостоятельно, нежели «накачать» его конкретной совокупностью званий и навыков, большинство из которых ему не потребуется никогда. Разумеется, остаются профессии, для которых описываемый подход или не приемлем вовсе, или приемлем только ограниченно (скажем, обслуживающий персонал сложных технических систем, таких как электростанции), однако он с неизбежностью выходит на первый план, когда речь идет о деятельности, связанной с инновациями и становлением экономики знаний.

Навыки, связанные с умением профессионально воспринимать дополнительную информацию, усваиваются, по выражению, использованному в [10], аппаратно. Иными словами, здесь не существует промежуточного варианта; данная конкретная личность либо приобретает соответствующие способности как некую целостность, либо не приобретает их вовсе. По существу, переход на следующую ступень восприятия сторонней информации неизбежно затрагивает саму структуру личности. Следовательно, для оценки уровня образованности решительно не обязательно отследить объем уже приобретенной информации, важно понять, как эта личность воспринимает новую для себя информацию, понять, как именно она модифицирована.

В цитируемой монографии [10] на этот счет приводится наглядный пример. Существует такое понятие как функциональная неграмотность. Человек, отучившийся в начальной школе, может воспринять смысл букв алфавита, сможет складывать из них слова, но это потребует от него напряжения всех умственных и физических сил. В противном случае, когда ученик действительно становится грамотным, имеет место некий качественный скачок, в результате которого умение читать – и получать удовольствие от чтения – становится неотъемлемой составляющей данной конкретной личности. Соответственно, переход от одной ступени грамотности к другой можно отследить просто на уровне восприятия текста данным конкретным учеником. Несколько забегаая вперед, отметим, что современные информационные технологии позволяют отследить уровень такого восприятия, как минимум, с приемлемой точностью.

Аналогичным образом дело обстоит и с последующими ступенями образования, во всяком случае, технического или естественнонаучного. Умение использовать интегральное или вариационное исчисление также легко классифицируется по признаку функциональная «грамотность» – функциональная «неграмотность». В первом случае индивид автоматически применяет базовые положения вариационного исчисления, например, для понимания принципов «максимума и минимума», используемых различными дисциплинами. Во втором – способен, обращаясь к справочникам или иным руководствам, воссоздать ход рассуждений автора читаемого текста, но это потребует от него более чем серьезной работы, опять-таки связанной с напряжением как умственных, так и физических сил.

Очевидно, что овладение аппаратом интегрального или вариационного исчисления невозможно без его «встраивания» в психическую структуру личности. Во всяком случае, человек, овладевший указанным математическим аппаратом на действительно профессиональном уровне, будет применять его практически бессознательно, точно так же, как он не станет задумываться о последовательности перемещений правой и левой ноги при обычной ходьбе. Следовательно, переход от одного уровня восприятия, скажем, вариационного исчисления, к другому также можно отследить не только и не столько по

формальным признакам (к примеру, на основании контроля за решением соответствующих задач), сколько по тому, как именно студент читает текст, в котором вариационное исчисление либо используется непосредственно, либо присутствуют идеи, так или иначе восходящие к принципу Мопертюи. В первом случае его реакция на текст, в котором фигурирует отсылка к «экстремальным принципам», будет естественной для человека соответствующего уровня грамотности. Во втором – ему придется серьезно работать над тем, чтобы понять содержание хотя бы на первичном уровне.

Аналогичный вывод можно сделать по отношению практически к любой технической или естественнонаучной дисциплине. Принято говорить, что студент-химик «видит» (или не видит) структуру окислительно-восстановительных реакций, студент-электронщик «видит» распределение токов в транзисторной схеме и т.д. Профессионализация как таковая неизбежно связана с определёнными структурными изменениями в психике личности, которые будут проявляться во всем, а в первую очередь – при чтении текстов, написанных на профессиональные темы. Во всяком случае, невозможно спорить с тем, что любой профессионал легко и быстро усваивает текст, написанный по его собственной специальности.

С этой точки зрения любое образование представляет собой некую последовательность переходов из количества в качество. Решение задач, усвоение конкретного материала и все остальное прочее, что предусматривают университетские программы, служит не более чем «сырьем», совокупностью первичных сведений, которая – по неизвестному доселе механизму – *иногда* обеспечивает переход на следующий уровень «грамотности». Следовательно, оценивать уровень знаний ученика количественно, то есть в «процентах усвоенного материала», как это принято сейчас, нелепо. Нельзя быть «слегка беременной»; студент либо действительно умеет интегрировать, либо нет. Во всяком случае, если интегрирование представляет для него тяжелую работу, он сделает все, чтобы к нему не прибегать и, следовательно, исключить его использование в своей последующей профессиональной деятельности.

Следовательно, при решении рассматриваемой проблемы целесообразно сосредоточиться на качественных оценках, т.е. говорить не о том, что и сколько студент (или абитуриент) знает, сколько о том, *что это за личность*. Это тем более важно понять сегодня, когда перед странами ЕАЭС стоят задачи, так или иначе связанные со становлением экономики знаний и необходимостью ускоренного инновационного развития. Как минимум, качественная шкала, де-факто построенная на принципах двоичной логики, отслеживающая переход обучающихся с одного качественного уровня на другой, позволит избежать засилья «слегка грамотных» посредственностей.

Это тем более важно, если принять во внимание, что следующий – по отношению к «просто профессиональному» – уровень также требует вполне определенной (причем гораздо более глубокой) структурной перестройки психики. Именно на этом уровне работают те, для кого изобретательская и иная инновационная деятельность – в которой так остро нуждаются евразийские государства на современном этапе – является повседневной профессиональной работой.

Следовательно, если говорить об оценках, нацеленных не на исчисление неких формальных показателей, а на выявление тех, кто действительно сможет – и захочет – решать соответствующие задачи, то мы с непреложностью должны прийти к методикам, в которых базовую функцию выполняет *изучение характера восприятия нового*.

Проще всего эту задачу решить применительно к исследованию реакций (как осознаваемых, так и бессознательных) студента (шире – обучающегося) на конкретный текст. В известном смысле, при разработке подобной методики можно воспользоваться теми же самыми приемами [11], что положены в основу действия полиграфа, известного также как «детектор лжи». Психофизиологические реакции читателя на конкретный текст, как минимум, позволяют оценить, насколько *трудоемким* является этот процесс лично для него.

На первом этапе поставленную задачу можно существенно упростить, сосредоточившись, например, на решении конкретных прикладных задач. Одной из них является задача по профессиональной ориентации абитуриентов. В настоящее время существует достаточно много психологических тестов [12], нацеленных на выявление склонностей абитуриента к той или иной профессиональной деятельности. Однако их реальное применение остается ограниченным; абитуриенты чаще всего используют их из поверхностного интереса, осуществляя выбор будущей профессии по иным критериям, чаще всего, связанным с их представлениями о возможностях будущего карьерного роста или жизненного успеха.

Данные представления, как это с очевидностью демонстрирует ситуация в Казахстане, как правило, являются иллюзорными. Значительная часть абитуриентов ориентируется [3,8,9] на мечты о стремительной карьере управленца или бизнесмена, которые на практике реализуются редко, причем такая ситуация будет только усугубляться в силу нарастания негативных трендов в экономике постсоветских стран. Тем не менее, иллюзии, о которых говорилось выше, продолжают устойчиво существовать в молодежной среде, главным образом в силу инертности массового сознания.

Следовательно, если говорить о профориентационной работе серьезно, то указанные выше иллюзорные представления следует, как минимум, учитывать. Попытки прямой агитации, предпринимаемой отдельными университетами в целях обеспечения нужной численности контингента обучающихся, заранее обречены на провал; проблему следует решать системно, внедряя в молодежную среду представления, отвечающие решению масштабной задачи о становлении экономики знаний.

Подчеркиваем, иллюзорные представления о предпочтительности управленческой карьеры для рядового абитуриента (наследники крупных состояний, очевидно, составляют исключение), бытующие в массовом сознании, представляют собой одно из основных препятствий для становления экономики знаний. Во всяком случае, это с непереложностью соответствует ситуации, сложившейся в Казахстане: абитуриенты, обладающие способностями, нужными для участия инновационной деятельности, успешно конкурируют со всеми иными прочими, поступающими на экономические, политологические (и аналогичные им) специальности. В результате интеллектуальный потенциал государства де-факто оказывается растрачиваемым впустую (выпускники, не являющиеся наследниками соответствующего финансового или социального капитала, редко достигают успеха в перечисленных выше областях деятельности).

Более того, при таком количестве выпускников, формально приобретающих квалификацию в сфере управления экономикой, международных отношений или политологии, для подавляющего большинства из них просто не остается подходящего места в профессиональной деятельности указанного рода, в то время как упущенное время уже не позволяет этому контингенту включиться в инновационную деятельность на уровне, отвечающем требованиям времени.

Следовательно, основной задачей профориентационной работы, построенной на научных принципах, является преодоление стереотипов массового сознания, фактически

имплементировавших иллюзии, сложившиеся в период перехода от плановой экономики к рыночной. Для этого абитуриент должен получить не просто некие сведения о его собственных склонностях, но реалистичный прогноз, выражающий его личные возможности «вписаться» в соответствующую профессиональную среду. Впрочем, не исключено, что данный подход в большей степени следует ориентировать на родителей абитуриентов, что не исключает необходимости получения более развернутой информации о склонностях и реальных возможностях самого абитуриента.

В программы обучения магистрантов значительной части евразийских университетов входит такая дисциплина как «История и философия науки». Опыт преподавания данной дисциплины позволяет утверждать, что соответствующие сведения – а главное, некую целостную картину становления человеческой цивилизации как производной от развития науки и техники – молодые люди получают со вполне определенным запаздыванием, во всяком случае, если говорить о профессиональной ориентации применительно к необходимости решать задачи, связанные со становлением экономики знаний.

Действительно, для того чтобы выпускник школы мог адекватно осуществить выбор профессии, т.е. найти свое личное место в быстро меняющемся мире, он, как минимум, должен представлять себе общую картину развития науки, техники и всего, что с этим связано. Разумеется, тяжелое наследие геополитической катастрофы конца 20-го века, вызвавшееся, в том числе, в исчезновении СССР с карты мира, заставит многих поставить высказанное утверждение под сомнение. Многим продолжает казаться, что базовыми для современного мира являются специальности, связанные с экономикой и управлением, что только подтверждается бурным развитием финансовых инструментов, деривативов и соответствующих рынков.

Однако, нужно принимать во внимание тот очевидный факт, что сколько-нибудь серьезное положение в финансовой или управленческой элите (в условиях, когда очередной передел собственности уже состоялся) де-факто является наследуемым, т.е. практически не зависит от выбора профессии абитуриентом. Но и это не главное: доминирующая ориентация на выбор экономических и управленческих специальностей уже явно приводит к тому, что специалистам этого профиля становится нечем управлять. Именно это послужило одним из факторов, заставивших постсоветские элиты заговорить об экономике знаний с самых высоких трибун.

Положение усугубляется тем, что основным инструментом преодоления кризисных явлений в экономике является стимулирование инноваций, в классической литературе озвучена и точка зрения, в соответствии с которой иных инструментов преодоления кризиса просто не существует [8,13,14]. Это еще раз возвращает к тому очевидному положению, что для становления экономики знаний как инструмента преодоления глобального кризиса жизненно необходимо мобилизовать соответствующий кадровый потенциал. Для этого, в свою очередь, абитуриенты должны увидеть свое, лично свое место в развитии науки и техники, в инновационной деятельности. Эти причины позволяют говорить о том, что преподавание по курсу «История и философия науки» именно в магистратуре является безнадежно запаздывающим.

Его место в системе школьного образования мог бы занять учебный курс под ориентировочным названием «Наука и техника в истории цивилизации». Однако, как показывает опыт внедрения новых дисциплин в период, относящийся к переходу от плановой экономики к рыночной, их содержание очень быстро выхолащивается по целому ряду причин, к которым, в частности, относится отсутствие квалифицированного и должным

образом мотивированного младшего педагогического состава, засилье бюрократии и т.д. Попытка внедрить учебный курс такого рода в рамках существующих формальных институций (скажем, сделать его обязательным для изучения в средней школе) не просто обречена на провал, но и произведет обратный эффект: современные школьные учителя, действуя так, как они привыкли, просто привьют ученикам непреодолимое отвращение и к науке, и к инновациям.

Следовательно, внедрение курсов такого рода должно проходить исключительно на *неформальной* основе. Это является еще одной причиной, по которой обучение как таковое имеет смысл совмещать с тестированием, точнее с глубинными оценками творческой способности абитуриентов, рассматриваемых как будущих авторов становления экономики знаний. В данном случае, абитуриент, желающий понять – и прогнозировать (!) – свое действительное положение в быстро изменяющемся мире, приобретает вполне определенную мотивацию для работы с текстом. Данный курс будет осваиваться старшеклассниками на добровольной основе преимущественно как инструмент тестирования. Разумеется, такой курс должен быть написан интересно, точнее, привлекательно для любого школьника.

В данном случае получение конкретных сведений будет для него вторичным. Но, решая вполне определенную прагматическую задачу, он вольно или невольно приобщится к вполне определенному сегменту коммуникационного пространства современной цивилизации. Тем самым он получит возможность осуществлять выбор своей будущей профессии осознанно, игнорируя стереотипы, сложившиеся, в частности, в молодежной среде.

Рассмотрим, как именно курс под ориентировочным названием «Наука и техника в истории цивилизации» может быть совмещен с процедурами тестирования.

Во-первых, данный курс должен быть ориентирован не просто на изложение исторического материала; важнее всего дать читателю возможность увидеть, что именно развитие науки является стержневой основой цивилизации, показать, что с появлением компьютеров движение человечества вперед отнюдь не заканчивается, и что история знает куда более масштабные прорывы, чем мы видим сегодня (время расцвета эпохи Модерн, например).

Именно на этой основе читатель должен не просто понять, что есть еще возможность для следующих шагов вперед, но и осознать, что в этом имеется насущная необходимость. Существование человечества, единожды вставшего на дорогу, позволяющую конвертировать информацию в иные виды ресурсов, можно уподобить движению акулы, которая непременно погибнет, если остановится.

Это тезис – главное, что должен не просто понять, но воспринять читатель учебника рассматриваемого типа. По существу, этот тезис – если вспомнить критику антисциентистов – можно рассматривать как некий символ веры, безотносительно того, позитивное или же негативное содержание вкладывается в этот термин. Можно говорить о науке как некой институции, построенной на сугубо рациональной основе (как это делают позитивисты и их последователи). Можно говорить о том, что наука также иррациональна и догматична в своей основе как любое другое вероучение (что утверждают антисциентисты), но суть дела от этого не меняется. Усвоение научного мировоззрения изменяет личность человека, и это можно легко детектировать, анализируя то, как конкретный читатель взаимодействует с текстом.

Тезис о том, что чтение текста есть именно взаимодействие читателя и автора, уже давно озвучен в гуманитарной литературе (так Умберто Эко писал [15] о проблеме интерпретации

текста). Следовательно, по существу речь идет только о том, чтобы воплотить в конкретные алгоритмы уже известные положения.

Реакция читателя, взаимодействующего с текстом – и опосредованно с его автором – может быть различной. Она может быть и весьма эмоциональной (например, в случае неприятия положений, излагаемых в конкретном тексте), и неспецифической (например, когда читатель ориентирован на получение конкретных технических сведений), однако именно этот факт можно использовать для оценок, представляющих интерес. А именно, текст, который используется, в том числе, для тестирования должен быть неоднородным. Различные его фрагменты должны не только нести различную смысловую нагрузку, но и содержать сведения, заведомо вызывающие различную эмоциональную реакцию.

Для этой цели изложение истории науки и техники, исполненное внутреннего драматизма, подходит как нельзя лучше. В текст такого учебника могут органично входить фрагменты, объединенные общей идеей, но ориентированные на различное восприятие со стороны учащихся, точнее заведомо предполагающие различную реакцию со стороны читателей, обладающих неодинаковым психологическим типом и уровнем знаний, уже сформированных в процессе более раннего обучения. Например, наука второй половины 19-го и первой половины 20-го века (период расцвета эпохи Модерн) решила целый ряд масштабных задач, отражение которых вполне уместно на страницах учебника рассматриваемого типа. Так, процесс Габера-Боша, обеспечивающий связывание атмосферного азота, де-факто позволил решить проблему голода (по крайней мере, в странах ядра мировой экономической системы) за счет обеспечения сельского хозяйства удобрениями. В тот же период в обиход прочно вошли системы современной канализации и общественной гигиены, преобразившие жизненные форматы в европейских государствах и в итоге внесшие существенный вклад в увеличение продолжительности жизни. В тот же период была создана квантовая механика и заложены основы ядерной физики. Очевидно, что с точки зрения общей картины истории науки и техники изложение материала, затрагивающего упомянутые вопросы, необходимо, но восприятие читателя, больше интересующегося «сияющей вершиной айсберга» науки рассматриваемого исторического периода (квантовая механика, достижения Б. Рассела) будет одним, а читателя, более интересующегося прикладными вопросами – другим.

Методы, обеспечивающие распознавание реакции читателя на отдельные фрагменты текста, могут быть различными. Как минимум, можно выделить следующие три уровня, отличающиеся сложностью технической реализации:

- диагностика реакции читателя осуществляется сугубо программными средствами без использования дополнительных устройств;
- набор диагностических средств дополняется устройствами, входящими в комплектацию существующих компьютеров (в первую очередь, используется видеочамера и программы, обеспечивающие распознавание образов);
- используются дополнительные диагностические системы, аналогичные тем, что входят в комплектацию полиграфа (измерение частоты пульса, измерение артериального давления и т.д.).

В первом из указанных случаев диагностическая система по существу встраивается в интерактивный учебник (или учебник с расширенной реальностью), структура которого предполагает возможность перехода по ссылкам, содержащим уточнения, раскрывающим используемые понятия и т.д. Упрощая, детектирование переходов по дополнительным ссылкам (и набор соответствующей статистики) позволит судить о том, насколько сильно

данный конкретный читатель заинтересовался определенным фрагментом текста, что именно осталось для него неясным и т.д. Примером здесь является система виртуальных экскурсий, рассмотренная в [16], в которой материалы, связанные со становлением классической механики, дополняются возможностью виртуальных экскурсий по соответствующим музеям Праги (музей Кеплера и т.д.). Сам факт интереса к таким музеям, выбор конкретных «туристических» маршрутов (например, желание понять принцип действия знаменитых астрономических часов, установленных на ратушной площади Праги) способен предоставить обширную информацию о личности читателя, его интересах, предрасположенностях и т.д. Очевидно, что сбор такого рода информации может быть осуществлен сугубо программными средствами, которые де-факто сводятся к регистрации переходов по соответствующим ссылкам.

Использование видеокамеры, а также программ, обеспечивающих интерпретацию изменений выражения лица читателя в процессе работы с текстом (аналоги таких программ существуют, они реализованы на основе нейронных сетей) позволяет уточнить информацию, получаемую программными средствами. Следующим шагом является использование инструментов, аналогичных тем, которыми комплектуют полиграфы.

Архитектура диагностических систем всех перечисленных разновидностей может быть различной. В первую очередь, выбор конкретного воплощения будет зависеть от степени заинтересованности официальных структур в получении объективной картины, отражающей качество подготовки учеников в средней школе. При условии, что ставится задача о централизованном сборе данных (в том числе в разрезе по регионам, с тем, чтобы установить соответствие реальной картины данным статистики, собираемой, скажем, по результатам ЕНТ) оправдана централизованная обработка информации (причем обрабатываемые данные могут быть обезличены, так как интерес представляют усреднённые показатели по региону). В случае если учебник используется в целях индивидуального тестирования архитектура должна быть ориентирована на полностью автономный режим.

Таким образом, совмещение собственно учебного процесса с тестированием (оценкой уровня знаний, профессиональной пригодности, вплоть до прогноза жизненного успеха в конкретной профессиональной сфере) является вполне реалистичной задачей.

Преимущества такого подхода состоят в следующем:

- возникает возможность более детальной оценки уровня образованности, предпочтений и профессиональной пригодности, нежели при помощи направленного тестирования;
- обеспечивается объективность измеряемых показателей, причем исключаются все негативные факторы, связанные с «натаскиванием» обучающихся на прохождение тестовых заданий (соответствующая критика неоднократно звучала в адрес подходов, положенных в основу ЕГЭ и ЕНТ);
- обеспечивается возможность постоянного мониторинга процесса обучения, причем на самых различных уровнях (лично обучаемый, его родители, муниципальные и государственные структуры);
- обеспечивается возможность комплексной оценки личности обучающегося с профессиональной точки зрения (по крайней мере, применительно к инновационной и научной деятельности);
- обеспечивается возможность осуществления долгосрочного прогноза успеха обучающегося, в частности, выпускника средней школы, на том или ином профессиональном поприще.

## Литература

1. Federkeil G. Rankings and Quality Assurance in Higher Education // High. Educ. Eur. – 2008. – Vol. 33, № 2–3. – P. 219–231.
2. Baartman L.K.J. et al. Evaluating assessment quality in competence-based education: A qualitative comparison of two frameworks // Educ. Res. Rev. – 2007. – Vol. 2, № 2. – P. 114–129.
3. Obukhova P.V., Guichard J.P., Baikenov A.S., Suleimenov I.E. Influence of Mass Consciousness on Quality of the Higher Education in Kazakhstan // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol.185. – P. 172–178.
4. Jenkins J.R., Pany D. Standardized achievement tests: How useful for special education? // Except. Child. – 1978, March. – P. 448–453.
5. Macswan J., Rolstad K. How language proficiency tests mislead us about ability: Implications for English language learner placement in special education // Teachers College Record. – 2006. – Vol. 108. – № 11. – P. 2304–2328.
6. Kesänen J. et al. Knowledge tests in patient education: a systematic review. // Nurs. Health Sci. – 2014. – Vol. 16. – № 2. – P. 262–273.
7. Shaltykova D.B., Suleimenova K.I., Suleimenov I.E., Obukhova P.V. Post-transitionperiod and quality of higher education: ways to overcome the crisis phenomena // International Letters of Social and Humanistic Sciences. – 2013. – № 08. – P. 49–56.
8. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Мун Г.А., Пак И.Т., Шалтыкова Д.Б., Панченко С.В., Витулева Е.С. Некоторые вопросы современной теории инноваций. Алматы–Симферополь:Print Express, 2016. – 197 с.
9. Suleimenov I., Guichard J.P., Baikenov A., Obukhova P., Suleimenova K. Degradation of Higher Education in Kazakhstan as an example of post-transitional crisis // International Letters of Social and Humanistic Sciences. – 2015. – Vol. 54. – P. 26–33.
10. Переслегин С.Б. Возвращение к звездам. – М.: АСТ, 2010. – 570 с.
11. ten Brinke L., Stimson D., Carney D.R. Some Evidence for Unconscious Lie Detection // Psychol. Sci. – 2014. – Vol. 25. – № 5. –P. 1098–1105.
12. Ильин Е.П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. – СПб.: Питер, 2008. – 432 с.
13. Schumpeter J. A. Entrepreneurship as innovation //Entrepreneurship: The social science view. – 2000. – С. 51–75.
14. Schumpeter J. The theory of economic development. – US: Springrt, 2003. – P. 61–116.
15. Eco U. Il post-moderno, l'ironia, il piacevole in Postille a "Il nomedellarosa" / Il nome della rosa. – Milan: Bompiani, 1980. – 514 p.
16. Suleimenov I.E., Mun G.A., Gabrielyan O.A., Sedlakova Z.Z., Shaltykova D.B., Irmukhametova G.S., Nurpeissova Zh.A. Some of the comments to the question about the nature of post-industrial education // Известия НТО «КАХАК». – 2017. – Vol. 56. – №1. – С. 91–99.

*Поступила 6 августа 2017 г.*

МРНТИ 30.51.37

УДК 539.3:550.34

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Шалтыкова Д.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан  
e-mail: esenyh@yandex.ru

*Сформулирована гипотеза о существовании информационных объектов, формируемых на основе человеческой индивидуальности и способных самостоятельно существовать в глобальной коммуникационной среде после его смерти. Ее основой является нейросетевая модель человеческого общества, а также тезиса о существовании над-личностных уровней переработки информации. Данная модель устанавливает соответствие между отдельным нейроном сети (или нейроном головного мозга) и индивидом, аналогом системы связей между нейронами становятся межличностные коммуникации. Сформулированная гипотеза предполагает, что информация, зафиксированная глобальной коммуникационной сетью, является производной от информации, генерируемой индивидуальностями, по крайней мере, некоторыми. Процессы самоорганизации, протекающие в глобальной коммуникационной среде, приводят к появлению относительно самостоятельных информационных объектов, как минимум, обладающих признаками сущности, проявляющей нетривиальное поведение. Представленная в работе аргументация еще раз свидетельствует об актуальности исследования сложных коммуникационных систем, в том числе, экспериментальным путем. В частности, значительный интерес представляет изучения современных телекоммуникационных сетей с точки зрения возникновения в них самоподдерживающихся информационных сущностей, потенциально способных обладать нетривиальным поведением, вплоть до целеполагания.*

**Ключевые слова:** информационные объекты, коммуникационная среда, древние религии, нейронные сети, количественно-качественный переход, ментальность, самоорганизация.

*Адамның жеке басының негізінде қалыптасқан және оның қайтыс болуынан кейін жаһандық коммуникациялық ортада өз бетінше жұмыс істей алатын қабілеті бар ақпараттық объектілердің бар екендігі туралы гипотеза тұжырымдалған. Оның негізі - адамзат қоғамының нейрондық желілік моделі, сондай-ақ ақпараттық өңдеудің жеке-дара деңгейлерінің болуы туралы тезисі. Бұл модель желінің жеке нейроны (не мидың нейроны) мен жеке адам арасындағы өзара үйлесімділікті орнатады, нейрондар арасындағы байланыстар жүйесінің аналогы - бұл адамдар арасындағы байланыс. Аталған гипотеза ғаламдық байланыс желісімен бекітілген ақпаратты кем дегенде кейбіреулердің жеке тұлғалар түрлендіретін ақпарат туындысы деп есептейді. Ғаламдық коммуникациялық ортада орын алатын өзін-өзі ұйымдастыру процестері кем дегенде тривиальды емес мінез-құлықты көрсететін салыстырмалы түрде дербес ақпараттық объектілердің пайда болуына алып келеді. Баяндамада келтірілген дәлел, күрделі байланыс жүйелерін зерттеудің өзектілігін, сонымен қоса тәжірибелі түрде көрсетеді. Атап айтқанда, заманауи телекоммуникациялық желілерді мақсатты тұжырымдауға дейінгі тривиальды емес мінез-құлыққа потенциалды қабілетті өзін-өзі қамтамасыз ететін ақпарат болмыстарының пайда болу тұрғысынан зерттеу қызығушылық тудырады.*

**Тірек сөздер:** ақпараттық нысандар, коммуникациялық орта, ежелгі діндер, нейрондық желілер, сандық және сапалық ауысу, менталитет, өзін-өзі ұйымдастыру.

*The hypothesis on the existence of information objects formed based on human individuality and capable of independently existing in the global communication environment after his death is formulated. Its basis is the neural network model of human society, as well as the thesis of the existence of over-personal levels of information processing. This model establishes a correspondence between an individual neuron of the network (or neuron of the brain) and the individual, interpersonal communications become an analogue of the system of connections between neurons. The formulated hypothesis assumes that the information fixed by the global communication network is a derivative of information generated by individuals, at least by some. The processes of self-organization that take place in the global communication environment lead to the appearance of relatively independent information objects, at least possessing the characteristics of an essence exhibiting non-trivial behavior. The argument presented in the work once again attests about the relevance of research on complex communication systems, including, experimentally. In particular, the study of modern telecommunication networks from the point of view of the emergence in them of self-sustaining information entities potentially capable of possessing non-trivial behavior, up to the goal-setting, is of considerable interest.*

**Keywords:** information objects, communication environment, ancient religions, neural networks, quantitative and qualitative transition, mentality, self-organization.

Верования практически всех народов, оставивших след в истории, так или иначе, выражают представления о бессмертии души – некоей духовной (или информационной) сущности, не обязательно связанной с физическим телом первоначального носителя, и способной к самостоятельному существованию после его смерти.

Материалистические философские доктрины отрицали и отрицают саму возможность существования сущностей подобного рода, однозначно связывая их с религиозными (шире – трансцендентными), т.е. принципиально не имеющими научного обоснования, воззрениями.

Однако ряд последних достижений, сделанных, в частности, в работах [1–3], заставляет несколько иначе посмотреть на данный вопрос. По крайней мере, как это продемонстрировано в данной работе, существуют весомые аргументы, позволяющие утверждать, что в глобальной коммуникационной среде могут существовать информационные объекты, в той или иной степени формируемые на основе индивидуальностей, во всяком случае, некоторых.

Еще одна гипотеза, впервые сформулированная в данной работе, основывается на доказательствах существования механизма эволюции сложных систем, альтернативного тем, что основываются на дарвинистской точке зрения. Данная гипотеза позволяет объяснить столь широкое распространение веры в бессмертие души, в той или иной форме присущее практически всем религиям мира, как существующим в настоящее время, так и ставшим достоянием истории.

Основой для системы аргументов, предложенной в данной работе, является нейросетевая модель человеческого общества, впервые предложенная в [4]. В соответствии с данной моделью, общество (или его относительно самостоятельный фрагмент) рассматривается как аналог нейронной сети. Индивиду ставится в соответствие отдельный нейрон, а система межличностных коммуникаций, присущих обществу, рассматривается как аналог системы связей между нейронами.

Правомочность (и практическая полезность) данной модели обоснована в работах [1–3] на предельно простом примере, допускающем последовательное количественное описание. А именно, в цитированных работах рассматривалась процедура голосования (например, в ученом совете). Отдельные члены совета рассматривались как аналоги нейронов, а совет в целом – как сеть. Данный пример удобен тем, что состояние выхода аналога нейрона может быть описано в терминах двоичной (максимум – троичной) переменной, что делает используемое сопоставление максимально прозрачным. Связи между аналогами нейронов в такой системе возникают по вполне очевидному механизму: член совета при голосовании принимает во внимание не только сведения, например, сообщаемые диссертантом, но и предполагаемое мнение коллег (в простейшем случае речь идет о заведомо негативной реакции на диссертацию, защищаемую учеником оппонента).

Несмотря на простоту данного примера [1–3] он позволяет наглядно обосновать наиболее важный для целей данной работы тезис. Как только уровень связности рассматриваемой системы превышает определенный критический порог, реакция системы на внешние раздражители претерпевает качественные изменения. Конкретно, в рассматриваемом примере [1–3] решение принимает не *совокупность* членов совета, а сформированный ими аналог *нейронной сети*, которая, как известно [5], имеет ряд важнейших особенностей. Наиболее важным из них здесь является существование распределенной памяти (нейронную сеть [5] часто уподобляют голограмме, подчеркивая при этом, что зафиксированная в ней информация не связана непосредственно с отдельными элементами системы, но с системой в целом).

Сделанные в работах [1–3] выводы позволяют однозначно утверждать, что существует над-личностный уровень переработки информации. Протекающие на нем процессы только опосредованно связаны с информацией, хранимой и перерабатываемой индивидом, точнее они связаны с ним в той же степени, в которой процессы, определяющие поведение нейронной сети в целом связаны с характеристиками и состоянием отдельных ее элементов. (В той же степени, в которой сознание человека связано с состоянием отдельного нейрона его головного мозга.)

Можно выразиться и несколько иначе: точно так же, как обмен сигналами между нейронами головного мозга человека порождает новое качество (сознание личности), так и обмен информацией между индивидами также порождает нечто иное, чему пока нет общепринятого названия. Однако уже на данном этапе исследований можно утверждать, что сознание индивида осуществляет обработку информации отнюдь не полностью самостоятельно: над-личностный уровень информации оказывает на него определенное воздействие.

Этот тезис позволяет дать последовательную естественнонаучную интерпретацию многим представлениям, давно используемым в гуманитарных науках. Прежде всего, речь идет о феноменах диктата среды, коллективного бессознательного, ментальности и социального бессознательного. Уместно подчеркнуть, что изучение такого рода феноменов (в частности, социального бессознательного) актуализировалось в последние годы в связи с изучением проблем, связанных с этнической ментальностью, этнической самоидентификацией и т.д. [7,8].

Проводимое сопоставление позволяет также сделать наглядным вывод о воздействии над-личностного уровня переработки информации на поведение отдельного человека.

А именно, по Ж. Ле Гоффу, «ментальности – это нечетко сформулированные и не вполне ... осознаваемые стереотипные процедуры мышления, а также лишённые логики умственные

образы, которые присущи конкретной эпохе или определенной группе». Ключевыми для целей данной работы в определении Ж. Ле Гоффа являются термины «не вполне осознаваемые» и «лишенные логики». В частности, это означает, что ментальности, рассматриваемые как способы ориентации в социальном и природном мире, представляют собой некие аналоги программ, по крайней мере, частично определяющими поведение индивида. Более того, Ле Гофф трактует культуру в целом тем отнюдь не как систему духовных достижений, а как систему мировосприятия или совокупность картин мира, явно или *латентно* присутствующих в сознании индивидов и продуцирующих программы и модели их поведения.

С точки зрения результатов работ [1–3], трактовку ментальности, данную Ле Гоффом, можно перевести на язык информационного подхода следующим образом. Ментальности являются проявлением коллективных эффектов, связанных с тем, что разветвленная коммуникационная среда формирует новое качество, более высокий уровень переработки информации, нежели тот, на котором оперирует индивид сам по себе. Ментальности являются одним из механизмов, в соответствии с которым более высокий уровень обработки информации воздействует на более низкий (личностный). Есть все основания полагать, что с аналогичных позиций можно рассматривать также феномены коллективного бессознательного, социального бессознательного и т.д.

Такая трактовка возвращает к вопросу о воздействии объемлющей системы на поведение составляющих ее элементов в максимально широкой формулировке. Этот вопрос актуализируется результатами работы [8], в которой был предложен механизм эволюции сложных систем, альтернативный тому, что основывается на дарвинистской точке зрения. (Аргументы в пользу существования такого механизма, полученные на основе анализа систем физико-химической природы, приводятся, в частности, в работах [9,10].)

Общим для всех концепций, так или иначе восходящих к теории происхождения видов Ч. Дарвина, является рассмотрение мутаций или флуктуаций как основной движущей силы эволюции [11,12]. В соответствии с такими теориями считается, что в результате случайных факторов элементы системы могут случайным образом мутировать, причем часть из этих признаков оказывается благоприятными. Предполагается, что в результате естественного отбора благоприятные признаки сохраняются, что и определяет эволюционное развитие системы в целом. Такой подход позволяет удовлетворительно описать отдельные стороны реальных эволюционных процессов, однако, он часто сталкивается с непреодолимыми трудностями, рассмотренными, в частности, в [8]. (В особенности наглядно эти трудности проявляются в тех случаях, когда «мутационный механизм» применяется к системам, иной природы, например, социальным.)

В цитированной работе также подчеркивалось, что можно говорить об эволюции элементов составляющих систему, а можно говорить об эволюции системы как таковой системы в целом. Примеры того, что система может эволюционировать, оставляя при этом элементы неизменными, дают результаты многочисленных работ, выполненных в области исследования современных онлайн социальных сетей, порожденных вследствие развития телекоммуникационных и интернет технологий [13,14]. (В первую очередь это сама сеть интернет.) В этих работах убедительно показано, что при сохранении характеристик составляющих элементов, т.е. отдельных пользователей, система в целом эволюционирует, причем эволюционирует она очень быстро; это произошло буквально в течение 10–15 лет. (Сходные выводы по отношению к системам другой природы сделаны в [15,16].)

Выводы такого рода являются обоснованием концепции [8], в соответствии с которой предполагается, что на первой стадии эволюции трансформируются не сами элементы, а структура связей между ними. (В этом случае можно утверждать, что эволюционирует система в целом, а составляющие ее элементы оставляют свои свойства неизменными.)

На следующем этапе эволюции, когда система уже перестроилась, она преобразуется в своего рода фильтр, который выбирает элементы, которые в наибольшей степени отвечают ее новому состоянию. (Отметим, что применительно к рассмотренному выше примеру социальных сетей это – элементы, обладающие вполне определенным поведением, изученным, в том числе, в целом ряде работ, посвященных проблемам поведения пользователей интернета [17,18].)

Таким образом, в концепции [8] первичной является эволюция объемлющей системы, для которой мутации составляющих элементов не являются существенными.

Попытаемся применить данную концепцию к эволюции сознания, принимая во внимание, что существует над-личностный уровень переработки информации, о котором говорилось выше. Вероятно, нет необходимости развернуто доказывать, что этот уровень мог возникнуть и тогда, когда предки современного человека еще не обладали сознанием в присущей ему форме: нейронная сеть может быть сформирована, в том числе, и элементами, обладающими максимально простыми свойствами.

Следовательно, если применять концепцию [8] последовательно, то приходится признать, что первичными были механизмы переработки информации, связанные с *коллективными* эффектами. Соответственно, то, что сейчас интерпретируется как сознание, возникло на более поздних этапах эволюции. Упрощая, индивидуальное сознание только постепенно отделилось от коллективной системы переработки информации (и возможно – рефлексии).

Разумеется, данную гипотезу (формирование индивидуального сознания через некие его обобществленные или коллективные формы) чрезвычайно сложно верифицировать экспериментально в силу отсутствия соответствующего фактического материала. Однако, она, как минимум, не противоречит известным фактам. Так, исторические источники однозначно свидетельствуют, что в представлениях, отвечающих раннефеодальному обществу, род представлял намного большую ценность, чем жизнь индивида; коллективное начало превалировало и в других формах. Более того, до сих пор суждения людей, обладающих выраженным этническим самосознанием, во многом «подчиняется заданным программам», обусловленным ментальностью. Список таких примеров можно продолжать очень долго.

Более интересно вспомнить о точке зрения, восходящей к прозе Л. Мештерхази [19]: Миф (в классическом значении этого слова, например Мифы различных народов о Творении) следует рассматривать как источник информации (с учетом возможных искажений и неоднозначности интерпретации), до тех пор, пока не доказано обратное.

Уместно подчеркнуть, что в мифологию практических всех народов мира входит представление о битвах младшего поколения Богов со старшим. Наиболее известным примером является Миф о Зевсе, низвергающим Кроноса – своего отца. К этим представлениям тесно примыкают Мифа о борьбе младшего поколения Богов с силами хаоса (в древнегреческой мифологии – с титанами, низвергнутыми в Тартар).

Если отталкиваться от точки зрения Л. Мештерхази, то указанные выше Мифы можно и нужно рассматривать как отражение неких процессов, не оставивших следа в письменной истории. Допустимо предположить, что это – отражение реально протекавшей эволюции сознания, которое только постепенно становилось индивидуальным, отделяясь от

коллективного. Постепенное становление индивидуального сознания не могло не проходить через некий промежуточный этап, когда то, что позже стало сугубо индивидуальным сознанием, активно взаимодействовало с коллективной информационной сущностью.

Коль скоро речь идет о *взаимодействии*, то можно заключить, что влияние надличностного уровня переработки информации и уровня, связанного с жизнедеятельностью индивидов, было взаимным. Из этого автоматически следует, что информация, зафиксированная на более высоком уровне переработки информации, так или иначе, является производной от генерируемой индивидуальностями, что в мифологии практически всех народов мира трактовалось как переход души в иные миры (например, аид). Более корректно, разумеется, говорить о том, что информационные объекты, формирующиеся в коммуникационной сети, так или иначе несли отпечаток или отдельных личностей, или групп.

Напрашивается параллель между этим суждением и представлениями пифагорейцев, говоривших о метемпсихозе (что упрощенно интерпретируется как представление о переселении душ). Можно предполагать, что во времена античности влияние надличностного уровня переработки информации на индивидуальности было намного более серьезным, нежели в наше время. Соответственно, более простые разновидности коллективной памяти (по сравнению с надличностным уровнем переработки информации) в этот исторический период хранили более отчетливые представления о том, что существуют и другие «измерения», иные информационные пространства.

Таким образом, формирование представлений о бессмертии души, характерное как для древнейших мифов, так и для более поздних религий, может иметь под собой рациональную почву. Во всяком случае, доказательства существования информационных объектов, пребывающих в глобальной коммуникационной сети, могут быть даны на строго рациональной основе в рамках современного информационного подхода. Открытым остается пока вопрос о том, на основе какой именно информации они формируются, но гипотеза о связи таких объектов с информацией, присущей индивидуальностями, уже приобретает право на существование.

Кроме того, представленная в работе аргументация еще раз говорит об актуальности исследования сложных коммуникационных систем, в том числе, экспериментальным путем. В частности, значительный интерес представляет изучения современных телекоммуникационных сетей с точки зрения возникновения в них самоподдерживающихся информационных сущностей, потенциально способных обладать нетривиальным поведением, вплоть до целеполагания.

#### **Литература:**

1. Suleimenov, I., Gabrielyan, O., Mun, G., Panchenko, S., Amirzhan, T., Suleimenov, K. Voting Procedure and Neural Networks// International Journal on Communications. – 2014. – Т.3 – С.16–20.
2. Suleimenov I., Panchenko S., Gabrielyan O., Pak I. Voting procedures from the perspective of theory of neural networks // Open Engineering. – 2016. — Vol. 6. – № 1. – P. 318–321.
3. Suleimenov I., Mun G., Panchenko S., Pak I. Some properties of asymmetric Hopfield neural networks with finite time of transition between states // Open Engineering. – 2016. – Vol. 6. – №. 1. – P. 314–317.
4. Сулейменов И.Э., Григорьев П.Е. Физические основы ноосферологии. Алматы – Симферополь: Print Express, 2008. – 158 с.

5. Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Миркес Е.М. и др. Нейроинформатика. – Новосибирск: Наука, 1998. – 296 с.
6. Храпов С.А. Концептуализация понятий «социальное бессознательное» и «менталитет» (культурно-исторический и философский анализ) // Власть. – 2010. – №10. – С.39–41.
7. Кукоба О.А. Природа и структура этнического менталитета // Философия и общество. – 2004. – №4. – С. 89–106
8. Suleymenova K. I., Shaltykova D. B., Suleimenov I. E. Aromorphoses phenomenon in the development of culture: a view from the standpoint of neural net theory of complex systems evolution // European Scientific Journal. – 2013. – №9 (19). – P. 840–844.
9. Сулейменов И. Э., Панченко С. В. Макромолекула как нейронная сеть: формирование протокодонных последовательностей // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2011. – №2(13). – С. 13–18.
10. Suleimenov I. E. et al. Advanced Applications of Evolution processes in in Solutions of Interacting Polymers // Вестник КазНУ Серия Физическая. – 2015. – Т. 55. – №. 4. – С. 114-120.
11. Delaye L., Lazcano A.. Prebiological evolution and the physics of the origin of life. Physics of Life Reviews. – 2005. – №2(1). – P. 47–64.
12. Fishkis M. Emergence of self-reproduction in cooperative chemical evolution of prebiological molecules // Origins of Life and Evolution of Biospheres. – 2011. –Vol. 41(3). – P. 261–275.
13. D’Agostino G. et al. Interests diffusion in social networks //Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2015. – Т. 436. – С. 443-461.
14. Zhao L. SIHR rumor spreading model in social networks // Phys. A Stat. Mech. its Appl. Elsevier B.V. – 2012. – Vol. 391. – № 7. – P. 2444–2453.
15. Сулейменов И.Э., Панченко С., Бакытбеков Р., Ангальдт Л., Пак И.Т. Информационная структура современного общества // Вестник национальной инженерной академии РК. – 2012. – №2 (44). – С. 81–84.
16. Панченко С. В., Сулейменова К. И., Мун Г. А., Пак И.Т., Шалтыкова Д. Б. Аналогии нейронных сетей в экономических теориях и пути преодоления текущего кризиса макроэкономики как научной дисциплины // Известия научно-технического общества КАХАК.– 2012. – Vol. 39. – С. 15–21.
17. Bargh J., McKenna K.Y. The internet and social life. // Annu. Rev. Psychol. – 2004. – Vol. 55. – P. 573–590.
18. O’cass A., Fenech T. Web retailing adoption: exploring the nature of internet users Web retailing behaviour // Journal of Retailing and Consumer services. – 2003. – Т. 10. – №. 2. – С. 81–94.
19. Мештерхази Л. Загадка Прометея // Иностранная литература. – 1976. – №. 4. – С. 10–109.

*Поступила 11 августа 2017 г.*

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

1. Абильмагжанов А.З. – к.х.н., первый заместитель генерального директора Института топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского
2. Ахмеджанов А.Х. – д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геомоделирования Национального центра космических исследований и технологий
3. Бакиров А.С. – магистрант кафедры автоматической электросвязи Алматинского университета энергетики и связи
4. Бияшев Р.Г. – д.т.н., заведующий лабораторией информационной безопасности Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
5. Витулёва Е.С. – докторант PhD кафедры инфокоммуникационных технологий Алматинского университета энергетики и связи
6. Габриелян О.А. – д.ф.н., профессор, декан философского факультета Таврической Академии Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация
7. Даниленко Д.А. – инженер ТОО “Инжиниринговая фирма «OrientalCo.Ltd»”
8. Иванов Н.С. – к.х.н., старший научный сотрудник Института топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского
9. Иконников В.К. – д.т.н., заместитель директора Федерального государственного унитарного предприятия «Российский научный центр «Прикладная химия»
10. Иорданиди Г.К. – к.х.н., научный консультант ТОО «ТаСКо-Алатау»
11. Калимолдаев М.Н. – д.физ.-мат. н., академик НАН РК, генеральный директор Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
12. Караданов Т.К. – к.т.н., заведующий лабораторией геомоделирования Института космической техники и технологий Национального центра космических исследований и технологий
13. Колдаева С.Н. – к.т.н., доцент Строительного факультета Белорусского государственного университета транспорта, Минск, Беларусь
14. Копишев Э.Е. – к.х.н., старший преподаватель Евразийского университета им. Л.Н. Гумилева

15. Мун Г.А.  
Mun G.A. – д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
16. Мурзасаимова К.Д. – лектор кафедры математики Казахского национального исследовательского технического университета
17. Ниязова Ш.В. – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры общей и теоретической физики Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева
18. Нуртазин А.А. – докторант PhD Университета Нархоз, преподаватель кафедры фармакологии Западно-казахстанского государственного медицинского университета
19. Пак И.Т. – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
20. Рог О.А. – старший научный сотрудник лаборатории информационной безопасности Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
21. Сейткулова Ж.Н. – сениор лектор кафедры математики Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева
22. Сулейменов И.Э. – д.х.н., к.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией наноэлектроники Алматинского университета энергетики и связи
23. Тасбулатова З.С. – докторант PhD кафедры инфокоммуникационных технологий Алматинского университета энергетики и связи
24. Тулешева Г.А. – к.ф.-м.н., ассоциированный профессор кафедры математики Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева
25. Цой Л.С. – старший научный сотрудник кафедры горного дела Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева
26. Цой С.В. – доктор технических наук, академик КНАЕН, профессор, главный научный сотрудник кафедры горного дела Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева

27. Шалтыкова Д.Б.  
Shaltykova D.B. – к.х.н., ст. преподаватель кафедры автоматической электросвязи Алматинского университета энергетики и связи
28. Nurgaziyeva E.K. – PhD, старший преподаватель кафедры химии Института естествознания и географии Казахского национального университета им. Абая
29. Park K. – PhD, профессор фармацевтики Университета Пердью, Уэст Лафейетт, США

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**АХМЕДЖАНОВ А.Х., КАРАДАНОВ Т.К.**

Расчет интенсивности солнечного излучения на основе численной модели переноса излучения в атмосфере с учетом аэрозольного рассеяния ..... 4

**БАЙПАКБАЕВА С.Т., ВИТУЛЁВА Е.С.**

Некоторые вопросы становления энергоэффективного общества ..... 12

**ИКОННИКОВ В.К., ИОРДАНИДИ Г.К., АБИЛЬМАГЖАНОВ А.З., ИВАНОВ Н.С.**

Технология получения водорода гидротермальным окислением промышленных порошков алюминия ..... 19

**КАЛИМОЛДАЕВ М.Н., БИЯШЕВ Р.Г., РОГ О.А.**

О применении типизированного атрибутного разграничения доступа в глобальных вычислительных средах ..... 30

**ЛИ С.В., НУРГАЛИЕВА М.Р., МУРЗАХМЕТОВА У.А., СИПАКОВ И.Н.**

Исследование геометрических характеристик электро-механических ножниц с циклоидальным движением рабочих органов ..... 37

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ПАК И.Т., КОПИШЕВ Э.Е., ТАСБУЛАТОВА З.С.,  
НУРТАЗИН А.А.**

Доверие и структура семьи как экономические факторы: к ситуации в Казахстане ..... 44

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ПАК И.Т., БАКИРОВ А.С.**

К теории информационной войны ..... 58

**ТУЛЕШЕВА Г.А., СЕЙТКУЛОВА Ж.Н., МУРЗАСАИМОВА К.Д.**

Нелинейные динамические процессы в упругих системах с распределенным контактным сухим трением ..... 75

**ЦОЙ С.В., НИЯЗОВА Ш.В., ЦОЙ Л.С., ДАНИЛЕНКО Д.А.**

Применение лежалых хвостов для изготовления строительного материала ..... 81

**SHALTUKOVA D.B., NURGAZIYEVA E.K., MUN G.A., PARK K.**

Synthesis of controlled encapsulation systems as a task of molecular programming and the basis of socially significant technologies for the correction of the psychophysiological state ..... 90

### ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ПАК И.Т., ГАБРИЕЛЯН О.А., БАКИРОВ А.С.,  
КОЛДАЕВА С.Н.**

Принципы разработки комбинированных средств обучение-тестирование ..... 96

**ШАЛТЫКОВА Д.Б.**

Информационные объекты в глобальной коммуникационной сети ..... 106

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** ..... 113

## CONTENTS

### **TECHNICAL SCIENCES**

***AKHMEDZHANOV A.H., KARADANOV T.K.***

Calculation of intensity of solar radiation based on mathematical models of radiation transfer in the atmosphere taking into account aerosol scattering ..... 4

***BAYPAKBAEVA S.T., VITULEVA E.S.***

Some questions of the formation of an energy-efficient society ..... 12

***IKONNIKOV V.K., IORDANIDI G.K., ABILMAGZHANOV A.Z., IVANOV N.S.***

Hydrogen generation by method of hydrothermal oxidation of industrial aluminum powder .... 19

***KALIMOLDAYEV M.N., BIYASHEV R.G., ROG O.A.***

On the application of the typed attributed-based access control in global computing environments ..... 30

***LEE S.V., NURGALIEVA M.R., MURZAKHMETOVA U.A., SIPAKOV I.N.***

Research of geometric characteristics of working bodies of electric mechanical scissors with cycloidal movement of working bodies..... 37

***SULEIMENOV I.E., PAK I.T., KOPISHEV E.E., TASBULATOVA Z.S., NURTAZIN A.A.***

Trust and structure of family as economic factors: to the situation in Kazakhstan ..... 44

***SULEIMENOV I.E., PAK I.T., BAKIROV A.S.***

To the theory of information warfare ..... 58

***TULESHEVA G.A., SEYTKULOVA ZH.N., MURZASAIMOVA K.D.***

Nonlinear dynamical processes in elastic systems with a distributed dry contact friction ..... 75

***TSOY S., NIYAZOVASH.W., TSOY L.S., DANILENKO D. A.***

Application stale tailings for manufacturing building material..... 81

***SHALTYKOVA D.B., NURGAZIYEVA E.K., MUN G.A., PARK K.***

Synthesis of controlled encapsulation systems as a task of molecular programming and the basis of socially significant technologies for the correction of the psychophysiological state ... 90

### **ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

***SULEIMENOV I. E., PAK I. T., GABRIELIAN O. A., BAKIROV A. C., KOLDAEVA S. N.***

Principles of developing combined means training–testing ..... 96

***SHALTYKOVA D.B.***

Information objects in the global communication network ..... 106

**THE INFORMATION ABOUT AUTHORS..... 113**

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «Известия НТО «Кахак» публикует написанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Журнал дает информацию, связанную с деятельностью общества.

2. В оригинальных статьях могут рассматриваться результаты как теоретических, так и прикладных НИР.

3. Авторы, желающие опубликовать обзорную статью, должны предварительно согласовать ее тематику, представив аннотацию на 1–2 стр. В обзорах следует освещать темы, представляющие достаточно общий интерес по выбранной тематике или отражающие какой-либо важный аспект применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т.д. Допускается обобщение результатов многолетних исследований научных коллективов.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц формата А4. Статья должна начинаться с введения. В нем должны быть даны: содержательная постановка рассматриваемого в статье вопроса, краткие сведения по его истории, отличие предлагаемой задачи от уже известных, или преимущество излагаемого метода по сравнению с существующим. Основная часть статьи должна содержать формулировку задачи и предлагаемый метод ее решения, заключительная часть – краткое обсуждение полученных результатов и, если возможно, пример, иллюстрирующий их эффективность и способы применения.

5. Все статьи проходят именованное рецензирование.

6. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: **izv.ntokahak@mail.ru**

### Требования к оформлению рукописей

Статьи представляются в электронном виде в текстовом редакторе Word 97, формулы набираются с помощью редактора MS Equation 3.0 (2.0) или Chem Draw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал одинарный. Поля: верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 2,0 см. Абзац – красная строка – 0,5 см.

Текст статьи должен начинаться с указания:

*с левой стороны* – **индексов МРНТИ и УДК**, *ниже* приводятся:

- название статьи (прописные буквы, форматирование по центру),
- фамилии и инициалы авторов (прописные/светлые, форматирование по центру),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов
- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, **7–10 предложений**),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (**7–10 слов**),
- текст статьи,
- список литературы,
- Ф.И.О. авторов, название статьи, резюме, ключевые слова на трех языках (на казахском, английском и русском).

Рисунки должны быть представлены в отдельном файле.

Статья представляется в **doc** или **docx** формате, а также идентичная копия в **pdf** формате, на электронный адрес журнала, в отдельных файлах дублируются рисунки, таблицы, графики, схемы, а также приводятся сведения об авторах (имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность и телефоны для связи).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся в квадратных скобках. Библиографический список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления».

Компьютерный набор и макетирование Ли У.П.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34  
Тел. 8(727)–2726774

Подписано в печать 28.09.2017 г.  
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.  
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «Print Express. Издательство и полиграфия»  
Алматы, ул. Курмангазы/Мауленова 110/81  
Тел. 8(727)–2726011, 8(727)–2726050