

ISSN 2411-1899



ЕВРАЗИЙСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

# НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

XXX Международная научная конференция



АВГУСТ  
2017  
ЧАСТЬ 1

МОСКВА

## СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Алымкулов К., Омуралиев М.К.**  
Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрема в случае, когда размерности больше одного, но меньше двух, методом структурного сращивания ..... 1
- Andreev A.A., Boroda A.V.**  
Crack formation in cryoprotective medium at super low temperatures ..... 4
- Анзулевич С.Н., Анзулевич А.П., Бутько Л.Н., Бычков И.В.**  
Влияние процесса спекания металлических порошков на их электродинамические характеристики в СВЧ диапазоне ..... 7
- Кудрявцев Ю.С.**  
О внутреннем противоречии в метрическом тензоре стандартной космологической модели и астрономических подтверждениях необходимости ее модификации ..... 9
- Попов Н.Н.**  
Уравнения Максвелла в допустимых неинерциальных системах отсчета ..... 21

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Галкин П.А., Тучин А.И.**  
Вопросы реализации непрерывного процесса полимеризации метилметакрилата ..... 26
- Клюева С.Ф.**  
Организация вычислительного процесса в системе реального времени на базе микроконтроллера 1986BE1T .. 28
- Мигачева Г.Н., Зыков Д.В.**  
Разработка приспособления для визуального контроля сварных соединений трубопроводов ..... 30
- Прудников С.Н., Шадрин В.С.**  
Профилирование регулирующих органов в конструкциях исполнительных устройств ..... 33
- Терентьев А.М.**  
Технология представления результатов сетевого мониторинга в Интернете. Дополнительные сведения ... 37

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Реутов В.П.**  
На пути к созданию теории влияния космической погоды на организм человека: новая концепция Мишени для гелио- и геомагнитных вариаций: возможная роль Fe<sup>2+</sup>-содержащих белков и SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов, участвующих в процессах дыхания, образовании АТФ и циклических превращениях газотрансмиттеров ..... 42

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

- Васильев Ю.А., Редько А.Н., Пильщикова В.В.**  
Врожденные аномалии как фактор риска сопутствующей патологии ..... 54
- Ермошкин В.И.**  
Краткое сообщение. Найден механизм эндометриоза: по причине застоя венозной крови ..... 57
- Кики П.Ф., Ярыгина М.В., Сабирова К.М., Богданова В.Д.**  
Экологозависимая заболеваемость населения Приморского Края ..... 59

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гамзатова А.Г.**  
Вероятностный подход оценки общего риска ..... 62
- Губская М.А., Ласкова Т.С.**  
Лизинг персонала: зарубежные технологии и отечественные тенденции развития ..... 64
- Коршунова Л.Н., Ломакин А.С.**  
Анализ основных отличий российской системы бухгалтерского учета и международных стандартов финансовой отчетности ..... 66
- Крутин Ю.В.**  
Человеческий потенциал в информационном обществе .. 67
- Мажинян Ж.А., Ласкова Т.С.**  
Использование теорий мотивации для повышения эффективности работы организации ..... 70
- Нецымайло К.В.**  
Страхование малого и среднего бизнеса в России ..... 73



# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрёма в случае, когда размерности больше одного, но меньше двух, методом структурного сращивания

Алымкулов Келдибай, д-р. физ.-мат. наук, профессор  
(Кыргызстан, г. Ош)

Омуралиев Марсбек Кенешалиевич, ст. преп.  
(Кыргызстан, г. Бишкек)

**Аннотация.** Методом структурного сращивания строится асимптотика решения модельной обобщенной задачи Лагерстрёма, в случае нецелой размерности пространства.

**Ключевые слова:** сингулярно возмущенное обобщенное уравнение Лагерстрёма, внешнее и внутреннее решения, метод структурного сращивания, асимптотика решения.

### 1. Введение.

Рассматривается обобщенная задача Лагерстрёма

$$y''(x) + (\alpha x^{-1} + \varepsilon)y'(x) - \varepsilon y(x)y'(x) = \beta(y'(x))^2, \quad y(1) = 1, \quad y(\infty) = 0 \quad (1)$$

где  $0 < \varepsilon \ll 1$  – малый параметр,  $0 < \beta$  – постоянная,  $1 < \alpha < 2$ ,  $x \in [1, \infty)$  – независимая переменная,  $y(x)$  – неизвестная функция.

Здесь методом структурного сращивания [2] строится равномерная асимптотика решения этой задачи.

Отметим, что асимптотика решения уравнения (1) при  $\beta = 0$ , т.е.

$$y''(x) + (\alpha x^{-1} + \varepsilon)y'(x) - \varepsilon y(x)y'(x) = 0, \quad y(1) = 1, \quad y(\infty) = 0 \quad (1^*)$$

построено в [3] методом структурного сращивания. Историю этой задачи и литературу по этой проблеме можно найти в [2].

### 2. Структура внешнего решения

Определение 1. Переменную  $x$  назовем внешней переменной.

Определение 2. Внешним решением задачи (1), назовем решение этой задачи, которое удовлетворяет условию  $y(1) = 1, y'(1) = a$ , где  $a = \text{const}$  – пока не определена и существует на конечном, но на большом отрезке  $J(\varepsilon) = [1, \varepsilon^{-1}]$ .

Внешнее решение задачи (1) удовлетворяющее условию  $y(1) = 1$

ищется в виде:

$$Y(x, \varepsilon) = y_0(x) + \varepsilon y_1(x) + \varepsilon^2 y_2(x) + \dots + \varepsilon^n y_n(x) + \dots \quad (2)$$

где  $y_j(x)$  – пока неопределенная функция на отрезке  $J(\varepsilon)$ , при чем эти функции удовлетворяют следующим граничным условиям:

$$y_0(1) = 1, \quad y_0'(1) = a, \quad y_k(1) = 0, \quad y_k'(1) = 0 \quad (k = 1, 2, \dots).$$

Тогда имеем:

$$y_0''(x) + \frac{\alpha}{x} y_0'(x) - \beta [y_0'(x)]^2 = 0, \quad y_0(1) = 0, \quad y_0'(1) = a \quad (3.0)$$

$$Ly_1 := y_1''(x) + \frac{\alpha}{x} y_1'(x) - 2\beta y_0'(x) y_1'(x) = -y_0'(x) + y_0 y_0'(x), \quad (3.1)$$

$$Ly_2 = -y_1' + \beta y_1^2 + y_0 y_1' + y_1 y_0', \quad y_2(1) = y_2'(1) = 0, \quad (3.2)$$

$$Ly_3 = -y_2' + 2\beta y_1' y_2' + y_0 y_2' + y_1 y_1' + y_2 y_0', \quad y_3(1) = y_3'(1) = 0, \quad (3.3)$$

$$Ly_4 = -y_3' + 2\beta y_2'^2 + 2\beta y_1' y_3' + \sum_{i+j=3} y_i y_j', \quad y_4(1) = y_4'(1) = 0, \quad (3.4)$$

$$Ly_5 = -y_4' + 2\beta y_1' y_4' + 2\beta y_2' y_3' + \sum_{i+j=4} y_i y_j', \quad y_5(1) = y_5'(1) = 0, \quad (3.5)$$

$$Ly_6 = -y_5' + \beta y_3^2 + 2y_1' y_5' + 2y_2' y_4' + \sum_{i+l=5} y_i y_l', \quad y_6(1) = y_6'(1) = 0, \quad (3.6)$$

$$Ly_{2m} = -y_{2m-1}' + \beta y_m^2 + \sum_{\substack{i+j=6 \\ i,j \geq 1 \\ i \neq j}} y_i' y_j' + \sum_{i+j=2m-1} y_i y_j', \quad y_{2m}(1) = y_{2m}'(1) = 0$$

$$Ly_{2m+1} = -y_{2m}' + \sum_{\substack{i+j=2m+1 \\ i,j \geq 1}} y_i'(x) y_j'(x) + \sum_{i+j=2m} y_i y_j'(x), \quad y_{2m+1}(1) = y_{2m+1}'(1) = 0$$

...  
Уравнение (3.0) является уравнением Бернулли и его можно решить следующим образом.  
Если обозначить

$$y'_0 = z \Rightarrow z'_0 + \frac{\alpha}{x} z_0 = \beta z_0^2 \Rightarrow \frac{z'_0}{z_0} + \frac{\alpha}{x} \frac{1}{z_0} = \beta.$$

Если ввести обозначение

$$v_0 = \frac{1}{z_0} = \frac{1}{y'_0(x)}, \quad v_0(1) = a^{-1} := b$$

Тогда

$$v'_0(x) = \frac{\alpha}{x} v_0 - \beta \Rightarrow v_0(x) = x^\alpha [b - \beta \int_1^x s^{-\alpha} ds] = x^\alpha [b - \beta \frac{x^{1-\alpha}}{1-\alpha} + \frac{\beta}{1-\alpha}].$$

Или

$$y'_0(x) \square \gamma^{-1} x^{-\alpha}, \quad (\gamma = b - \frac{\beta}{1-\alpha}), \quad x \rightarrow \infty.$$

Отсюда

$$y_0(x) = 1 - \gamma^{-1}(1-\alpha)^{-1} + \gamma^{-1}(1-\alpha)^{-1} x^{1-\alpha} + \dots, \quad x \rightarrow \infty. \tag{4.0.1}$$

Далее мы будем считать, что  $a=O(1)$ ,  $\varepsilon \rightarrow 0$  или  $b=a^{-1} \rightarrow \infty$ ,  $\varepsilon \rightarrow 0$ , т.е.  $\gamma \square b$ .

Поэтому из (4.0.1) и (4.0.2) вытекает, что

$$y_0(x) \sim 1 - a(1-\alpha)^{-1} + a(1-\alpha)^{-1} x^{1-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty \tag{5.0}$$

$$y'_0(x) \sim ax^{-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty.$$

Используя (5) уравнение (3.2) запишется в виде

$$Ly_1 = (y_0 - 1) y'_0(x) \sim (\alpha - 1)^{-1} a^2 (1 - x^{1-\alpha}) x^{-\alpha} \square (\alpha - 1)^{-1} a^2 x^{-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty.$$

Интегрируя это выражение имеем

$$y_1(x) \sim (\alpha - 1)^{-1} a^2 x^{1-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty \tag{5.1}$$

$$y_1(x) \square [(\alpha - 1)(2 - \alpha)]^{-1} a^2 x^{2-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty$$

Учитывая (5.0)-(5.1) уравнение для определения  $y_2(x)$  можно записать в виде

$$Ly_2 \sim \lambda_2 a^3 x^{1-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty$$

где  $\lambda_2$  – некоторое число, далее  $\lambda_k$  – некоторые вещественные числа не зависящие от  $\varepsilon$ .

Отсюда

$$y_2(x) \sim \lambda_3 a^3 x^{2-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty \tag{5.2}$$

$$y_2(x) \sim \lambda_4 a^3 x^{3-\alpha}, \quad x \rightarrow \infty$$

Методом математической индукции можно показать, что

$$y_n(x) \sim \delta_n a x^{2-\alpha} (ax)^{n-1}, \quad x \rightarrow \infty$$

$$y_n'(x) \sim \delta'_n a x^{2-\alpha} (ax)^n, \quad x \rightarrow \infty,$$

где  $\delta_n, \delta'_n$  – некоторые постоянные. Таким образом, внешнее решение задачи (1)-(2) запишется в виде

$$Y(x, \varepsilon) \sim 1 + a^2 \varepsilon x^{1-\alpha} \{ \delta_1 + \delta_2 \varepsilon a x + \delta_3 (\varepsilon a x)^2 + \dots + \delta_n (\varepsilon a x)^{n-1} + \dots \} \tag{6}$$

Если неизвестное число  $a$  взять в виде  $a = \varepsilon$  то ряд (6) является асимптотическим рядом по малому параметру  $\varepsilon$  на отрезке  $J(\varepsilon) = [1, \varepsilon^{-1}]$ . Таким образом доказана

Теорема 1. Если взять внешнее решение с начальным условием  $y(1) = 1, y'(1) = \varepsilon$ , то оно является асимптотическим рядом на отрезке  $J(\varepsilon)$ . Теперь построим внутреннее решение удовлетворяющее условию  $y(\infty) = 0$ .

Для этого в (1) сделаем подстановку  $t = \varepsilon x$ , тогда оно запишется в виде

$$y''(t) + \left( \frac{\alpha}{t} + 1 \right) y'(t) = \beta (y'(t))^2 + y(t) y'(t) \tag{8}$$

где  $u(t, \varepsilon) = y(x, \varepsilon) \Big|_{x=t\varepsilon^{-1}}$ .

Определение 3. Переменная  $t$  называется внутренней переменной, а решение уравнения (8) внутренним решением задачи (1).

Оказывается внутреннее решение уравнение (8) существует не только в окрестности бесконечной точки  $x=\infty$ , но и на всем отрезке  $t \in [\varepsilon, \infty)$  или  $x \in [1, \infty)$ . Поэтому уравнение (8) решается с краевыми условиями:

$$u(\varepsilon)=1, u(\infty)=0 \tag{9}$$

Теорема 2. Решение задачи (8)(9) можно представить в виде

$$u(t, \varepsilon) = u_0(t) + u_1(t) + u_2(t) + \dots + u_m(t) + \dots, \tag{10}$$

где

$$u_k(t) = u_k(t, \varepsilon) = O(\varepsilon^{k(\alpha-1)}) \quad (k=0,1,2,\dots) \quad \varepsilon \rightarrow 0$$

$$u_0(\varepsilon) = 1, u_0(\infty) = 0; \quad u_k(\varepsilon) = u_k(\infty) = 0, \quad (k=1,2,\dots).$$

Подставляя (10) в (8) для функций  $u_k(t)$  получим следующие задачи:

$$u_0''(t) + (1 + \alpha t^{-1})u_0'(t) - \beta u_0''(t) = 0, \quad u_0(\varepsilon) = 1, u_0(\infty) = 0, \tag{11.0}$$

$$Mu_1(t) := u_1''(t) + (1 + \alpha t^{-1} - 2\beta u_0'(t))u_1'(t) = u_0(t)u_0'(t),$$

$$u_1(\varepsilon) = u_1(\infty) = 0 \tag{11.1}$$

$$Mu_2(t) := \beta u_2''(t) + u_0 u_1' + u_0' u_1(t), \quad u_2(\varepsilon) = u_2(\infty) = 0 \tag{11.2}$$

$$Mu_{2m} = 2\beta \sum_{\substack{j+i=2m \\ i,j \geq 1}} u_i'(t)u_j'(t) + u_m^2(t) + \sum_{j+i=2m} u_i(t)u_j'(t),$$

$$u_{2m}(\varepsilon) = u_{2m}(\infty) = 0 \tag{11.2m}$$

$$Mu_{2m+1} = 2\beta \sum_{\substack{j+i=2m+1 \\ i,j \geq 1}} u_i'(t)u_j'(t) + \sum_{j+i=2m+1} u_i(t)u_j'(t),$$

$$u_{2m+1}(\varepsilon) = u_{2m+1}(\infty) = 0$$

(11.2m+1)

Решение задачи (11.0) имеет вид

$$u_0(t) = 1 - \frac{1}{\beta} \ln(1 + \alpha_0 X(t)), \quad (\alpha_0 = e^\beta - 1) \tag{12}$$

где

$$\alpha_0 = e^\beta - 1, \quad X(t) := X_\alpha(t, \varepsilon) = a_\alpha \int_\varepsilon^t s^{-\alpha} e^{-s} ds,$$

$$a_\alpha^{-1} = \int_\varepsilon^\infty s^{-\alpha} e^{-s} ds; \quad a_\alpha = O(\varepsilon^{\alpha-1}), \quad \varepsilon \rightarrow 0; \quad X(\varepsilon) = 0, \quad X(\infty) = 1.$$

Отметим, что

$$u_0'(t) = -\alpha_0 \beta^{-1} a_\alpha t^{-\alpha} e^{-t} \tag{13}$$

Для определения остальных функций  $U_k(t)$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) мы используем функцию Грина. Справедлива

Лемма 1. Решение однородной задачи

$$Mz(t) = f(t), \quad z(\varepsilon) = z(\infty) = 0.$$

Представляется в виде

$$z(t) = \int_\varepsilon^\infty s^\alpha e^{s-2\beta u_0(s)} G(t, s) f(s) ds,$$

Где  $f(t) \in C^\infty[C, \infty)$ ,

$$G(t, s) = \begin{cases} -b_\alpha^{-1} U(t) K(s), & \varepsilon \leq t \leq s \\ -b_\alpha^{-1} U(s) K(t), & s \leq t < \infty \end{cases}$$

$$U(t) := U_\alpha(t, \varepsilon) = b_\alpha \int_\varepsilon^t s^{-\alpha} e^{-s+2\beta u_0(s)} ds,$$

$$K(t) := K_\alpha(t, \varepsilon) = 1 - U(t); \quad b_\alpha^{-1} = \int_\varepsilon^t s^{-\alpha} e^{-s+2\beta u_0(s)} ds \tag{14}$$

$$b_\alpha = O(\varepsilon^{\alpha-1}) = O(a_\alpha), \quad \varepsilon \rightarrow 0.$$

Решение задачи (11.1) представляется в виде

$$u_1(t) = \int_\varepsilon^\infty G(t, s) s^\alpha e^{s-2\beta u_0(s)} u_0(s) u_0'(s) ds \tag{15}$$

Отсюда используя (13), (14) и оценивая  $u_1(t)$  имеем

$$u_1(t) \leq l \int_\varepsilon^\infty b_\alpha G(t, s) u_0(s) ds = l \int_\varepsilon^t K(t) U(s) u_0(s) ds +$$

$$\begin{aligned}
& +l \int_{\varepsilon}^{\infty} U(t)K(s)u_0(s)ds \leq lK(t) \int_{\varepsilon}^{\infty} u_0(s)ds \leq \\
& \leq lK(t) \int_{\varepsilon}^{\infty} s|u'_0(s)|ds \leq lK(t) \int_{\varepsilon}^{\infty} a_{\alpha} s^{-\alpha+1} e^{-s} ds \leq
\end{aligned}$$

$\leq lK(t)a_{\alpha}, (l = const).$

Таким образом получим оценку

$$|u_1(t)| \leq lK(t)a_{\alpha} \quad (16)$$

Аналогично, дифференцируя (15) и оценивая имеем

$$|u'_1(t)| \leq la_{\alpha}|K'(t)|. \quad (16')$$

Решение уравнения (11.2) запишется в виде

$$u_2(t) = I_1(t) + I_2(t),$$

где

$$\begin{aligned}
I_1(t) &= \int_{\varepsilon}^{\infty} G(t,s)s^{\alpha}e^{s-2\beta u_0(s)}u_1'^2(s)ds, \\
I_2(t) &= \int_{\varepsilon}^{\infty} G(t,s)s^{\alpha}e^{s+2\beta u_0(s)}[u_0(s)u_1'(s) + u_0'(s)u_1(s)]ds
\end{aligned}$$

Оценивая функции  $I_1(t)$  получим

$$\begin{aligned}
|I_1(t)| &= \int_{\varepsilon}^{\infty} G(t,s)a_{\alpha}^2|u_1'^2(s)|ds \leq \\
&\leq la_{\alpha}^3 \int_{\varepsilon}^t K(t)U(s)s^{-\alpha}e^{-s}ds + la_{\alpha}^3 \int_{\varepsilon}^t K(t)U(s)s^{-\alpha}e^{-s}ds \leq \\
&\leq la_{\alpha}^2 K(t),
\end{aligned}$$

$$|I_1'(t)| \leq la_{\alpha}^2|K'(t)|.$$

Аналогично оценивая  $I_2(t)$  и  $I_2'(t)$  имеем

$$|I_2(t)| \leq la_{\alpha}^2 K(t), |I_2'(t)| \leq la_{\alpha}^2|K'(t)|.$$

Таким образом

$$|u_2(t)| \leq la_{\alpha}^2 K(t), |u_2'(t)| \leq la_{\alpha}^2|K'(t)|.$$

Теперь методом полной математической индукции доказывается, что для решения задачи (11.1) имеет место оценка

$$|u_m(t)| \leq la_{\alpha}^m K(t), |u_m'(t)| \leq la_{\alpha}^m|K'(t)|, \forall m \in N.$$

Таким образом, доказана

Теорема 3. Асимптотика решения задачи (1) представляется в виде

$$y(x) = y_0(x) + a_{\alpha}y_1(x, \varepsilon) + a_{\alpha}^2y_2(x, \varepsilon) + \dots + a_{\alpha}^m y_m(x, \varepsilon) + \dots,$$

где  $y_j(x, \varepsilon) = u_j(x\varepsilon^{-1}) = O(1), a_{\alpha} = O(\varepsilon^{\alpha-1}), \varepsilon \rightarrow 0.$

Т.е. решения задачи (1) разлагается в асимптотический ряд по асимптотической последовательности

$$\{\varepsilon^{\alpha-1}\}^k \quad k = 0, 1, \dots, \text{ при } 1 < \alpha < 2.$$

### Литература:

1. Lagerstrom P.A. Matched asymptotic expansions. Ideas and techniques. Springer-Verlag, 1988.
2. Alymkulov K., Omuraliev M.K. Method of structural matching and its application to Lagerstrom's model equation, Int. J. of Innovation in Sci.& Math., 2015. Vol. 3, pp. 81-88.
3. Алымкулов К., Омуралиев М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной задачи Лагерстрёма методом структурного сращивания, в случае нецелой размерности пространства // Приволжский научный вестник. 2017. № 3 (67). С. 5-9.
4. Алымкулов К., Омуралиев М.К. Построение асимптотики решения сингулярно возмущенной обобщенной задачи Лагерстрёма методом структурного сращивания, в случае нецелой размерности пространства

## Crack formation in cryoprotective medium at super low temperatures

Boroda A.V., PhD, Researcher

A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences,  
Vladivostok, Russia

Andreev A.A., PhD, Senior Researcher

Institute of Cell Biophysics of Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

**Abstract.** Low-temperature preservation (freezing) is utilised to reduce genetic drift as well as biochemical and contaminating processes in cell cultures, stabilising them for prolonged storage to be used as standards. Interest is the

processes in the frozen solution. A cryomicroscopy system has been developed to observe the formation of crack and ice microparticles during the gradual freezing of cryoprotectant solutions to  $-196^{\circ}\text{C}$ . The shape, size parameters and order of ice microparticles varied in different cryoprotective mediums. The possible factors affecting the transformation are discussed.

**Keywords:** frozen cryoprotective medium for cells, fracture formation onset, ice microparticle.

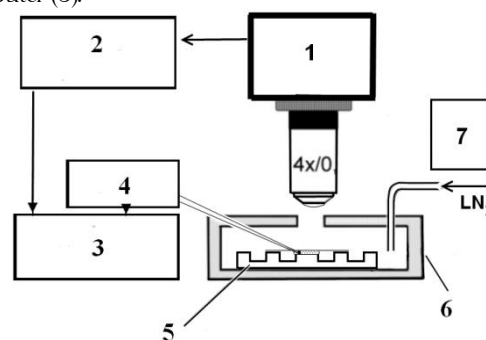
Low-temperature preservation is utilised to reduce genetic drift as well as biochemical and contaminating processes in cell cultures, stabilising them for prolonged storage to be used as standards [1]. Cell viability is reduced over weeks to months during storage at  $-80^{\circ}\text{C}$ , or it can remain invariable for many years (during storage at temperatures below  $-140^{\circ}\text{C}$ ). Ice formation, growth and recrystallisation induce cellular injury during freezing-thawing [2,3]. Cryoprotective agents help to reduce these damaging effects. The complexity of cryopreservation processes and components makes it difficult to understand all of the mechanisms of cellular injury and death that occur during freezing-thawing. The crystallisation of water solutions is well described. If the temperature of liquid water is decreased to maximal supercooling, crystal growth starts from nucleation points. The growth releases the latent heat of fusion that cannot be removed rapidly from the system, inducing a temperature increase [4]. The water temperature remains constant until all liquid is transformed into a solid. Any solutes in water usually increase the nucleation temperature and decrease its changes during crystallisation compared with pure water. Then, the temperature continues to decrease with no plateau due to stepwise growth of the solute concentration and its gradual crystallisation. Ice crystal size mainly depends on the nucleation temperature [5]. The higher supercooling gives rise to an increased number of nuclei created per volume and time. Hence, significant supercooling leads to the formation of small but numerous ice crystals [6]. The crystal formation processes in cryoprotective solutions and living cell suspensions have been frequently studied. The most efficient research tool for ice crystal formation processes is cryomicroscopy [7]. Differential scanning calorimetry methods also has been helpful for studying the physical parameters of freezing cryoprotective solutions. The correlation between thermal events and optical observations during ice crystallisation in cryoprotective solutions has been shown using a cryomicroscope equipped with a video-recording system and a differential scanner calorimeter. Most studies limit their experimental range from 0 to  $-80^{\circ}\text{C}$ . This range is considered to be the most critical and damaging in biological material cryopreservation due to extracellular and intracellular ice formation [8]. However, a few studies tackle the processes related to cooling of water solutions down to super low temperatures ( $-196^{\circ}\text{C}$ ). The results of Hey et al. [9] indicated the free energy changes at temperatures near  $-25^{\circ}\text{C}$  (crystallisation and melting of solutions),  $-95^{\circ}\text{C}$  (homogenous nucleation of solutions) and  $-110^{\circ}\text{C}$  (this peak of free energy has not been discussed by authors) during the freezing of glycerol and dimethylsulfoxide water solutions. While the temperature was reported to decrease below  $-100^{\circ}\text{C}$ , the mechanical stress in frozen solution continues to increase due to sample shrinkage, which induces fracture formation [10] and most likely damages cells. Rabin et al. [10] have concluded that fracture formation mainly depends on the physical properties of material. A lower material stiffness will exhibit lower fracture formation onset temperatures. Cooling of frozen cryoprotective solution to  $-196^{\circ}\text{C}$  causes ice microparticle formation [11]. The aim of this research study is to explore the

structural changes of frozen cryoprotective media at temperatures below  $-100^{\circ}\text{C}$  using cryomicroscopy.

### Materials and methods

All tested cryoprotective solutions were prepared in sterile distilled water and contained cryoprotectants such as dimethylsulfoxide and ethyleneglycol. Ringer's solution modified for sturgeon cells was contained NaCl (0.49%), KCl (0.025%),  $\text{CaCl}_2$  (0.032%) and  $\text{NaHCO}_3$  (0.2%) [39]. All of these concentrations were chosen based on our previous experiments on the cryopreservation of invertebrate and fish cells.

A schematic representation of the experimental setup is shown in Fig. 1. The experimental installation comprised an Orthoplan microscope (Leitz, Germany) (1) equipped with a video registration system HB-35 (NV-Group, Russia) (2) and a Styrofoam chamber (6) to freeze samples down to liquid nitrogen temperature ( $-196^{\circ}\text{C}$ ). Cooling mode was provided by controlled liquid nitrogen supply system (7). The sample observation was carried out with reflected light. A Fuchs-Rosenthal quartz chamber (5) was used to freeze a drop (10  $\mu\text{l}$ ) of tested solution in a thin layer (0.2 mm). Temperature control was conducted with a thermocouple logger TC-08 (Omega, USA) (4) with microthermocouple. It should be noted that the detected freezing and thawing temperatures may differ from true freezing and thawing points of solutions due to the non-simultaneous character of these processes: a microthermocouple was not located in the observed area. Photos and temperature data were recorded on a personal computer (3).



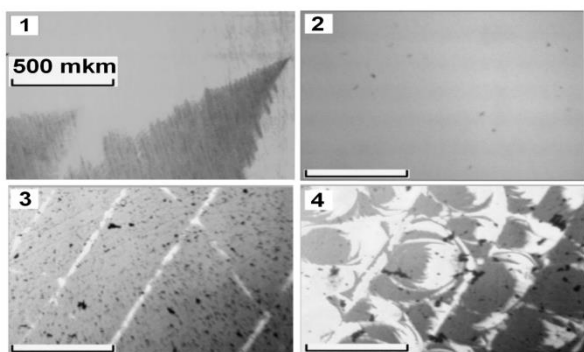
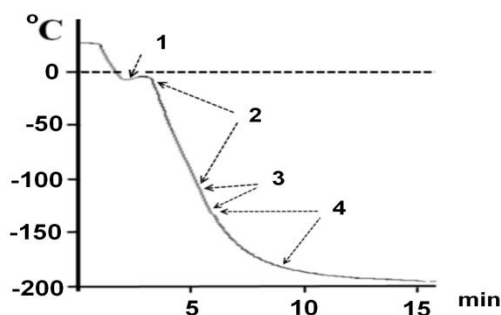
The samples were cooled with nitrogen vapours at a rate of  $12\text{--}14^{\circ}\text{C}/\text{min}$  to  $-196^{\circ}\text{C}$ . Video and image processing combining a video with temperature logging made it possible to determine the parameters and dynamics of both solution freezing and ice microparticle formation during freezing.

### Results

The dynamics and the sequence of freezing events in cryoprotective solutions are presented in Fig. 2.

**Fig. 2. Freezing of solution dimethylsulfoxide 1.5M.** In the upper part of the picture – temperature curve of the cooling process. At the bottom, the video frames describing the appropriate stage of freezing solution. Cooling rate on the linear part of the temperature curve was  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . In the video frames by corresponding numbers are shown characteristic features image of ice for these temperature ranges. Scale bar – 500  $\mu\text{m}$ . The numbers indicate typical temperature ranges.





A front propagation of ice crystals was detected after the sample temperature decreased down to the freezing point (point 1). The solution is frozen, formed a solid mass of ice.

The frozen solution appearance remained invariable until fracture formation onset at temperatures below  $-100^{\circ}\text{C}$  (diapason 2). Begins the process of cracking, and the cracks are regular (diapason 3). Further cooling down to liquid nitrogen temperature resulted in gradual transformation of fractures to ice microparticles (diapason 4).

The most important events were: solution freezing (1), fracture formation onset (3), final formation of ice microparticles (4).

Ice crystal formation was observed in the range of 0 to  $-5.2^{\circ}\text{C}$ , depending on the cryoprotectant concentration. The fracture formation onset occurred in the range of  $-100$  to  $-150^{\circ}\text{C}$ . The temperature point where the fracturing began also depended on the composition of the solution and lay in the range from  $-30$  to  $-170^{\circ}\text{C}$ . In the presence of cryoprotectants and auxiliary components of cryoprotective media, the initial phase of ice fracturing occurred at lower temperatures, i.e., the ice had a higher plasticity. The mean temperature when the fracturing began was  $-46 \pm 6^{\circ}\text{C}$  for distilled water ( $n = 10$ ),  $-63 \pm 7^{\circ}\text{C}$  for Ringer's for sturgeon ( $n = 10$ ),  $-129 \pm 11^{\circ}\text{C}$  for Ringer's with 1.5 M DMSO ( $n = 7$ ), and  $-156 \pm 9^{\circ}\text{C}$  for Ringer's with 1.5 M DMSO and 10% egg yolk ( $n = 5$ ). Obviously, in the presence of cryoprotectants and auxiliary components of the solution, the elasticity of the frozen medium increased significantly, probably due to an increased share of amorphous (most elastic) ice in the total volume of the frozen medium. Regular fractures continued to expand until  $196^{\circ}\text{C}$ , transforming into more ordered ice microparticles with their size and shape determined by the solution composition [11]. The chaotic character of fracturing and, therefore, irregular ice microparticles were detected in distilled water and Ringer's solution.

### Discussion

Solution freezing usually initiates below the crystallisation temperature and starts from a seeding point: any heterogeneous particle, substrate or water cluster with an ice-like

structure (for the supercooling of purified water). The sample supercooling most likely due to the relatively slow cooling rate or the presence of salts and cryoprotectants (except distilled water). When crystallisation began, water molecules interact with seeding points forming ice dendrites (Fig. 2 point 1). At slow cooling, a complex solution crystallises gradually; ice crystals (ice dendrites) grow from an area with a low concentration of soluble admixtures to an area with a high concentration. If the solution contained heterogeneous admixtures (such as lipids or peptides), they may block the access of the water molecules to the ice crystal, leading to asymmetric dendrite grow. An phenomenon takes place during water crystallisation: the volume increases by nearly 10% at standard conditions. Water ice, like any solid substance, would prefer to shrink upon cooling, with the extent depending on its particular thermal expansion coefficient. A further temperature decrease down to  $-196^{\circ}\text{C}$  causes ice to shrink by approximately 2%. The presence of salts does not affect the expansion coefficient, as the thermal contractions of fresh and seawater ice are similar. If ice were restricted within a vessel (e.g., a cell suspension restricted by a cryovial, a drop of cryoprotective solution bounded by a cooling chamber), the difference between the ice and the vessel tendencies to contract would cause mechanical stress, which is required for fracture formation [10]. The volumetric thermal expansion coefficient of a Fuchs-Rosenthal quartz chamber is much lower ( $\sim 0.6\text{--}1.74 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  at  $0^{\circ}\text{C}$ ) compared with ice ( $\sim 200.4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  at  $0^{\circ}\text{C}$ ), eliminating the mechanical compression of the samples by the chamber. Moreover, because the ice and chamber are solids at the fracture formation temperature, they cannot interact, shrinking at lower temperatures down to  $-196^{\circ}\text{C}$ . Therefore, fracture formation during freezing is considered to occur due to the shrinkage of the frozen sample volume itself. We assume that there are no stresses in forming ice at freezing as long as liquid low-temperature phase remained, acting as a buffer between ice clusters. An unfrozen highly-concentrated solution around water crystallisation centres may serve as an interface between adjacent ice microparticles. A cryoprotectant concentration increases gradually from a crystallisation centre (seeding point) to the ice cluster periphery. Solidified ice tends to shrink at cooling, and fractures occur after certain stress limits, most likely in ice cluster areas with a maximum quantity of defects (in an ice cluster periphery). Thus, the fracture character depends on the ice cluster structure, which is affected by the cooling rate, cryoprotectant type and its concentration [11]. Mechanical stresses caused by the shrinkage of ice led to almost chaotic fracture formation and irregular ice microparticles formation with different shapes and sizes. A similar situation was observed in the case of distilled water and Ringer's solution. The formation of more ordered particles (similar to recrystallisation) was overlaid on chaotic fracturing induced by the shrinkage of complex solutions with cryoprotectants. However, the growth of the cryoprotectant concentration may increase the local difference in the densities of frozen solutions (areas with a high cryoprotectant concentration froze later and had a considerably higher density compared with areas with a low concentration). These differences may promote particles with more irregular shapes. A similar situation occurred in solutions with a relatively high cryoprotectant concentration. We assume that the fracture formation onset and ice microparticles size primarily depends on the seeding point quantity at crystallisation (i.e., supercooling and admixtures may affect ice microparticles size) such that the more

admixtures are present, the more seeding points occur, and the smaller the ice microparticles that form. This results in the formation of complex ice microparticles with shapes that depend on the solution composition. We have discovered that the chaotic fractures formed during the cooling of water to

super low temperatures transform into more ordered ice microparticles in case of cryoprotectant solutions.

*Acknowledgements: The work Boroda A.V. is executed at financial support of the grant of President of Russian Federation for state support of young Russian scientists № МК-264.2017.4 "*

#### References:

1. A.L. DeVries, *Annu. Rev. Physiol.* 45 (1983) 245–260.
2. A.M. Karow Jr., W.R. Webb, *Cryobiology* 2 (1965) 99–108.
3. P. Mazur, *Science* 168 (1970) 939–949.
4. A.I. Zhmakin, *Fundamentals of Cryobiology: Physical Phenomena and Mathematical Models*, Springer, Berlin, 2008
5. M. Akyurt, G. Zaki, B. Habeebullah, *Energy Convers. Manage.* 43 (2002) 1773–1789.
6. D. Kashchiev, G.M. Rosmalen, *Cryst. Res. Technol.* 38 (2003) 555–574.
7. K.R. Diller, *J. Biomech. Eng.* 127 (2005) 67–84.
8. P. Mazur, *J. Gen. Physiol.* 47 (1963) 347–369.
9. J.M. Hey, D.R. MacFarlane, *Cryobiology* 37 (1998) 119–130.
10. Y. Rabin, P.S. Steif, in: J.G. Baust, J.M. Baust (Eds.), *Advances in Biopreservation*, CRC Press, 2006, pp. 359–381.
11. A.A. Andreev, et al., *Biophysics*, 2017, Vol. 62, No. 2, pp. 151–157.

## Влияние процесса спекания металлических порошков на их электродинамические характеристики в СВЧ диапазоне

Анзулевич Светлана Николаевна

Анзулевич Антон Петрович

Бутько Леонид Николаевич

Бычков Игорь Валерьевич

Челябинский государственный университет, Челябинск

e-mail: metam.chelsu@yandex.ru

В данной работе проведено исследование влияния геометрических эффектов консолидации металлических частиц при микроволновом спекании на эффективные электродинамические параметры порошкообразных металлов. Таким образом, целью этой работы является моделирование перехода от отдельных периодически расположенных сферических частиц к модели пористого материала, состоящего из периодически расположенных сферических частиц, соединённых друг с другом проводящими мостиками образованных связей.

**Ключевые слова:** микроволновое спекание, металлический порошок, эффективная магнитная проницаемость, эффективная диэлектрическая проницаемость, теория эффективной среды, многослойные частицы.

Под металлическим порошком в данной работе мы будем понимать массив периодически расположенных сферических частиц, представляющих собой диэлектрическое ядро радиуса  $r_0$  и проводящую оболочку толщины  $l_m$  на его поверхности. В процессе микроволнового спекания между частицами образуются проводящие мостики. Для простоты модели будем рассматривать их в виде цилиндрических соединителей между частицами (рис. 1).

Предложенная модель рассматривается с использованием теории эффективной среды, согласно которой композитный материал может быть описан с точки зрения эффективных электромагнитных свойств  $\mu_{\text{эф}}$ ,  $\epsilon_{\text{эф}}$ ,  $\sigma_{\text{эф}}$ . Поэтому, в данной работе были вычислены, исследованы и проанализированы зависимости  $\mu_{\text{эф}}$ ,  $\epsilon_{\text{эф}}$ ,  $\sigma_{\text{эф}}$  от радиуса  $r$  проводящих цилиндрических мостиков между сферическими частицами. Для расчёта этих зависимостей эффективных электродинамических параметров мы использовали оригинальный метод расчёта, основанный на модели из двух элементарных ячеек (рис. 1).

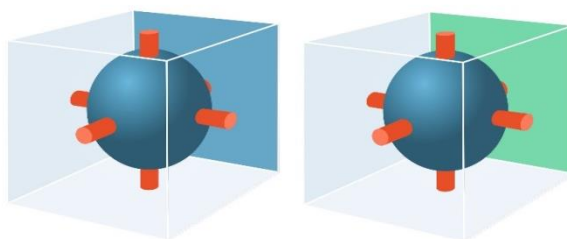


Рис. 1. Модель двойной элементарной ячейки сферических проводящих частиц, связанных друг с другом проводящими цилиндрическими мостиками радиуса  $g$ .

Модель с двумя независимыми ячейками необходима для расчёта полей при двух различных граничных условиях на дальней стороне ячейки: идеального электрического проводника (ПЭС, рис. 1, слева, отмечено синим), идеального магнитного проводника (ПМС, рис. 2, справа, отмечено зелёным). Это необходимо для того, чтобы получить замкнутую систему уравнений для поверхностных импедансов, что позволяет однозначно получить значения для  $\mu_{\text{эф}}$  и  $\epsilon_{\text{эф}}$  в виде (1) [1, 2]

$$\sqrt{\frac{\mu_{eff}}{\varepsilon_{eff}}} = \sqrt{Z_2 Z_1}, \quad \sqrt{\varepsilon_{eff} \mu_{eff}} = c \frac{\arctg(-Z_1/Z_2)}{\omega d} \quad (1)$$

где  $Z_1$  – поверхностный импеданс структуры в случае PEC граничного условия, и  $Z_2$  – поверхностный импеданс структуры в случае PMC граничного условия.

Расчёт поверхностных импедансов производился из распределения электромагнитных полей в модели. Расчёт распределения электромагнитных полей производился с использованием программного пакета Comsol и серверного компьютера с 75 ГБ ОЗУ и 25 ядрами двух процессоров Intel Xeon E5-2630. Для этого методом конечных элементов решалось уравнение Максвелла в виде:

$$\nabla \times \mu^{-1} (\nabla \times E) - k_0^2 \left( \varepsilon - \frac{j\sigma}{\omega \varepsilon_0} \right) E = 0. \quad (2)$$

Для моделирования проводящих мостиков радиусом 0,33 мкм и 1 мкм использовалось граничное условие с поверхностными слоями (boundary layers). Для случая проводящих мостиков радиусом 5 мкм мы использовали импедансное граничное условие (impedance boundary condition). Было получено (рис. 2), что образование проводящих мостиков приводит к уменьшению мнимой части динамической эффективной магнитной проницаемости за счет увеличения токов через соединительные мостики (рис. 3). Однако, при некотором критическом значении радиуса соединяющего мостика мнимая часть магнитной проницаемости начинает увеличиваться и достигает значений, сравнимых со значениями для полностью проводящих частиц.

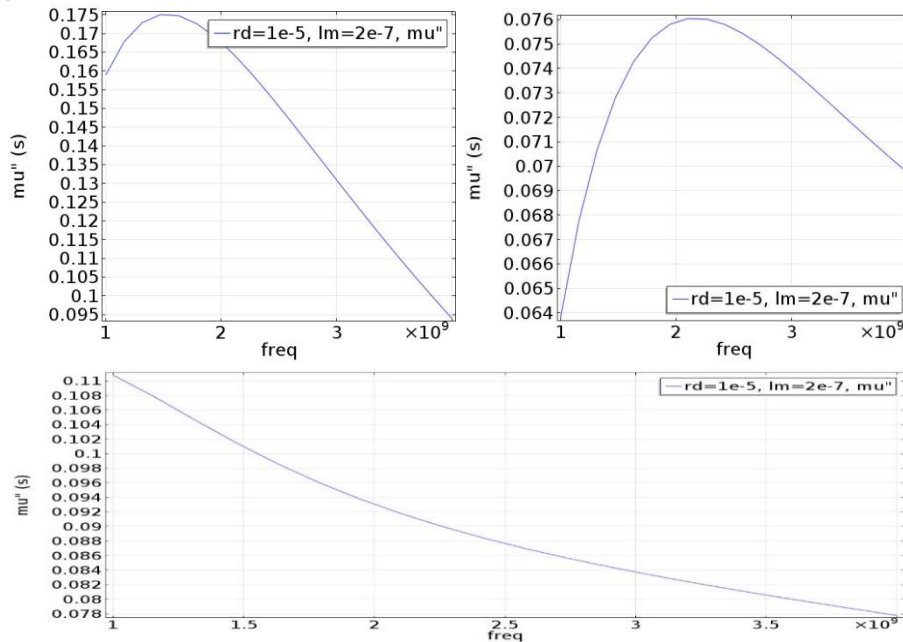
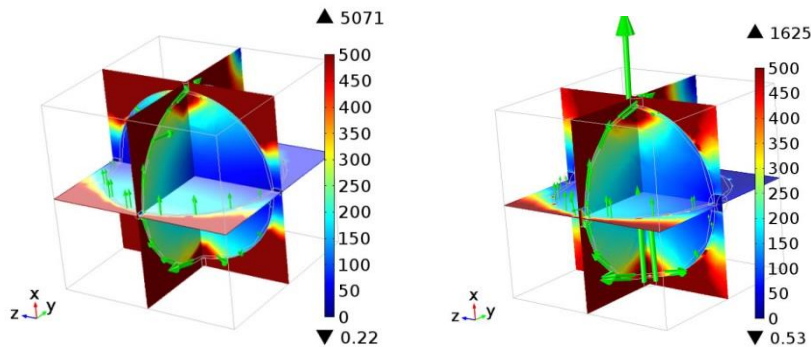


Рис. 2. Зависимости мнимой части эффективной магнитной проницаемости от частоты при различных радиусах соединяющих проводящих мостиков:

$r=0,33 \mu\text{m}$  – вверху слева;  $r=1 \mu\text{m}$  – вверху справа;  $r=5 \mu\text{m}$  – внизу.

Диэлектрическое ядро частицы: радиус –  $10 \mu\text{m}$ ;  $\varepsilon=4$ .

Проводящая оболочка на поверхности: толщина –  $0,2 \mu\text{m}$ ;  $\sigma=5,8 \cdot 10^7 \text{ S/m}$ .



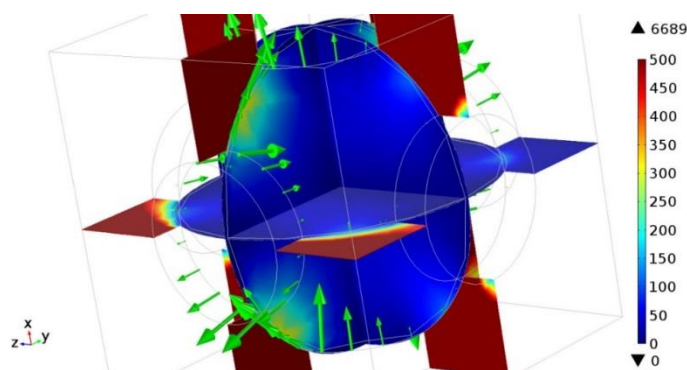


Рис. 3. Распределение токов (стрелочки) на поверхности частиц и соединительных мостиков.  
 $r=0,33\mu\text{m}$  – вверху слева;  $r=1\mu\text{m}$  – вверху справа;  $r=5\mu\text{m}$  - внизу.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-07-08111.

### Литература:

1. Павлов Д.А., Бутько Л.Н., Федий А.А., Анзулович А.П., Бычков И.В., Бучельников В.Д., Шавров В.Г., Проволочная структура с эффектом отрицательного преломления в СВЧ диапазоне, Журнал радиоэлектроники (онлайн), 11.2015, Онлайн-версия: <http://jre.cplire.ru/jre/nov15/1/text.html>
2. L.N. But'ko, V.D. Buchel'nikov, and I.V. Bychkov, Absorption of Electromagnetic Waves in a Nonmagnetic Conductor–Ferromagnet Structure, Physics of the Solid State, 2010, 52(10), 2154–2163

## О внутреннем противоречии в метрическом тензоре стандартной космологической модели и астрономических подтверждениях необходимости ее модификации \*

Кудрявцев Юрий Сергеевич, кандидат технических наук

*Показано, что метрика, лежащая в основе стандартной космологической модели, эквивалентна метрике стационарной Вселенной, что приводит к нарушению закона сохранения энергии и отсутствию обмена энергией между материей и гравитационным полем. Таким образом, в стандартной космологической модели «Большого Взрыва», описывающей развивающуюся Вселенную, имеется глубокое внутреннее противоречие.*

*Противоречие снимается при использовании метрики, учитывающей ненулевую величину дифференциала масштабного фактора. Построенная на основе этой метрики модифицированная космологическая модель описывает Вселенную, закрытую при любой плотности материи, не требующую введения дополнительных ненаблюдаемых субстанций (космологической постоянной или темной энергии), бесконечную во времени и расширяющуюся ускоренно.*

*Более медленная динамика расширения устраняет проблемы, связанные с ограничениями во времени, и позволяет интерпретировать результаты анализа астрономических наблюдательных данных, противоречащие космологической модели «Большого Взрыва».*

### 1. Введение. Внутреннее противоречие стандартной космологической модели

Уравнения общей теории относительности представляют собой математическое выражение закона сохранения энергии [1]. Закон сохранения энергии, включающей энергию материи и гравитационного поля, в общей теории относительности выражается тензорным уравнением [1][2]

$$(1/\sqrt{-g}) \partial T_i^k / \partial x^k - (1/2) \partial g_{ij} / \partial x^i T^{kl} = 0, \quad (1)$$

Второй член в левой части этого уравнения представляет собой выражение для импульса и энергии, которые в единицу времени передаются материи от гравитационного поля [1]. Его нулевая компонента соответствует пространственной плотности передачи энергии.

Подставляя в нее компоненты метрического тензора и тензора энергии-импульса стандартной космологической модели, получаем, что она равна нулю (равны нулю все компоненты  $T^{kl}$  кроме  $T^{00}$ , и  $g_{00}=1=\text{const}$ , откуда  $\partial g_{00} / \partial x^i = 0$ ), что соответствует отсутствию обмена энергией между материей и гравитационным полем и, следовательно, невозможности развития Вселенной во времени. Таким образом, в основу стандартной космологической модели, описывающей расширяющуюся Вселенную, заложено глубокое внутреннее противоречие, которое не может быть устранено без изменения представлений о метрике.

### 2. Потенциальная и кинетическая энергия тел в стандартной модели Фридмана

Метрика, лежащая в основе стандартной космологической модели «Большого Взрыва», выражается соотношением [2]

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a^2 [d\chi^2 + \sin^2 \chi (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2)], \quad (2)$$

где  $a$  - радиус кривизны пространства (масштабный фактор),  $\chi$  - координата дальности,  $\theta, \varphi$  - угловые координаты,  $c$  - скорость света. Соответствующие значения компонентов ковариантного метрического тензора:  $g_{00} = 1$ ,  $g_{11} = -a^2$ ,  $g_{22} = -a^2 \sin^2 \chi$ ,  $g_{33} = -a^2 \sin^2 \chi \sin^2 \theta$ .

Выражение (2) соответствует равномерно искривленному пространству, полученному Эйнштейном путем введения воображаемой 4-й пространственной координаты и ее последующего исключения через радиус кривизны пространства [3]. Этот математический формализм, позволяющий описать искривление 3х-мерного пространства гравитационными полями, как известно, был введен Эйнштейном при рассмотрении стационарной Вселенной. При выводе выражения (2) дифференциал исключаемой 4-й пространственной координаты, входящий в выражение для элемента пространственного расстояния  $dl$ , выражается через дифференциалы трех других пространственных координат [2], но не через дифференциал радиуса кривизны пространства  $da$ , который в стационарной Вселенной равен нулю:

$$dl^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + (x_1 dx_1 + x_2 dx_2 + x_3 dx_3)^2 / (a^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2). \quad (3)$$

Рассмотрим связь метрики (2) с величиной гравитационного потенциала  $\varphi$ , определяющего величину потенциальной энергии  $U_g$  тела массой  $m$  в гравитационном поле.

По определению гравитационного потенциала

$$U_g = m\varphi. \quad (4)$$

Из уравнений общей теории относительности следует [2], что в случае малых скоростей движения материи гравитационный потенциал связан с  $g_{00}$  выражением:

$$g_{00} = (1 + 2\varphi/c^2). \quad (5)$$

Но в метрике (2)  $g_{00} = 1$ , откуда следует, что эта метрика, положенная в основу стандартной космологической модели, соответствует нулевым значениям потенциальной энергии материальных тел в гравитационном поле Вселенной. Таким образом потенциальная энергия тел в гравитационном поле в стандартной модели исключена из рассмотрения.

При этом материальные объекты Вселенной рассматриваются в сопутствующей системе координат, что отражается в уравнениях в форме нулевых скоростей материальных объектов [1,2]. Необходимость выбора такой системы координат, как известно, связана с условием изотропии пространства, эквивалентным отсутствию выделенных направлений, что выполняется при нулевом модуле векторов скорости. Но, удовлетворяя условию изотропии, сопутствующие координаты исключают из энергетического члена уравнений кинетическую энергию расширения, не компенсируя ее соответствующими изменениями в других членах. Таким образом, кинетическая энергия движения тел, связанная с расширением Вселенной, также исключена из рассмотрения.

### 3. Метрический тензор с учетом ненулевого дифференциала масштабного фактора в расширяющейся Вселенной

Рассмотрим, как изменится выражение для интервала (2) с учетом зависимости масштабного фактора от времени  $a(t)$ . Вводя аналогично [2][3] понятие о четырехмерном евклидовом пространстве и выражая четвертую пространственную координату через дифференциалы трех других пространственных координат и дифференциал радиуса кривизны пространства  $da$ , который для  $a(t) \neq \text{const}$  не равен нулю, получим выражение для элемента пространственного расстояния  $dl$  в виде:

$$dl^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + (a da - x_1 dx_1 - x_2 dx_2 - x_3 dx_3)^2 / (a^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2); \quad (6)$$

где  $x_1, x_2, x_3$  - декартовы пространственные координаты. Переходя от декартовых координат к полярным  $r, \theta, \varphi$  и рассматривая для простоты только радиальные перемещения ( $\theta = 0, d\theta = 0$ ), получим

$$dl^2 = dr^2 + (da - (r/a)dr)^2 / (1 - (r/a)^2); \quad (7)$$

введем, аналогично [2], координату  $\chi$  из выражения  $r = a \sin(\chi)$ . Тогда

$$dl^2 = da^2 + a^2 d\chi^2; \quad (8)$$

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dl^2 = c^2 dt^2 - da^2 - a^2 d\chi^2 = c^2 dt^2 (1 - da^2/c^2 dt^2) - a^2 d\chi^2; \quad (9)$$

Обозначив  $da/cdt = a'$ , окончательно получим:

$$ds^2 = c^2 dt^2 (1 - a'^2) - a^2 d\chi^2; \quad (10)$$

Таким образом, учет зависимости  $a(t)$  дает выражение для интервала, в котором постоянное значение компоненты метрического тензора  $g_{00} = 1$  заменяется на переменное

$$g_{00} = (1 - a'^2). \quad (11)$$

Подставляя в (2), окончательно запишем:

$$ds^2 = c^2 dt^2 (1 - a'^2) - a^2 [d\chi^2 + \sin^2 \theta (d\varphi^2 + d\theta^2)]. \quad (12)$$

### 4. Закон сохранения механической энергии в метрическом тензоре расширяющейся Вселенной.

Закрытая Вселенная в стандартной космологической модели представляет собой расширяющуюся 3-мерную гиперсферу в 4-мерном евклидовом [4] пространстве. В этом пространстве определены понятия длины (определен радиус гиперсферы) и времени. Последовательное применение этого формализма требует распространить на него также понятия скорости, кинетической энергии, принцип относительности Эйнштейна и выражения специальной теории относительности.

Сопоставляя (5) и (11), получаем

$$a'^2 = -2\varphi/c^2; \quad (13)$$

$$\varphi = -(1/2)a'^2/c^2; \quad (14)$$

С учетом того, что  $a' = da/cdt$

$$\varphi = -(1/2)\chi^2 (da/dt)^2. \quad (15)$$

Производная  $da/dt$  - это линейная скорость расширения гиперсферы, с которой любое материальное тело Вселенной перемещается в 4-мерном евклидовом пространстве в направлении, перпендикулярном к координатным осям 3-мерного пространства. Обозначим ее  $V_4$  и с учетом (4) получим:

$$U_g = -m V_4^2/2. \quad (16)$$

Но  $mv^2/2$  - нерелятивистское (для случая малых скоростей, к которому относится и выражение (5) для гравитационного потенциала), выражение для кинетической энергии  $E_k$  движения тела массой  $m$  (в данном случае движение в 4-мерном пространстве), откуда

$$U_g = - E_k. \tag{17}$$

Это выражение представляет собой закон сохранения механической энергии, действующий в равной степени для всех материальных тел Вселенной. В точке максимального расширения, когда  $E_k=0$ ,  $U_g$  также обращается в 0, в остальные моменты потенциальная энергия тела в гравитационном поле отрицательна и численно равна его кинетической энергии движения в 4-мерном пространстве с обратным знаком. Полная механическая энергия  $W_m$  в любой момент времени равна нулю

$$W_m = U_g + E_k = 0, \tag{18}$$

что выражает закон сохранения энергии, представляющий в данной формулировке закон развития закрытой Вселенной. Естественно ожидать, что этот закон выполняется и при больших скоростях движения, т.е. вдали от точки максимального расширения Вселенной, но с переходом к более сложным релятивистским выражениям для кинетической и потенциальной энергии.

Отметим, что при этом не требуется отказ от сопутствующей системы координат, обеспечивающей требование изотропии пространства, т.к. движение объектов происходит в направлении, перпендикулярном ко всем координатным осям 3-мерного пространства, и скорости объектов в этом пространстве по-прежнему могут считаться равными нулю.

Таким образом, использование в модели расширяющейся Вселенной метрики, не учитывающей зависимость масштабного фактора от времени, приводит к исключению из рассмотрения кинетической и потенциальной энергии тел, а учет этой зависимости вводит их в рассмотрение и дает простое выражение для закона сохранения механической энергии, относящееся к любому материальному объекту Вселенной.

### 5. Проверка выполнения закона сохранения энергии общей теории относительности

Выражение (18) позволяет вычислить скорость передачи энергии гравитационного поля ( $U_g$ ) материи ( $E_k$ ) в единицу времени и в единице объема ( $D_E$ ) и сопоставить ее с нулевой компонентой тензорного равенства (1).

$$D_E = d(U_g)/dt = - d(E_k)/dt = - d/dt[\mu V_4^2/2] \tag{19}$$

где  $\mu$  - средняя плотность (масса в единице объема),

Для упрощения запишем (1) в виде:

$$A_{00} - B_{00} = 0, \tag{20}$$

где для однородной изотропной Вселенной в сопутствующей системе координат

$$A_{00} = (1/\sqrt{-g})\partial(T_0^0\sqrt{-g})/\partial x^0, \tag{21}$$

$$B_{00} = (1/2)\partial g_{00}/\partial x^0 T^0. \tag{22}$$

$$x^0 = ct, \sqrt{-g} = \sqrt{(1-a^2)a^3\sin^2\chi\sin\theta}.$$

Нулевые компоненты смешанного и контравариантного тензоров энергии-импульса согласно выражениям для тензора энергии-импульса сплошных макроскопических тел [1], с учетом того, что давление может быть принято равным нулю, определяются выражениями:

$$T_0^0 = \epsilon(dx^0/ds)(dx^0/ds) = \epsilon, \tag{23}$$

$$T^0 = \epsilon(dx^0/ds)(dx^0/ds). \tag{24}$$

Для неподвижного объекта в сопутствующей системе координат  $dx^1=dx^2=dx^3=0$  и

$$ds = d(ct)\sqrt{(1-a^2)}, \tag{25}$$

откуда

$$T^0 = \epsilon / (1-a^2). \tag{26}$$

Подставляя (23)(26) в (21)(22), с учетом  $\chi = \theta = \text{const}$  и  $\partial x^0 \equiv \partial(ct)$  получим

$$A_{00} = (1-a^2)^{1/2}a^3 \partial/\partial(ct)[\epsilon(1-a^2)^{1/2}a^3], \tag{27}$$

$$B_{00} = (1/2)\epsilon(1-a^2)^{-1} \partial/\partial(ct)[(1-a^2)]. \tag{28}$$

Плотность энергии  $\epsilon$  в расширяющейся закрытой Вселенной зависит от времени и связана с ее полной массой  $M$  выражением

$$\epsilon = \mu c^2 = Mc^2/V_{\text{эл}} = Mc^2/2\pi^2 a^3. \tag{29}$$

Подставляя (29) в (27)(28), и считая массу Вселенной  $M$  постоянной величиной, которая может быть вынесена за знак производной, получаем

$$A_{00} = (Mc^2/2\pi^2)(1-a^2)^{1/2}a^3 \partial/\partial(ct)[(1-a^2)^{1/2}], \tag{30}$$

$$B_{00} = (1/2)(Mc^2/2\pi^2)(1-a^2)^{-1} \partial/\partial(ct)[(1-a^2)]. \tag{31}$$

Дифференцируя и упрощая, окончательно получим

$$A_{00} = -(Mc^2/2\pi^2)(1-a^2)^{-1/2}a^3 a' a''; \tag{32}$$

$$B_{00} = -(Mc^2/2\pi^2)(1-a^2)^{-1}a^3 a' a'' = A_{00}; \tag{33}$$

Итак, закон сохранения энергии в формулировке (1) при  $g_{00} = (1-a^2)$  выполняется.

### 6. Сравнение скоростей передачи энергии

Теперь рассчитаем  $D_E$ . Подставляя в (18)  $\mu$  из (29), получим

$$D_E = - d/dt[\mu V_4^2/2] = - d/dt[(M/2\pi^2 a^3)(c^2 a^2/2)] = - (Mc^2/2\pi^2) d/dt[a^3 a^2/2] = - (Mc^2/2\pi^2)c d/d(ct)[a^3 a^2/2] = - (Mc^2/2\pi^2)c[a^3 a' a'' - (3/2)a^4 a'^3], \tag{34}$$

Поскольку (18) получено для предельного случая малых скоростей, полагая  $a' \rightarrow 0$ , пренебрежем вторым слагаемым и окончательно получим:

$$D_E = - (Mc^2/2\pi^2)c[a^3 a' a'']. \tag{35}$$

что совпадает с (32)(33) с точностью до множителя  $c$ , появившегося при переходе от переменной  $t$  к  $x^0=ct$ .

Проверим по размерности. Размерность энергии, переданной в единице объема в единицу времени  $[\text{кг}^1\text{м}^1\text{с}^3]$ , что совпадает с размерностью правой части (35). Несовпадение с (32)(33) объясняется, очевидно, тем, что эти выражения были получены для единицы времени (ct) в предположении  $c=1$ . С учетом этого и полагая, что соответствие между  $V_0$  и  $D_E$  действительно не только для  $a' \rightarrow 0$ , получим:

$$A_0 = V_0 = D_E = - (Mc^3/2\pi^2)(1-a^2)^{-1} a^3 a' a'; \quad (36)$$

Итак, метрика расширяющейся Вселенной, полученная с учетом зависимости масштабного фактора от времени (12), удовлетворяет закону сохранения энергии общей теории относительности (1), и скорость передачи энергии гравитационного поля материи в единицу времени и в единице объема, вытекающая из (2), соответствует этой величине в законе сохранения энергии (1).

### 7. Вывод уравнений поля

Для вывода уравнений поля, соответствующих метрике (12), воспользуемся приемом, который был использован в [2] для получения уравнений поля стандартной космологической модели в параметрическом виде, где вместо времени вводится параметр  $\eta$ , определяемый соотношением:

$$c dt = a d\eta. \quad (37)$$

Здесь  $t$  - время,  $c$  - скорость света,  $a$  - масштабный фактор, значение временного компонента метрического тензора  $g_{00} = a^2$ .

Если записать соотношение (37) как:

$$c dt = b d\eta; \quad (38)$$

где  $b$  - некая переменная величина, имеющая, как и масштабный фактор, размерность длины, но, вообще говоря, не равная  $a$ , получим  $g_{00} = b^2$ , и вычисление компонентов тензора Риччи для решения уравнений Эйнштейна в закрытой модели Вселенной аналогично [2] дает:

$$R_{00} = (3/ab)(a'b' - a''b); \quad (39)$$

$$R_{11} = a''a/b^2 + 2a^2/b^2 - aa'b'/b^3 + 2; \quad (40)$$

$$R_{22} = (a''a/b^2 + 2a^2/b^2 - aa'b'/b^3 + 2)\sin^2\chi; \quad (41)$$

$$R_{33} = (a''a/b^2 + 2a^2/b^2 - aa'b'/b^3 + 2)\sin^2\chi\sin^2\theta; \quad (42)$$

$$R = (-6/a^3)(a + a''a^2/b^2 + a^2a'/b^2 - a'b'a^2/b^3). \quad (43)$$

Подставляя (39)(43) в уравнение Эйнштейна в смешанных компонентах и упрощая, получаем аналогично [2] уравнение поля закрытой Вселенной в виде

$$a^2/b^2 - T^0_0(8\pi G/3c^4)a^2 + 1 = 0; \quad (44)$$

где  $a' = da/d\eta$ .

Если в (39)(44) положить  $b=a$ , они совпадают с полученными в [2] выражениями для стандартной космологической модели в параметрическом представлении. Если положить  $b(t)=\text{const}=1$ ,  $d\eta=cdt$ , получим метрику (2) и уравнение (44) представит зависимость масштабного фактора от времени для стандартной модели не в параметрическом, а в явном виде. Подставляя  $T^0_0 = \epsilon$ , получим для закрытой Вселенной уравнение

$$a^2 - (8\pi G\epsilon/3c^4)a^2 + 1 = 0; \quad (45)$$

где  $G$  - гравитационная постоянная,  $a' = da/cdt$ . Уравнение для открытой модели отличается только знаком свободного члена:

$$a^2 - (8\pi G\epsilon/3c^4)a^2 - 1 = 0. \quad (46)$$

**ЗАМЕЧАНИЕ ОБ ОТКРЫТОЙ МОДЕЛИ:** Открытая модель описывает Вселенную бесконечного пространства, что придает ей дополнительную противоречивость, связанную с тем, что в бесконечном пространстве можно произвольно выделить сколько угодно областей, удовлетворяющих условию самозамыкания по Шварцшильду, то есть закрытых, что противоречит открытому характеру модели. В связи с этим рассматриваем только закрытую модель. В дальнейшем будет показано, что при построении модели, основанной на метрике (12), Вселенная остается закрытой при любой плотности материи.

Выражение (44) позволяет получить уравнение, описывающее динамику развития Вселенной и для  $b(t) \neq \text{const}$ . Подставим соответствующее (12) значение  $b^2(t) = (1-a^2)$ .

$$a^2/(1-a^2) - T^0_0(8\pi G/3c^4)a^2 + 1 = 0; \quad (47)$$

Выразим  $T^0_0$  через  $\epsilon$  из (23), а  $\epsilon$  - через объем пространства и массу Вселенной  $M$  согласно (29). Подставляя в (57), получим уравнение поля в виде

$$2a_0/a = 1 + a^2/(1-a^2); \quad (48)$$

где константа

$$a_0 = 2GM/3\pi c^2. \quad (49)$$

Введя относительную величину масштабного фактора  $\alpha = a/2a_0$ , получим

$$a' = da/cdt = (1-\alpha)^{1/2}; \quad (50)$$

откуда

$$dt = (2a_0/c) d\alpha / (1-\alpha)^{1/2}. \quad (51)$$

### 8. Вопрос о системах отсчета

При рассмотрении Вселенной как расширяющейся гиперсферы в 4-мерном евклидовом пространстве, в котором действительны представления о скорости и уравнения специальной теории относительности, можно рассматривать две системы отсчета:

- система отсчета, связанная с центром масс Вселенной, расположенным в геометрическом центре гиперсферы,  
 - система отсчета наблюдателя, расположенного в какой-то точке гиперсферы и неподвижного относительно этой точки.

Поскольку эти системы координат в каждый момент времени движутся по отношению друг к другу с относительной скоростью  $\beta = v/c = a'$ , скорости течения времени в них различны. К какой из них относится входящее в уравнения поля время  $t$ ?

Если  $t$  есть время в системе координат наблюдателя на поверхности гиперсферы (обозначим ее  $K$ ), то собственное время  $t_c$  центра гиперсферы, удаляющегося от наблюдателя с относительной скоростью  $\beta = a'$ , определится выражением частной теории относительности

$$dt_c = dt (1 - \beta^2)^{1/2} = dt / \gamma, \quad (52)$$

где

$$\gamma = (1 - a'^2)^{1/2}. \quad (53)$$

Однако это не имеет какого-нибудь практического значения, т.к. наблюдения и измерения производятся в той же системе отсчета  $K$ , к которой относятся описывающие Вселенную уравнения. Заметим, что этому варианту свойственна отмеченная выше противоречивость.

В противоположном случае входящее в уравнения поля время  $t$  относится к системе координат центра гиперсферы (центра масс)  $K_c$ , с которой связаны часы, удаляющиеся от наблюдателя на поверхности расширяющейся гиперсферы с относительной скоростью  $\beta = a'$ . В этом случае  $t$  есть собственное время движущихся часов, находящихся в центре масс, связанных с временем  $t_{dis}$  в системе координат наблюдателя выражением

$$dt = dt_{dis} / \gamma. \quad (54)$$

Отметим, что при таком подходе сопутствующая система отсчета становится 4-мерной и, растягиваясь вместе с 3-мерным пространством (поверхностью гиперсферы), приобретает центральную точку, при взгляде из которой мы переходим от 3-мерной сопутствующей системы отсчета, исключаяющей из рассмотрения кинетическую энергию расширения, к инерциальной системе отсчета, неподвижной относительно центра масс. При этом в рассмотрении включается энергия расширения, т.к. вся материя движется относительно этой системы отсчета со скоростью  $\beta = a'$ . Рассмотренное выше проявление закона сохранения механической энергии в метрическом тензоре подтверждает правомерность такой системы отсчета, т.к. потенциальная энергия материи в гравитационном поле численно равна (со знаком «-») ее кинетической энергии именно в системе центра масс.

При этом условие изотропности 3-мерного мира сохраняется, т.к. расширение происходит в направлении, перпендикулярном всем его пространственным координатам.

### 9. Возможность учета кинетической энергии расширения

В системе  $K_c$  масса каждого материального элемента Вселенной определится выражением частной теории относительности

$$m' = m(1 - \beta^2)^{1/2}; \quad (55)$$

где  $\beta$  - его относительная скорость. Но все объекты Вселенной движутся относительно центра гиперсферы с одним и тем же модулем относительной скорости, равным  $a'$ , поэтому формула (55) может быть отнесена к массе Вселенной в целом:

$$M' = M(1 - a'^2)^{1/2} = \gamma M. \quad (56)$$

Тогда масса  $M$  в уравнении поля должна быть заменена на  $M' = \gamma M$ , что эквивалентно замене константы  $a_0$  в выражении (48) произведением  $\gamma a_0$ . Выполнив эту замену и учитывая, что знаменатель выражения в правой части также может быть выражен через  $\gamma$ , получим:

$$(2a_0/a)^2 = \alpha^2 = \gamma^2; \quad (57)$$

откуда, подставляя (53), получим уравнение, определяющее динамику развития Вселенной для метрики (12), в виде:

$$a' = da / c dt = (1 - \alpha^2)^{1/2}; \quad (58)$$

откуда

$$dt = (2a_0/c) d\alpha / (1 - \alpha^2)^{1/2}. \quad (59)$$

### 10. Выражение скорости расширения через наблюдаемые величины

Свяжем скорость расширения гиперсферы  $a'$  с наблюдаемыми величинами. Скорость удаления объектов в зависимости от расстояния задается постоянной Хаббла, определяемой как

$$H = (1/a)(da/dt). \quad (60)$$

Выразив  $a$  через  $\alpha$  и  $da/dt$  через  $a'$ , получим:

$$H = (c/2a_0\alpha) a'; \quad (61)$$

$$a_0 = 2GM/3\pi c^2 = (2G/3\pi c^2) 2\pi^2 a^3 \mu = (2G/3\pi c^2) 2\pi^2 (2a_0\alpha)^3 \mu; \quad (62)$$

где  $\mu$  - плотность массы. Разделив обе части на  $a_0^3$  и преобразуя, получим равенство

$$(c/2a_0\alpha) = (8\pi G\mu/3)^{1/2} \alpha^{1/2}. \quad (63)$$

Подставляя в (61), получим

$$H = (8\pi G\mu/3)^{1/2} \alpha^{1/2} a'; \quad (64)$$

откуда

$$a' = \alpha^{1/2} (3H^2/8\pi G\mu)^{1/2}. \quad (65)$$

Отмечая, что  $(3H^2/8\pi G)$  представляет собой выражение для критической плотности  $\mu_c$ , и вводя относительную плотность



$$\Omega = \mu / \mu_k; \quad (66)$$

получим выражение, связывающее скорость расширения  $a'$  с наблюдаемыми величинами  $H$  и  $\mu$ , выраженными через относительную плотность  $\Omega$ , в виде

$$a' = \alpha^{1/2} \Omega^{1/2}. \quad (67)$$

### 11. Уравнение для основных параметров закрытой Вселенной

Подставив (67) в (58), получим выражение

$$\Omega = \alpha^2(1 - \alpha^2)^{-1}, \quad (68)$$

позволяющее найти из наблюдаемых величин  $H$  и  $\mu$ , входящих в  $\Omega$  относительную величину масштабного фактора  $\alpha$  и далее из (63) величину константы  $a_0$  то есть основные геометрические параметры Вселенной:

Однако в закрытой модели  $0 < \alpha < 1$ , откуда правая часть этого уравнения всегда  $> 1$ , в то время как левая часть, т.е.  $\Omega$ , согласно наблюдательным данным,  $< 1$ . При этом уравнение (68), как и аналогичное уравнение для стандартной модели

$$\Omega = (1 - \alpha)^{-1}; \quad (69)$$

не имеет действительных решений.

Это противоречие между наблюдаемой плотностью материи и равенством (68) требует дальнейшего рассмотрения. Поскольку оно связано с величиной критической плотности  $\mu_k$ , рассмотрим, не могут ли оказывать влияние на ее значение сделанные ранее выводы о системах отсчета. В выражение для  $\mu_k$  входят две физические величины - гравитационная постоянная  $G$  и постоянная Хаббла  $H$ .

### 12. Проверка влияния гравитационной постоянной.

Принцип относительности Эйнштейна требует независимости от системы отсчета одной из мировых констант - скорости света, но не налагает таких же требований на другие величины, рассматриваемые в качестве мировых констант, в том числе на гравитационную постоянную, вопрос о постоянстве или непостоянстве которой дискутируется уже более полувека.

Рассмотрим этот вопрос с точки зрения двух систем отсчета - наблюдателя на поверхности гиперсферы ( $K$ ), и центра гиперсферы ( $K_c$ ), удаляющегося от наблюдателя с относительной скоростью  $\beta = a'$  в направлении, перпендикулярном всем трем пространственным координатам.

Мы измеряем гравитационную постоянную в системе координат наблюдателя. Если время  $t$  в уравнениях поля есть время в системе отсчета наблюдателя, ее значение в уравнениях равно измеренному. Но если уравнения поля относятся к системе отсчета центра гиперсферы, мы должны проверить, будет ли величина гравитационной постоянной иметь в этой системе координат, т.е. в уравнениях поля, значение, равное измеренному.

Для этого рассмотрим в системах координат  $K$  и  $K_c$  простую систему взаимодействующих тел, например, тело массой  $m$ , обращающееся вокруг планеты массой  $M$  по круговой орбите радиуса  $R$ .

Условие равновесия тела на круговой орбите:

$$F_{\text{grav}} = GmM/R^2 = F_{\text{centr}} = m\omega^2 R; \quad (70)$$

где  $\omega$  - угловая скорость, откуда

$$G = \omega^2 R^3 / M = 4\pi^2 R^3 / MT^2. \quad (71)$$

Все величины, относящиеся к  $K_c$ , будем отмечать индексом  $(c)$ . Т.к. плоскость вращения перпендикулярна скорости взаимного удаления систем отсчета,  $R_c = R$ , откуда  $4\pi^2 R^3 = \text{const}$ .

$$G = \text{const} / MT^2. \quad (72)$$

Рассмотрим полученное выражение с точки зрения закона сохранения момента импульса ( $M_0 = [R \times p] = \text{const}$ ). Для системы двух тел с массами  $m$  и  $M$ , вращающихся вокруг общего центра инерции по круговым орбитам

$$|M_0| = M_0 = \omega R^2 (Mm/M+m); \quad (73)$$

где  $R$  - расстояние между центрами масс,  $\omega$  - угловая скорость вращения.

При  $M \gg m$ , с учетом (71), получим

$$M_0 = \omega R^2 m = m(GMR)^{1/2}; \quad (74)$$

откуда

$$G = M_0^2 / Mm^2 R = \text{const} / Mm^2. \quad (75)$$

Теперь рассмотрим соотношения всех величин, входящих в полученные выражения, в системах отсчета  $K$  и  $K_c$ . Как мы уже отмечали,  $l_c = l$ ;  $R_c = R$ . Рассмотрим  $T$ ,  $M$  и  $m$ .

В соответствии с выводом, сделанным рассмотрении вопроса о системах отсчета, считаем, что уравнения поля относятся к системе координат  $K_c$ . Интервал собственного времени этой системы  $dt$  связан с интервалом времени  $dt_{\text{об}}$  в системе отсчета наблюдателя  $K$  как  $dt = dt_{\text{об}} / \gamma$  (54). Соответственно период времени  $T$ , измеренный в системе отсчета  $K$ , будет связан со значением в системе  $K_c$  соотношением

$$T_c = T / \gamma; \quad (76)$$

Из сравнения (72) и (75) получаем, что период  $T$  и массы  $m$ ,  $M$  в рассмотренных примерах изменяются при переходе от одной системы отсчета к другой по одному и тому же закону, откуда

$$M_c = M / \gamma; \quad (77)$$

$$G_c = \text{const} / M_c T_c^2 = \gamma^3 \text{const} / MT^2 = G \gamma^3. \quad (78)$$

### 13. Проверка влияния постоянной Хаббла.

Скорость движения наблюдаемого объекта относительно наблюдателя равна разности векторов скорости расширения гиперповерхности в 4-мерном пространстве в точках расположения наблюдаемого объекта и наблюдателя. Модули этих векторов для любой точки Вселенной в пренебрежении собственными скоростями тел имеют значение  $\beta = a'$ , а направле-

ния перпендикулярны к гиперповерхности. Т.к. мы рассматриваем только радиальные перемещения, ( $\theta = \varphi = 0$ ), можем графически изобразить модель 4-мерного пространства в 2-мерном сечении (Рис.1).

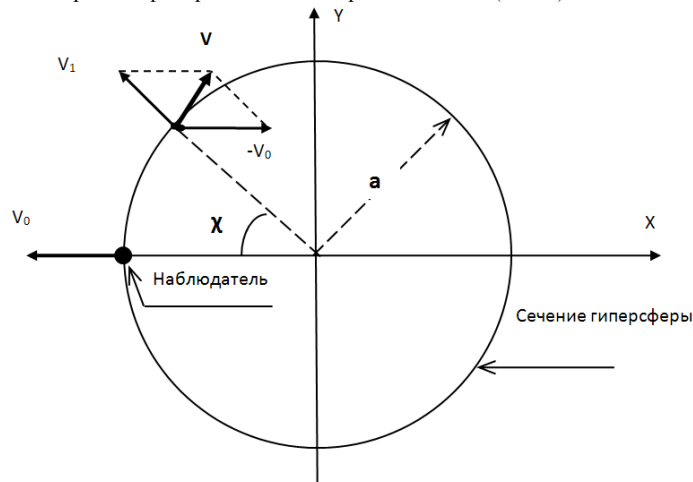


Рис. 1. Двумерное сечение 4-мерного евклидова пространства с гиперсферой радиуса «а».

Угловая координата  $\chi$  характеризует удаление точки гиперповерхности от места расположения наблюдателя (черная точка). Векторы  $V_0$  и  $V_1$  - скорости движения наблюдателя и наблюдаемого объекта. Вектор  $V$  - скорость движения объекта относительно наблюдателя.

Сумма векторов  $V_1$  и  $-V_0$  по формулам релятивистского сложения скоростей дает выражение для зависимости скорости удаления  $V$  объекта от координаты  $\chi$

$$V^2(\chi) = c^2\beta^2(2 - 2\cos(\chi) - \sin^2(\chi)\beta^2) / (1 - \beta^2\cos(\chi))^2; \quad (79)$$

Переходя к пределу  $\chi \rightarrow 0$ , получаем

$$V(\chi) \rightarrow c\beta\chi / (1 - \beta^2)^{1/2}; \quad (80)$$

Выразим пространственное расстояние  $D$  через угловую координату  $\chi$  ( $D = a\chi$ ) и учитывая, что  $\beta = a'$ , получим:

$$V(D) = dD/dt = ca'(D/a) / (1 - a'^2)^{1/2} = (ca'/a) D\gamma = HD\gamma; \quad (81)$$

где  $H$  - постоянная Хаббла.

Обозначим коэффициент пропорциональности между наблюдаемой скоростью удаления объектов и расстоянием до них как  $H_{\text{obs}} = V_{\text{obs}}/D$  и выразим его через постоянную Хаббла из (81) с учетом (54):

$$H_{\text{obs}} = (1/D)(dD/dt_{\text{obs}}) = (1/\gamma D)(dD/dt) = (1/\gamma D) HD\gamma = H. \quad (82)$$

Таким образом, значения постоянной Хаббла в системах координат наблюдателя и центра гиперсферы численно одинаковы и эта величина не оказывает влияния на значение критической плотности.

#### 14. В какой системе отсчета постоянна гравитационная постоянная?

Гравитационная постоянная входит в исходные уравнения поля. Мы установили, что ее значение в системе координат центра масс Вселенной отличается от значения в системе координат неподвижного наблюдателя и связано с ним коэффициентом  $\gamma^3$ , зависящим от скорости расширения, т.е. изменяющимся во времени. В связи с этим встает вопрос, в какой из этих систем отсчета гравитационная постоянная постоянна?

Если она постоянна в системе отсчета наблюдателя ( $G = \text{const}$ ), то будет переменной в системе отсчета центра масс ( $G_c \neq \text{const}$ ), к которой относятся уравнения поля. Тогда мы должны учесть переменность этой величины, произведя в исходном уравнении (57) замену  $G \rightarrow G_c = G\gamma^3$ .

Переход  $G \rightarrow G_c$  в уравнении (57) приведет к замене  $a_0 \rightarrow a_0 = a\gamma^3$ . Перейдя затем от переменной  $a'$  к переменной  $\gamma$  и упрощая, получим равенство:

$$\alpha = \gamma^2, \quad (83)$$

которое не выполняется при всех  $\alpha \neq 1$ . Таким образом, предположение о том, что величина  $G$  постоянна, приводит к противоречию и является ошибочным.

Рассмотрим противоположный вариант ( $G_c = \text{const}$ ,  $G \neq \text{const}$ ). В этом случае входящая в уравнения величина гравитационной постоянной  $G_c$  остается константой, и уравнение (57) и вытекающие из него зависимости (58)(59), определяющие динамику развития Вселенной, остаются неизменными. Но выражение (68), связывающее измеренное значение  $G$  с текущим значением  $\alpha$ , должны содержать зависящее от  $\alpha$  соотношение между  $G$  и  $G_c$ .

Подставим  $G_c$  в выражение для  $\mu_k$  ( $\mu_k = 3H^2/8\pi G_c$ ) и выразим его через измеряемое значение  $G$  из (78). Это приводит к замене  $\mu_k \rightarrow \mu_k^c = \mu_k/\gamma^3(\alpha)$ .

Подставляя в (68), получим:

$$\Omega \gamma^3 = \alpha^4(1 - \alpha^2)^{-1}. \quad (84)$$

и с учетом (57)

$$\Omega = (1 - \alpha^2)^{-1} \alpha^2; \quad (85)$$

$$\alpha = \Omega^{1/2} (1 + \Omega)^{-1/2}; \quad (86)$$

Равенства (85)(86) действительны не только при  $\Omega > 1$ , но и при  $\Omega < 1$ . Противоречие между теоретическими соотношениями и наблюдательными данными, характерное для стандартной модели, в этом случае отсутствует, и Вселенная остается закрытой при любой относительной плотности материи. На Рис. 2 показана зависимость  $\alpha$  ( $\Omega$ ) по выражению

(86) в сравнении с аналогичными зависимостями для открытого и закрытого вариантов стандартной модели. Зависимость в модифицированной модели аналогична кривой для закрытой Вселенной в стандартной модели, но сдвинута и начинается не от  $\Omega = 1$ , а от  $\Omega = 0$ .

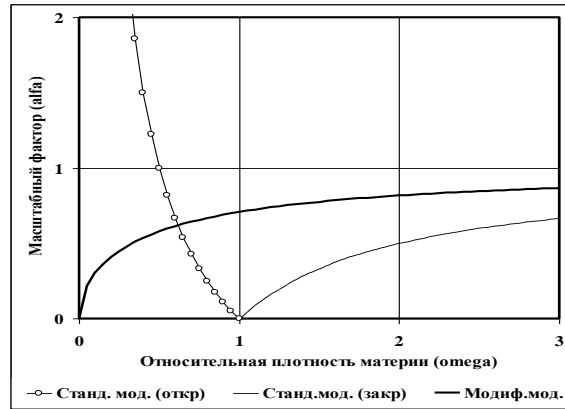


Рис. 2. Зависимость  $\alpha(\Omega)$  в модифицированной модели по выражению (86) в сравнении с аналогичными зависимостями для открытого и закрытого вариантов стандартной модели

15. Динамика развития Вселенной в системе отсчета наблюдателя.

Рассмотрим динамику расширения Вселенной в системе отсчета неподвижного наблюдателя. Время  $t$  связано с временем  $t_{obs}$  в системе координат наблюдателя выражением (54). Подставив в выражение для  $dt$  (59), с учетом (57) получим:

$$dt_{obs} = (2a_0/c) d\alpha / [\alpha (1-\alpha^2)^{1/2}] \tag{87}$$

$$(d\alpha/dt_{obs}) = (c/2a_0)\alpha(1-\alpha^2)^{1/2} \tag{88}$$

$$H = (1/a)(da/dt_{obs}) = (1/\alpha)(d\alpha/dt_{obs}) = (c/2a_0)(1-\alpha^2)^{1/2} \tag{89}$$

Отсюда с учетом (86) получим выражения для  $a_0$  и  $a$ :

$$a_0 = (c/2H)(1-\alpha^2)^{1/2} = (c/2H)(\Omega+1)^{1/2} \tag{90}$$

$$a = 2a_0\alpha = (c/H)\Omega^{1/2}(\Omega+1)^{1/2} \tag{91}$$

Расчитанные по формуле (91) значения масштабного фактора для значений  $0,05 < \Omega < 0,5$  лежат в диапазоне от 3 до 7 млрд. св. лет.

Интегрируя (59) и (89), получим аналитические выражения для  $t(\alpha)$  и  $t_{obs}(\alpha)$ , и обратные к ним  $\alpha(t)$  и  $\alpha(t_{obs})$ , определяющие динамику расширения в системе отсчета центра гиперсферы и в системе отсчета наблюдателя:

$$t(\alpha) = \arcsin(\alpha) + C; \tag{92}$$

$$\alpha(t) = \cos(t); \tag{93}$$

$$t_{obs}(\alpha) = \ln(\alpha/(1+\sqrt{1-\alpha^2})) + C; \tag{94}$$

$$\alpha(t_{obs}) = 1/\text{ch}(t_{obs}); \tag{95}$$

где

$$t_{obs} \equiv (c/2a_0)t_{obs} \tag{96}$$

$$t \equiv (c/2a_0)t, \tag{97}$$

Отсчет  $t$  и  $t_{obs}$  производится от момента максимального расширения ( $\alpha=1$ ).

Зависимости  $\alpha(t)$  и  $\alpha(t_{obs})$  графически показаны на Рис.3. На кривой  $\alpha(t_{obs})$  отмечены точки сегодняшнего состояния Вселенной для плотности, приблизительно равной плотности видимой материи ( $\Omega=0,03$ ) – светлый кружок, и для максимального ожидаемого значения плотности с учетом невидимой темной материи ( $\Omega=0,4$ ) – темный кружок.

Расширение в системе отсчета наблюдателя происходит по закону гиперболического косеканса, время жизни Вселенной в этой системе отсчета оказывается бесконечным, а полученные из наблюдательных данных значения средней плотности материи соответствуют закрытой модели Вселенной на этапе ускоренного расширения (ниже точки перегиба, лежащей на этой кривой при  $\alpha = 1/\sqrt{2}$ ).

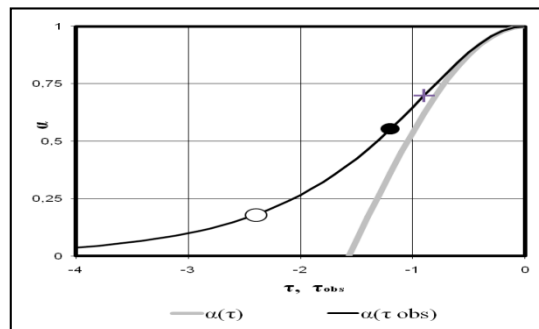


Рис. 3. Динамика расширения закрытой Вселенной с учетом зависимости масштабного фактора от времени ( $g_{00} = v^2$ ) в разных системах отсчета. Время выражено в относительных единицах  $\tau \equiv (c/2a_0)t$  и отсчитывается от момента макси-

мального расширения ( $\alpha = 1$ ). На кривой  $\alpha(t_{\text{обс}})$  отмечены положения сегодняшнего состояния Вселенной при  $\Omega = 0,03$  (светлый кружок) и при  $\Omega = 0,4$  (темный кружок). Крестом отмечена точка перегиба.

## 16. Основные особенности модифицированной модели

Построение модели расширяющейся Вселенной на основе метрики, учитывающей зависимость масштабного фактора от времени, привела к модифицированной космологической модели, соответствующей закону сохранения энергии общей теории относительности (1). Эта модель описывает Вселенную, закрытую при любой плотности материи, не требуя введения дополнительных ненаблюдаемых субстанций (космологической постоянной, темной энергии, энергии вакуума), бесконечную во времени, и на данном этапе развития расширяющуюся ускоренно, что соответствует наблюдательным данным [5].

Расширение в системе отсчета наблюдателя в отличие от стандартной модели происходит медленно. Это снимает проблемы, лежащие в основании сценария раздувающейся Вселенной [6]: «проблема горизонта», «проблема сингулярности», «проблема плоскостности» (формулируемая как вопрос о причинах точного соответствия плотности материи в ранней Вселенной критическому значению и являющаяся основанием «антропного принципа» - в модифицированной модели исчезает, т.к. при  $\alpha \rightarrow 0 \Omega \approx \alpha^2$ ) и др. «Проблема энергии вакуума» также решается в модифицированной модели естественным образом, не требуя введения темной энергии, энергии вакуума или иных гипотетических субстанций.

Уравнения (93)(95), описывающие динамику развития Вселенной в системах координат наблюдателя и центра гиперсферы, позволяют выдвинуть предположение о возможном варианте ее предыстории, принципиально отличающемся от вариантов, основанных на стандартной модели. Согласно (93), в системе отсчета центра масс масштабный фактор изменяется по закону  $\cos(t)$ , то есть Вселенная в целом ведет себя как классический гармонический вибратор. При этом из закона сохранения механической энергии (17) видим, что в ней, так же как в любом другом гармоническом вибраторе, происходит непрерывное превращение кинетической энергии в потенциальную и обратно. Такой характер изменений можно рассматривать как естественную форму проявления философского тезиса о невозможности существования материи без движения.

При наличии определенного количества материи (энергии) и отсутствии внешних воздействий этот вибратор, как и классический гармонический вибратор без потерь, может колебаться вечно. На каждом полупериоде колебаний он порождает новое 3-мерное пространство - гиперсферу, развивающуюся в своей системе отсчета в течение бесконечного времени. Получающийся при этом «гармонический генератор вечностей» графически показан на Рис. 4. Каждой точке бесконечной временной оси в системе центра масс соответствует бесконечное количество вечных пространств, рожденных на разных полупериодах колебаний вибратора.

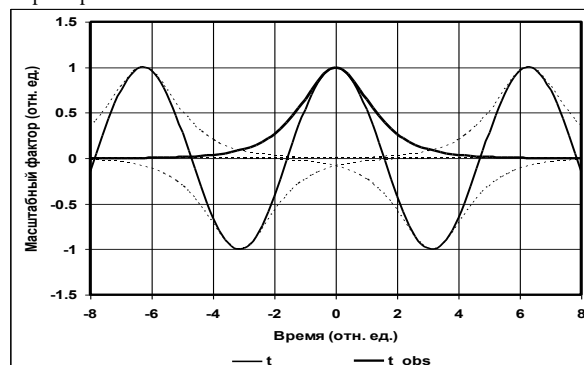


Рис. 4. Динамика развития модифицированной модели Вселенной на временных шкалах центра гиперсферы ( $t$ ) и наблюдателя в 3-мерном мире ( $t_{\text{обс}}$ ). Гармонические колебания в системе центра масс, порождающие вечные Вселенные на каждом полупериоде колебаний.

## 17. Астрономические подтверждения модифицированной модели

Первым астрономическим подтверждением можно считать соответствующий наблюдательным данным [5] ускоренный характер расширения Вселенной (см. Рис. 3).

Кроме того, недавно обнаруженная [7] симметрия неоднородностей реликтового фона, которая интерпретируется в стандартной модели как возможное свидетельство нарушения основополагающего требования изотропии пространства («Ось Зла»), в модифицированной модели представляет собой естественное явление, вытекающее из более медленной динамики развития и не связанное с нарушением принципов теории относительности. Время, прошедшее с момента излучения неоднородностью материи в период рекомбинации водорода, оказывается достаточным для того, чтобы излучение этой неоднородности, распространяющееся во всех направлениях, достигло наблюдателя не только напрямую, но и по дуге большого круга вокруг всей закрытой Вселенной, то есть с противоположной стороны, что воспринимается наблюдателем как явление центральной симметрии [8], позволяющее наблюдать один и тот же источник сигнала в двух противоположных (центрально-симметричных) точках небесной сферы.

Если мы в какой-то точке небесной сферы видим неоднородность микроволнового фона, вызванную движением материи в момент рекомбинации водорода и соответствующую повышению его температуры (скорость излучившего его вещества направлена к нам - по этой дуге оно приближается), то одновременно мы увидим эту же неоднородность в противоположной точке небесной сферы (сигнал, пришедший по другому отрезку большого круга, то есть «сзади»), но уже соответствующую понижению температуры микроволнового фона, т.к. по этой дуге оно удаляется). Это центральная симметрия отрицательного знака - «антисимметрия». Но одновременно можно предполагать наличие центральной симметрии и

положительного знака, которая могла бы иметь место для неоднородностей, причиной которых явилось не движение материи, а неоднородность ее плотности.

В работе [8] показано, что имеют место оба вида центральной симметрии, как положительного, так и отрицательного знака, причем вклад отрицательной компоненты больше, что подтверждается результатами и визуального, и численного анализа распределения микроволнового фона. Расчетное значение коэффициента центральной симметрии, усредненное по всей небесной сфере, составило  $-4 \pm 1\%$ , что соответствует преобладанию антисимметрии.

На Рис. 5 показаны обнаруженные при визуальном анализе центрально-симметричные неоднородности микроволнового фона на противоположающихся полушариях небесной сферы в равновеликой азимутальной проекции Ламберта (по результатам обработки карт WMAP). Соответствуют антисимметрии, т.к. на левом полушарии темные участки соответствуют положительным значениям, а на правом — отрицательным значениям девиации температуры микроволнового фона.

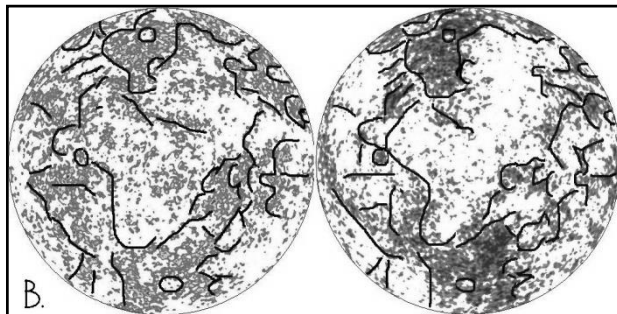


Рис.5. Неоднородности микроволнового фона на противоположных полушариях небесной сферы в равновеликой азимутальной проекции Ламберта, подтверждающие явление центральной антисимметрии [8]

Явление центральной симметрии подтверждается и существованием центрально-симметричных пар квазаров с идентичными профилями магнитуд светимости в диапазонах (u, g, r, i, z) [9], которые также могут интерпретироваться как пары противоположающихся изображений одного и того же удаленного объекта.

В работе [10] рассмотрены зависимости от красного смещения усредненных по всем углам наблюдения значений звездных величин галактик по данным каталогов 2DFGRS (2003), Millenium (2003), Gyulzadian (2011) и квазаров по данным каталогов SDSS DR-5 (2007) и SDSS DR-7 (2010). Объем выборки - 105 тысяч квазаров и 175 тысяч галактик.

Результаты анализа показывают, что для всех удаленных излучающих объектов, как квазаров, так и галактик, зависимости средних значений магнитуд от  $Z$  близки по абсолютным величинам и форме и имеют характер затухающих колебаний с участками отрицательного наклона вблизи  $Z \approx 1$  и  $Z \approx 2$ , соответствующими увеличению видимой светимости объектов с увеличением расстояния.

Результаты пересчета средних магнитуд в значения абсолютной светимости объектов для плоского пространства и разных вариантов  $\Lambda$ CDM модели показывают, что средние мощности излучения галактик и квазаров, усредненные по всем наблюдаемым участкам небесной сферы, при расчете как для плоского пространства, так и для  $\Lambda$ CDM модели, резко увеличиваются с увеличением красного смещения. Возрастание средней мощности галактик при увеличении  $Z$  от 0,02 до 2,0 достигает 7 тысяч раз, что представляется невозможным и приводит к предположению, что данные результаты связаны не с реальным изменением мощности излучения галактик и квазаров, а с особенностями используемых методов расчета и лежащими в их основе особенностями метрики (2) стандартной космологической модели.

В работе [10] показано, что в модифицированной модели, построенной на метрике (12), возможно появление закономерностей, отсутствующих в стандартной модели, в том числе эффекта увеличения видимой светимости источников с увеличением расстояния. Выполненный расчет зависимости магнитуд от красного смещения для объекта постоянной светимости  $L = \text{const}(Z)$  позволяет получить теоретическую зависимость  $\text{mag}(Z)$ , практически совпадающую с зависимостями от красного смещения средних магнитуд квазаров и галактик, полученными по результатам анализа наблюдательных данных. Показано на Рис. 6.

Зависимость  $\text{mag}(Z)$  для объектов одинаковой светимости в стандартной модели не имеет участков отрицательного наклона и представляет монотонно растущую кривую, принципиально отличающуюся от распределения по результатам анализа наблюдательных данных.

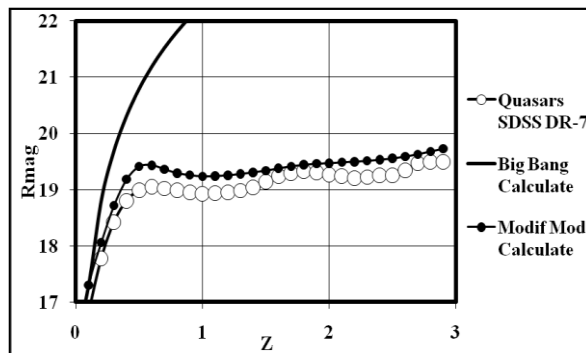


Рис. 6. Сравнение зависимости от красного смещения средних магнитуд квазаров каталога SDSS DR-7 с расчетными зависимостями в модели Большого Взрыва и в модифицированной космологической модели

В работе [11] показано, что в рамках модифицированной космологической модели антисимметричная компонента девиации температуры микроволнового фона пропорциональна лучевой скорости движения протоматерии в этой области. В тех направлениях, где  $t_{\text{asymm}} > 0$ , исходные массы материи в эпоху просветления двигались преимущественно в нашу сторону. Это могло привести к тому, что сформировавшиеся впоследствии из этой материи наблюдаемые объекты находятся в среднем на меньших расстояниях от нас, чем объекты, находящиеся в тех направлениях, для которых  $t_{\text{asymm}} < 0$ , и исходные массы материи двигались преимущественно от нас. Из этого следует, что распределение по небесной сфере антисимметричной компоненты девиации температуры микроволнового фона может коррелировать с угловым распределением средних значений красных смещений квазаров.

Получены результаты, подтверждающие справедливость этого предположения. Некоторые примеры полученных в [11] результатов сопоставления графиков распределения антисимметричной компоненты микроволнового фона и средних значений красного смещения квазаров показаны на Рис. 7.

Также обнаружена вытекающая из этих результатов отрицательная корреляция угловых распределений средних значений красного смещения квазаров на противоположных друг другу участках небесной сферы. Показано на Рис. 8.

### 18. Заключение

Общая теория относительности (ОТО) - одно из самых совершенных творений современной физики. Ее справедливость подтверждается множеством экспериментальных и наблюдательных данных, но предельная сложность теории требует особенно внимательного отношения к используемым в ней понятиям и физическим величинам и увеличивает опасность неточной интерпретации. С этим связана известная противоречивость [4] основанной на ОТО стандартной космологической модели.

В настоящей работе показано, что в основу стандартной космологической модели положена метрика, предложенная Эйнштейном в 1917 году при рассмотрении стационарной Вселенной (поскольку в то время еще не имелось астрономических данных о ее расширении), которая соответствует отсутствию обмена энергией между материей и гравитационным полем, определенного законом сохранения энергии общей теории относительности, что эквивалентно невозможности развития Вселенной во времени. Таким образом, в основу стандартной космологической модели, описывающей развивающуюся Вселенную, заложено глубокое внутреннее противоречие.

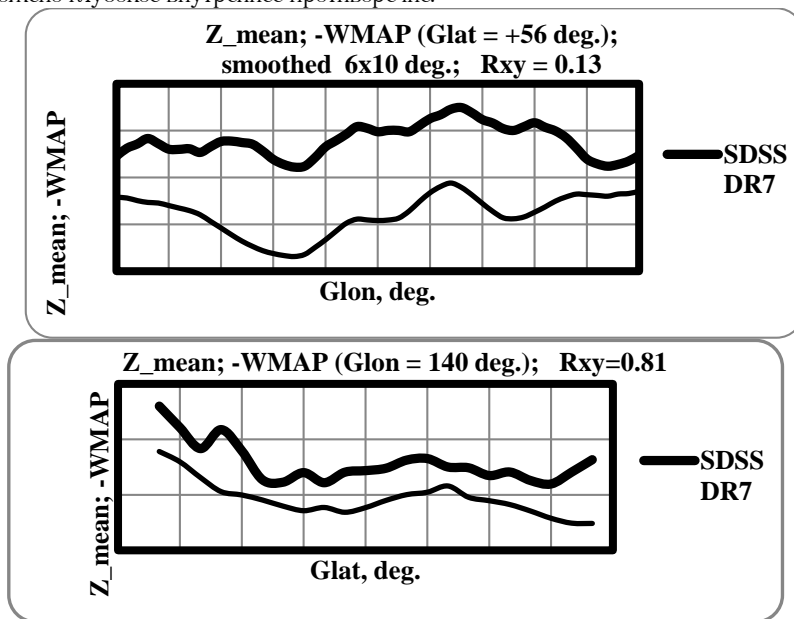


Рис. 7. Примеры сопоставления графиков распределения антисимметричной компоненты микроволнового фона и средних значений Z квазаров в галактической системе координат

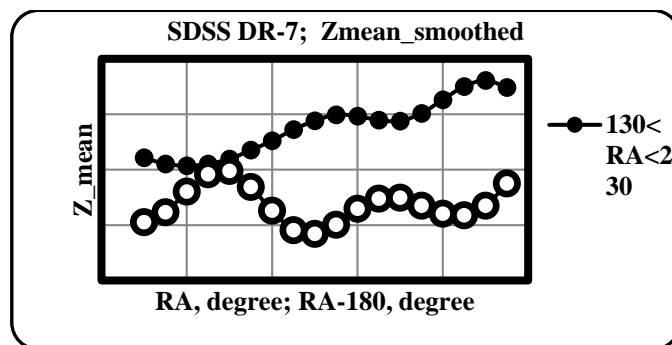


Рис. 8. Сглаженные кривые распределения средних значений красного смещения для противоположащих участков небесной сферы в эклиптической системе координат.

Противоречие снимается при использовании метрики, учитывающей зависимость масштабного фактора от времени, то есть ненулевую величину его дифференциала, играющего существенную роль при выводе выражения для временной компоненты метрического тензора. В этом случае закон сохранения энергии-импульса общей теории относительности выполняется и скорость энергообмена в законе сохранения энергии общей теории относительности оказывается равной скорости энергообмена, вытекающей из анализа компонент метрического тензора.

Построение на основе этой метрики модели однородной изотропной Вселенной приводит к модифицированной космологической модели, соответствующей закону сохранения энергии и описывающей Вселенную, закрытую при любой плотности материи, не требующую введения дополнительных ненаблюдаемых субстанций (космологической постоянной или темной энергии), бесконечную во времени и на данном этапе развития расширяющуюся ускоренно. Более медленная динамика расширения снимает целый ряд проблем стандартной модели: «проблема сингулярности», «проблема горизонта», «проблема плоскостности» и др., а также позволяет естественным образом интерпретировать противоречащие стандартной модели результаты анализа распределений микроволнового фона и каталожных данных об особенностях пространственных распределений и характеристик квазаров и галактик.

Справедливость приведенных выше результатов анализа общедоступных наблюдательных данных эквивалентна, на наш взгляд, доказательству несостоятельности модели «Большого Взрыва» и необходимости ее пересмотра, начиная с лежащего в ее основе источника противоречий - положенного в основу модели метрического тензора стационарной Вселенной.

При этом цена вопроса высока. С точки зрения стандартной модели интерпретируется все большее количество получаемых учеными сведений об устройстве Вселенной. На их получение расходуется все большее количество средств. Результаты интерпретации определяют направления дальнейших исследований, которые также требуют средств. В результате вопрос имеет не только академическое, но и быстро возрастающее экономическое значение.

Для выяснения вопроса о состоятельности или несостоятельности стандартной космологической модели представляется достаточным ответить на следующие простые вопросы, не требующие чрезмерно больших затрат времени и труда для их разрешения:

- Закономерно ли построение модели нестационарной Вселенной на метрике, выведенной для стационарной Вселенной с нулевым значением дифференциала масштабного фактора?

- Действительно ли эта метрика, полученная без учета ненулевого значения дифференциала масштабного фактора, соответствует отсутствию обмена энергией между материей и гравитационным полем и невозможности развития Вселенной во времени?

- Действительно ли при переходе к метрике, полученной с учетом ненулевого значения дифференциала масштабного фактора, закон сохранения энергии общей теории относительности выполняется?

- Действительно ли имеет место явление центральной симметрии небесной сферы, проявляющееся в центральной симметрии и антисимметрии микроволнового фона и в центральной симметрии квазаров?

- Действительно ли имеются интервалы  $Z$ , на которых увеличение расстояния до объектов соответствует увеличению видимой светимости?

- Действительно ли в стандартной космологической модели увеличение красных смещений галактик и квазаров соответствует увеличению средней излучаемой ими мощности в сотни и тысячи раз?

- Может ли переход к модели с более медленной динамикой развития привести к появлению эффекта увеличения видимой светимости с увеличением расстояния?

- Действительно ли в модели с более медленной динамикой развития возможно получить теоретическую зависимость  $\text{mag}(Z)$ , близкую к зависимостям от красного смещения средних магнитуд квазаров и галактик, полученным по результатам анализа наблюдательных данных?

- Действительно ли имеется положительная корреляция распределений антисимметричной компоненты девиации температуры микроволнового фона с угловыми распределениями средних значений красного смещения квазаров?

- Действительно ли имеется отрицательная корреляция угловых распределений средних значений красного смещения квазаров на противоположных друг другу участках небесной сферы?

## 8. Благодарности

Мне приятно выразить глубокую благодарность Дмитрию Семенову за помощь в получении исходных данных о девиации микроволнового фона из `wmap_ill_7ug_v4.fits`, необходимых для анализа центральной симметрии микроволнового фона и сравнительного анализа с распределениями квазаров.

(\* По материалам докладов автора на PIRT-2011, PIRT-2013, PIRT-2015 в МГТУ им. Н.Э.Баумана. Краткое изложение опубликовано в сборнике «ЕНО» • № 3 (15) • Март, 2016, с. 21-26.

## Литература:

1. А Эйнштейн. Основы общей теории относительности (*Die Grunlage der allgemeinen Relativitatstheorie, Ann. d. Phys., 49, 769 (1916)*). В кн. «Альберт Эйнштейн и теория гравитации. Сборник статей». - М.: «Мир», 1979., с. 146-189.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т. II. Теория поля. - 8-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2003. - 536 с. ( *Landau L.D., Lifshitz E.M. Course of Theoretical Physics: The Classical Theory of Fields. Vol.2*)
3. А Эйнштейн. Вопросы космологии и общая теория относительности (*Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitatstheorie. Sitzungsher preuss. Akad. Wiss., 1917, 1, 142-152*) В кн. А Эйнштейн, собрание научных трудов, т.1, "Наука", М., 1965, С. 601-612.

4. С. Вейнберг. Гравитация и космология: принципы и приложения общей теории относительности. - М.: "Мир", 1975. с 507-511. (Weinberg S., Gravitation and Cosmology: Principles and applications of the General Theory of Relativity, John Wiley and Sons, Inc., 1972).
5. Riess A G et al. Astron. J 116 1009 (1998); Perlmutter S et al. Astrophys. J 517 565 (1999).
6. А.Д. Линде. Раздувающаяся Вселенная, УФН, т. 144, № 2, октябрь 1984 г., с.177-214.
7. K. Land, J. Magueijo. Examination of Evidence for a Preferred Axis in the Cosmic Radiation Anisotropy. Phys. Rev. Lett. 95, 071301 (2005).
8. Iurii Kudriavtcev, Dmitry A. Semenov. Central symmetry and antisymmetry of the microwave background inhomogeneities on Wilkinson Microwave Anisotropy Probe maps. arXiv:1008.4085.
9. Iurii Kudriavtcev. Manifestation of central symmetry of the celestial sphere in the mutual disposition and luminosity of the Quasars. arXiv:1009.4424.
10. Iurii Kudriavtcev. Specific features of the average magnitudes and luminosities of quasars and galaxies as a function of redshift and their interpretation in the modified cosmological model. arXiv:1109.3630.
11. Kudriavtcev Iu. Correlation of the angular distributions of the antisymmetrical component of the microwave backgrounds temperature deviation and the redshifts of quasars / Physical Interpretation of Relativity Theory: Proceedings of International Meeting. Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 29 June–02 July, 2015. – Moscow : BMSTU, 2015. Pp 248-265. ( <http://www.pirt.info/scopus/all-issues/2015/articles/Kudriavtcev1.pdf> ).

## Уравнения Максвелла в допустимых неинерциальных системах отсчета

Попов Николай Николаевич

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва

**Аннотация.** В представленной работе показано, что уравнения Максвелла остаются ковариантными в некоторых локально неинерциальных системах отсчета. Установлено, что переход в такие неинерциальные системы осуществляется за счет собственных нелинейных псевдоортогональных групп локальных преобразований координат. Между элементами локальных псевдоортогональных групп и допустимыми токами, входящими в уравнения Максвелла, устанавливается взаимно однозначное соответствие. Рассмотрен пример релятивистски равноускоренного движения тока, для которого нарушаются уравнения Максвелла.

**Ключевые слова:** Локальные нелинейные псевдоортогональные группы, уравнения Максвелла, релятивистски равноускоренный ток.

**Введение.** Уравнения электродинамики Максвелла традиционно записываются в псевдоевклидовых координатах относительно инерциальных систем отсчета. Свойство ковариантности уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца, по существу, означает неизменность уравнений Максвелла при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую, что позволяет распространить законы электродинамики на все инерциальные системы единым образом. Возникает вопрос, можно ли распространить законы электродинамики Максвелла на какие-либо более широкие классы систем отсчета. Такие неинерциальные системы отсчета могут возникать, например, при переходе из инерциальной системы, относительно которой движется электрический заряд по некоторой траектории, в локальную систему отсчета, связанную с движущимся зарядом, относительно которой заряд находится в покое. Если траектория движения заряда такова, что в локальной системе отсчета, связанной с движущимся зарядом, метрика пространства Минковского не меняется, то в этой неинерциальной системе отсчета уравнения Максвелла сохраняют свой вид. С математической точки зрения возможность существования таких локальных неинерциальных систем отсчета означает возможность существования локальных нелинейных групп движений метрики Минковского, т.е. локальных групп нелинейных преобразований координат пространства, оставляющих инвариантной метрику Минковского. Уравнения Максвелла не меняют своего вида относительно этих групп локальных преобразований координат пространства. В работе показывается, что такие локальные группы движений метрики Минковского существуют. Приводится пример электрического тока, не удовлетворяющего уравнению Максвелла.

### 1. Локальные группы движений метрики и допустимые токи.

Уравнения Максвелла, относительно псевдоевклидовой системы координат  $x^0, \dots, x^3$ , представляют собой систему

$$\frac{\partial F_{ij}}{\partial x^k} + \frac{\partial F_{ki}}{\partial x^j} + \frac{\partial F_{jk}}{\partial x^i} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial F^{ij}}{\partial x^i} = \frac{J^j}{c}, \quad i, j = 0, \dots, 3, \quad (2)$$

$$\text{где } F^{ij} = F_{ij}, \text{ если } i, j = 1, 2, 3, F^{0j} = -F_{0j}, \text{ если } j = 1, 2, 3, \quad (3)$$

$F_{ij}$  – антисимметричный электромагнитный тензор,

$J^i$  – четырехмерный вектор тока,  $c$  – скорость света. На вектор тока  $J^j, j = 0, \dots, 3$ , не накладывается никаких дополнительных ограничений, за исключением условия обращения в нуль дивергенции четырехмерного вектора тока.

Система уравнений (1) инвариантна относительно произвольных невырожденных преобразований координат. Выясним относительно каких невырожденных преобразований координат система уравнений (2) оказывается инвариантной, не считая преобразований Лоренца. Преобразование координат будем называть локальным, если имеет место соотношение

$$dx^i = \frac{\partial x^i}{\partial x^{j'}} dx^{j'}, \quad i = 0, 1, \dots, 3 \quad (4)$$



и система уравнений (4) не может быть проинтегрирована, т.е. такое преобразование нельзя продолжить из малой окрестности на все пространства, или хотя бы на какую-то его часть. Если локальное преобразование координат (4) оставляет инвариантной дифференциальную квадратичную форму

$$d^2x^0 - d^2x^1 - d^2x^2 - d^2x_0^3 = d^2x^{0'} - d^2x^{1'} - d^2x^{2'} - d^2x^{3'}$$

или, что то же самое, оставляет инвариантной метрику Минковского, то такое преобразование будем называть локально псевдоортогональным.

**Утверждение.** Для того, чтобы уравнения Максвелла оставались ковариантными относительно нелинейных преобразований координат, необходимо и достаточно, чтобы эти преобразования были собственными локально псевдоортогональными.

**Достаточность.** Пусть задано собственное локально псевдоортогональное преобразование (4), тогда  $\frac{\partial}{\partial x^i}, i = 0, \dots, 3$ , преобразуется как четырехмерный вектор, т.е.  $\frac{\partial}{\partial x^i} = \frac{\partial x^{m'}}{\partial x^i} \frac{\partial}{\partial x^{m'}}$ ,  $i = 0, \dots, 3$ . Левая часть (2) может быть представлена в виде  $\frac{\partial F^{ij}}{\partial x^i} = \frac{\partial x^{m'}}{\partial x^i} \frac{\partial}{\partial x^{m'}} \frac{\partial x^k}{\partial x^{k'}} \frac{\partial x^l}{\partial x^{l'}} F^{k'l'}$ . Преобразуя правую часть соотношения (5), с учетом антисимметричности тензора  $F^{k'l'}$ , получаем  $\frac{\partial F^{ij}}{\partial x^i} = \frac{\partial x^j}{\partial x^{l'}} \frac{\partial F^{k'l'}}{\partial x^{k'}}$ . Учитывая, что правая часть уравнения (2) может быть представлена как  $J^j = \frac{\partial x^j}{\partial x^{l'}} J^{l'}$ , уравнение (2) можно представить в форме

$$\frac{\partial x^j}{\partial x^{l'}} \frac{\partial F^{k'l'}}{\partial x^{k'}} = \frac{\partial x^j}{\partial x^{l'}} J^{l'}$$

Отсюда следует, что уравнение (2) в штрихованных координатах  $x^{0'}, \dots, x^{3'}$  принимает вид  $\frac{\partial F^{k'l'}}{\partial x^{k'}} = J^{l'}$ , т.е. остается ковариантными относительно произвольных локально псевдоортогональных собственных преобразований координат.

**Необходимость.** Пусть задано некоторое локальное преобразование координат (4), тогда метрика Минковского  $\eta_{ij}$  преобразуется в некоторую метрику  $g_{ij}$ ,  $g_{ij} = \frac{\partial x^k}{\partial x^{i'}} \frac{\partial x^l}{\partial x^{j'}} \eta_{kl}$  и тензор  $F^{i'j'}$  связан с тензором  $F_{mn}$  в штрихованной системе координат соотношением  $g_{im'} g_{jn'} F^{i'j'} = F_{mn}$ .

Для того чтобы, согласно условию (3), выполнялись соотношения

$$F^{i'j'} = F_{ij'}, i'j' = 1, 2, 3, F^{0j'} = -F^{0j'}, j' = 1, 2, 3,$$

необходимо потребовать, чтобы метрика  $g_{ij}$  совпадала с метрикой Минковского. Это означает, что преобразование координат должно быть локально псевдоортогональным. Утверждение доказано.

Возникает вопрос: существуют ли такие локальные псевдоортогональные преобразования в принципе. В работе<sup>[1]</sup> был построен пример группы таких преобразований. Если электрический заряд движется по круговой орбите с постоянной скоростью в плоскости  $\{x^1, x^2\}$  в четырехмерном псевдоевклидовом пространстве с координатами  $x^0, \dots, x^3$ , то дифференциалы координат движущегося заряда  $dx^0, \dots, dx^3$ , в неподвижной системе отсчета, связаны с дифференциалами координаты  $dx^{0'}, \dots, dx^{3'}$ , в движущейся вместе с зарядом локальной системе отсчета, следующими соотношениями

$$\begin{aligned} dx^0 &= \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} dx^{0'} - \frac{\omega}{c} \frac{x^{2'}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} dx^{1'} + \frac{\omega}{c} \frac{x^{1'}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} dx^{2'}, \\ dx^1 &= -\frac{v}{c} \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} dx^{0'} + \frac{\omega}{v} A dx^{1'} + \frac{\omega}{v} B dx^{2'}, \end{aligned} \tag{6}$$

$$dx^2 = \frac{v}{c} \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} dx^{0'} + \frac{\omega}{v} C dx^{1'} + \frac{\omega}{v} D dx^{2'},$$

$$dx^3 = dx^{3'}$$

$$\text{где } \varphi = \frac{\arccos(\frac{x^{1'}}{\sqrt{x^{1'^2} + x^{2'^2}}) + \frac{\omega}{c} x^{0'}}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}; A = x^{1'} \cos \varphi + \frac{x^{2'} \sin \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}},$$

$$B = x^{2'} \cos \varphi - \frac{x^{1'} \sin \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}, C = x^{1'} \sin \varphi - \frac{x^{2'} \cos \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}},$$

$$D = x^{2'} \sin \varphi + \frac{x^{1'} \cos \varphi}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}$$

$v$  – линейная скорость движения заряда,  $\omega$  – угловая скорость движения заряда по окружности радиуса  $r$ ,  $v = r\omega$ .

Собственные локальные нелинейные псевдоортогональные преобразования типа (6) образуют однопараметрическую группу относительно параметра  $\omega$ , которую обозначим как  $LSO(1,2)$ . Каждому элементу локальной группы  $\alpha_\omega \in LSO(1,2)$  можно поставить в соответствие точечный заряд, циркулирующий по окружности радиуса  $r$  с постоянной линейной скоростью  $v = r\omega$ .

Рассмотрим теперь пример двухпараметрической локальной псевдоортогональной группы собственных преобразований, представляющей собой прямое произведение группы Лоренца  $SO(1,3)$  и локальной группы  $LSO(1,2)$ . Элементам такой группы можно поставить во взаимно однозначное соответствие точечные заряды, движущиеся по спиральным траекториям с постоянной скоростью. Такие движущиеся точечные заряды в дальнейшем будем называть токами. Если

задан ток, текущий вдоль оси  $x^3$  с постоянной линейной скоростью  $V$ , и циркулирующий с постоянной скоростью  $v$  по окружности радиуса  $r$  в плоскости  $\{x^1, x^2\}$ , то такому току соответствует элемент  $\alpha_{V,v} \in SO(1,3) \otimes LSO(1,2)$  локальной псевдоортогональной группы собственных нелинейных преобразований координат, относительно которых уравнения Максвелла ковариантны. Пусть  $(x^0, r, \varphi, x^3)$  координаты в покоящейся системе отсчета и  $(x^{0'}, r', \varphi', x^{3'})$  – в движущейся вместе с током локальной системе отсчета, тогда элемент  $\alpha_{V,v}$  определяется из соотношения

$$\begin{pmatrix} dx^0 \\ dr \\ d\varphi \\ dx^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi\eta & 0 & \frac{vr\xi\eta}{c} & \frac{v\xi}{c} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{v\eta}{cr} & 0 & \eta & 0 \\ \frac{v\xi\eta}{c} & 0 & \frac{vvr\xi\eta}{cr} & \xi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx^{0'} \\ dr' \\ d\varphi' \\ dx^{3'} \end{pmatrix}, \tag{7}$$

где  $\xi = \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{V}{c})^2}}, \eta = \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}$

Введем еще одну двухпараметрическую локальную псевдоортогональную группу собственных нелинейных преобразований координат  $LSO(1,2) \otimes LSO(1,2)$ , относительно которой уравнения Максвелла сохраняют свой вид, эта группа соответствует классу токов, текущих по тороидальным спиральям.

Итак, можно указать, по крайней мере, следующие группы собственных локальных псевдоортогональных преобразований координат, относительно которых уравнения Максвелла остаются ковариантными:

$$LSO(1,2), LSO(1,2) \otimes LSO(1,2), SO(1,3) \otimes LSO(1,2), LSO(1,2) \otimes LSO(1,2) \otimes LSO(1,2), SO(1,3) \otimes LSO(1,2) \otimes LSO(1,2).$$

Вопрос о том существуют ли еще дополнительные локальные группы псевдоортогональных преобразований пока остается открытым.

Рассмотрим теперь вопрос о допустимых токах, входящих в уравнения Максвелла. Пусть в некоторой инерциальной системе отсчета имеется покоящийся электрический заряд. Переходя последовательно в различные инерциальные и локально неинерциальные системы отсчета, относительно которых уравнения Максвелла сохраняют свой вид, в этих системах отсчета будут индуцироваться токи, соответствующие тем локальным псевдоортогональным собственным преобразованиям координат, с помощью которых был осуществлен переход в эти системы. Таким образом всевозможные как локальные, так и нелокальные псевдоортогональные преобразования координат индуцируют класс допустимых токов, удовлетворяющих уравнениям Максвелла<sup>[2-4]</sup>.

Пусть задан покоящийся относительно инерциальной системы отсчета заряд, тогда переход в некоторую произвольную неинерциальную систему отсчета индуцирует появление тока, не принадлежащего допустимому классу построенных токов и не удовлетворяющего уравнениям Максвелла.

**2. Уравнения электродинамики в релятивистски равноускоренной системе отсчета.**

Рассмотрим релятивистски равноускорено движущуюся систему отсчета вдоль оси  $x^1$  относительно псевдоевклидовой системы координат  $(x^0, \dots, x^3)$ . Пусть  $w^i = (0, \frac{W}{c^2}, 0, 0)$  – вектор ускорения направленный вдоль оси  $x^1$ . Релятивистски инвариантное условие равноускоренности представляется в виде постоянства величины  $w^i w_i = \frac{W^2}{c^4}$ . В неподвижной системе отсчета, относительно которой рассматривается движение, это условие приводит к уравнению  $\frac{d}{dt} \frac{v}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}} = W$ , где  $t = \frac{x^0}{c}, v = \frac{dx^1}{dt}$ . Если  $v = 0$  при  $t = 0$ , то  $v = \frac{Wt}{\sqrt{1+(\frac{Wt}{c})^2}}$ . Интегрируя еще раз и полагая  $x^{1'} = x^1$ , при  $t = 0$ , получаем

$$x^{1'} = x^1 - \frac{c^2}{W} \left( \sqrt{1 + \left(\frac{Wx^0}{c^2}\right)^2} - 1 \right), \text{ где } x^{1'} - \text{пространственная координата в релятивистски равноускоренной системе } (x^{0'}, x^{1'}).$$

Собственное время равноускорено движущейся системы отсчета дается интегралом  $\int_0^t \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} dt = \frac{c}{W} Arsh \frac{Wt}{c}$ , или, переходя к псевдоевклидовым координатам, соотношение можно представить в форме

$$x^{0'} = \frac{c^2}{W} Arsh \frac{W}{c^2} x^0 = \frac{c^2}{W} \ln \left( \frac{Wx^0}{c^2} + \sqrt{1 + \frac{W^2}{c^4} x^{0^2}} \right).$$

Итак координаты в неподвижной системе отсчета  $(x^0, \dots, x^3)$  связаны с координатами  $(x^{0'}, \dots, x^{3'})$ , в релятивистски равноускоренно движущейся вдоль оси  $x^1$  системе отсчета, следующими соотношениями

$$x^{0'} = \frac{c^2}{W} Arsh \frac{W}{c^2} x^0, x^{1'} = x^1 - \frac{c^2}{W} \left( \sqrt{1 + \left(\frac{Wx^0}{c^2}\right)^2} - 1 \right), x^{2'} = x^2, x^{3'} = x^3.$$

Обратный переход задается преобразованиями

$$x^0 = \frac{c^2}{W} sh \frac{W}{c^2} x^{0'}, x^1 = x^{1'} + \frac{c^2}{W} \left( ch \frac{W}{c^2} x^{0'} - 1 \right), x^2 = x^{2'}, x^3 = x^{3'}.$$

Учитывая, что  $\left| \frac{\partial x^i}{\partial x^{j'}} \right| = \begin{pmatrix} ch \frac{W}{c^2} x^{0'} & 0 & 0 & 0 \\ sh \frac{W}{c^2} x^{0'} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ,

в движущейся системе координат метрика псевдоевклидова пространства  $\eta_{ij}$  преобразуется к виду [7-8]

$$g_{ij'} = \begin{pmatrix} 1 & -sh \frac{W}{c^2} x^{0'} & 0 & 0 \\ -sh \frac{W}{c^2} x^{0'} & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \tag{8}$$

в случае ковариантной метрики и

$$g^{ij'} = \begin{pmatrix} ch^{-2} \alpha & -\frac{sh \alpha}{ch^2 \alpha} & 0 & 0 \\ -\frac{sh \alpha}{ch^2 \alpha} & -ch^{-2} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \tag{9}$$

в случае контравариантной метрики, где  $\alpha = \frac{W}{c^2} x^{0'}$ .

Компоненты электромагнитного тензора  $F_{ij}$ , имеют в инерциальной системе координат вид

$$F_{00} = 0, F_{01} = -E_1, F_{02} = -E_2, F_{03} = -E_3, F_{10} = E_1, F_{11} = 0, F_{12} = H_3, F_{13} = -H_2, F_{20} = E_2, F_{21} = -H_3, F_{22} = 0, F_{23} = H_1, F_{30} = E_3, F_{31} = H_2, F_{32} = -H_1, F_{33} = 0, \text{ а сам тензор представляется в виде}$$

$$F_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & -E_1 & -E_2 & -E_3 \\ E_1 & 0 & H_3 & -H_2 \\ E_2 & -H_3 & 0 & H_1 \\ E_3 & H_2 & -H_1 & 0 \end{pmatrix}, \tag{10}$$

где  $(H_1, \dots, H_3)$  и  $(E_1, \dots, E_3)$  – векторы магнитной и электрической напряженности соответственно.

В неинерциальной системе координат  $(x^{0'}, \dots, x^{3'})$  тензор  $F_{ij'}$ , имеет вид

$$F_{ij'} = \begin{vmatrix} 0 & -E_1 cha & H_3 sha - E_2 cha & -E_3 cha - H_2 sha \\ E_1 cha & 0 & H_3 & -H_2 \\ E_2 cha - H_3 sha & -H_3 & 0 & H_1 \\ E_3 cha + H_2 sha & H_2 & -H_1 & 0 \end{vmatrix}. \tag{11}$$

Отметим, что в случае равноускоренного движения с начальной скоростью  $v = 0$ , все компоненты ковариантного тензора, соответствующие вектору магнитной напряженности, остаются неизменными, меняются только компоненты электрической напряженности. Контравариантный тензор  $F^{ij'}$ , в релятивистски равноускоренной системы отсчета, преобразуется к виду

$$F^{ij'} = \begin{vmatrix} 0 & \frac{E_1}{cha} & \frac{E_2}{cha} & \frac{E_3}{cha} \\ -\frac{E_1}{cha} & 0 & H_3 - E_2 tha & -H_2 - E_3 tha \\ -\frac{E_2}{cha} & -H_3 + E_2 tha & 0 & H_1 \\ -\frac{E_3}{cha} & H_2 + E_3 tha & -H_1 & 0 \end{vmatrix}. \tag{12}$$

Для компонент тензоров  $F^{ij'}$ ,  $F_{ij'}$ , введем следующие обозначения

$$H_{1'} = F_{2'3'}, H_{2'} = F_{3'1'}, H_{3'} = F_{1'2'}, E_{i'} = F_{i'0'}, i' = 1', 2', 3', \\ H^{1'} = F^{2'3'}, H^{2'} = F^{3'1'}, H^{3'} = F^{1'2'}, E^{i'} = F^{i'0'}.$$

Из соотношений (11) и (12) следует, что компоненты напряженностей электрических и магнитных полей с верхними и нижними индексами существенно отличаются друг от друга. Пусть  $\hat{H} = (H_{1'}, H_{2'}, H_{3'})$ ,  $\tilde{H}' = (H^{1'}, H^{2'}, H^{3'})$ ,  $\hat{E}' = (E_{1'}, E_{2'}, E_{3'})$ ,  $\tilde{E}' = (E^{1'}, E^{2'}, E^{3'})$ , тогда система уравнений Максвелла (1) в штрихованной системе координат принимает вид первой пары уравнений Максвелла относительно компонент электрической и магнитной напряженностей с нижними индексами

$$div \hat{H}' = 0, rot \hat{E}' + \frac{\partial \hat{H}'}{\partial x^{0'}} = 0.$$

Контравариантный электромагнитный тензор  $F^{ij'}$  вида (12) должен удовлетворять следующему уравнению [9-13]

$$\frac{\partial F^{ij'}}{\partial x^{i'}} + \Gamma_{i'k'}^{i'} F^{kj'} = \frac{j^{j'}}{c}, j' = 0', \dots, 3', \tag{13}$$

где  $\Gamma_{i'k'}^{i'} = \frac{1}{2} g^{i'm'} (g_{i'm',k'} + g_{k'm',i'} - g_{i'k',m'})$ , метрические тензоры  $g_{ij'}$  и  $g^{ij'}$  определяются соответственно соотношениями (8) и (9). Прямые вычисления показывают, что отличным от нуля будет только  $\Gamma_{0'0'}^{0'}$ , входящий в уравнение (13), причем  $\Gamma_{0'0'}^{0'} = \frac{W}{c^2} th \frac{W}{c^2} x^{0'}$ .

Если в инерциальной системе отсчета покоится заряд с плотностью  $\rho$ , то в равноускоренной системе четырехвектор тока имеет вид

$$\begin{pmatrix} J^{0'} \\ J^{1'} \\ J^{2'} \\ J^{3'} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{ch \frac{Wx^{0'}}{c^2}} & 0 & 0 & 0 \\ -th \frac{Wx^{0'}}{c^2} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c\rho \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{c\rho}{ch \frac{Wx^{0'}}{c^2}} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Учитывая, что скорость заряда  $V$  в равноускоренной системе отсчета определяется как  $V = -c th \frac{Wx^{0'}}{c^2} = -\frac{1}{c} \frac{Wx^0}{\sqrt{1 + \left(\frac{Wx^0}{c^2}\right)^2}}$  и  $ch \frac{Wx^{0'}}{c^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{Wx^0}{c^2}\right)^2}$ , приходим к заключению, что  $V \rightarrow c$ ,  $\rho' = \frac{\rho}{\sqrt{1 + \left(\frac{Wx^0}{c^2}\right)^2}} \rightarrow 0$ , при  $x^0 \rightarrow \infty$ , и система уравнений (13) в трехмерном пространстве представляется в следующей форме

$$\operatorname{div} \tilde{E}' = \rho', \operatorname{rot} \tilde{H}' - \frac{\partial \tilde{E}'}{\partial x^{0'}} - \frac{\rho' V}{c} + \frac{W}{c^2} th \frac{Wx^{0'}}{c^2} \tilde{E}' = 0, \quad (14)$$

где  $\rho' V$  – трехмерный вектор тока в равноускоренной системе отсчета. Если не учитывать четвертый член, стоящий в левой части уравнения (14), то получаем классическое уравнение Максвелла, содержащее трехмерный ток. Присутствие четвертого члена в уравнении (14) интерпретируется как появление дополнительного тока в равноускоренной системе отсчета, что приводит к нарушению ковариантности уравнений Максвелла.

### Литература:

1. N.N. Popov "The complementary group of proper motions of the Minkowski metric". TWMS Jour. Pure Appl. Math., v.3, n.1, 2012, pp. 103-110.
2. Попов Н.Н. «Геометрическая модель гравитации и электромагнетизма в шестимерном пространстве-времени». XXIII Международная научно-практическая конференция, Москва, часть 5, n.2 (23), 26.02.2016, с. 49-53.
3. Попов Н.Н. «Геометрическая модель классической электродинамики в шестимерном пространстве-времени». XXV Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения». Москва, n4 (25), часть 5, 28.04.2016, с. 28-32.
4. Попов Н.Н. «Уравнения электромагнетизма в шестимерном пространстве-времени». XXV Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения». Москва, n6 (27) часть 2, 23.06.2016, с. 134-138.
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Теория поля». Наука, Москва, 1973, с. 504.
6. В. Паули «Теория относительности». Наука, Москва, 1983, с. 336.
7. А.А. Логунов. «Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы» Москва, Наука, 1987, сс. 53-63.
8. А.А. Логунов. «Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы» Москва, Наука, 1987, сс. 131-143.
9. Э. Шмутцер. «Теория относительности / современное представление/. М., Мир, 1985.
10. Б.А. Дубровин, С.П. Новиков, А.Т. Фоменко. «Современная геометрия» Москва, Наука, 1979, с.759.
11. А.А. Логунов. «Лекции по теории относительности. Современный анализ проблемы» Москва, Наука, 1987, с. 58.
12. Г. Вейль. «Гравитация и электричество». Мир, Москва, 1979, с.513.
13. Е. Калужа. «К проблеме единства физики». Мир, Москва, 1979, с.530-534.
14. П.К. Рашевский. «Риманова геометрия и тензорный анализ». Москва, Наука, 1967, сс. 667.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Вопросы реализации непрерывного процесса полимеризации метилметакрилата

Галкин Павел Александрович, кандидат технических наук, доцент;  
Тучин Алексей Иванович, магистрант  
Тамбовский государственный технический университет

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые проблемы, возникающие при реализации процесса суспензионной полимеризации метилметакрилата по непрерывной схеме. Показано преимущество данной технологии перед традиционной периодической. Проанализированы особенности процесса и выявлена необходимость его деления на стадии, которые следует проводить в отдельных аппаратах, с учетом разности плотностей сплошной и углеводородной фаз, предложена технологическая схема.

**Ключевые слова:** метилметакрилат, суспензионная полимеризация, реактор

Промышленное производство полимерных материалов в виде гранул заданного размера является актуальной задачей с точки зрения их дальнейшей переработки в изделия. Крупные сферические гранулы легко дозируются, обладают хорошей сыпучестью. Такие частицы могут быть переработаны в изделия без предварительной операции гранулирования, что исключает неизбежную механическую и термическую деструкцию полимера, а также приводит к сокращению затрат на переработку. Получение полимерного материала с высокой степенью однородности геометрических размеров частиц возможно, если обеспечить образование однородных капель мономера в исходной эмульсии, а также исключить интенсивное механическое воздействие на них в процессе полимеризации.

Применяемый в настоящее время промышленностью процесс суспензионной полимеризации метилметакрилата по периодической схеме не позволяет выполнить указанные условия, что приводит к значительному разбросу гранулометрического состава готового продукта. Значительный разброс гранулометрического состава материала вызван наличием в реакционной аппаратуре зон с повышенным динамическим воздействием на полимеризующиеся частицы, что приводит к разрушению адсорбционной оболочки защитного коллоида, их многократной коалесценции и дроблению на начальной стадии превращения. С другой стороны, в реакторе имеются также и застойные зоны, в которых время контакта частиц между собой превышает допустимый предел, что приводит к вероятности их коагуляции и образования агломератов при повышении плотности полимер-мономерных частиц.

Размер получаемых данным способом частиц достаточно мал - от 0,1 до 1 мм, что значительно затрудняет промывку гранул от стабилизатора. Такой бисерный полимер невозможно использовать непосредственно для питания литьевых и экструзионных машин при переработке его в изделия, вследствие заметных колебаний насыпной массы гранул. Этот факт приводит к необходимости использования предварительной операции гранулирования материала, для получения частиц размером 4-5 мм.

Таким образом, существуют предпосылки для проведения процесса суспензионной полимеризации метилметакрилата непрерывным способом, что позволит устранить указанные недостатки и существенно повысить качество

производимого продукта. В работах [1, 2] было показана целесообразность деления процесса на стадии, что обусловлено склонностью реакционной системы к разделению в течение всего времени превращения. В начальный период времени плотность полимеризующихся частиц ( $\rho_{\text{Ф}}$ ) меньше плотности водной фазы ( $\rho_{\text{ВФ}}$ ), и они стремятся всплыть верхнюю часть аппарата. В ходе реакции полимеризации плотность полимер-мономерных частиц растёт и при достижении степени превращения около 25% она уравнивается с плотностью водной фазы, система не разделяется, частицы как бы находятся во взвешенном состоянии, не опускаясь вниз и не поднимаясь вверх. На завершающем этапе превращения полимеризующиеся частицы тяжелее водной фазы и происходит их осаждение на дно реактора. Это обстоятельство позволяет предположить возможность деления процесса на стадии, соответствующие разности плотностей водной среды и полимеризующихся частиц.

Для создания наиболее благоприятного для каждой стадии процесса гидродинамического режима, целесообразно различные его стадии проводить в отдельных колонных аппаратах полного вытеснения. При этом необходимо рассмотреть возможность исключения механического перемешивания, чтобы минимизировать процессы коалесценции, повторного дробления и коагуляции полимеризующихся частиц, с целью сохранения исходного их размера. Это возможно если, для увеличения времени пребывания полимер-мономерных частиц, в колонном полимеризаторе установить пакеты из наклонных плоскопараллельных насадок. Желаемый размер исходных мономерных капель, как показано в работе [1], можно получить с помощью метода струйного диспергирования мономера в водную среду через насадку, имеющую сопло определённого диаметра.

Схема предлагаемой установки показана на рисунке 1. Установка состоит из реактора (или системы реакторов) 1 для первой стадий, реактора 2 для второй стадии и реактора (или системы реакторов) 3 для третьей стадии. Аппараты снабжены рубашками для обогрева их жидким теплоносителем. Реакторы 1 и 3 представляют собой колонные аппараты полного вытеснения, внутри которых смонтированы пакеты из плоскопараллельных наклонных насадок 4, служащие для увеличения времени пребывания частиц в реакционной зоне, причем угол наклона элемен-

тов насадок меняется по высоте аппарата с учетом изменения плотности полимеризующихся частиц.

Диспергирование УФ осуществляется в результате направленного распада струй мономера (форполимера) ММА из отверстий горизонтального диспергирующего устройства струйного типа 5, установленного в нижней части реактора 1. Данный тип диспергирования обеспечивает получение монодисперсной исходной эмульсии в виде капель заданного размера. В качестве УФ может быть взят как мономер ММА, так и его форполимер. Дозирование УФ осуществляется дозировочным насосом из расходной емкости. Полученные капли УФ под действием архимедовой силы движутся по элементам плоскопараллельной насадки в верхнюю часть аппарата, не испытывая на себе значительных динамических нагрузок, которые могли бы привести к их дроблению или коалесценции. При этом в них протекает реакция полимеризации, что приводит к увеличению плотности  $\rho_{УФ}$ . При степени конверсии полимеризующихся частиц  $\Phi \approx 17-18\%$  разность плотностей сплошной и дисперсной фаз становится минимальной. К этому моменту частицы поступают в реактор 2 по наклонной трубе 6.

Реактор 2, представляющий собой аппарат полного смешения, снабжен перемешивающим устройством 7, конструкция которого обеспечивает перемешивание УФ без значительной деформации и дробления частиц, позволяет избежать образования центральной воронки, что в значительной мере уменьшает риск образования агломератов. Также в аппарат 2 подается предварительно деаэрированная под вакуумом и подогретая СФ. По мере увеличения плотности частиц, наступает момент, когда  $\rho_{УФ}$  становится больше  $\rho_{СФ}$ . Частицы осаждаются в нижнюю часть реактора и поступают в реактор полного вытеснения 3. Полимеризацию в данном аппарате целесообразно проводить до степени конверсии гранул  $\Phi \approx 65-70\%$  - конверсия при которой частицы окончательно затвердевают и их взаимные контакты не приводят к коагуляции и флокуляции гранул. Для завершения процесса, т.е. доведения гранул до заданной степени конверсии предлагается дозреватель 8, представляющий собой наклонный реактор, в который частицы поступают из реакционного блока вытеснения. Угол наклона аппарата выполняется минимальным ( $1-2^\circ$ ). Внутри реактора вращается рамная мешалка, что обеспечивает винтообразное перемещение частиц по длине аппарата. Конверсия гранул на выходе из данного аппарата регулируется его длиной и углом наклона. Плотность твердых гранул выше плотности среды, поэтому они через нижний штуцер выводятся из аппарата и поступают в сборник 9, где они охлаждаются. В дальнейшем, с помощью 3х-ходового крана 12 частицы поступают в сборники 10 и 11 и выводятся из аппарата. СФ после очистки можно использовать для последующих циклов полимеризации, периодически заменяя ее новой. Описанный метод обеспечивает получение однородных гранул ПММА заданного размера.

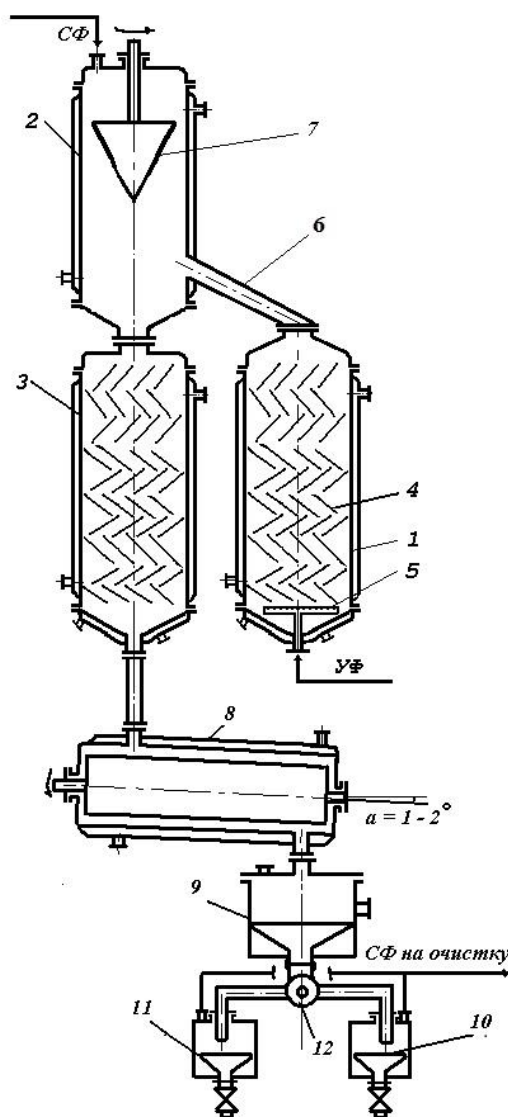


Рис. 1. Схема установки

Проведение процесса суспензионной полимеризации метилметакрилата позволит получить материал с заранее заданными размерами частиц, исключить операцию гранулирования, что существенно повысит качество продукции.

#### Литература:

1. Гунин, В.А. Кинетика и аппаратурное оформление непрерывного процесса суспензионной полимеризации метилметакрилата. // Канд. дисс. - Тамбов. 2000.
2. Зарандия Ж.А. Устойчивость полимер-мономерных частиц, моделирование и аппаратурное оформление непрерывного процесса суспензионной полимеризации метилметакрилата. // Канд. дисс. - Тамбов. 2002.

## Организация вычислительного процесса в системе реального времени на базе микроконтроллера 1986BE1T

Клюева Светлана Федоровна, кандидат технических наук  
АО «Аэроэлектромаш», ведущий инженер

*Быстродействующие эффективные микроконтроллеры на базе ядра ARM Cortex-M в России выпускает компания АО «ПКК Миландр». В предлагаемой статье приведены примеры организации отображения информации с использованием встроенных таймеров и LCD дисплея с помощью микроконтроллера серии 1986BE1T.*

### Введение

В системах управления сложными объектами успешно используются 32-битные микроконтроллеры семейства 1986 [1-3]. Отладочный комплект для микросхемы 1986IU1T АО «ПКК Миландр» предназначен для ознакомления с работой микросхемы 1986IU1T и разработки собственных проектов на ее основе, рис. 1 [4].



Рис. 1. Отладочный комплект для микросхемы 1986IU1E

Отладочный комплект для микросхемы 1986IU1E включает ЖК-модуль МЭЛТ МТ-12864А. Основные технические данные отладочного комплекта перечисленные в документации [4]. Для работы с отладочной платой необходимы как минимум: среда разработки CodeMaster-ARM(Phyton) и USB JTAG адаптер JEM-ARM-V2 (Phyton).

Примеры создание простых проектов (с целью изучения и ознакомления работы с микроконтроллером) и использование поставляемых библиотечных модулей описаны в публикациях, например [1-7], но в настоящее время нет системного и полного последовательного изложения материала по данной тематике. Создание сложных проектов, требует значительных затрат времени и экспериментов

по настройке необходимых параметров работы микроконтроллера в реальном времени.

После того как установлены все необходимые программные компоненты и конфигурационные переключки на плате в соответствии с документацией, можно переходить к разработке собственных программ.

Одна из задач организации вычислительного процесса включает отображение реального времени и отсчета времени от начала работы системы управления и вывод параметров на LCD монитор. Можно использовать встроенные таймеры, системный таймер.

Таким образом, для реализации поставленной задачи необходимо:

- 1) реализовать функцию системного таймера;
- 2) посредством системного таймера организовать вычислительный процесс;
- 3) организовать отображение данных на LCD дисплей.

### Системный таймер

Процессор 1986BE1T имеет 24-х разрядный системный таймер SysTick, который считает вниз от загруженного в него значения до нуля [6]. Когда процессор остановлен для отладки, таймер не декрементируется. Регистр системного таймера CTRL разрешает основные функции системного таймера.

Назначение бит системного таймера описано подробно в документации [4]. Так если установлен бит CLKSOURCE, то таймер SYSTick будет работать на тактовой частоте микропроцессора CPU. Если его сбросить, то таймер будет работать на 1/8 тактовой частоте CPU. Для организации отсчета времени необходимо инициализировать регистр текущего значения и регистр перегружаемого значения.

В состав проекта включены основной модуль «sys\_t.c», библиотечные файлы: «Lcd.c», «Lcd\_b.c», совместно с заголовочными файлами. Дерево проекта показано на рис. 2.

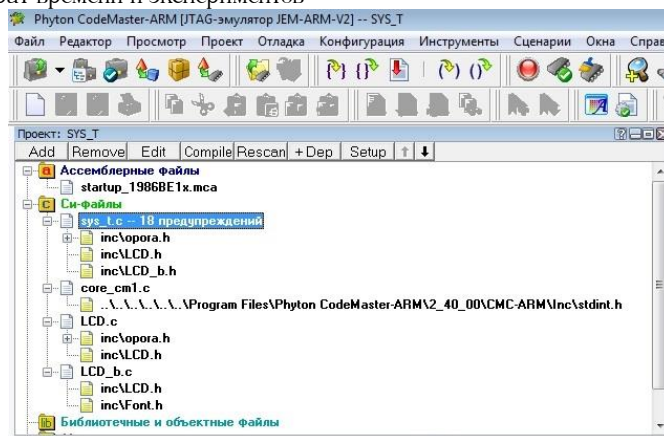


Рис. 2. Окно проекта, среда CodeMaster-ARM(Phyton)

Системное время выводится на LCD монитор в основном модуле следующим образом, рис. 3:

```
while (1){
    if(Data.Hours <10) PrintfText("0%:",Data.Hours,0,36,0);
    else PrintfText("%:",Data.Hours,0,36,0);
    if(Data.Minutes <10) PrintfText("0%:",Data.Minutes,0,54,0);
    else PrintfText("%:",Data.Minutes,0,54,0);
    if(Data.Seconds<10) PrintfText ("0%",Data.Seconds,0,72,0);
    else PrintfText ("% ",Data.Seconds,0,72,0);
    ... ..;
}
```

Рис. 3. Вывод системного времени на LCD

Для отображения времени использована структура вида:

```
typedef struct {
    uint32_t Seconds;
    uint32_t Minutes;
    uint32_t Hours;
    uint32_t milisek;
} DataStructTypeDef;
```

Инициализация системного таймера, рис. 4:

```
///--- System Timer initialization
void __SysTickInit()
{
    if((SysTick->CTRL&1) == 1) DisableFlag = 1;
    else SysTick->LOAD = 0x00002500;
}
```

Рис. 4. Функция инициализации системного таймера  
Обработка прерываний системного таймера, рис. 5:

```
///--- System Timer interrupt routine
void SysTick_Handler() {
    FlagBus = 1; // использована модулем LCD.c
    Data.milisek++;
    clockT++; // время работы системы в миллисекундах
    if(Data.milisek==1000)
    {
        Data.milisek=0;
        Data.Seconds++;
        if(Data.Seconds==60)
        {
            Data.Seconds=0;
            Data.Minutes++;
            if(Data.Minutes==60)
            {
                Data.Minutes=0;
                Data.Hours++;
                if(Data.Hours==24) Data.Hours=0;
            }
        }
    }
}
```

Рис. 5 Функция системного таймера

Запрещение работы системного таймера выполняется посредством команды модуля «LCD.c» «`__inline void DisableSysTick()`»; строка «`SysTick->CTRL = 0x00000000`», разрешить работу системного таймера функция «`__inline void EnableSysTick()`» строка «`SysTick->CTRL = 0x00000003`».

В процессе отладки отображения текущего времени, например, в формате часы, минуты, секунды и отдельной строкой – миллисекунды может быть необходима коррекция отсчитываемых миллисекунд в соответствии с реальным временем.

**Организация вычислений**

Управление вычислительным процессом в системе на базе микроконтроллера 1986 BE1T показано на рис. 6.

Организация вычислительного процесса в системе

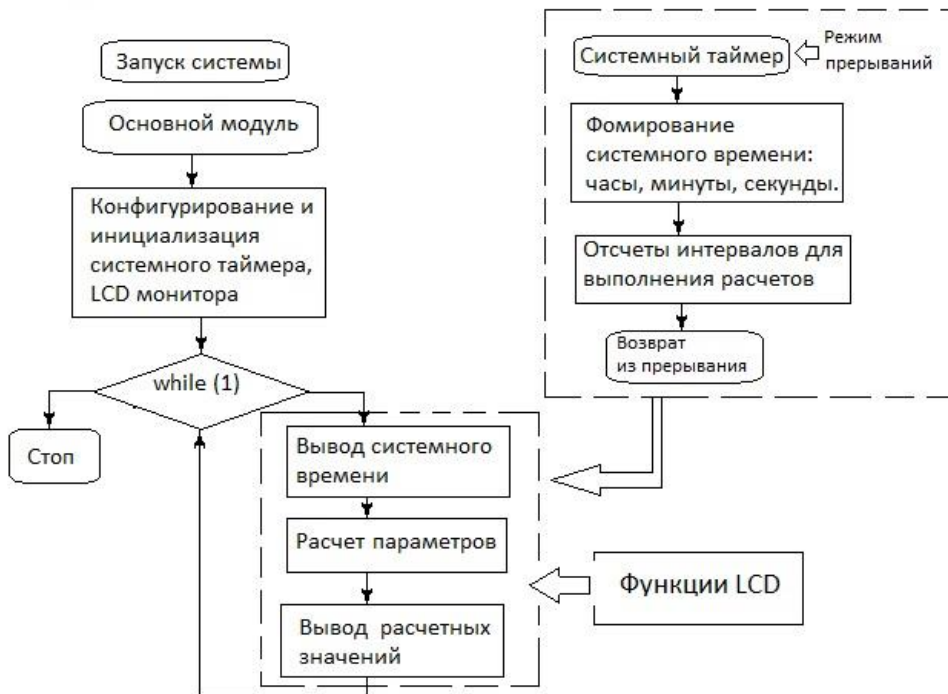


Рис. 6. Организация вычислительного процесса

В бесконечном цикле основного модуля производится вывод системного времени на экран LCD, подключение расчетных алгоритмов и отображение основных расчетных параметров на LCD мониторе. В режиме прерываний системным таймером выполняется подсчет прошедшего времени с момента включения системы, и расчет временных интервалов для запуска расчетных алгоритмов в нуж-

ные моменты времени. Для этой цели могут быть использованы так же таймеры. Особенно это актуально если расчетные алгоритмы и отображение параметров происходят в различные моменты времени, например, основные параметры рассчитываются с частотой 500 ГЦ, второстепенные параметры с частотой 50-20Гц.



### Вывод информации на LCD дисплей

Подключение функций ЖК-модуля (LCD-дисплея) МЭЛТ МТ-1286А в составе отладочного комплекса для микросхемы 1986ИУ1Е включает: конфигурирование LCD-дисплея, инициализацию и предварительную очистку LCD. В данной задаче, предназначенной для отображения системного времени и параметров системы подключение выполняется посредством библиотечных (система «Миландр») функций:

```
ClkConfig(); // конфигурирование таймера, ЖК монитора
```

```
__SysTickInit(); // системный таймер
```

```
LCDInit(); // ЖК дисплей
```

```
ClearPageAtT(36,127,2); // очистка экрана
```

```
PrintConstText("Timer 00:00:00",0,0,0); // вывод строки текста, в которой далее будут отображены часы, минуты и секунды. Вывод времени и параметров системы показано на рис. 6
```



Рис. 6. Вывод параметров на LCD монитор

В главном модуле проекта размещена функция конфигурирования LCD дисплея и системного таймера, рис. 7.

Для задания тактовой частоты установлен бит разрешения тактирования блока регистра PER\_CLOCK. Библиотечный модуль LCD.c включает функции инициализации LCD-модуля, очистки экрана и подготовки к отобра-

### Литература:

1. Андреев А., Шумилин С. Новый отечественный микроконтроллер 1986BE1T для авиационной техники. // Компоненты. – №7. – 2012. – С. 12-14.
2. Комиссаров В. Микроконтроллеры компании «Миландр» – эффективное средство программирования ПЛИС // Электроникабизнес. – 2013. – № 2. – С. 70–75.
3. Володин В.Д., Шаронов А.А., Мозжегоров К.С. Отечественная элементная база. Отладочные комплекты // Master's journal. – 2016. – № 2. – С. 166 -175.
4. Спецификация микроконтроллеров серий 1986BE9x, K1986BE9x и MDR32F9Qx. – ЗАО "ПКК "Миландр", 2012.
5. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него // Современная электроника. – 2012. – № 3. – С. 18–21.
6. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 3. Системный таймер SysTick // Современная электроника. – 2012. – № 5. – С. 16–17.
7. Лопарев М., Шумилин С. Отладка программного обеспечения в микроконтроллерах 1986BE8 и 1986BE81 // Компоненты. – №7 – 2017. – С. 36-37.

## Разработка приспособления для визуального контроля сварных соединений трубопроводов

Мигачева Галина Николаевна, кандидат технических наук, доцент,  
Российский государственный профессионально-педагогический университет  
Зыков Дмитрий Витальевич, ведущий специалист  
ООО «Газдиагностика», г. Екатеринбург

В настоящее время средний срок эксплуатации около 40% магистральных газопроводов превысил 30-летний рубеж. Старение магистральных трубопроводов влечет за

себя огромный объем работ по их ремонту и реконструкции [1]. Неразрушающий контроль качества сварных соединений – важнейшая технологическая операция, выпол-

```
void ClkConfig(){
    unsigned int temp;
    RST_CLK->PER_CLOCK |= (1 << 27); //BKP Clock enable
    temp = BKP->REG_0E;
    temp &= 0xFFFFFFFF0;
    // SelectRI = 0x5, LOW = 0x5; (for frequency below 40 MHz)
    BKP->REG_0E = temp | (5 << 3) | 5;
    RST_CLK->HS_CONTROL = 0x00000001; //HSE - On; Oscillator mode
    while((RST_CLK->CLOCK_STATUS&0x04)!=0x04); //Wait until HSE not ready
    RST_CLK->CPU_CLOCK = 0x00000002; //CPU_C1 = HSE (8MHz)
    RST_CLK->PLL_CONTROL=(1<<2)|(2<<8); //CPU PLL On, PLL MULL = 2
    while((RST_CLK->CLOCK_STATUS&0x02)!=0x02); //Wait until CPU PLL not ready
    RST_CLK->PER_CLOCK|=0x08; }
```

Рис. 7. Функция конфигурирования

В этом случае необходимо задать начальное значение основного счетчика и значение предварительного делителя счетчика. В данном примере следует скорректировать значение в строке: «else SysTick->LOAD = 0x00002500» функции «void \_\_SysTickInit()» модуля «LCD.c.» Отображаемые параметры в строках ниже, являются моделируемыми величинами, в данной статье эти параметры не рассматриваются.

### Выводы

В заключение следует отметить, в настоящее время для разработки проектов на базе микроконтроллеров серии 1986 имеются другие библиотеки и программные инструменты, например компании Keil (An ARM Company) [5-7]. IDE Keil uVision поддерживает разработку программ для различных ARM- микроконтроллеров, в том числе для 1986 фирмы «Миландр», но необходим для отладки USB JTAG адаптер J-Link. Используя библиотеку программ и примеры проектов компании Keil, совместно с библиотекой и примерами компании «Миландр» можно эффективно разрабатывать собственные проекты, komponуя библиотечные модули для дальнейшей работы.

с собой большой объем работ по их ремонту и реконструкции [1]. Неразрушающий контроль качества сварных соединений – важнейшая технологическая операция, выпол-

няющая функцию подтверждения соответствия качества сварочных работ требованиям нормативной документации, где ультразвуковой метод неразрушающего контроля является одним из основных. Современный уровень развития средств неразрушающего контроля и их многообразие также требуют рационального выбора способов, в зависимости от примененной технологии сварки и, в целом, от организации сварочно-монтажных работ на объекте. В связи с тем, что при больших объёмах сварочных работ в основном стали применяться механизированные способы сварки, возникла потребность применения механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля.

Актуальность работы обусловлена тем, что проведение механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля затруднено тем, что при механизированных способах сварки распространёнными дефектами, являются дефекты корня шва, такие как, незаполнение корня, непровар, провис корня шва. При ультразвуковом контроле эти дефекты трудно различимы не опытному специалисту, что может привести к перебраковке, или напротив к пропуску опасных дефектов. В тоже время выше названные дефекты легко определяются при визуальном контроле. Для проведения визуального контроля корня сварного шва трубопровода предназначена предлагаемая разработка.

С целью определения проблем при проведении неразрушающего контроля сварных соединений, на основании заключений, была проведена выборка наиболее часто встречающихся дефектов сварных швов при проведении капитального ремонта участка магистрального газопровода «Пунга-Ухта-Грязовец» Нюксенского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Ухта».

В процессе анализа заключений была составлена таблица по видам наиболее часто встречающихся дефектов сварных швов, результаты представлены на рис. 1. Из представленной диаграммы видно, что почти половина (47%) дефектов обнаружено в корне сварного шва, из которых около 10% (22% от общего числа дефектов) превышение проплава (провис), и около 8% (18% от общего числа дефектов) утяжины, такие дефекты не являются особо опасными, и допускаются если они не превышают установленных размеров.

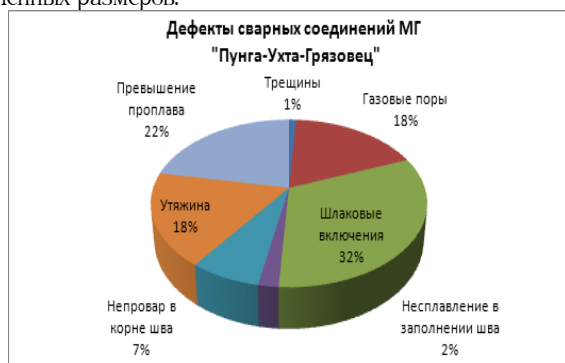


Рис.1. Диаграмма распределения дефектов сварных соединений

Для анализа и наглядного представления вклада различных дефектов в результат дефектности всего участка капитального ремонта воспользуемся таким инструментом как Диаграмма Парето[2]. Нельзя утверждать, что деление 80%/20% положенные в основу принципа Парето полностью можно применить в нашем случае, т. к. оставшиеся 80% не входящих в группу основных причин влияющих на

процесс, тоже оказывают влияние на качество выполненного ремонта всего участка. Например, по количеству критических дефектов на первом месте стоят трещины, а на последнем несплавление в заполнении шва, но это значит лишь то, что дефектов типа трещины на этом участке было обнаружено больше и необходимо обратить особое внимание к способам контроля и исправления таких дефектов.

В процессе анализа заключений по неразрушающему контролю были составлены диаграммы Парето по видам наиболее часто встречающихся дефектов сварных швов (рис. 2), и по дефектам, превышающим браковочные значения (рис.3).

Из представленных диаграмм видно, что по виду дефектов наибольшее влияние на качество сварочного процесса имеют дефекты типа: шлаковое включение; превышение проплава; утяжина [3]. При анализе процесса по критичности дефектов дефекты типа: превышение проплава и утяжина исключаются из списка дефектов оказывающих особое влияние на процесс сварки. Такие дефекты легко обнаруживаются при ультразвуковом контроле, но идентификация их затруднена в виду схожести показаний ультразвукового дефектоскопа при регистрации дефектов типа: трещина в корне; непровар; несплавление в корне; провис; утяжина. Помощь в идентификации таких дефектов может оказать визуальный контроль. Проведение такого контроля затруднено ограничением доступа к корню сварного шва, или радиографический контроль, но он самый трудоёмкий и дорогостоящий из всех методов контроля.

Визуальный контроль проводится сварщиком в процессе работы как невооружённым глазом, так и с помощью увеличивающих луп, и замеченные им дефекты своевременно устраняются, вследствие чего довольно редко встречаются дефекты наружной поверхности сварного шва. В то же время как контроль внутренней поверхности сварного шва затруднён, в виду ограниченности доступа, по этому довольно часто при приёмочном контроле фиксируются дефекты сварного шва такие как провисы и утяжины, которые могли быть обнаружены при наличии возможности осмотра сварного шва внутри трубы [4].

Мобильные роботы специального применения активно разрабатываются в ОКБ специальной робототехники и зарубежных организациях [5, 6], но все эти конструкции предназначены для полной внутритрубной диагностики трубопроводов, в следствие чего несут множество не востребованных функций, значительно влияющих на стоимость конструкции.

В связи с тем, что в сутки сварочными комплексами сваривается до 50 сварных швов, автономность работа должна составлять более 565м. Использование для управления и передачи информации кабель следует исключить, вследствие возможного перетирания и обрыва. Передача видео информации изнутри трубы затруднена, ввиду несовершенства средств беспроводной связи, необходимо обеспечить запись видеоинформации с возможностью последующей привязкой каждого снимка к координатам конкретного сварного шва. Необходимо обеспечить простоту конструкции, и изготовление с минимальными затратами.

В качестве системы движения и навигации используем рентгенографический кроулер «JME-24» (рис. 4), применяемый для рентгено графического контроля сварных швов [7].

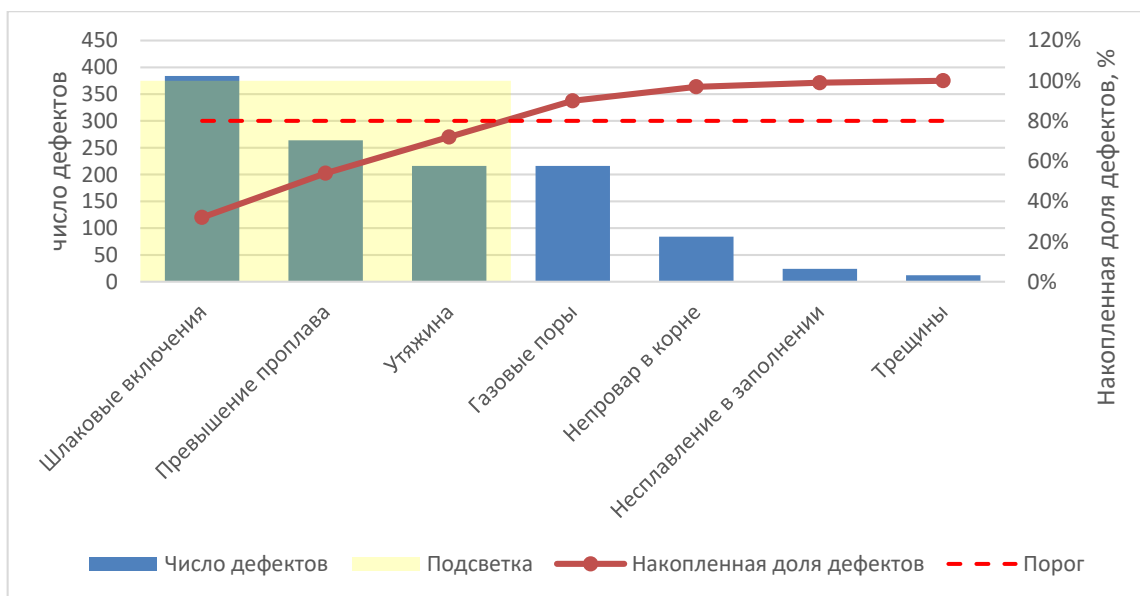


Рис.2. Диаграмма распределения общего количества дефектов сварных соединений

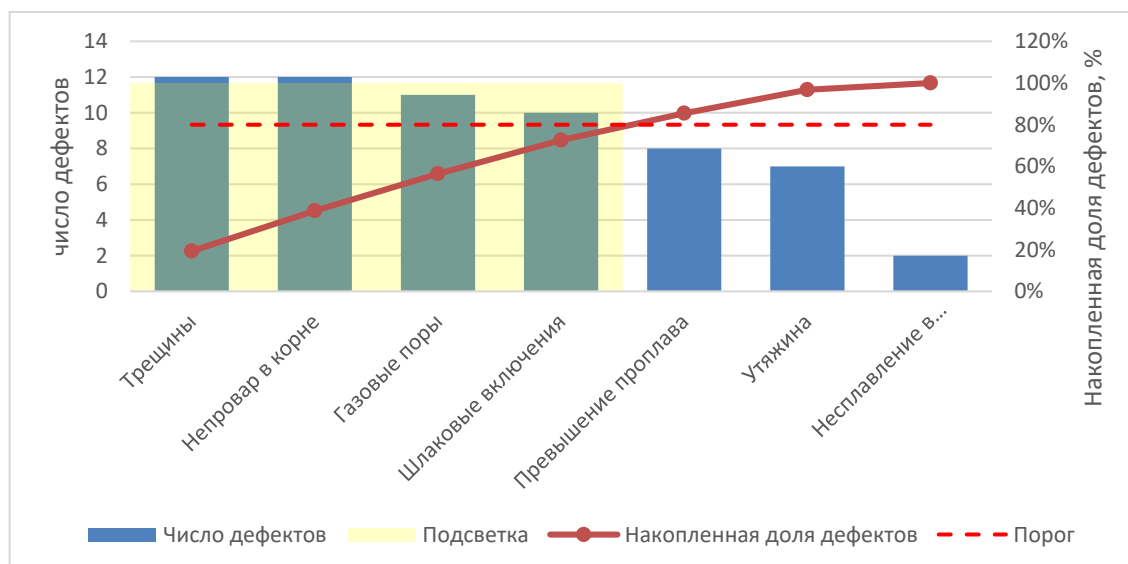


Рис.3. Диаграмма распределения критических дефектов



Рис.4. Рентгенографический кроулер

Кроулер представляет собой самоходную аккумуляторную тележку, на которой закреплён рентгенаппарат, во время работы аппарат, под управлением электромагнитной системы, позиционирует источник излучения в центре сварного шва, затем аппарат включает источник излучения согласно заложенной программе.

Для проведения визуального контроля заменяем рентген аппарат, крепящийся на тележке двумя зажимами, на специально изготовленное видео устройство (рис. 5). Про-

цесс работы кроулера не изменяется, по команде оператора кроулер движется внутри трубопровода, приняв команду магнетоп (устройство управления кроулером посредством электромагнитного излучения) останавливается у сварного шва предназначенного к обследованию, после остановки делается серия из четырёх фотоснимков корня сварного шва, затем робот движется до следующего маркера, далее процесс повторяется необходимое количество раз. По завершению работы с блока видеофиксации снимается информация, и на персональном компьютере в программах «Paint» и «Microsoft Word» производится компоновка снимков для получения изображения сварного шва.

Предложенный способ позволяет увеличить скорость контроля и надёжность идентификации дефектов корня шва. Предлагаемое устройство с применением разработанной методики контроля, позволит уменьшить не только время затрачиваемое на контроль сварных стыков, но и сократить количество стыков отданных на вырез в результате ошибочно идентифицированных дефектов.

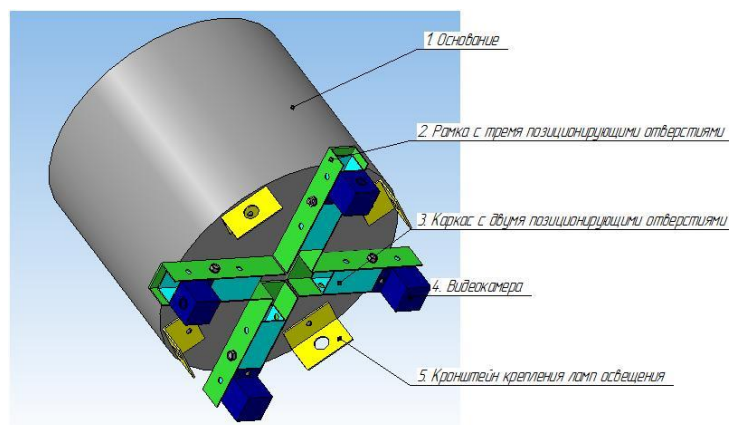


Рис.5. Видеоустройство

**Литература:**

1. Гостинин И.А, Вирясов А.Н., Семенова М.А. Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов [Электронный ресурс] // «Инженерный Вестник Дона», 2013, № 1. - Режим доступа <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avariyных-situatsiy-na-lineynoy-chasti-magistralnyh-gazoprovodov> (доступ свободный)
2. БарДж.Т. Инструменты качества. Часть IV. Диаграммы Парето // Методы менеджмента качества. - 2000. - № 7. - С. 27-30.
3. Калинин Н.П., Васильева М.А., Радостев А.Ю. Атлас дефектов сварных соединений и основного металла / Томск: ТПУ, 2011. 71 с
4. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. Введ. 2003-07-17. — Екатеринбург: Урализдат 2004. 88 с.
5. Егоров И.Н., Кадхим Д.А. Применение мобильных роботов при внутритрубной диагностике трубопроводов с переменным поперечным сечением // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. №3. С.73-83. Режим доступа [http://ogbus.ru/authors/EgorovIN/EgorovIN\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/EgorovIN/EgorovIN_1.pdf)
6. Руководство по ультразвуковому автоматизированному контролю сварных соединений при строительстве, эксплуатации и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Утвержден Член Правления, начальник Департамента по транспортировке, подземному хранению газа ОАО «Газпром» 2006 – 09 – 06. – М. : ИРЦ Газпром, 2006. – 68с.
7. ГОСТ 7512-82. Межгосударственный стандарт. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением N 1). Взамен ГОСТ 7512-75; введ. 1982-12-20 Введ. 2013-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 32с.

УДК 62-522.7.001.24

## Профилирование регулирующих органов в конструкциях исполнительных устройств

Прудников Сергей Николаевич, кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»

Шадрин Владислав Сергеевич, аспирант кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

*Пневматические исполнительные механизмы находят широкое применение в системах автоматического регулирования [1] и дистанционного управления [2,3,4,5], в различных отраслях промышленности: химической, нефтеперерабатывающей, в криогенном и вакуумном машиностроении. В работе показано, что профилерованные дроссельные заслонки, жалюзийные профильные заслонки позволяют существенно уменьшить неуравновешенные силы и крутящие моменты. Рассмотрены новые типы профилей, при установке которых в трубопроводы прямоугольного сечения целесообразно применение гидравлических и пневматических приводов с уменьшенной мощностью, что приводит к существенному повышению качества процессов регулирования вакуумных и компрессорных машин и установок.*

**Ключевые слова:** пневматический и гидравлический привод, крутящий момент, клапан, заслонка, исполнительный механизм.

## Profiling the regulatory authorities in the constructions of the actuators

S. N. Prudnikov, V. S. Shadrin

*Pneumatic actuators are widely used in automatic control systems [1] and remote control [2,3,4,5], in various industries: chemical, petrochemical, cryogenic and vacuum engineering. It is shown that the profiled throttle profile louver dampers significantly reduce the unbalanced forces and torques. Considered new types of profiles, the installation*

of which the piping of rectangular cross section it is advisable to use hydraulic and pneumatic actuators with reduced power, which leads to a considerable improvement of the quality of the regulatory process vacuum and compressor machines and installations.

**Keywords:** pneumatic and hydraulic drive, torque, valve, valve, actuator.

Исполнительный механизм состоит, как правило, из привода и регулирующего или перекрывающего органа. В качестве приводов для регулирующих органов поворотного типа используют мембранные или поршневые механизмы (6,7,8).

Работа перекрывающего устройства осуществляется путем подачи воздуха в пневматический привод от одного из электроклапанов двойного действия (ПЭК-ДД). В качестве перекрывающего органа могут быть использованы как односедельные клапана, так и дроссельные заслонки. В современных системах автоматического регулирования вакуумных и компрессорных машин и установок используются исполнительные устройства, которые управляют регулируемыми органами — дроссельными заслонками, установленными в трубопроводах большого диаметра. Мощность и развиваемые усилия пневматического или гидравлического привода зависят от моментных и силовых характеристик регулирующих органов. На динамические характеристики исполнительного устройства влияет конструкция и форма клапана или заслонки. Широкой применение в таких системах нашли дроссельные поворотные заслонки. Так, для плоской дроссельной заслонки при обтекании её потоком жидкости или газа из-за несимметричности динамических сил, действующих на заслонку, на её валу возникает неуравновешенный крутящий момент, стремящийся повернуть заслонку в сторону закрытия. Такие моменты при значительных перепадах давлений и диаметрах условного прохода могут достигать значительных величин, что требует применения мощных приводов и ведет к увеличению габаритов и масс устройств. Одним из способов снижения противодействующего крутящего момента является профилирование дроссельных заслонок. На рис. 1 приведена заслонка фирмы «Фишер» (США) — «Рыбий хвост»

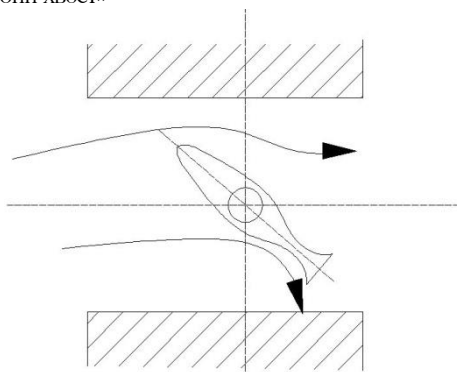


Рис. 1. Обтекание заслонки «Фишер»

Максимальный гидродинамический момент на валу такой заслонки уменьшен за счет изменения динамических сил протекания среды примерно в 3 раза. Исследования на аэрокосмических стендах профилированных дроссельных заслонок доказали возможность значительного уменьшения противодействующего крутящего момента. Картина обтекания плоской дроссельной заслонки, установленной в трубопроводе круглой формы, представлена на рис.2.

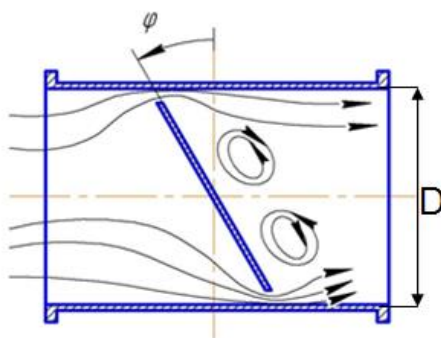


Рис. 2. Обтекание плоской дроссельной заслонки.

$\phi$  - угол поворота заслонки от положения полного закрытия,  $D$ — диаметр заслонки

Максимальный гидродинамический крутящий момент, стремящийся повернуть заслонку в противоположную сторону от угла открытия  $\phi$  возникает при угле поворота  $\phi = 73^\circ$ . Экспериментальные исследования показали, что применяя профили выпукло-вогнутого типа момент для заслонок с тонкой осью, установленной в трубопроводе круглой формы, может быть уменьшен в 18-20 раз. Картина обтекания выпукло-вогнутой заслонки с тонкой осью представлена на рис.3.а.

При работе заслонки при больших перепадах давлений в центре заслонки для размещения вала. Необходимо несущая втулка (с диаметром -  $d_v$ ). С учетом обтекания несущей втулки и боковых обтеканий по сечению В-В и Б-Б(рис.3) в заслонках выпукло-вогнутого типа профиля момент может быть уменьшен в 3-3.5 раза (Рис. 3в, кривая - 3)

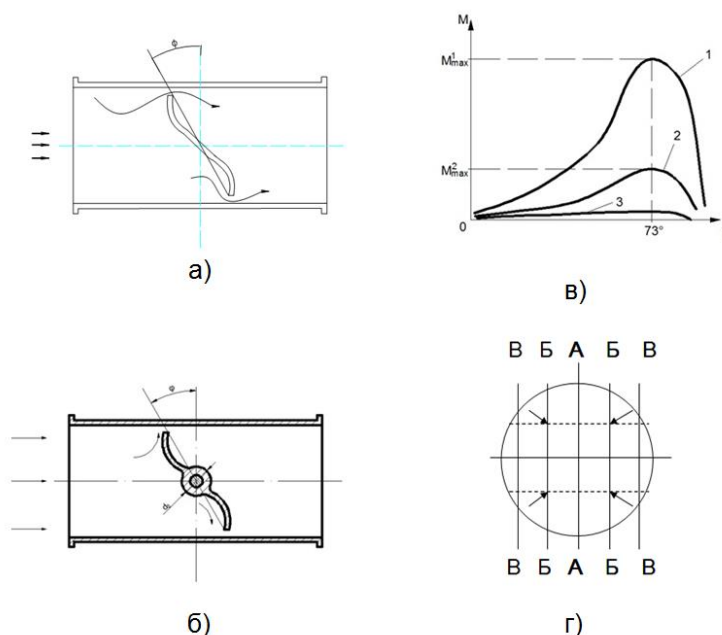


Рис.3. Картина обтекания выпукло-вогнутых профилей:

а – выпукло-вогнутого профиля с тонкой осью, б – выпукло-вогнутого профиля с несущей втулкой, в – зависимость момента на валу заслонки от функции угла поворота заслонки  $\phi$ .

1- для плоской дроссельной заслонки, установленной в круглом трубопроводе, 2 – для выпукло-вогнутой заслонки установленной в прямоугольном трубопроводе, 3 – для выпукло-вогнутой заслонки с несущей втулкой, установленной в круглом трубопроводе.

В компрессорных и вакуумных системах находят применение трубопроводы и воздухопроводы прямоугольного сечения(9,10) Во всасывающих трубопроводах при регулировании характеристик центробежных машин могут быть установлены регулирующие дроссельные заслонки. На рис. 4 рассмотрена картина обтекания плоских дроссельных заслонок, установленных в прямоугольном трубопроводе. Из-за несимметричности динамических сил протекания среды на валу плоской дроссельной заслонки возникает неуравновешенный гидродинамический момент, стремящийся повернуть заслонку в сторону закрытия:

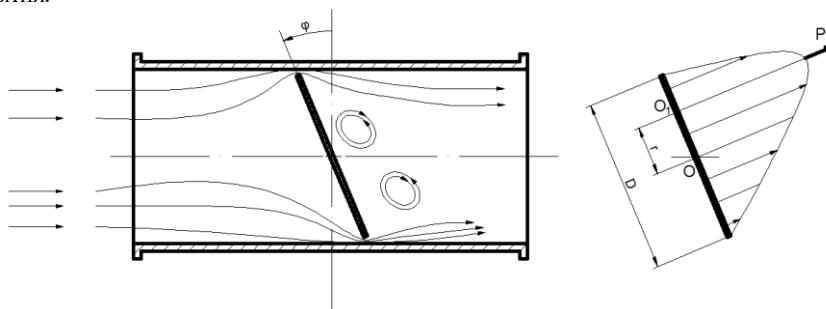


Рис.4. Схема обтекания потоком плоской регулирующей дроссельной заслонки:

$\phi$  – угол поворота заслонки от положения полного закрытия;  $D$  – диаметр заслонки;  $r$  – координата расположения импульса  $P$  от оси  $O$ .

$M_{\phi} = P \cdot r$ , где  $P$  – результирующая неуравновешенности гидродинамических сил. Эта сила зависит от угла поворота заслонки, площади заслонки и от перепада давления на заслонке или от квадрата скорости:

$$P = f(\phi, F, v, \Delta p)$$

Для заслонки, установленной в трубопроводе прямоугольного сечения,  $F = H \cdot b$  – площадь заслонки,  $H$  – высота заслонки,  $b$  – ширина заслонки,  $\phi$  – угол поворота.

Результирующая сила может быть представлена в виде

$$P = a \times H \times b \times v^2,$$

где  $a$  – моментный коэффициент. Из этого следует:

$$M_{\phi} = P \cdot r = a \cdot H \cdot b \cdot v^2 \cdot r / x = a \cdot H^2 \cdot b \cdot v^2 / x,$$

где  $x$  – коэффициент расположения силы  $P$  от оси,

$$r = H / x$$

Так как трубопроводы в компрессорных и вакуумных устройствах имеют значительные размеры, то в них целесообразнее устанавливать не одну заслонку, а использовать жалюзийные заслонки разделенные отсекателями на рис.5.

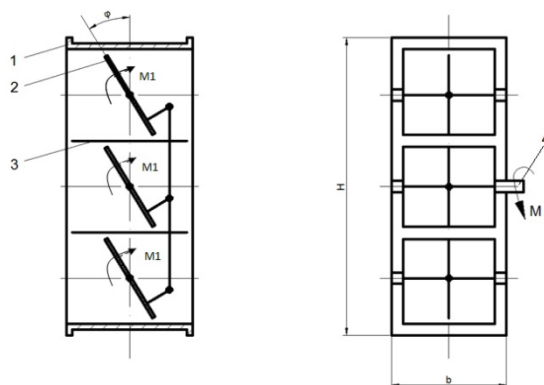


Рис.5. **Жалюзная заслонка:** H – высота заслонки, b- ширина заслонки,  $M_{\Sigma}$  - суммарный противодействующий момент. 1- корпус, 2 – жалюзная заслонка, 3 – отсекагель, 4 – выходной вал(к приводу).

Противодействующий момент на валу одной заслонки составляет:

$$M_1 = P_1 \cdot r_1, \text{ где } P_1 = a \cdot b \cdot h / 3 \cdot v_1, r_1 = H / 3x$$

Таким образом

$$M_1 = a \cdot b \cdot H \cdot v_1 / 9x.$$

Суммарный противодействующий момент на валу жалюзийной заслонки зависит от числа жалюзей z и составляет:

$$M_{\text{ж}} = E \times M_1 = 3 \times M_1 = 3 \times a \times b \times H^2 \times v^2 / 9x$$

Отсюда следует, что  $M_{\text{пл}} / M_{\text{ж}} = 3$ .

Следовательно суммарный противодействующий момент на валу жалюзийной заслонки зависит от числа жалюзей z:

$$M = M_{\text{пл}} / z$$

Где  $M_{\text{пл}}$  – момент на валу плоской заслонки, с размерами  $F = H \times b$ , где F- площадь заслонки, H – высота, b – ширина заслонки. Таким образом, суммарный момент на валу жалюзийной заслонки, может быть уменьшен в z раз, по сравнению с моментом на валу одной плоской заслонки.

С всасывающим трубопроводом у центробежной компрессорной машины прямоугольной формы с тремя жалюзийными заслонками, суммарный противодействующий момент может быть уменьшен в 3 раза. Следовательно и требуемое усилие привода также может быть уменьшено в 3 раза.

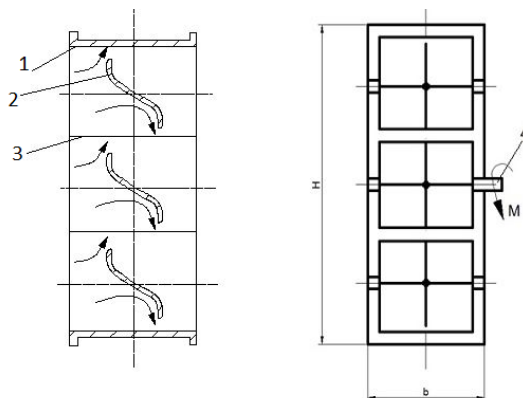


Рис.6 **Обтекание жалюзной заслонки с выпукло-вогнутыми профилями.** H – высота заслонки, b- ширина заслонки,  $M_{\Sigma}$  - суммарный противодействующий момент. 1- корпус, 2 – жалюзная заслонка, 3 – отсекагель, 4 – выходной вал.

Высота жалюзийных заслонки может достигать величины  $H = 1000$  мм. (11) Используя в конструкции жалюзийной заслонки вместо плоских профилей профили выпукло-вогнутого типа, момент на единичном профиле жалюзийной заслонки может быть уменьшен еще в 3 раза, за счет ее профилирования.

$$M_z = M_{\text{пл}} / z \cdot \zeta$$

Таким образом используя в жалюзийных конструкциях профилирование заслонок, суммарный момент может быть уменьшен и составит:

$$M_1 = M_{\text{пл}} / 3z, \text{ где } z - \text{число жалюзей.}$$

На рис. 6 представлена конструкция жалюзийной заслонки с профилями выпукло-вогнутого типа. Таким образом, при проектировании привода для жалюзийного дроссельного устройства с профильными жалюзьями величина максимального развиваемого усилия привода составит:

$$P_{\text{пр}} = M / k, \text{ где } M - \text{суммарный момент на валу жалюзийного устройства, } k - \text{величина рычага привода.}$$

Основные выводы:

- 1) Применение в современных конструкциях исполнительных устройств профильных регулирующих органов позволяет существенно уменьшить мощность привода устройства.
- 2) За счет снижения развиваемых усилий на приводе можно повысить качество систем автоматического регулирования (7,8) компрессорных и вакуумных машин и установок.

**Литература:**

1. Архаров А.М., Афанасьев В.Н., ред. Теплотехника. Москва. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 2011. 792с
2. Гидромеханика: учеб. Пособие/ Д.Н. Попов, С.С. Панаиотти, М.В.Рябинин : под ред Д.Н. Попова 3-е изд., испр.-М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014 г-317 с илл.
3. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: Учебное пособие.-М., Форум, 2004.-240с, ил.
4. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 2. Пневматические приводы и системы. Основы. Учебное пособие.-М., Форум, 2007.-250с, ил.
5. Наземцев А.С. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Омск, изд-во ОмГТУ, 2008-88с.
6. Никитин О.Ф. Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010 -414 с.
7. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем (Д.Н. Попов, Междун. Симп. Казань, 5-7 декабря, 2006 – с.152-159. 2, Краус, М. Измерительные информационные системы.
8. Егупов Н.Д., Пупков К.А., Гаврилов А.И., Коньков В.Г. Нестационарные системы автоматического управления (под ред. Пупкова К.А., Егупова Н.Д.), Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007, 632с
9. Вакуумная техника. Справочник. / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др./ под общей редакцией К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова, 3-е издание переработанное и дополненное. М.: Машиностроение, 2009, 590с.
10. Badr H.M., Ahmed W.H. Pumping Machinery Theory and Practice. John Wiley & Sons, Ltd., 2015. 392 p.
11. Krivits I.L., Krejnjn G.V. Pneumatic Actuating Systems for automatic equipment: structure and design. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. XX, 345 p.

## Технология представления результатов сетевого мониторинга в Интернете. Дополнительные сведения

Терентьев Александр Макарович, кандидат технических наук, PhD  
Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (г. Москва)

**Аннотация.** В статье приведены дополнительные сведения о программировании системных служб web-сервера на языке высокого уровня PowerBASIC. Статья завершает предыдущий опубликованный материал.

**Ключевые слова:** сетевой мониторинг, информационная безопасность, UDP, web-сервер, системная служба, PowerBASIC.

Смысл, история развития и роль сетевого мониторинга в ЦЭМИ РАН освещены в предыдущих публикациях [1-3]. Данная серия статей имеет своей целью показать применение мощных современных компилирующих средств в виде различных компиляторов с подмножеств языка программирования PowerBASIC для создания как консольных, так и полноэкранных (GUI-) приложений на примере средств передачи агрегированной информации сетевого мониторинга на web-сервер.

Принимающая программа, реализованная как системная служба, описана в [1]. Программа управления этой службой рассмотрена в [2]. Результаты работы этих программ и средств отображения принятой информации в HTML-формате рассмотрены в [3]. Однако, в целях полноты описания программного комплекса для web-сервера следует показать программы инициации созданной системной службы на web-сервере и её удаления.

Обе этих коротких программы созданы в виде консольных приложений (т.е. не создающих своё специфицированное графическое окно во время работы, а использующие потоковый строчный вывод по аналогии с множеством служебных программ типа PING.EXE) на компиляторе PowerBASIC Console Compiler [4] версии 5.05.

Методы программной реализации самой системной службы и программы управления ею, конечно, могут быть весьма различны. Современный отечественный стандарт этих методов предполагает использование алгоритмического языка C++. Целью данного цикла работ является, в том числе, желание продемонстрировать менее затратный и более элегантный путь написания подобных программ. Стоит пояснить, что являясь мощной альтернативой языку среднего уровня C++, PowerBASIC предлагает язык высокого уровня, специфицированный для создания профес-

сиональных Windows-приложений благодаря встроенной поддержке множества обращений к различным библиотекам Windows. Не всегда являясь оптимальным при создании приложений реального времени, он тем не менее позволяет как язык высокого уровня гораздо легче писать различные программные приложения для Windows вплоть до системных. Все версии компиляторов являются платными, лицензирование осуществляется вендором исключительно персонально для каждого пользователя, лицензии на организации не оформляются (в силу чего они слабо распространены в РФ).

Несомненным достоинством множества диалектов PowerBASIC является то, что результатом их работы является единый EXE-модуль, запускаемый вне зависимости от наличия на ПК каких-либо дополнительных средств. Не секрет, что даже в игровой сфере создано огромное множество приложений, неизменно требующих для своего запуска установки множества посторонних программ типа Microsoft Visual C++ Redistributable, Microsoft .NET Framework X.X, и т.д. и т.п. К тому же, требования на эти средства обычно не указаны в спецификациях программ, и необходимость их установки обнаруживается только после инсталляции желаемого приложения. Печальным примером такого является широко известная в Интернете «бесплатная» программа определения текущих версий поддержки OpenGL [5], требующая инсталлирования (!) и вдобавок установки Microsoft .Net Framework, да ещё и определённой версии. Результатом такой политики производителей является, например, то, что на ПК автора за 7 лет эксплуатации его установлены: Microsoft .NET Framework 2.0 Service Pack 2, Microsoft .NET Framework 3.0 Service Pack 2, Microsoft .NET Framework 3.5 Service Pack 1, Microsoft .NET Framework 4 Client Profile, Microsoft



.NET Framework 4 Extended и целый ряд других вспомогательных программ. В настоящее время уже трудно определить, для каких целей и в связи с какими программными продуктами были установлены эти приложения.

Все версии компиляторов PowerBASIC создают Portable-программы, не требующие установки каких-либо дополнительных пакетов, библиотек и пр., не нуждающиеся в

инсталляции. В случае необходимости работы с реестром Windows, разумеется, в стандартных библиотеках найдутся ссылки и описания входов реестровых операций.

Приведём полный текст программы старта системной службы (рис. 1), осуществляющей занесение необходимой информации в реестр Windows и исполнение старта службы, описанной в [1].

```
' TamObsSU * Инсталляция системной службы * А.Терентьев, 2016
'=====
%USEMACROS = 1
#include "Win32API.inc"
$SERVICENAME = "TamObService" ' Уникальное внутр.имя службы
$ServiceNameE = "TAM LAN Server Service"
$SERVICEFILE = "e:\tamob\tamobss.exe" ' Путь к программе
FUNCTION PBMAIN () AS LONG
    LOCAL hSCM AS DWORD
    LOCAL hService AS DWORD
    LOCAL dError AS DWORD
    LOCAL sInternalServiceName AS STRING
    LOCAL sExternalServiceName AS STRING
    LOCAL sServiceFileName AS STRING
    STDOUT "Installing service " + $SERVICENAME
    hSCM = OpenSCManager(BYVAL 0, BYVAL 0, _
        %SC_MANAGER_CREATE_SERVICE)
    dError = GetLastError()
    IF hSCM = 0 THEN
        STDERR "OpenSCM failed. LastErr=&H"+HEX$(dError, 8)
        EXIT FUNCTION
    END IF
    sInternalServiceName = $SERVICENAME
    sExternalServiceName = $ServiceNameE
    sServiceFileName = $SERVICEFILE
    hService = CreateService( _
        hSCM, _
        BYVAL STRPTR(sInternalServiceName), _
        BYVAL STRPTR(sExternalServiceName), _
        %SERVICE_ALL_ACCESS, _
        %SERVICE_WIN32_OWN_PROCESS, _
        %SERVICE_AUTO_START, _
        %SERVICE_ERROR_NORMAL, _
        BYVAL STRPTR(sServiceFileName), _
        BYVAL 0, BYVAL 0, BYVAL 0, BYVAL 0, BYVAL 0)
    '
    ' LocalSystem Account =====^ = 0
    ' Варианты старта - dwStartType
    ' SERVICE_AUTO_START - стартует автоматически после System Startup = 2
    ' Во время boot, SCM стартует все auto-start службы и зависящие от них
    ' SERVICE_BOOT_START - device driver (only!) грузится от system Loader= 0
    ' SERVICE_DEMAND_START - стартует от SCM при функции StartService = 3
    ' SERVICE_DISABLED - сервис, который не стартует вообще = 4
    ' Service_SYSTEM_START - device driver (only!) через IoInitSystem = 1
    dError = GetLastError()
    IF hService = 0 THEN ' Служба не стартовала
        CloseServiceHandle hSCM
        STDERR "CreateService failed."+ _
            " GetLastError = &H" + HEX$(dError, 8)
        EXIT FUNCTION
    END IF
    CloseServiceHandle hService
    CloseServiceHandle hSCM
    STDOUT "Successfully installed the service."
END FUNCTION
```

Рис. 1. Программа установки системной службы

Упомянутый в тексте программы LocalSystem account – предопределенный аккаунт, используемый Service Control Manager (SCM). Этот аккаунт не распознается подсистемой security, т.ч. нельзя задать его имя в обращении к функции LookupAccountName. Он имеет расширенные привилегии на локальном ПК, и работает как компьютер в сети. Его токен включает NT AUTHORITY\SYSTEM и BUILTIN\Administrators SID'ы; эти аккаунты имеют доступ к большинству системных объектов. Имя аккаунта на всех локальных ПК есть \LocalSystem, или Имя-ПК\LocalSystem.

Этот аккаунт не имеет пароля. При задании LocalSystem при вызове CreateService или ChangeServiceConfig, любой пароль игнорируется. Сервис, запущенный в контексте LocalSystem, наследует security context от SCM. Пользовательский SID (идентификатор безопасности, используемый в Windows NT / 2000 / XP / 2003 / Vista) создается от значения SECURITY\_LOCAL\_SYSTEM\_RID.

Аккаунт не ассоциируется с каким-либо аккаунтом пользователя. HKCU ассоциируется с default user, но не с current user. Для доступа к профилю другого пользователя, необходимо имперсонировать пользователя и затем осуществлять доступ через HKCU. Если служба открывает командное окно и запускает BAT-file, пользователь может дать Ctrl+C для завершения BAT-файла.

Привилегии LocalSystem можно см. в [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms684190\(v=VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms684190(v=VS.85).aspx).

Большинство сервисов не нуждаются в таких высоких привилегиях. Если проектируемая служба не нуждается в этих привилегиях, и она не есть интерактивный сервис, достаточно использовать аккаунт LocalService или NetworkService. Для подробной информации, см. "Service Security and Access Rights".

Программа удаления (деинсталляции) системной службы [1] полностью показана на рис. 2.

```

' =====
' TAMObSsD * Программа деинсталляции системной службы * А.Терентьев
' =====
%USEMACROS = 1
#include "Win32API.inc"
$SERVICENAME = "TamObService" ' Внутр.имя службы, уникальное.
$ServiceNameE = "TAM LAN Server Service"
$SERVICEFILE = "e:\tamob\tamobss.exe" ' Полный путь к программе службы
FUNCTION PBMAIN () AS LONG
    LOCAL hSCM AS DWORD
    LOCAL hService AS DWORD
    LOCAL dError AS DWORD
    LOCAL fOk AS LONG
    LOCAL sInternalServiceName AS STRING
    LOCAL sExternalServiceName AS STRING
    LOCAL sServiceFileName AS STRING
    LOCAL ss AS SERVICE_STATUS
    STDOUT "Removing service " + $SERVICENAME
    hSCM = OpenSCManager(BYVAL 0, BYVAL 0, %SC_MANAGER_CREATE_SERVICE)
    dError = GetLastError()
    IF hSCM = 0 THEN
        STDERR "OpenSCManager failed. GetLastError = &H" + HEX$(dError, 8)
        EXIT FUNCTION
    END IF
    sInternalServiceName = $SERVICENAME
    sExternalServiceName = $ServiceNameE
    sServiceFileName = $SERVICEFILE
    hService = OpenService(hSCM, $SERVICENAME, %SERVICE_ALL_ACCESS OR %DELETE)
    dError = GetLastError()
    IF hService = 0 THEN
        CloseServiceHandle hSCM
        STDERR "OpenService failed. GetLastError = &H" + HEX$(dError, 8)
        EXIT FUNCTION
    END IF
    ' Остановить службу, если она запущена.
    IF QueryServiceStatus(hService, ss) THEN
        IF ss.dwCurrentState <> %SERVICE_STOPPED THEN
            STDOUT "Service is still running. Wait while it shuts down."
            ControlService hService, %SERVICE_CONTROL_STOP, ss ' 1
            ' ** a timed delay is not really enough, here-- we should wait
            ' ** until the ss.dwCurrentState = %SERVICE_STOPPED or some
            ' ** "deadman switch" limit has passed.
            SLEEP 1000
        END IF
    END IF
    ' ss - возвращаемый параметр, показывающий успех ( #0 ). Иначе GetLastError

```

```

' ERROR_ACCESS_DENIED - Handle не имеет соответствующих прав
' ERROR_DEPENDENT_SERVICES_RUNNING
' ERROR_INVALID_HANDLE
' ERROR_INVALID_PARAMETER
' ERROR_INVALID_SERVICE_CONTROL
' ERROR_SERVICE_CANNOT_ACCEPT_CTRL
' ERROR_SERVICE_NOT_ACTIVE
' ERROR_SHUTDOWN_IN_PROGRESS
' Удаление службы (или как минимум пометка её для удаления).
fOk = DeleteService(hService)
dError = GetLastError()
CloseServiceHandle hService
CloseServiceHandle hSCM
IF fOk THEN
    STDOUT "Successfully removed the service."
ELSE
    STDERR "DeleteService failed. GetLastError = &H" + HEX$(dError, 8)
END IF
END FUNCTION

```

Рис. 2. Программа деинсталляции системной службы

Приведём несколько нетривиальных рекомендаций по программированию этой части.

Состав блока SERVICE\_STATUS см. на рис. 2 в [2]. В член dwWin32ExitCode в случае ошибок службы при старте или остановке должен быть послан ERROR\_SERVICE\_SPECIFIC\_ERROR для индикации того, что член dwServiceSpecificExitCode содержит код ошибки. Служба должна установить это значение в 0 при нормальном ходе и нормальном завершении.

Член dwCheckPoint содержит некоторое значение, которое должно периодически увеличиваться для отчёта прогресса во время замедленного старта, остановки, паузы или продолжения. К примеру, служба должна увеличивать это

значение после каждого шага инициализации. В остальные времена это значение не значимо и должно быть 0.

Если служба была запущена и невозможно её остановить по каким-либо причинам, она не может быть удалена до перезагрузки системы.

Возможные значения QueryServiceStatus показаны в комментариях внутри текста программы.

На этом рассмотрение программ старта и завершения системной службы закончено. В завершение, в справочных целях покажем, насколько легко программируются функции извлечения значения ключа из реестра и занесения его в реестр. На рис. 3 показаны обе функции, предполагающие строковые значения ключей.

```

FUNCTION GetRegValue(lpKey AS LONG, 'Получение строкового ключа из реестра
    BYVAL cMainkey AS STRING, BYVAL Key AS STRING) AS STRING
ON ERROR RESUME NEXT
DIM RetCode AS LONG, hKey AS LONG, cbData AS LONG, KeyType AS LONG
DIM KeyNameA AS ASCIIZ * 256
LOCAL zTmp AS ASCIIZ * 256
DIM acMainKey AS ASCIIZ * 300
LOCAL ZZZ AS STRING
    acMainKey = cMainKey
    RetCode = RegOpenKeyEx(lpKey, acMainKey, 0&, _
        %KEY_QUERY_VALUE, hKey) 'KEY_ALL_ACCESS
    AddLog 0, "GetRegValue RegOpenKeyEx RetCode="+STR$(RetCode) ` Для отладки
    IF RetCode = %ERROR_SUCCESS THEN
        IF Key$ = "*" THEN Key$ = CHR$(0,0)
        '
            szdat&=256
            DIM zbuffer AS ASCIIZ*256
            KeyNameA = Key
            cbData = SIZEOF(zTmp)
            RetCode = RegQueryValueEx(BYVAL hKey, KeyNameA, _
                BYVAL 0, KeyType, zTmp, cbData)
            AddLog 0, "GetRegValue RegQueryValue RetCode="+STR$(RetCode) ` Отладка
            ZZZ = zTmp
            FUNCTION = ZZZ
            EXIT FUNCTION
        END IF
        FUNCTION = ""
    END IF
END FUNCTION

FUNCTION SetRegValue(lpKey AS LONG, BYVAL cMainkey AS STRING, _ ` Установка ключа
    BYVAL Key AS STRING, BYVAL Setting AS STRING) AS LONG

```

```

ON ERROR RESUME NEXT
DIM RetCode AS LONG, hKey AS LONG, Result AS LONG
LOCAL zText AS ASCIIZ * 2048
IF Key$ = "*" THEN Key$ = CHR$(0,0)
RetCode=RegCreateKeyEx(lpKey, cMainKey + CHR$(0),0, "", _
    %REG_OPTION_NON_VOLATILE, _
    %KEY_ALL_ACCESS, BYVAL %NULL, hKey, Result)
AddLog 0,"SetRegValue RegCreateKeyEx [0=Ok] RetCode="+STR$(RetCode) ` Отладка
IF RetCode<> %ERROR_SUCCESS THEN
    FUNCTION = 0
    EXIT FUNCTION
END IF
zText = Setting
IF LEN(Setting) THEN
    RetCode=RegSetValueEx(hKey,Key+CHR$(0),0,%REG_SZ,zText,LEN(Setting)+1)
    AddLog 0,"SetRegValue RegSetValueEx1 RetCode="+STR$(RetCode) ` Отладка
ELSE
    RetCode=RegSetValueEx(hKey, Key+CHR$(0), 0, %REG_SZ, zText, 1)
    AddLog 0,"SetRegValue RegSetValueEx2 RetCode="+STR$(RetCode) ` Отладка
END IF
RegCloseKey hKey
FUNCTION = 0
END FUNCTION

```

Рис. 3. Программирование функций обращения к реестру Windows

```

pV = GetRegValue(%HKEY_LOCAL_MACHINE, _
    "SYSTEM\CurrentControlSet\Control\ProductOptions", _
    "ProductType")

```

Рис. 4. Пример получение значения ключа

Примером получения значения ключа с помощью указанной функции может являться оператор, приведённый на рис. 4.

Разумеется, декларации функций RegOpenKeyEx, RegCreateKeyEx, RegQueryValueEx, RegSetValueEx присутствуют в общем списке деклараций в основной включаемой библиотеке WIN32API.INC трансляторов с языков PowerBASIC.

Часть приведённых программных решений заимствована из многолетних обсуждений на международном форуме программистов по языку PowerBASIC. Конечно, эти решения адаптированы автором под требования конкретной реализации и использованные версии компиляторов.

#### Литература:

1. Терентьев А.М. Технология представления результатов сетевого мониторинга в Интернете. Системная служба. // XXVII Международная научная конференция «Стратегии устойчивого развития мировой науки» — М.: «Евразийское научное объединение», N5(27), 2017. Т.1, с.41-46. ISSN 2411-1899.
2. Терентьев А.М. Технология представления результатов сетевого мониторинга в Интернете. Управление системной службой. // XXVIII Международная научная конференция «Интеграция науки в современном мире» — М.: «Евразийское научное объединение», N6(28), 2017. Т.1, с.28-33. ISSN 2411-1899.
3. Терентьев А.М. Технология представления результатов сетевого мониторинга в Интернете. Результаты. // XXIX Международная научная конференция «Теоретические и практические вопросы современной науки» — М.: «Евразийское научное объединение», N7(29), 2017. Т.1, с.27-31. ISSN 2411-1899.
4. [Интернет-ресурс] Международный сайт языка программирования PowerBASIC: <http://www.powerbasic.com>.
5. [Интернет-ресурс] <https://www.opengl.org>.
6. [Интернет-ресурс] Антивирусный сайт ЦЭМИ РАН: <http://av.cemi.rssi.ru>

Описанным образом реализовано управление запуском и остановом системной службы на Антивирусном сервере ЦЭМИ РАН, созданной в целях отображения в Интернете основных агрегирующих данных сетевого мониторинга. Работа программ проверена в средах Windows 2000 Server и Windows Server 2003 R2.

На этом рассмотрение программирования системной службы и сопровождающих функций на языках PowerBASIC автор считает законченным.

Работы автора, приведённые в списке Литературы, доступны для чтения в разделе «Литература» Антивирусного сайта ЦЭМИ РАН [6].

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## На пути к созданию теории влияния космической погоды на организм человека: новая концепция

### Мишени для гелио- и геомагнитных вариаций: возможная роль $Fe^{2+}$ -содержащих белков и SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов, участвующих в процессах дыхания, образовании АТФ и циклических превращениях газотрансмиттеров

Реутов Валентин Палладиевич, доктор биологических наук  
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, РФ

*Предлагаемая концепция является частью общей теории нормальных физиологических и патологических процессов в живых организмах, развиваемой автором в последние десятилетия. Согласно развиваемой концепции влияние гелио- и геомагнитных вариаций на биохимические и физиологические процессы в живом организме обусловлено, прежде всего, наличием высокой концентрации ионов  $Fe^{2+}$ , входящих в состав крови, а также ключевых ферментов, участвующих в процессах дыхания и энергетических процессах, синтеза оксида азота – NO-синтазные и нитритредуктазные системы ( $Hb^{2+}$ ,  $Mb^{2+}$ , цит P-450, цит a+a3), наличием SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов, участвующих в обратимом окислении/восстановлении SH-/S-S-групп, циклических превращениях этих веществ и газотрансмиттеров, вторичных посредников систем внутри- и межклеточной сигнализации. Концентрация указанных выше веществ, мишеней гелио- и геомагнитных вариаций, в крови может достигать 10-3 М и выше, благодаря которым сосудистая система человека одной из первых ощущает последствия гелиогеофизических возмущений. Участие NO в реализации клеточного ответа осуществляется в значительной степени через гемсодержащую растворимую гуанилатциклазу ( $Fe^{2+}$  – содержащий фермент и его SH-группы, способные к обратимому окислению и нитрозилированию), и cGMP, концентрация которого зависит от активности растворимой гемсодержащей гуанилатциклазы. Предлагаемая концепция, как указывалось выше, является составной частью общей теории нормальных физиологических и патологических процессов в живых организмах [17-19]. Она хорошо согласуется с теориями нормы, гармонии («кразы») и дисгармонии («дискразии», патологии) от Гиппократа, Цельса и Галена до Парацельса, Везалия и Гарвея, а также с последующими теориями нормальных и патологических процессов от К. Рокитанского, Р. Вирхова, А.Д. Сперанского и Г. Селье до П.К. Анохина, Н.П. Бехтеревой, Г.Н. Крыжановского, Ф.З.Меерсона и В.Н. Титова.*

**Ключевые слова:** космическая погода и здоровье, влияние гелио- и геомагнитных вариаций на биохимические и физиологические процессы в живом организме, мишени для гелио- и геомагнитных вариаций, общая теория нормальных физиологических и патологических процессов, нитраты, нитриты, оксид азота, циклы оксида азота и супероксидного анион-радикала,

**Введение.** В последнее десятилетие активно развивается медико-биологическое направление исследований по влиянию флуктуаций физических полей в околоземном пространстве во время гелиогеофизических возмущений, на биологические системы (от микроорганизмов до человека) в результате которых происходит нарушения (а в некоторых случаях и серьезный «сбой») в биохимических и физиологических системах. Известно, что электромагнитное излучение Солнца, межпланетное магнитное поле, проявляющееся в магнитосфере Земли в виде геомагнитной или геофизической возмущенности, способны влиять на гемореологические характеристики у здоровых людей и пациентов с сосудистыми заболеваниями, на количество инфарктов и инсультов, повышать количество случаев нарушения психики, ухудшать состояние здоровья и самочувствия людей [1]. Показано, что число дорожно-транспортных происшествий и число травм увеличивается во время сильных магнитных возмущений [2, 3]. Исследование воздействия геомагнитных возмущений на внутриутробное развитие и состояние плода методом кардиоотокографии показало, что

воздействию гелиогеофизических факторов подвержены 10-15% от общего количества матерей и плодов. Данные фетального кардиомониторинга, обработанные с подсчетом интегрального показателя состояния плода, показали наличие отчетливых вариаций максимальных значений показателя состояния плода, совпадающие с сезонным ходом геомагнитных возмущений [4]. Максимальные значения этого показателя наблюдали в равноденствие (март-апрель-май, октябрь-ноябрь), минимальные – вблизи периода солнцестояния. Известно, что у некоторых здоровых, молодых людей влияние космической погоды может проходить без существенного ущерба для здоровья [5, 6]. Однако у людей с патологическими изменениями сердечно-сосудистых систем возмущение параметров космической погоды может приводить к различным обострениям, вплоть до летальных исходов, в том числе увеличения числа случаев внезапной смерти [6, 7].

Имеющиеся в настоящее время данные позволяют предположить, что одним из основных механизмов воздействия гелиогеофизических возмущений на сосудистую си-

стему человека является их воздействие на реологические свойства крови [5, 8]. Однако факторы солнечной активности не действуют изолированно. Часто они протекают на фоне действия экологических, психоэмоциональных, производственных и иных факторов [8]. Поэтому влияние гелиогеофизических факторов может быть затуманено, скрыто и затруднено для однозначного выявления основных механизмов влияния геомагнитной или геофизической возмущенности на клетки, органы, ткани и организм человека. В связи с этим возникает вопрос, каким образом можно подойти к формулировке и обоснованию теории влияния космической погоды на организм человека.

**Акцепторы электронов — эффективные регуляторы метаболизма в клетках живых организмов.** Известно, что клеткам живых организмов присуще два основных состояния: покоя и активности [9]. Еще в 60-70-х гг. XX в. А. Сент-Дьердь высказал идею о том, что активность и физическое состояние клетки определяется в основном соотношением доноров и акцепторов электронов [9]. К основным акцепторам электронов в живых организмах относятся молекулы, участвующие в относительно молодом кислородном ( $O_2$ ) или более древнем нитратно-нитритном дыхании ( $NO_3^-/NO_2^-$ ) [10]. Именно поэтому аэробные упражнения (бег, легкая атлетика) или гипоксическое прекодиционирование (например, пребывание в горах, когда активируется нитратно-нитритное дыхание) являются одними из основных подходов в методике оздоровления организма и повышения устойчивости сердечно-сосудистой системы к воздействию различного рода факторов стресса. Клетки сохраняют состояние покоя до тех пор, пока они могут дышать или они сыты, т.е. им достаточно молекул акцепторов электронов, и богатых энергией химических соединений, необходимых для синтеза энергии в виде АТФ или мембранного потенциала, расходуемых при выполнении основных жизненных функций. При дефиците этих молекул возникает состояние стресса, который направлен на ликвидацию указанного выше дефицита. Для этого живые организмы вынуждены переходить в активное состояние. Чаще всего эти процессы проходят как оксидативный или нитрозативный стресс. Если молекул, необходимых для дыхания, оказывается все равно недостаточно, то организмы, способные к анабиозу, переходят в состояние с минимальным расходом энергии, в котором можно выжить в условиях дефицита молекул, являющихся акцепторами электронов.

**Акцепторы электронов, участвующие в работе энергетических систем, и их продукты — газотрансмиттеры.** Живые организмы (растения, микроорганизмы и животные) на 96 % состоят из 4-х атомов —  $C^{12}$ ,  $N^{14}$ ,  $O^{16}$  и  $H^1$  [11, 12]. В настоящее время известны организмы, которые способны использовать в качестве терминального акцептора электронов кислород ( $O_2$ ), нитраты/нитриты ( $NO_3^-/NO_2^-$ ) и сульфаты/сульфиты ( $SO_4^{2-}/SO_3^{2-}$ ) [10, 13 — 15]. Известна также группа метанобразующих ( $CH_4$ ) бактерий. Эти бактерии отнесены к организмам, использующим в качестве терминального акцептора электронов карбамат, а их тип дыхания назван «карбаматным». Таким образом, молекулы  $O_2$ ,  $NO_3^-/NO_2^-$ ,  $SH_2^-/SO_3^{2-}/SO_4^{2-}$ ,  $CH_4/CO/CO_2$ , состоящие из наиболее распространенных химических элементов, входящих в состав тел растений, микроорганизмов и животных, оказались вовлеченными в работу энергетических систем, а затем и в системы внутриклеточной сигнализации, пополнив совокупность регуляторных молекул, получивших в XX-XXI в. название газотрансмиттеров [13 — 15].

Как указывалось ранее, доноров электронов в клетке всегда в избытке, а акцепторов электронов, наоборот, всегда дефицит [9]. Именно поэтому не доноры, а акцепторы электронов образуют «узкое горлышко», участвуя в регуляции основных метаболических процессов в живых организмах. Возможно, именно поэтому акцепторы электронов, состоящие из наиболее распространенных химических элементов, получили почетное право быть регуляторами метаболизма и стать газотрансмиттерами, участвующими во внутри- и межклеточной сигнализации, после того, как клетки перешли от условий одноклеточного к многоклеточному существованию.

Согласно нашим представлениям вместе с появлением кислородного дыхания нитратно-нитритное дыхание не исчезло, как ничего не исчезает бесследно в живых организмах, поскольку *живые системы никогда «не отказываются» от однажды удачно найденных решений* [10]. После появления кислородного дыхания нитратно-нитритное дыхание стало использоваться живыми организмами в тех условиях, когда возникает острый дефицит кислорода [10 — 12]. Это связано с тем, что и кислород, и нитриты по своим физико-химическим свойствам очень близки: они взаимодействуют с гемсодержащими белками и акцептируют электроны с гемсодержащих белков, находящихся в дезокси-форме, в том числе и с цитохромоксидазы [47, 144]. Вместе с тем, в ходе кислородного и нитратно-нитритного дыхания появляются  $^{\bullet}NO$  и супероксидный анион-радикал ( $^{\bullet}O_2^-$ ), которые при взаимодействии друг с другом могут порождать  $^{\bullet}NO_2$  и пероксинитриты [16]. Последние, как указывалось выше, после протонирования способны вновь распадаться на чрезвычайно реакционные соединения  $^{\bullet}NO_2$  и  $^{\bullet}OH$ -радикал [16], которые могут повреждать практически все высоко- и низкомолекулярные вещества. Каким образом удалось Природе изолировать эти соединения друг от друга и создать условия для сохранения живых организмов?

С нашей точки зрения такое стало возможным благодаря наличию глобального принципа цикличности, который может распространять свое влияние практически на все структурно-функциональные уровни живой и неживой природы [12, 34, 43]. Именно благодаря глобальному и универсальному принципу цикличности существуют *циклы оксида азота и супероксидного анион-радикала*, впервые описанные в работах [27, 29, 136]. Если сохраняется целостность циклических регуляторных механизмов, то  $NO$  и  $^{\bullet}O_2^-$  не взаимодействуют между собой и не возникают чрезвычайно реакционноспособные пероксинитриты,  $^{\bullet}NO_2$  и  $^{\bullet}OH$ -радикалы [16]. Однако в тех случаях, когда содержание нитратов, нитритов и активных форм азота ( $^{\bullet}NO$  и  $^{\bullet}NO_2$ ) выходит за пределы физиологически допустимых норм, появляются чрезвычайно активные соединения (пероксинитриты,  $^{\bullet}NO_2$  и  $^{\bullet}OH$ -радикалы) и возникают условия для развития многочисленных патологий [16, 31, 34].

Таким образом, согласно развиваемым представлениям, фундаментальные механизмы, связанные с нарушением дыхания и биоэнергетикой клетки, а так же с нарушением циклических регуляторных процессов и механизмов лежат в основе большинства известных сегодня патологий [34]. Эти представления хорошо согласуются с теоретическими построениями Р. Вирхова, который считал, что «не жизнь в ненормальных условиях, не нарушение как таковое вызывает болезнь, напротив, болезнь начинается с недостаточности регуляторного аппарата». Развиваемые представления так же хорошо дополняют и развивают

точку зрения Л.А. Орбели, по мнению которого, «мы мало считаемся с тем, что все процессы осуществляются циклически, и каждый процесс имеет свою цикличность». И, наконец, развиваемые представления дают ответ на вопрос А. Пуанкаре, который писал: «Всякое обобщение до известной степени предполагает веру в единство и простоту природы. Что касается единства, то мы не сможем встретить здесь каких-либо затруднений. Нам нужно задать себе вопрос не о том, едина ли природа, но вопрос: каким образом она является единой?» Отвечая на вопрос А. Пуанкаре, «каким образом природа является единой?», мы обосновали, что единство природы состоит в том, что она подчиняется трем глобальным принципам: *атомарному принципу строения вещества, принципу цикличности*, благодаря которому все процессы, развивающиеся во времени, осциллируют; и *голографическому принципу*, который обеспечивает единство и взаимосвязь циклических регуляторных механизмов на различных структурно-функциональных уровнях [12, 43, 49]. Принцип цикличности также обеспечивает, когда в этом есть необходимость и целесообразность, спиралевидную пространственную организацию биологических структур. Примерами могут служить спиралевидное строение белковых структур (например,  $\alpha$ -спирали); ДНК (например, двойная спираль ДНК); спиралевидная укладка хромосом (значительная часть ДНК и белков гистонов закручены в спиралевидные структуры); глиальные спиралевидные обкрутки в мозге, образующиеся при стрессе, глутаматной нейротоксичности и других экстремальных условиях; спиралевидные шванновские клетки и т.д. [85, 86].

**Циклические превращения газотрансмиттеров в норме и их нарушения при патологиях различного генеза.** В норме газотрансмиттеры способны участвовать в циклических превращениях [13 – 15]. Однако при нарушениях циклических превращений наиболее распространенные активные формы азота и кислорода ( $\bullet\text{NO}$  и  $\bullet\text{O}_2$ ) получают возможность для непосредственного взаимодействия друг с другом с образованием еще более активных соединений ( $\bullet\text{NO}_2$ ) и  $\bullet\text{OH}$ -радикалов [16]. Таким образом, нитрозативный и оксидативный стрессы никогда не протекают в одиночку. Эти стрессы, как правило, взаимосвязаны между собой и возникают при гипоксии/ишемии, воспалительных и других патологических процессах, составляющих ядро *типового патологического процесса*. Таким образом, причиной возникновения оксидативного и нитрозативного стресса, согласно развиваемым нами представлениям, является конфликт между эволюционно древним нитратно-нитритным дыханием и относительно более молодым кислородным дыханием [16-19, 20]. В ходе именно этого конфликта и происходит нарушения циклических превращений наиболее распространенных активных форм азота и кислорода ( $\bullet\text{NO}$  и  $\bullet\text{O}_2$ ), которые получают возможность для непосредственного взаимодействия друг с другом с образованием еще более активных соединений ( $\bullet\text{NO}_2$ ) и  $\bullet\text{OH}$ -радикалов [16, 21 – 23].

**Нервно-дистрофический процесс в местах бифуркации сосудов и образование атеросклеротических бляшек.** Известно, что важную роль в развитии атеросклероза играют свободные радикалы [16]. Атеросклеротические бляшки чаще возникают в областях турбулентного кровотока (бифуркации сосудов) и, по наблюдениям ряда авторов, в участках, характеризующихся пониженной концентрацией адренергических нервных сплетений [7, 14 – 16, 138 – 140]. Обнаружено, что процессы дистрофии стенки сосуда могут

развиваться наряду с нарушениями в других тканевых элементах со стороны эластичных волокон, которые могут проникать в стенку сосуда вплоть до эндотелия [7, 14 – 16]. Естественно возникает вопрос: каковы причины этих изменений и нарушений?

Ткани стенки кровеносных сосудов находятся под постоянной защитой циклических регуляторных механизмов, в том числе с участием активных форм азота и кислорода. Турбулентность кровотока в местах разветвления сосудов приводит к увеличению напряжения сдвига эндотелия и активации синтеза фактора релаксации сосудов – оксида азота ( $\text{NO}$ ) и ряда продуктов его превращения. Циклический метаболизм  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и продуктов их превращений с участием белков и ферментов может способствовать более экономному использованию этих соединений, а нарушение этих процессов с участием химически активных свободнорадикальных соединений может вызывать локальные повреждения мембран клеток и нервных окончаний [76 – 81]. Среди продуктов превращения  $\text{NO}$  наиболее повреждающими ткани сосуда свойствами обладают пероксинитриты ( $\text{ONOO}$ ), которые после протонирования способны распадаться с образованием высокоактивных  $\text{OH}$ -радикалов и диоксида азота ( $\text{NO}_2$ ). Мишенями токсического действия  $\text{NO}_2$  в тканях, как правило, являются ненасыщенные жирные кислоты [10, 142, 143]. Это связано с тем, что  $\text{NO}_2$  способен отрывать  $\alpha$ -углеродный атом водорода, разрывая двойную связь в ненасыщенных жирных кислотах и образовывать на них парамагнитные центры. Кроме того,  $\text{NO}_2$  способен взаимодействовать с  $\text{OH}$ -группами, входящими в состав фенолов биологического происхождения, к которым относятся аминокислота тирозин и гормоны адренергической нервной системы адреналин и норадреналин. В связи с этим мембраны клеток и нервные окончания в локусах сосудов, подверженных изменению скорости кровотока, будут испытывать воздействие нитрозативного стресса, связанного с повышенным образованием  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  и продуктов их превращения. Такой нитрозативный стресс может оказаться причиной повреждения эндотелия сосудов и нервных сплетений. Таким образом, в тех местах, где неравномерен ток крови и нарушается нервная трофика, предрасположенность сосудистой стенки к развитию атеросклероза может быть обусловлена нитрозативным стрессом, связанным с повышенным синтезом  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  и продуктов их превращений [16].

**Новые представления о роли вегетативной нервной системы и систем генерации оксида азота в сосудах мозга.** Как указывалось выше, циклы оксида азота, супероксидного анион-радикала [10-12, 26 – 37, 44 – 48, 136, 137] и вегетативная иннервация сосудов мозга [141] имеют большое значение для их защиты от образования атеросклеротических бляшек, ишемического и геморрагического инсульта [21 – 23]. Циклическая организация активных форм азота и кислорода переводит их соответственно в ионы  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и не допускает непосредственного взаимодействия  $\bullet\text{NO}$  и  $\bullet\text{O}_2$  и образования  $\bullet\text{NO}_2$  [16]. Вегетативная иннервация сосудов является постоянным источником поступления биофенолов, обладающих антиоксидантной и антирадикальной активностью (например, норадреналина, адреналина), концентрация которых, по крайней мере, в  $10^3$  раз выше, чем содержание этих веществ в плазме крови.

На материале ранних вскрытий (после внезапной смерти и погибших при несчастных случаях) с помощью нейростохимических методов было показано, что еще до

развития явных атеросклеротических изменений сосудистая стенка в местах разветвления сосудов претерпевает изменения, которые выражаются в снижении средней суммарной плотности адренергических нервных сплетений [21 – 23]. Кроме того, в участках сосудистой стенки, predisposed к атеросклерозу, отмечались явления деафферентации. В частности, было обнаружено значительное снижение количества барорецепторов – инкапсулированных чувствительных нервных окончаний, которые, как известно, в норме сигнализируют о внутрисосудистом давлении. Вместе с тем исследования показали, что процесс десимпатизации стенки сосуда и нарушение его нервной трофики предшествуют развитию его атеросклеротических изменений [21 – 23]. Каковы могут быть причины десимпатизации стенок сосудов и нарушения его нервной трофики?

В нормальных физиологических условиях циклическая организация оксида азота и супероксидного анион-радикала, как указывалось выше, предотвращает образование высокорекреационного соединения диоксида азота ( $\bullet\text{NO}_2$ ) [16]. Такая циклическая организация активных форм азота и кислорода защищает клетки и ткани животных от повреждений [16, 27 – 37, 43 – 47]. В местах разветвления (бифуркации) сосудов, где выявляется максимальная активность NADPH-d/NO-синтазы [141] имеет место повышенное сдвиговое напряжение на эндотелий сосудов, а, следовательно, и образование повышенных концентраций  $\bullet\text{NO}$ . При любых патологических состояниях, связанных с воспалениями, гипоксией/ишемией, травмами головного мозга имеет место повышенное образование не только NO, но и  $\bullet\text{NO}_2$ , о чем свидетельствует присутствие нитротирозина, являющегося продуктом свободнорадикального (при участии  $\bullet\text{NO}_2$ ) нитрования тирозина [10, 142, 143]. Появление  $\bullet\text{NO}_2$  и нитротирозина может происходить в условиях нарушения циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала, когда избыточное количество  $\bullet\text{NO}$  не способно полностью превратиться в ионы  $\text{NO}_3^-$ , а сами молекулы  $\bullet\text{NO}$  могут вступать в непосредственное взаимодействие с кислородом и супероксидом, приводя к образованию  $\bullet\text{NO}_2$  [16]. Последний вследствие чрезвычайно высокой активности способен окислять практически все органические соединения, в том числе ненасыщенные жирные кислоты [10, 142, 143], повреждать мембраны клеток и субклеточных структур [90 – 92]. В работах [21 – 23, 141] предложена новая концепция, согласно которой симпатическая вегетативная нервная система (ВНС), с ее медиаторами норадреналином и адреналином, обладающими антиоксидантными и антирадикальными свойствами, защищает клетки сосудов крови от повреждений, вызванных нарушениями циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала и образованием высокотоксичного и реакционноспособного диоксида азота ( $\bullet\text{NO}_2$ ). Предлагаемая концепция объясняет природу молекулярных механизмов, при помощи которых ВНС способна защищать клетки сосудов крови от патологических процессов, вызванных активацией свободно-радикальных реакций и появлением высокотоксичного и реакционноспособного  $\bullet\text{NO}_2$  [16 – 19].

**Какие соединения являются ключевыми в осуществлении нормальных регуляторных процессов?** Активность и физическое состояние клетки, как указывалось выше, определяется в основном соотношением доноров и акцепторов электронов (А. Сент-Дьердьи) [9]. Основными акцепторами электронов в живых организмах являются кислород ( $\text{O}_2$ ) и нитратные/нитритные ионы ( $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ ) [10 – 12]. Эти соединения и продукты их превращения участвуют в

циклических процессах (циклы оксида азота и супероксидного анион-радикала [10 – 12, 26 – 37, 46 – 47, 144]), не нарушая и не повреждая при этом основные клеточные [55 – 57], субклеточные биохимические и молекулярные структуры [76 – 98]. При нарушениях циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала происходит активация образования высокорекреационного диоксида азота и пероксинитритов [16]. Эти процессы активируются при различных патологических процессах и большинстве известных заболеваний [51 – 135]. В связи с этим у людей с нарушенной регуляцией (нарушенными циклами) вариация геомагнитных полей вызывает негативное влияние. Такие люди испытывают неприятные ощущения, а в тяжелых случаях – инфаркты, инсульты и развитие патологических состояний вплоть до наступления летального исхода [138 – 140]. У здоровых людей с нормальными регуляторными механизмами биохимические и физиологические показатели поддерживаются в пределах физиологической нормы, при этом негативных реакций не наблюдается. *Наличие высокой концентрации ионов  $\text{Fe}^{2+}$ , входящих в состав крови, а также ключевых ферментов, участвующих в процессах дыхания и энергетических процессах, синтеза оксида азота – NO-синтазные и нитритредуктазные системы ( $\text{Hb}^{2+}$ ,  $\text{Mb}^{2+}$ , цит P-450, цит a+a<sub>3</sub>), а также наличие SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов, участвующих в обратимом окислении/восстановлении SH-/S-S-групп, циклических превращениях этих веществ и газотрансмиттеров, вторичных посредников систем внутри- и межклеточной сигнализации создает условия для того, чтобы именно эти соединения стали мишенями гелио- и геомагнитных изменений. Концентрация указанных выше веществ, мишеней гелио- и геомагнитных вариаций, в крови может достигать  $10^3$  М и выше, благодаря которым сосудистая система человека одной из первых ощущает последствия гелиогеофизических возмущений. Развиваемые нами представления хорошо согласуются с экспериментальными исследованиями Ямшанова В.А. и его коллег, показавших влияние вариаций геомагнитного поля на здоровье человека [146], состояние лейкоцитов крови здоровых и онкологических больных [147], образование оксида азота в выдыхаемом воздухе [148], циркадную (циркадианную) активность эпифиза [149], а также ферромагнитного экранирования природных электромагнитных полей на гематологические и токсикогенные показатели животных [150 – 153]. Таким образом, мы полагаем, что именно железо, входящее в состав активных центров дыхательных белков и ферментов является мишенью гео- и гелиомагнитных вариаций. Через  $\text{Fe}^{2+}$  – содержащие белки/ферменты, а также SH-группы, способные к обратимому окислению/восстановлению акцепторы электронов ( $\text{O}_2$  и продукты их превращения, NO и продукты его превращения) осуществляют регуляцию внутри-, межклеточных и физиологических реакций [30 – 39].*

**На пути к созданию общей теории влияния космической погоды на организм человека: новая концепция.** Предлагается новая концепция механизмов влияния гео- и гелиомагнитных вариаций на биохимические и физиологические процессы в живых организмах. Эта концепция согласуется с ранее предложенной обобщенной концепцией нормальных физиологических и патологических процессов [17 – 19], а также с теориями нормы, гармонии («красы») и дисгармонии («дискразии», патологии), которые были предложены разными авторами на протяжении более 2000 лет [24]. Согласно нашим представлениям влияние



гео- и гелиомагнитных вариаций на биохимические и физиологические процессы в живом организме обусловлено, прежде всего, *наличием высокой концентрации ионов  $Fe^{2+}$* , входящих в состав ключевых ферментов, участвующих в процессах дыхания (кислородного и нитратно-нитритного) [5 – 8], синтеза оксида азота – NO–синтазные и нитритредуктазные системы ( $Hb^{2+}$ ,  $Mb^{2+}$ , цит P-450, цит a+a<sub>3</sub>) [25 – 39, 144], а также *наличием SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов*, участвующих в обратимом окислении/восстановлении SH-/S-S-групп [40 – 42], циклических превращениях этих веществ и газотрансмиттеров [13-15, 43 – 48], вторичных мессенжеров систем внутри- и межклеточной сигнализации [38, 39]. Участие NO в реализации клеточного ответа осуществляется в значительной степени через гемсодержащую растворимую гуанилатциклазу ( $Fe^{2+}$  – содержащий фермент и его SH-группы, способные к обратимому окислению и нитрозилированию), и cGMP, концентрация которого зависит от активности растворимой гемсодержащей гуанилатциклазы [39]. Предполагается, что железосодержащие дыхательные белки и ферменты, способные к синтезу NO, задают с помощью циклических процессов ритм в герцовом диапазоне, способный приходить в резонансное состояние под влиянием геомагнитных полей [8].

Развитие патологий, согласно учению древних ученых и врачей *состоит в переходе от гармонии к дисгармонии между субстанциями и их компонентами; в соответствии с гуморальными теориями Гиппократ и Рокитанского – в нарушении баланса – дискразиями, а в соответствии с теорией Р. Вирхова, патология всегда происходит на фоне нарушения регуляторных процессов в клетках*. За всеми этими процессами, с нашей точки зрения, стоят *нормальные циклические регуляторные процессы*, обеспечивающие концентрацию форменных элементов крови, а также физиологически активных веществ в крови и тканях организма в пределах физиологической нормы [10, 25 – 39, 49]. Поскольку все регуляторные процессы подразумевают наличие замкнутой обратной связи (сигнал с выхода поступает на вход), то циклические и периодические процессы являются фундаментом всех нормальных физиологических процессов [10 – 12, 17 – 20, 25 – 39], а их нарушение ведет к началу развития патологических процессов [16, 43 – 48]. Наша концепция хорошо согласуется с *идеями нервизма и теорией нервно-дистрофического процесса А.Д. Сперанского* [50], который сопровождает многие патологические процессы [51 – 135]. Более подробно это согласование было рассмотрено выше, в подразделах, посвященных *нервно-дистрофическому процессу в местах бифуркации сосудов и образованию атеросклеротических бляшек*, а также при описании *новых представлений о роли вегетативной нервной системы и систем генерации оксида азота в сосудах мозга*.

**Заключение.** Физики, химики и биологи давно уже обнаружили, что существует множество сложных и очень точных законов Природы на всех структурно-функциональных уровнях [10 – 12, 16 – 20, 49]. Однако все эти законы подчиняются некоторым общим принципам, которые, так или иначе, содержатся в каждом законе. Это обобщение навело исследователей на мысль, что в Природе существуют более фундаментальные утверждения (принципы), из которых, как следствие, можно вывести другие, менее фундаментальные утверждения (законы). Почему существует в Природе такой порядок? Почему на самые простые вопросы в науке часто труднее всего отве-

тить? Почему наиболее фундаментальные законы и принципы Природы оказываются вместе с тем самыми простыми и изящными? Почему самые простые и изящные законы почти всегда затрагивают основы наших знаний, а их решение нередко ведет к коренной перестройке установившихся представлений. Почему Природа позволяет нам по наблюдениям за одной ее частью догадываться о том, что происходит повсюду? И, наконец, существуют ли основные законы физики, химии или биологии, которые могли бы предопределить строение окружающего нас мира во всех масштабах – от самых малых и до самых больших – от атомных ядер до гигантских скоплений галактик?

Ранее были сформулированы и обоснованы концепции циклов оксида азота, супероксидного анион-радикала и антирадикальной защиты клеток, которые можно отнести к самым простым и изящным концепциям и теориям [49, 135, 136, 140, 141]. Эти концепции могут привести к коренной перестройке установившихся знаний, поскольку позволяют показать, что нарушения в циклах оксида азота и супероксидного анион-радикала могут лежать в основе многочисленных заболеваний. Эти концепции позволяют по наблюдениям за каждой конкретной болезнью увидеть общие закономерности, поскольку практически все заболевания протекают на фоне гипоксии/ишемии, воспалительных процессов, нарушения циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала и появления высокотоксичного диоксида азота ( $NO_2$ ).

Результаты наших исследований механизмов токсического действия нитритов на организм млекопитающих [142 – 144] были использованы рядом Министерств СССР, которые в дальнейшем привели к повышению средней продолжительности жизни в СССР на 3-5 лет в период 1983-1990 гг. Первые достоверные доказательства эффективности предпринятых мер были получены в начале 1983 г., а в конце этого же года, достижения Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР были отмечены академиком-секретарем П.Г. Костюком в Отчете «Физиологические науки в Академии наук СССР, 1963-1983» [145], как одно из наиболее важных (за 20-летний период) достижений, имеющих практическое значение. В дальнейшем оказалось, что повышение средней продолжительности жизни в СССР и России оказалось единственным не за 20 лет, а за 50-летний период 1960-2010 гг. [153]. Сочетанное воздействие факторов космической погоды и нитратно-нитритного фона через изменение функционирования клеточных структур могут оказывать влияние на течение многих заболеваний и продолжительность жизни [8], что особенно необходимо учитывать в группах людей с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, вплоть до наступления инфарктов и инсультов.

Таким образом, в настоящей работе, используя *принцип атомарного строения вещества, принцип циклическости и голографический принцип*, мы постарались подойти к формулировке и обоснованию *концепции или теории влияния космической погоды на организм человека*. Согласно развиваемой концепции влияние гелио- и геомагнитных вариаций на биохимические и физиологические процессы в живом организме обусловлено, прежде всего, *наличием высокой концентрации ионов  $Fe^{2+}$* , входящих в состав крови, а также ключевых ферментов, участвующих в процессах дыхания и энергетических процессах, синтеза оксида азота – NO–синтазные и нитритредуктазные системы ( $Hb^{2+}$ ,  $Mb^{2+}$ , цит P-450, цит a+a<sub>3</sub>), *наличием SH-содержащих низкомолекулярных соединений и белков/ферментов*,

участвующих в обратимом окислении/восстановлении SH-/S-S-групп, циклических превращениях этих веществ и газотрансмиттеров, вторичных посредников систем внутри- и межклеточной сигнализации. Концентрация указанных выше веществ, мишеней гелио- и геомагнитных вариаций, в крови может достигать  $10^3$  М и выше, благодаря которым сосудистая система человека одной из первых ощущает последствия гелиогеофизических возмущений. Участие NO в реализации клеточного ответа осуществляется в значительной степени через гемосодержащую растворимую гуанилатциклазу ( $Fe^{2+}$  – содержащий фермент и его SH-группы, способные к обратимому окислению и нитрозилированию), и cGMP, концентрация которого зависит от активности растворимой гемосодержащей гуанилатциклазы. Предлагаемая концепция является составной частью общей теории нормальных физиологических и патологических процессов [17 – 19]. Она хорошо согласуется с теори-

ями нормы, гармонии («крэзы») и дисгармонии («дискразии», патологии) от Гипократа, Цельса и Галена до Парацельса, Везалия и Гарвея, а также с последующими теориями нормальных и патологических процессов от К. Рокитанского, Р. Вирхова, А.Д. Сперанского и Г. Селье до П.К. Анохина, Н.П. Бехтеревой, Г.Н. Крыжановского, Ф.З.Меерсона и В.Н. Титова. Эта концепция хорошо согласуется с представлениями, которые развивал Владимир Александрович Ямшанов (1946 – 2016) [146 – 152] и являются составной частью общей теории нормальных физиологических и патологических процессов [17 – 19], которые развивает автор этой статьи со своими соавторами на страницах журнала Евразийское Научное Объединение [153 – 164] и в других публикациях, в обзорах и экспериментальных статьях [11 – 39, 43 – 49, 51 – 68, 70 – 72, 75 – 144].

### Литература:

1. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль. 1976. 368 С.
2. Бреус Т.К., Халберг Ф., Корнелиссен Ж. Влияние солнечной активности на физиологические ритмы биологических систем // Биофизика. 1995. Т.40. №4. С.737-748.
3. Вишлорези Дж., Бреус Т.К., Дорман Д.И. и др. The influence of geophysical and social effects on the incidences on clinically serious medical pathologies (myocardial infarction and stroke) // Биофизика. 1995. Т.40. №5. С.983.
4. Шумилов О.И., Касаткина Е.А., Еникеев А.В. и др. Исследование воздействия геомагнитных возмущений в высоких широтах на внутриутробное состояние плода методом кардиотокографии // Биофизика. 2003. Т.48. №2. С.374 – 379.
5. Ионова В.Г., Сазанова Е.А., Сергеевко Н.П. и др. Реакция организма человека на гелиогеографические возмущения // Биофизика. 2003. Т.48. №2. С.380 – 384.
6. Самсонов С.Н. Параметры космической погоды и состояние сердечно-сосудистой системы человека: групповые и популяционные эффекты // Биотропное воздействие космической погоды. М.: ИЗМИРАН, 2010. С.69-90.
7. Швалев В.Н., Рогоза А.Н., Тарский Н.А. и др. Внезапная сердечная смерть и морфофункциональная диагностика предшествующих возрастных нейродистрофических изменений организма // Тихоокеанский медицинский журнал. 2017. №1. С.98 – 100.
8. Паршина С.С., Самсонов С.Н., Реутов В.П., Сорокина Е.Г. XXI в.: космическая погода и нитратно-нитритный фон существования современного человека // В сборнике: Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. Материалы Международной конференции: Весенняя сессия. Под ред. Е.Л. Глориозова 2017. С.133-135.
9. Сент-Дьердьи А. Биоэлектроника. Исследование в области клеточной регуляции, защитных механизмов и рака. М.: Мир. 1971. 79 с.
10. Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Охотин В.Е., Косицын Н.С. Циклические превращения оксида азота в организме млекопитающих. М.: Наука. 1997. 156 с.
11. Реутов В.П. Биохимическое предопределение NO-синтазной и нитритредуктазной компонент цикла оксида азота // Биохимия. 1999. Т. 64. № 5. С. 634–651.
12. Реутов В.П. Цикл оксида азота в организме млекопитающих и принцип цикличности // Биохимия. 2002. Т. 67. № 3. С. 353–376.
13. Гусакова С.В., Ковалев И.В., Смаглий Л.В. и др. Газовая сигнализация в клетках млекопитающих // Успехи физиологических наук. 2015. Т.46. №4. С.53-73.
14. Сукманский О.И., Реутов В.П. Газотрансмиттеры: физиологическая роль и участие в патогенезе заболеваний // Успехи физиологических наук. 2016. Т.47. №3. С.30-58.
15. Гусакова С.В., Смаглий Л.В., Бирулина Ю.Г. и др. Молекулярные механизмы действия газотрансмиттеров NO, CO и H<sub>2</sub>S в гладкомышечных клетках и влияние NO-генерирующих соединений (нитратов и нитритов) на среднюю продолжительность жизни // Успехи физиологических наук. 2017. Т. 48. № 1. С.24-52.
16. Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Швалев В.Н. и др. Возможная роль диоксида азота, образующегося в местах бифуркации сосудов, в процессах их повреждения при геморрагических инсультах и образовании атеросклеротических бляшек // Успехи физиологических наук. 2012. Т.43. № 4. С. 73–93.
17. Реутов В.П. К общей теории физиологических и патологических процессов. Новая концепция // В сб.: «Новые информационные технологии в медицине, биологии и экологии. Труды межд. конф. IT+M&Ec 2016» (Гурзуф 02.06.-12.06.2016) под ред. проф. Е.Л. Глориозова. 2016. С.113-126.
18. Реутов В.П. Обобщающая концепция развития атеросклероза // В сборнике: Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. Материалы Международной конференции: Весенняя сессия. Под ред. Е.Л. Глориозова 2015. С.133-135.

19. *Реутов В.П.* Симпатическая нервная система и антирадикальная защита клеток // В сборнике: Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. Материалы Международной конференции: Весенняя сессия. Под ред. Е.Л. Глориозова 2015. С.144-159.
20. *Реутов В.П.* Эволюция, рекапитуляция, диссолюция. Новая концепция: обратимый переход от кислородного дыхания к дыханию нитратно-нитритному как возврат к более древним формам функциональных отношений при старении и развитии патологических состояний // Евразийское научное объединение. 2017. Т.1 №7(29). С.33-41.
21. *Швалев В.Н., Реутов В.П., Рогоза А.Н. и др.* Анализ возрастных изменений нервной трофики сердечно сосудистой системы в норме и в условиях патологии // Морфологические ведомости. 2012. №3. С.6-11.
22. *Швалев В.Н., Реутов В.П., Рогоза А.Н. и др.* Развитие современных представлений о нейрогенной природе кардиологических заболеваний // Тихоокеанский медицинский журнал. 2014. №1. С. 10-14.
23. *Швалев В.Н., Рогоза А.Н., Реутов В.П. и др.* Развитие традиций казанской медицинской школы – изучение морфологических основ нервной трофики // Казанский медицинский журнал. 2014. Т.95. №2. С. 175-180.
24. *Лисицын Ю.П.* История медицины. М.: Геотар-Мед. 2004. 400 с.
25. *Реутов В.П.* Роль гемосодержащих белков в системах внутриклеточной сигнализации в норме и при инсультах // Евразийское научное объединение. 2015. Т.1.№11(11). С.57-63.
26. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Охотин В.Е., Косицын Н.С.* Циклические превращения оксида азота в организме млекопитающих. М.: Наука. 1998. 156 с.
27. *Реутов В.П.* Цикл окиси азота в организме млекопитающих // Успехи биол. химии. 1995. Т. 35. С. 189–228.
28. *Реутов В.П., Гоженко Е.А., Охотин В.Е. и др.* Роль оксида азота в регуляции работы миокарда: цикл оксида азота и NO-синтазные системы в миокарде // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2007. Т. 10. №4. С. 89–112.
29. *Реутов В.П., Каюшин Л.П., Сорокина Е.Г.* Физиологическая роль цикла окиси азота в организме человека и животных // Физиология человека. 1994. Т.20. №3. С.165-174.
30. *Реутов В.П., Каюшин Л.П., Сорокина Е.Г.* Цикл окиси азота как адаптационный механизм при гипоксии организма // Успехи физиологических наук. 1994. Т.25. №4. С.36.
31. *Реутов В.П., Охотин В.Е., Шуклин А.В. и др.* Оксид азота (NO) и цикл NO в миокарде: молекулярные, биохимические и физиологические аспекты // Успехи физиологических наук. 2007. Т.38. № 4. С. 39–58.
32. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г.* Цикл окиси азота – новый метаболический цикл, участвующий в регуляции внутриклеточной сигнализации // Мол. биол. 1998. Т. 32. № 2. С. 377–378.
33. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г.* NO-Синтазная и нитритредуктазная компоненты цикла оксида азота // Биохимия. 1998. Т. 63. № 7. С.1029–1040.
34. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г.* Проблема оксида азота в биологических системах: от NO-синтазных и нитритредуктазных систем в организме млекопитающих к циклу оксида азота, принципу цикличности и механизмам, лежащих в основе многочисленных заболеваний // Евразийское научное объединение. 2016. Т.1.№1(13). С.49-55.
35. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Гоженко А.И. и др.* Цикл оксида азота как механизм стабилизации содержания NO и продуктов его превращения в организме млекопитающих // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2008. Т.11. №8. С.22-28.
36. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Каюшин Л.П.* Цикл окиси азота и нитритредуктазная активность гемосодержащих белков в организме млекопитающих // Вопр. мед. химии. 1994. Т.40. № 6. С.31-35.
37. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Косицын Н.С.* Проблемы оксида азота и цикличности в биологии и медицине // Успехи современной биологии. 2005. №1. С. 41-65.
38. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Пинелли В.Г. и др.* Участвуют ли нитритные ионы в регуляции систем внутри- и межклеточной сигнализации? // Вопр. мед. химии. 1994. Т.40. №6. С.27-30.
39. *Реутов В.П., Орлов С.Н.* Физиологическое значение гуанилатциклазы и роль окиси азота и нитросоединений в регуляции активности этого фермента // Физиол. человека. 1993. Т.19. №1. С.124–137.
40. *Кулинский В.И., Колесниченко Л.С.* Биологическая роль глутатиона // Успехи современной биологии. 1990. Т.110.№1.С.20 - 32.
41. *Кулинский В.И., Колесниченко Л.С.* Обмен глутатиона // Успехи биологической химии. 1990. Т.31.С.157 - 179.
42. *Кулинский В.И., Колесниченко Л.С.* Система глутатиона. Другие ферменты, тио- дисульфидный обмен. Воспаление, иммунитет, функции // Биомедицинская химия. 2009. Т.55. №4. С. 365 – 379.
43. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Косицын Н.С., Охотин В.Е.* Проблема оксида азота в биологии и медицине и принцип цикличности. М.: УРСС. 2003 б. 94 с.
44. *Reutov V.P.* Biochemical predetermination of the NO synthase and nitrite reductase components of the nitric oxide cycle // Biochemistry (Moscow). 1999. V.64. №5. P.528-542.
45. *Reutov V.P.* Nitric oxide cycle in mammals and the cyclicity principle // Biochemistry (Moscow). 2002. V.67. №3. P.293-311.
46. *Reutov V.P., Kayushin L.P., Sorokina E.G.* Physiological role of nitric oxide cycle in human and animal organism // Human Physiology. 1994. V.20. P. 219-229.
47. *Реутов В.П.* Исследование механизмов регуляторного и токсического действия нитритов и NO-генерирующих веществ в биологических системах: Автореф. .... дис. докт. биол. наук. М.: Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. 2004. 79 с.
48. *Lundberg J.O., Gladwin M.T., Ahluwalia A. et al.* Nitrate and nitrite in biology, nutrition and therapeutics // Nat Chem Biol. 2009. V. 5. № 12. P. 865-869.
49. *Реутов В.П., Шехтер А.Н.* Как в XX в. физики, химики и биологи отвечали на вопрос: что есть жизнь? // Успехи физических наук. 2010. Т.180. №4. С. 393-414.

50. Сперанский А.Д. Элементы построения теории медицины. М.: ВИЭМ. 1937. 343 с. (Доп. тираж).
51. Ажипа Я.И., Реутов В.П., Каюшин Л.П. Экологические и медико-биологические аспекты проблемы загрязнения окружающей среды нитратами и нитритами // Физиология человека. 1990. Т. 20. №3. С. 165 - 174.
52. Байдер Л.М., Реутов В.П., Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Сорокина Е.Г., Кошелев В.Б., Фадюкова О.Е., Жумабаева Т.Т., Комисарова Л.Х., Пинеллис В.Г., Косицын Н.С., Куроптева З.В. Исследование методом ЭПР влияния гипоксии на образование оксида азота (NO) в крови крыс линии Крушинского-Молодкиной // Биофизика. 2009. Т.54. №5. С. 894-899.
53. Бердиев У.Б., Реутов В.П., Вишневецкий Е.И., Каюшин Л.П., Шекшеев Э.М. Применение автоматизированного метода ЭПР спектроскопии для изучения влияния пестицидов и нитритов на парамагнитные свойства крови млекопитающих // Биофизика. 1990. Т.35. №2. С.382-383.
54. Гранстрем О.К., Сорокина Е.Г., Салькина М.А. и др. Кортексин: нейропротекция на молекулярном уровне // Нейроиммунология. 2010. Т.8. №1-2.С. 34-40.
55. Дьяконова Т.Л., Реутов В.П. Нитриты блокируют  $Ca^{2+}$ -зависимое привыкание нейронов на уровне электровозбудимой мембраны: возможная роль окиси азота // Вопр. мед. химии. 1994. Т.40. №6. С. 20-25.
56. Дьяконова Т.Л., Реутов В.П. Влияние нитрита на возбудимость нейронов мозга виноградной улитки // Росс. Физиол. Журн. Им. И.М. Сеченова. 1998. Т. 84. №11.С. 1264-1272.
57. Зенков Н.К., Меньщикова Е.Б., Реутов В.П. NO-синтазы в норме и при патологии различного генеза // Вестник РАМН. 2000. №4. С.30-34.
58. Ильницкий А.П., Реутов В.П., Рыжова Н.И. и др. Модифицирующее действие нитритов на легочный blastomagenез и вирусный лейкозогенез у мышей: возможная роль окиси и двуокиси азота // Вестник Российской академии медицинских наук. 2000. №4. С.30-34.
59. Кондакова И.В., Загребельная Г.В., Реутов В.П. Влияние пероксидных радикалов и оксида азота на пролиферирующую активность опухолевых клеток // Известия национальной академии наук Беларуси. Сер. мед.-биол. наук. 2003. №1.С. 78-82.
60. Косицын Н.С., Реутов В.П., Свинов М.М. и др. Механизм морфо-функциональных изменений клеток тканей млекопитающих при гипоксии // Мол. биол. 1998. Т. 32. № 2. С. 369–370.
61. Кошелев В.Б., Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Реутов В.П. Снижение под влиянием ингибитора NO-синтазы защитного эффекта от барокамерной адаптации к гипоксии у крыс линии К–М // Новости мед.-биол. наук. 2004. №1. С. 41–43.
62. Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Дьяконова В.Е., Реутов В.П. Влияние ингибиторов индуцибельной и нейрональной NO-синтаз на развитие аудиогенных стрессорных повреждений у крыс линии Крушинского-Молодкиной // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2010. Т. 150. № 7. С. 38–41.
63. Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Дьяконова В.Е., Реутов В.П. Влияние ингибиторов нейрональной и индуцибельной NO-синтаз на развитие геморрагического инсульта в эксперименте // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014. Т.114. №8-2. С.21-27.
64. Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Дьяконова В.Е., Реутов В.П. Ингибиторы нейрональной и индуцибельной NO-синтаз усиливают протекторный эффект кратковременной адаптации к гипоксии у крыс линии Крушинского-Молодкиной // Известия РАН. Серия биол. 2015. №1. С.77-85.
65. Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Кошелев В.Б., Реутов В.П. Ингибиторы нейрональной и индуцибельной NO-синтаз усиливают протекторный эффект кратковременной адаптации к гипоксии у крыс линии КМ в условиях акустической экспозиции // Патогенез. 2008. № 3. С. 68–69.
66. Крушинский А.Л., Кузенков В.С., Реутов В.П. и др. Влияние L-аргинина на развитие стрессорных повреждений у крыс линии К–М // Новости медико-биол. наук. 2004. № 1. С. 61–64.
67. Крушинский А.Л., Реутов В.П., Кузенков В.С. и др. Оксид азота участвует в защитном эффекте от акустического стресса при кратковременной адаптации крыс линии Крушинского-Молодкиной к гипоксии // Изв. РАН. сер. биол. 2007. №3. С. 329–335.
68. Крушинский А.Л., Реутов В.П., Кузенков В.С. и др. Влияние NO-генерирующего соединения и ингибитора NO-синтазы на реализацию механизмов кратковременной адаптации к гипоксии у крыс линии Крушинского-Молодкиной // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2007. Т.10. №4. С.117-123.
69. Крыжановский Г.Н. Фундаментальные механизмы и общие закономерности дизрегуляторной патологии нервной системы // Дизрегуляторная патология нервной системы / под ред. Гусева Е.И., Крыжановского Г.Н. М.: ООО Мед. информ. Агентство, 2009. С. 100-106.
70. Кузенков В.С., Крушинский А.Л., Реутов В.П. Влияние нитрата натрия на развитие неврологического дефицита у крыс при неполной глобальной ишемии мозга // Вестн. Моск. Ун-та. Биология. 2011. Т.16. № 1. С. 3–6.
71. Кузенков В.С., Крушинский А.Л., Реутов В.П. Влияние нитрата калия на неврологические нарушения при экспериментальной ишемии мозга // Вестн. Моск. Ун-та. Биология. 2012. Т. 16. № 4. С. 3–6.
72. Кузенков В.С., Реутов В.П., Крушинский А.Л. и др. Оксид азота вносит положительный вклад в протекторное действие кратковременной адаптации к гипоксии на развитие стрессорных повреждений у крыс линии Крушинского-Молодкиной // Вестник Московского университета. Биология. 2010. Т. 16. №1. С. 3–7.
73. Кузнецова Л.В., Ветрилэ Л.А., Клишина Н.Ю., Карпова М.Н. Влияние антител к глутамату на судорожную реакцию мышей С57Bl/6 при хроническом эпилептогенезе // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2011. № 3. С. 21-24.
74. Кузнецова Л.В., Карпова М.Н., Ветрилэ Л.А. и др. Влияние системного введения антител к глутамату на острую судорожную реакцию мышей С57Bl/6 // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2009. № 1. С. 33-35.

75. Куроптева З.В., Реутов В.П., Байдер Л.М., Крушинский А.Л., Полетаева И.И. Образование Hb-NO комплексов в крови и мозге крыс после гипобарической гипоксии // Евразийское научное объединение. 2016. Т.1.№1(13). С.55-60.
76. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.В., Чайлахян Л.М. Сравнительный анализ пластичности нейро-нейронных и нейро-глиальных инкапсулирующих взаимодействий молекулярного слоя изолированного мозжечка лягушки в условиях избытка L-глутамата и NO-генерирующего соединения // Докл. РАН. 2003. Т. 393. № 5. С. 698–702.
77. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.В., Чайлахян Л.М. Два типа реакции глиальных клеток на стимуляцию параллельных волокон на фоне NO-генерирующего соединения как морфологическое проявление физиологической активности двух типов астроцитов в мозжечке лягушки // Докл. РАН. 2005. Т. 401. № 3. С. 419–423.
78. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.В., Чайлахян Л.М. Glu- и NO-комплементарность межклеточного взаимодействия в главных синапсах изолированного мозжечка лягушки // Морфология. 2006. Т. 129. № 2. С. 53–54.
79. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.П., Чайлахян Л.М. Нейроглиальный химический синапс в мозжечке взрослой лягушки // Докл. РАН. 2010. Т. 432. №2. С. 276–280.
80. Ларионова Н.П., Самосудова Н.П., Реутов В.П., Чайлахян Л.М. Сравнительное исследование изменения количественных характеристик структуры молекулярного слоя мозжечка лягушки *Rana Temporaria* под влиянием L-глутамата и NO-генерирующего соединения // Докл. РАН. 1999. Т. 369. № 6. С. 836 – 839.
81. Ларионова Н.П., Самосудова Н.В., Реутов В.П., Чайлахян Л.М. Сравнительное исследование изменений структуры нейрон-нейронного взаимодействия в молекулярном слое мозжечка под влиянием L-глутамата и NO-генерирующего соединения // Докл. РАН. 2001. Т. 376. № 5. С. 701–706.
82. Меньшикова Е.Б., Зенков Н.К., Реутов В.П. Оксид азота и NO-синтазы в организме млекопитающих при различных функциональных состояниях // Биохимия. 2000. Т.65. №4. С. 485–503.
83. Пинелис В.Г., Сорокина Е.Г., Реутов В.П. и др. Влияние токсического воздействия глутамата и нитрита на содержание циклического ГМФ в нейронах и их выживаемость // Докл. РАН. 1997. Т. 352. № 2. С. 259–261.
84. Салькина М.А., Сорокина Е.Г., Красильникова И.А. и др. Влияние селективных ингибиторов нейрональной и индуцибельной NO-синтаз на содержание АТФ и выживаемость культивируемых нейронов мозжечка крысы при гиперстимуляции глутаматных рецепторов // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2013. Т.155. №1. С.47-50.
85. Самосудова Н.В., Реутов В.П. Аутотипические септальные контакты глиальных клеток мозжечка как компенсаторно-приспособительная реакция в условиях токсического воздействия глутамата и NO-генерирующего соединения // Биологические мембраны. 2013. Т.30. № 1. С.14-20.
86. Самосудова Н.В., Реутов В.П. Пластические перестройки ультраструктуры мозжечка при токсическом воздействии глутамата и NO-генерирующего соединения // Морфология. 2015. Т.148. №5. С. 32-37.
87. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Крушинский А.Л. и др. Влияние двигательной активности на ультраструктуру нейронов мозжечка, неврологические нарушения и выживаемость крыс линии Крушинского—Молодкиной при развитии у них геморрагического инсульта // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2012. Т. 153. № 6. С. 806–811.
88. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Крушинский А.Л. и др. Влияние двигательной активности на ультраструктуру нейронов мозжечка, неврологические нарушения и выживаемость крыс линии Крушинского—Молодкиной при развитии у них геморрагического инсульта // Бюлл. эксперим. биол. и мед. 2012. Т. 153. № 6. С. 806–811.
89. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Оксид азота как модулятор контрастности основных элементов цитоскелета // Цитология. 2000. Т. 42. № 1. С. 72–78.
90. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Нейрон-глиальные взаимодействия в условиях повреждения нейронной сети мозжечка под влиянием глутамата и оксида азота // Известия ТГРУ. 2001 г. № 4. С. 369–370.
91. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Нейро-глиальные контакты в молекулярном слое мозжечка при стимуляции параллельных волокон в присутствии оксида азота (модель инсульта) // Морфология. 2006. Т. 129. № 2. С. 84.
92. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Изменение ультраструктуры синаптических пузырьков глутаматергических синапсов под воздействием NO-генерирующего соединения  $\text{NaNO}_2$  // Бюлл. эксперим. биол. и мед. 2008. Т. 146. № 7. С. 13 – 17.
93. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Роль гликогена отростков глиальных клеток мозжечка в условиях его повреждения нитритом натрия // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2010. Т. 150. № 8. С. 212–215.
94. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Слияние клеток-зерен мозжечка лягушки при токсическом воздействии глутамата и NO-генерирующего соединения // Морфология. 2011. Т.140. № 4. С. 13–17.
95. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Возможное участие оксида азота в межнейронном взаимодействии // Докл. РАН. 2001. Т. 378. № 3. С. 417–420.
96. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. О возможной защитной роли аутотипических контактов при повреждении нейронной сети мозжечка токсическими дозами NO-генерирующего соединения // Цитология. 2005. Т. 47. № 3. С. 214–219.
97. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Нейро-глиальные контакты, образующиеся в мозжечке при электрической стимуляции в присутствии NO-генерирующего соединения // Морфология. 2007. Т. 131. № 2. С. 53–58.
98. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Образование нейроглиальных контактов при электрической стимуляции и воздействии NO-генерирующего соединения // Актуальные вопросы транспортной медицины. 2007. Т. 9. № 3. С. 127–134.
99. Семенова Ж.Б., Сорокина Е.Г., Базарная Н.В. и др. Аутоантитела к глутаматным рецепторам и метаболические продукты оксида азота в сыворотке крови детей при гипоксии, вызванной разной степенью тяжести черепно-мозговой травмы // Физиол. журнал. (Киев). 2008. Т.54. №4. С. 89-90.

100. *Сорокина Е.Г., Карасева О.В., Иванова Т.Ф. и др.* Содержание эритропоэтина в крови детей, перенесших черепно-мозговую травму // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2014. Т.6. №4. С.378-380.
101. *Сорокина Е.Г., Пинелис В.Г., Базарная Н.А. и др.* Нейроиммунологические аспекты острого и отдаленного периода черепно-мозговой травмы // Нейроиммунология. 2005. Т.3. №2. С.152-153.
102. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Винская Н.П. и др.* Частичное ингибирование цитохромоксидазы митохондрий в нейронах мозжечка защищает их от повреждений при действии токсических доз глутамата и нитрита // Вести национальной академии наук Беларуси. Серия медико-биологических наук. 2003. №2. С.59-63.
103. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Гранстрем О.К. и др.* Возможная роль оксида азота в повреждении глутаматных рецепторов при эпилепсии // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия медико-биологических наук. 2002. № 1. С.18–22.
104. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Гранстрем О.К. и др.* Изучение механизмов образования аутоантител при эпилепсии и гипоксии // Нейроиммунология. 2003. Т. 1. № 2. С.137–138.
105. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Пинелис В.Г., Коршунова Т.С.* Взаимосвязь между содержанием окиси азота, циклического гуанозинмонофосфата и эндотелина в крови при нитритной гипоксии // Успехи физиологических наук. 1994. Т.25. №4. С.70-71.
106. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Пинелис В.Г. и др.* Роль оксида азота в образовании аутоантител к рецепторам глутамата // Нейроиммунология. 2002. Т.1. №1. С.267–269.
107. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Пинелис В.Г. и др.* Механизм потенцирующего действия альбумина при токсическом воздействии глутамата: возможная роль окиси азота // Биологические мембраны 1999. Т. 16. № 3. С. 318–323.
108. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Пинелис В.Г., Коршунова Т.С.* Взаимосвязь между содержанием окиси азота, циклического гуанозинмонофосфата и эндотелина в крови при нитритной гипоксии // Успехи физиологических наук. 1994. Т.25. №4. С.70-71.
109. *Сорокина Е.Г., Реутов В.П., Сенилова Я.Е. и др.* Изменение содержания АТФ в зернистых клетках мозжечка при гиперстимуляции глутаматных рецепторов: возможное участие NO и нитритных ионов // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2007. №4. С. 419-422.
110. *Сорокина Е.Г., Семенова Ж.Б., Алатырцев В.В. и др.* Нейромаркеры и аутоантитела к нейрофункциональным белкам в оценке тяжести и прогноза черепно-мозговой травмы у детей // Аллергология и иммунология. 2009. Т. 10. № 2. С. 280–281.
111. *Сорокина Е.Г., Семенова Ж.Б., Базарная Н.А. и др.* Аутоантитела к рецепторам глутамата и продукты метаболизма оксида азота в сыворотке крови детей в остром периоде черепно-мозговой травмы // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2008. Т.108. №3. С.67-72.
112. *Сорокина Е.Г., Семенова Ж.Б., Гранстрем О.К. и др.* Белок S100B и аутоантитела к нему в диагностике повреждений мозга при черепно-мозговой травме у детей // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2010. Т. 110. № 8. С. 25–30.
113. *Сорокина Е.Г., Семенова Ж.Б., Карасева О.В. и др.* Повреждение и регенерация мозга при легкой и тяжелой черепно-мозговой травме у детей // В сб.: Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. Материалы Международной конференции: Весенняя сессия. Под ред. Е.Л. Глоризова 2015. С.139-144.
114. *Фадюкова О.Е., Кузенков В.С., Реутов В.П. и др.* Антистрессорное и ангиопротекторное влияние оксида азота на крыс линии Крушинского-Молодкиной, генетически предрасположенных к аудиогенной эпилепсии // Российский Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2005. Т. 90. № 1. С. 89–96.
115. *Швалев В.Н., Реутов В.П., Порога А.Н.* Нервная трофика и механизмы ее нарушения при сердечно-сосудистых заболеваниях: возможная роль оксида и диоксида азота // Евразийское научное объединение. 2016. Т.1.№1(15). С.77-82.
116. *D'yakonova T.L., Reutov V.P.* The effects of nitrite on the excitability of brain neurons in the common snail // Neurosci. Behav. Physiol. 2000. V.30.№2. P.179-186.
117. *Ilnitskii A.P., Reutov V.P., Kolpakova A.S., et al.* Modifying effect of nitrites on pulmonary blastogenesis and viral leukogenesis in mice: role of nitric oxide and dioxide // Vestn. Ross. Akad. Med. Nauk. 2000. №7. P.11-16.
118. *Ilnitsky A.P., Ryzhova N.I., Kolpakova A.S., et al.* Urethane-induced pulmonary adenoma and Rausher's leukemia modified by sodium nitrite in mice: a possible role for nitric oxide and nitric dioxide // Experimental Oncology. 1997. V.19. №2. P. 101-109.
119. *Krushinskii A.L., Kuzenkov V.S., Dyakonova V.E., Reutov V.P.* Effects of inhibitors of inducible and neuronal NO synthases on the development of audiogenic stress-induced damage in Krushinskii-Molodkina rats // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2010. V.150. №1. P.32-35.
120. *Krushinsky A.L., Kuzenkov V.S., Dyakonova V.E., Reutov V.P.* Inhibitors of neuronal and inducible nitric oxide synthase enhance the protective effect of short-term adaptation to hypoxia in Krushinsky-Molodkina rats // Biology Bulletin. 2015. V.42. №1. P. 67-73.
121. *Krushinsky A.L., Kuzenkov V.S., Reutov V.P. et al.* Nitric oxide is involved in the protective effects of short-term adaptation to hypoxia in the course of stress-induced disorders in Krushinsky-Molodkina rats // Biology Bulletin. 2007. V.34. N3. P.271-276.
122. *Menshikova E.B., Zenkov N.K., Reutov V.P.* Nitric oxide and NO-synthase in mammals in different functional states // Biochemistry (Moscow). 2000. V.65. №4. P.409-426.
123. *Reutov V.P., Krushinsky A.L., Kuzenkov V.S., Koshelev V.B.* Protective Effect of Hypoxic Preconditioning on Stress Resistance of Krushinsky-Molodkina Rats Genetically Prone to Audiogenic Epilepsy // Hypoxia Med. J. 2004. V. 12. № 3-4. P.51-54.

124. *Reutov V.P., Samosudova N.V., Larionova N.P., et al.* Cortixin and combination of nitrite with cortixin decrease swelling and destruction of cerebellar neurons in hemorrhagic stroke // *Doklady Biological Sciences*. 2009. V.426. №1. P.201-204.
125. *Reutov V.P., Sorokina E.G.* NO-synthase and nitrite-reductase components of nitric oxide cycle // *Biochemistry (Moscow)*. 1998. V.63. №7. P. 874-884.
126. *Reutov V.P., Sorokina E.G., Shvaley V.N. et al.* The possible role of nitrogen dioxide in the field of bifurcation of vessels in the processes of their damage in hemorrhagic strokes and the formation of atherosclerotic plaques // *Usp. Fiziol. Nauk*. 2012. V.43. №4. P.73-93.
127. *Samosudova N.V., Larionova N.P., Reutov V.P., Chailakhyan L.M.* Neuron-glia contacts formed in the cerebellum during electrical stimulation in the presence of an NO-generating compound // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2008. V.38. №4. P.363-368.
128. *Samosudova N.V., Reutov V.P.* Autotypical septal contacts of cerebellar glial cells as protective reaction under toxic action of glutamate and nitric oxide // *Biochemistry (Moscow). Supplement. Series A: Membrane and Cell Biology*. 2013. V.7. №2. P.157-162.
129. *Samosudova N.V., Reutov V.P.* Plastic reorganization of the ultrastructure of synapses in the cerebellum due to toxic effects of glutamate and NO-generating compound // *Morfologiya*. 2015. V.148. №5. P.32-37.
130. *Samosudova N.V., Reutov V.P., Krushinsky A.L., Kuzenkov V.S., Sorokina E.G.* Effect of locomotor activity on ultrastructure of cerebellar neurons neurological disturbance, and survival of Krushinsky-Molodkina rats with hemorrhagic stroke // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2012. V.153. №6. P.830-834.
131. *Sorokina E.G., Reutov V.P., Pinelis V.G. et al.* The mechanism of potentiation of the glutamate-induced neurotoxicity by serum albumin. A possible role of nitric oxide // *Membr. Cell Biol.* 2000. V.13. №3. P.389-396.
132. *Sorokina E.G., Reutov V.P., Senilova Ya.E. et al.* Changes in ATP content in cerebellar granule cells during hyperstimulation of glutamate receptors: possible role of NO and nitrite ions // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2007. V.143. №4. P.442-445.
133. *Sorokina E.G., Salykina M.A., Goryunova A.V. et al.* Autoantibodies to the  $\alpha 7$  subunit of the neuronal acetylcholine receptor in craniocerebral trauma in children // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2012. V.42. №7. P.740-744.
134. *Sorokina E.G., Semenova Zh.B., Bazarnaya N.A. et al.* Autoantibodies to glutamate receptors and products of nitric oxide metabolism in serum in children in the acute phase of craniocerebral trauma // *Neurosci. Behav. Physiol.* 2009. V.39. N4. P.329-334.
135. *Sorokina E.G., Storozhevych T.P., Senilova Ya.E. et al.* Effect of antibodies against AMPA glutamate receptors on brain neurons in primary cultures of the cerebellum and hippocampus // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2006. V.142. №1. P.51-54.
136. *Реутов В.П.* Медико-биологические аспекты циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала // *Вестн. РАМН*. 2000. № 4. С. 35–41.
137. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Охотин В.Е., Косицын Н.С.* Циклические превращения оксида азота в организме млекопитающих. М.: Наука. 1998. 156 с.
138. *Швалеv В.Н., Реутов В.П., Рогоза А.Н. и др.* Морфофункциональные исследования нейрогенной природы заболеваний сердечно-сосудистой системы // *Морфологические ведомости*. 2014. №1. С.6 – 19.
139. *Швалеv В.Н., Реутов В.П., Сергиенко В.Б. и др.* Механизмы развития кардиологических заболеваний при возрастных нарушениях состояния нервной системы // *Казанский медицинский журнал*. 2016. Т.97. №4. С.598 – 606.
140. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Швалеv В.Н., Охотин В.Е.* Обобщающая концепция развития атеросклероза: патологические механизмы формирования сосудистой недостаточности // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014. №8. С.55.
141. *Реутов В.П., Черток В.М.* Новые представления о роли вегетативной нервной системы и систем генерации оксида азота в сосудах мозга // *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2016. №2. С. 50-59.
142. *Реутов В.П., Ажипа Я.И., Каюшин Л.П.* Изучение методом электронного парамагнитного резонанса продуктов взаимодействия окислов азота с некоторыми органическими соединениями // *Бюл. эксперим. биол. и медицины*. 1978. № 9. С. 299–301.
143. *Реутов В.П., Ажипа Я.И., Каюшин Л.П.* Исследование парамагнитных центров, возникающих при взаимодействии двуоксида азота с олеиновой кислотой и тирозином // *Докл. АН СССР*. 1978. Т. 241. № 6. С. 1375–1377.
144. *Реутов В.П., Ажипа Я.И., Каюшин Л.П.* Кислород как ингибитор нитритредуктазной активности гемоглобина // *Изв. АН СССР. Сер. биол.* 1983. № 3. С. 408-418.
145. *Костюк П.Г., Светайло Э.Н., Ланге К.А.* Физиологические науки в Академии наук СССР, 1963-1983 гг. Организация, некоторые итоги и перспективы развития. Л.: Наука. Ленинградское отделение. 1983. 45 с. □
146. *Ямшанов В.А.* Влияние на здоровье человека вариаций геомагнитного поля и пути их коррекции // «Электронный ресурс» <http://www.chizhevski.ru/vestnik/8-medicin/85-vlianie-na-sdorove>.
147. *Ямшанов В.А., Кошелевский В.К.* Влияние геомагнитного поля на состояние лейкоцитов крови онкологических больных; роль окиси азота // *Вопросы онкологии*. 2007. Т.53. №4. С.456-460.
148. *Ямшанов В.А., Кошелевский В.К.* Влияние геомагнитных вариаций на образование окиси азота в выдыхаемом воздухе у человека // *Биофизика*. 2007. Т.52. №4. С.718-721.
149. *Ямшанов В.А., Кошелевский В.К.* Влияние изменений геомагнитного поля на циркадианную активность эпифиза // *Успехи геронтологии*. 2008. Т.21. №3. С.382-385.

150. *Иванов С.Д., Никитина В.Н., Ямшанов В.А., Кошелевский В.К. и др.* Влияние ферромагнитного экранирования природных электромагнитных полей на гематологические и токсикогеномные показатели животных // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т.50. №2. С.195-200.
151. *Иванов С.Д., Никитина В.Н., Ямшанов В.А. и др.* Гематологические и токсикологические эффекты ферромагнитного экранирования природных электромагнитных полей // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2011. Т.151. №1. С.44-47.
152. *Ivanov S.D., Nikitina V.N., Yamshanov V.A. et al.* Gematologik and toksikologik effects of ferromagnetic screening of natural electromagnetic fields // DOI: 10.1007/s10517-011-1254-7.
153. *Реутов В.П.* Средняя продолжительность жизни в России и перспективная программа «сохранения населения и сбережения народа» // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т.1. №1 (23). С.56 – 70.
154. *Реутов В.П.* Сохранение населения и сбережение народа: социальные аспекты // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т.1. №8 (30). С.
155. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Самосулова Н.В. и др.* Высокая чувствительность тканей мозга к ишемии/гипоксии: причины и следствия // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т.1. №3 (25). С.46 – 53.
156. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Самосулова Н.В.* Оксид азота и цикл оксида азота в системе нейронов, глии и кровеносных сосудов мозга в норме и при инсультах // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т.1. №4 (26). С.73 – 81.
157. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Самосулова Н.В. и др.* Гомеостаз, вегетативная нервная система и циклы оксида азота и супероксидного анион-радикала // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т.1. №7 (29). С.41 – 51.
158. *Реутов В.П., Самосулова Н.В., Сорокина Е.Г.* Токсическое воздействие глутамата и NO-генерирующего соединения на мозжечок: основные нерешенные проблемы, имеющие общепатологическое и общепатологическое значение // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.1. №10 (22). С.65 – 74.
159. *Реутов В.П.* Нитратно-нитритный фон существования современного человека и продолжительность жизни // Евразийское Научное Объединение 2016. Т.1. №3 (15). С.68 – 76.
160. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Черненко М.А., Семенова Ж.Б.* Оксид азота и аутоиммунные процессы при черепно-мозговой травме // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.1. №5 (17). С. 39 – 46.
161. *Реутов В.П., Черток В.М., Швалев В.Н. и др.* Симпатический отдел вегетативной нервной системы сосудов крови мозга и медиаторы норадреналин и адреналин защищают эндотелий и клетки интимы от повреждающего воздействия диоксида азота (NO<sub>2</sub>), образующегося в местах бифуркации сосудов при нарушении циклов оксида азота и супероксидного анион-радикала // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.1. №6 (18). С.36 – 42.
162. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Кузнецова Л.В. и др.* Механизмы нарушения гемато-энцефалического барьера и поступления фрагментов рецепторов нейромедиаторов и их метаболитов в кровь при гипоксии/ишемии развитии геморрагического инсульта, черепно-мозговой травме и эпилепсии: роль оксида азота (NO) и диоксида азота (NO<sub>2</sub>) // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.2. №4 (16). С.74 – 82.
163. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г.* Может ли низкий уровень метаболизма и энергетических процессов в нейронах защищать их при гипоксических состояниях мозга и токсическом воздействии глутамата? // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.2. №4 (16). С. 82 – 92.
164. *Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Самосулова Н.В.* Повреждение мембран клеток и субклеточных структур при токсическом воздействии глутамата и NO-генерирующего соединения – следствие нарушения циклических регуляторных механизмов, связанных с циклами оксида азота и супероксидного анион-радикала // Евразийское Научное Объединение. 2016. Т.1. №6 (18). С.20 – 29.



## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 617.52-007.2-053.2-071

### Врожденные аномалии как фактор риска сопутствующей патологии

Редько Андрей Николаевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья, здравоохранения и истории медицины кафедра общественного здоровья; Пильщикова Валентина Владимировна, к.м.н., доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и истории медицины;

Васильев Юрий Анатольевич, ассистент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и истории медицины

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России (ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России), Краснодар, <http://ksma.ru>

*Представлены результаты сравнительного анализа выявленной сопутствующей патологии в группах пациентов с ВПР ЧЛО и без них, которые находились на стационарном лечении в отделении челюстно-лицевой хирургии ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Министерства здравоохранения Краснодарского края, за период 2013-2015гг. Впервые приведена оценка показателей группового и популяционного риска развития сопутствующей патологии у детей и подростков с ВПР ЧЛО.*

**Ключевые слова:** врожденные пороки развития челюстно-лицевой области, сопутствующая патология, показатели риска, дети и подростки.

### Congenital anomalies as a risk factor for comorbidity

Redko Andriy Nykolayovych, MD, Professor, head of the Department of public health, public health and history of medicine Department of public health;

Pilshikov Valentina Vladimirovna, PhD, associate Professor of public health and history of medicine;

Vasiliev Yuri A., assistant Professor, Department of public health and history of medicine Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kuban state medical University" of the Ministry of health of Russia (FSBEI kubgmu Minzdrava Rossii), Krasnodar, <http://ksma.ru>

*The results of comparative analysis revealed comorbidity in a group of patients with malformations of FACE and without them, who were hospitalized in Department of maxillofacial surgery of GBUZ "Children's regional clinical hospital" of Ministry of healthcare of Krasnodar region for the period 2013-2015. The performance evaluation group and population risk of development of comorbidity in children and adolescents with malformations of FACE.*

**Keywords:** congenital malformations of the maxillofacial region, comorbidity and risk indicators children and adolescents.

Одной из актуальных проблем современной неонатологии и, в целом, педиатрии является раннее выявление врожденных аномалий развития. Высокая распространенность и многообразие форм, последующая усугубляющаяся ситуация и, нередко, их предопределенность обуславливают особую значимость качества диагностики врожденных пороков [1,2,4,6]. Своевременно проведенная пренатальная, постнатальная диагностика данной патологии позволяет существенно повысить достоверность прогноза и предрешишь исход диагностируемого порока развития, усугубление которого ведет к развитию опасных для жизни и необратимых осложнений [3,5].

Среди аномалий развития, ранняя диагностика и качественная коррекция которых служит решающим фактором профилактики тяжелой сопутствующей патологии,

одно из ведущих мест занимают врожденные пороки челюстно-лицевой области (ВПР ЧЛО). В Краснодарском крае они входят в число наиболее распространенных врожденных пороков: их частота составляет в среднем 1 на 750 новорожденных, что обуславливает необходимость всестороннего изучения клинико-эпидемиологических аспектов как самой патологии, так и провоцируемых ею сопутствующих заболеваний, значительно усугубляющих состояние больных [7].

Целью настоящего исследования явилась оценка влияния ВПР ЧЛО на формирование различных видов сопутствующих заболеваний у детей и подростков в возрасте 0-17 лет. Для этого нами проведен сравнительный анализ выявленной сопутствующей патологии в двух группах пациентов, находившихся на стационарном лечении в узкос-



ВПР ЧЛО, являясь результатом сложного взаимодействия фенотипических особенностей со средой, реализуемых на том или ином генотипическом фоне, сами служат серьезным фактором риска, который, нарушая действие компенсаторно-приспособительных механизмов, способствует возникновению и развитию различных заболеваний у детей и подростков.

Известно, что риск развития патологии определяют эмпирическим путем, анализируя закономерности совместного изменения в популяции различных факторов и уровня заболеваемости, однако, поскольку риск заболевания не является независимой величиной и всегда связан с конкретным фактором, он может быть оценен с помощью различных приемов.

С этой целью нами использованы эпидемиологические показатели группового (абсолютный и относительный риск) и популяционного риска (абсолютный популяционный риск и популяционная фракция абсолютного риска) развития выявленных нами основных видов сопутствующей патологии у детей и подростков при наличии ВПР ЧЛО.

Судя по полученным результатам, показатель абсолютного риска, который измеряет последствия влияния фактора риска и дает представления об абсолютной величине вероятности заболевания при его воздействии, за ис-

Таблица 3. Показатели группового и популяционного риска развития сопутствующей патологии у детей и подростков при наличии ВПР ЧЛО

| Показатели риска                        | 2013  | 2014  | 2015  |
|---|-------|-------|-------|
| <b>Показатели группового риска</b>      |       |       |       |
| Абсолютный риск                         | 20,2  | 17,0  | 18,1  |
| Относительный риск                      | 3,7   | 3,4   | 5,3   |
| <b>Показатели популяционного риска</b>  |       |       |       |
| Абсолютный популяционный риск           | 2,7   | 2,0   | 2,4   |
| Популяционная фракция абсолютного риска | 0,029 | 0,022 | 0,027 |

Однако для оценки доли основных сопутствующих заболеваний, связанных с ВПР ЧЛО, по отношению к общей частоте данных заболеваний в популяции детей и подростков, нами использована популяционная фракция абсолютного риска, уровень которой на протяжении всего исследуемого периода практически не менялся ( $p > 0,05$ ), свидетельствуя о стабильном вкладе ВПР ЧЛО в формирование популяционного здоровья детско-подросткового населения края.

Таким образом, ВПР ЧЛО привносят весомое дополнение в структуру причин детской заболеваемости, являясь значимым фактором риска развития различных видов сопутствующей патологии. Учитывая, что лечение большинства таких пациентов сопряжено с большими затратами, становится очевидной необходимость ранней качественной диагностики ВПР ЧЛО, а также четкое соблюдение преемственности между медицинскими организациями в процессе выявления и ведения таких больных.

Кроме того, в этих условиях особое значение приобретает унифицированный подход к регистрации рассматриваемой патологии, позволяющий получать полную достоверную информацию с включением ее в единый реестр и дальнейшей интеграцией в ведомственный электронный документооборот, что обеспечивает возможность доступа к ней любого специалиста, вовлеченного в процесс реабилитации ребенка с ВПР ЧЛО.

следуемый период существенно не изменился ( $p > 0,05$ ), хотя и демонстрирует некоторое снижение своего уровня. В то же время величина относительного риска, позволяющая измерить патогенную силу условий, с которыми ассоциируется фактор риска, выросла почти в 1,5 раза ( $p \leq 0,001$ ).

Выявленная сочетанная динамика данных показателей свидетельствует, с одной стороны, о позитивной тенденции своевременной диагностики и коррекции ВПР ЧЛО у детей и подростков, что, в свою очередь, способствует сокращению частоты возникновения у них сопутствующих заболеваний, а с другой, указывает на сохраняющуюся значимость ВПР ЧЛО как фактора риска развития сопутствующей патологии.

Позволяя сравнивать между собой вероятность развития сопутствующих заболеваний в отдельных группах, показатели абсолютного и относительного риска не дают представления о патогенном значении ВПР ЧЛО для популяции детей и подростков в целом. С этой целью мы проанализировали показатель абсолютного популяционного риска, величина которого за изучаемый период варьировала в пределах 2,0-2,7, что согласуется с аналогичной динамикой величины абсолютного риска в групповом исследовании (табл. 3).

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

1. У каждого третьего ребенка дошкольного возраста (36,1%) и каждого четвертого ребенка школьного возраста (25,0%), госпитализированных для хирургической коррекции врожденных несращений губы и нблба, выявлена сопутствующая патология, среди которой доминируют болезни органов дыхания, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, желудочно-кишечного тракта.

2. Впервые изученные показатели группового и популяционного риска свидетельствуют о существенном вкладе, который вносят ВПР ЧЛО в развитие выявленных нами доминирующих видов сопутствующей патологии у детей и подростков.

3. Своевременная диагностика и коррекция ВПР ЧЛО с использованием унифицированного подхода к регистрации данной патологии, а также включение полученной информации в единый реестр с обеспечением доступа к нему специалистов на каждом этапе реабилитации таких больных позволяют снизить риск развития сопутствующей патологии, значительно усугубляющей состояние пациентов, и улучшить прогноз.

Работа выполнена при частичной поддержке программы РФФИ (проект № 16-44-230636 p\_a).

**Литература:**

1. Антонов О.В. Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития у новорожденных детей в Омске// Сибирский медицинский журнал. – 2006. - №1. – С. 35-38.
2. Жученко Л.А., Голошубов П.А., Андреева Е.Н. и др. Анализ результатов раннего пренатального скрининга, выполняющегося по приоритетному национальному проекту «Здоровье» в субъектах Российской Федерации// Медицинская генетика. – 2014. - №13(64). – С. 3-55.
3. Ионова С.Г., Цимбалова И.П., Сидорова А.В. Результаты пренатальной диагностики врожденных пороков сердца с использованием комплексного подхода к эхокардиографии плода// Пренатальная диагностика. – 2002. – Т.1, №2. – С. 103-105.
4. Лурье И.В., Николаев Л.Д. Врожденные пороки развития в системе генетического мониторинга// Генетика. – 1983. – Т.19, №1. – С. 165-169.
5. Ромеро Л., Пилу Д., Дженти Ф., Хоббис Д.С. Пренатальная диагностика врожденных пороков развития плода. – М., 1994. – 54с.
6. Удалова О.В. Региональный мониторинг врожденных пороков развития в оценке пренатального биохимического скрининга/ Современные технологии в педиатрии и детской хирургии. – М., 2009. – С. 92-97.
7. Редько А.Н., Васильев Ю.А., Удина И.Г. / Исследование изменчивости морфофизиологических признаков у детей с врожденными расщелинами губы и неба и особенности распределения возраста их матерей в Краснодарском крае.// В сборнике: Актуальные проблемы общественного здоровья и здравоохранения. 2014..С. 85-91.

**Краткое сообщение.****Найден механизм эндометриоза: по причине застоя венозной крови****Ермошкин Владимир Иванович**

В данном сообщении проведен краткий разбор мнений по причинам синдрома тазовых болей и эндометриоза у женщин.

Причин и механизмов эндометриоза высказано немало за последние годы, но единого мнения в медицине пока нет, эффективного лечения также нет.

Болезнь встречается у 10-15% женщин в возрасте 25-44 лет.

Пораженческое состояние медицины в этом вопросе хорошо проявляется в статьях известных врачей, занимающихся этой проблемой профессионально долгие годы [1,2,3,4]

Вот, например, четыре характерных современных высказывания известных западных исследователей.

Эндометриоз - изнурительная болезнь с особенностями хронического воспаления. Эндометриоз, по-видимому, является одним из наиболее распространенных доброкачественных гинекологических распространенностей у женщин в период до менопаузы, поскольку, по оценкам, 10-15% женщин с репродуктивным возрастом страдают от тазового эндометриоза. Биология эндометриоза неясна. Несмотря на свою распространенность, это этиология этого заболевания остается не понятной [1].

Идентификация эндометриоза была предметом интенсивных дебатов за последнее десятилетие. Однако, несомненно, Томас Каллен первым описал эндометриоз и аденомиоз как одно заболевание, характеризующееся наличием эндометриоподобной ткани вне полости матки [2].

Многие врачи и пациенты считают, что боль, связанная с эндометриозом, вызвана воспалениями. Однако причина остается загадкой, потому что симптомы боли, связанные с эндометриозом, встречаются у женщин без эндометриоза и потому, что симптомы боли и тяжесть плохо коррелируют с характеристиками поражения [3].

В литературе есть убедительные доказательства того, что эндометриоз оказывает пагубное воздействие на функцию яичников и труб, а также восприимчивость к матке, что приводит к женскому бесплодию. Механизмы беспло-

дия, связанные с эндометриозом, остаются спорными и включают аномальный фолликулогенез, повышенный окислительный стресс, измененную иммунную функцию и гормональную среду в фолликулярной и перитонеальной средах и снижение восприимчивости к эндометрию [4].

Начинается заболевание с тазовых болей, возникновение воспалений, с венозных полнокровий малого таза, с инфекций, с фиброза, со спаечного процесса, с анемии, с дефицитом в тканях кислорода и питательных веществ. Иногда фиброз охватывает несколько органов малого таза. Но в чём причина заболевания, ведь иногда эти проблемы начинаются в молодом возрасте, в 20 лет?

Подводя итог многолетних поисков причин, можно сказать, что медицина так и не нашла главное звено, ведущее к заболеваниям зоны малого таза. Поиски велись на многих направлениях: на гормональном, на иммунном, на неврологическом, на клеточном, на молекулярном, на инфекционном и других. Результат пока не достигнут, предлагаемое медикаментозное лечение неэффективное. Бесплодие женщин достигает неприемлемо высоких процентов. Однажды возникнув, патогенез эндометриоза имеет тенденцию к медленному развитию, в некотором проценте случаев заболевание приводит к возникновению рака.

Изучая в последние 6 лет механизм аритмии, я обнаружил, что механизм многих ССЗ один и тот же. Наличие крупных открытых артериовенозных анастомозов (АВА) со временем приводят к повышению венозного давления в нижней половине тела в положении сидя или стоя (с одновременным повреждением венозных клапанов). Такого влияния гравитации на человека. Ранее мне удалось представить на суд специалистов своё видение основного механизма аритмии, сердечной недостаточности, причин венозного полнокровия, метаболического синдрома, других заболеваний и приобретённых патологий [5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]. Считаю, что официальная кардиология за последние 50-100 лет допустила несколько вопиющих ошибок, которые не дают возможности выбраться из медицинского тупика.

Пока не будут исправлены ошибки в кардиологии, надеяться на успехи в лечении сердечных заболеваний и некоторых других не реально.

Одна из ошибок — это не учёт возможности возбуждения сердца с помощью механических импульсов. В большинстве случаев именно механические импульсы приводят к экстрасистолам, к предсердной и желудочковой тахикардии. Любопытно то, что все хирурги знают, что случайное прикосновение к миокарду твёрдым предметом вызывает экстрасистолу, но при разработке теории аритмии не учли эти наблюдения.

Вторая ошибка. В большинстве случаев повышение венозного давления на местном уровне и отёки возникают не из-за неких «препятствий» на пути движения венозной крови к полой вене и к сердцу, т.е. не из-за тромбов, опухолей и пр., а из-за открытых крупных артериовенозных анастомозов (АВА), плюс гидростатическое давление столба венозной крови. Прошедшая по анастомозам артериальная кровь поднимает давление не только в крупных венах, в том числе в полых венах, но и, со временем после повреждений венных клапанов, в некоторых мелких венах вплоть до венул. В результате возникает недостаточность градиента давлений между артериолами и венулами, что приводит к замедлению капиллярного кровообращения и к его стазу в некоторых органах. Одновременно проблемы возникают с оттоком лимфатической жидкости. Со временем венозная жидкость начинает проникать сквозь стенки сосудов в межклеточное пространство, возникает отёк. Но медицина, объясняя застой крови, следствие и причину переставила местами. Официальная медицина считает: сначала тромбы и опухоли, а потом застой венозной крови.

Итак, вторая ошибка — это не учёт механизма блокировки капиллярного кровообращения. Блокированное капиллярное кровообращение (очень часто из-за гиподинамии и открывающихся АВА при стрессах) приводит к метаболическому синдрому, к фиброзу ткани. Например, блокированное кровообращение в лёгких приводит к фиброзу лёгких, в тканях вблизи суставов — к артрозу, в коже головы — к облысению, которое характеризуется потерями жировой клетчатки, к фиброзу кожи. И это правило действует везде: нет достаточного количества кислорода и питания — начинается фиброз, т.к. соединительной ткани не требуются оптимальные условия существования, её задача — в условиях дефицита самого необходимого для клеточного питания удерживать форму органа, защитить орган от пролапса, не дать возможности сместиться данному органу относительно других. Из-за этого начинают расти спайки, т.е. соединительная ткань внутри органа и между соседними органами.

### Литература:

1. Mehedintu C, Plotogea M, Ionescu S, Antonovici M. Endometriosis still a challenge. *Journal of Medicine and Life*. 2014;7(3):349-357.
2. Brosens I, Benagiano G. Endometriosis, a modern syndrome. *The Indian Journal of Medical Research*. 2011;133(6):581-593.
3. Stratton, Pamela, and Karen J. Berkley. "Chronic Pelvic Pain and Endometriosis: Translational Evidence of the Relationship and Implications." *Human Reproduction Update* 17.3 (2011): 327–346. *PMC*. Web. 1 July 2017.
4. Gupta S<sup>1</sup>, Goldberg JM, Aziz N, Goldberg E, Krajcir N, Agarwal A. Pathogenic mechanisms in endometriosis-associated infertility. 2008 Aug;90(2):247-57. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.02.093.
5. Ermoshkin V.I. The new theory of heart failure. London, 15-17.03.2017. <http://heartcongress.conferenceseries.com/europe/abstract/2017/the-new-theory-of-heart-failure>
6. Ermoshkin VI. New theory of arrhythmia. Conceptual substantiation of arrhythmia mechanisms. *Cardiometry*, Issue 8; May 2016; p.6–17; doi:10.12710/cardiometry.2016.8.617. <http://www.cardiometry.net/issues/no8-may-2016/new-theory-of-arrhythmia>

Подведём итог. Многие соматические заболевания, многие ССЗ имеют один и тот же механизм, но официальная медицина пока так не считает.

Согласно моей Новой теории ССЗ на большинство заболеваний человека влияют три основных фактора.

1) Патологическое влияние гравитация, от которой нет избавления. Вернее, есть одно: купание, плавание, помещение тела на какое-то время в любой водоём (море, озеро, река, ванна). Стоя в воде инверсное давление (в зависимости от глубины) выдавливает венозную кровь вверх в сторону правого предсердия и это дорогого стоит, не даром врачи на основании практических результатов так часто рекомендуют больным водные процедуры в бассейне.

2) Не оптимальная работа крупных артериовенозных анастомозов (АВА) при длительной гиподинамии и психологических нагрузках, например, на работе сидя за компьютером. Опасными являются состояния длительного пребывания в положениях стоя или сидя. Необходимо тщательное изучение работы АВА, возможно удастся каким-то образом повлиять на работу естественных АВА, либо создать искусственные, новые. Некоторые наработки уже есть в этом направлении [18].

3) Противодействие вредным естественным факторам, осознанное каждым человеком. Необходимы регулярные профилактические наблюдения за основными показателями работы органов, физическая активность, плавание, специальные упражнения, дыхательные гимнастики в виде резких выдохов с одновременным резким подъёмом диафрагмы вверх, при которых венозная кровь извлекается из «гидростатических ловушек» малого таза и ног. Необходимо помнить, что лекарственная терапия при эндометриозе может помочь, но, на мой взгляд, слабо, только симптоматически.

Исходя из вышеизложенного, я всё же думаю, что медицина находится на пороге революции! Основной причиной заболеваний человека является утечка артериальной крови в вены через АВА. Это приводит к венозному полнокровию, но не по всему телу, а в первую очередь в областях, которые расположены ниже. Если принять мою Новую теорию о причинах ССЗ, то многое в медицине встанет на свои места. Кроме того, профилактика и лечение таких заболеваний станет понятнее, а процент вылеченных людей будет выше. Но для реализации этих предложений требуются специальные исследования. Но на это «кардиологическое начальство» пока не идёт вот уже 6 лет.

Извините, но именно так мне видятся проблема ССЗ.

7. Ermoshkin VI. The mechanism of bronchial asthma. Why do the most serious asthma attacks occur at night? EC Cardiology, Volume 2 Issue 4 November 2016 <https://www.econicon.com/eccy/pdf/ECCY-02-000030.pdf>
8. Ermoshkin VI. Arteriovenous anastomoses and cardiovascular diseases. 8<sup>th</sup> Cardiovascular Nursing & Nurse Practitioners Meeting. August 08-09, 2016 Las Vegas, USA, DOI: 10.4172/2155-9880.C1.045 <http://www.omicsonline.org/proceedings/arteriovenous-anastomoses-and-cardiovascular-diseases-48866.html>
9. Ermoshkin VI. A New Theory of Certain Cardiovascular Diseases. EC Cardiology, Volume 2 Issue 5 November 2016 <https://www.econicon.com/eccy/pdf/ECCY-02-000034.pdf>
10. Ermoshkin VI. Venous congestion due to large arteriovenous anastomoses. 566 Chiswick High Road, London, Greater London, W4 5YA, United Kingdom, DOI: 10.15761/HCCT.1000101 <https://oatext.com/Venous-congestion-due-to-large-arteriovenous-anastomoses.php>
11. Ermoshkin V (2017) The Cause of Some Cancers because of the Open Arteriovenous Anastomoses. J Gastrointest Cancer Stromal Tumor 2: 1000111. <https://www.omicsonline.org/open-access/the-cause-of-some-cancers-because-of-the-open-arteriovenous-anastomoses.pdf>
12. Ermoshkin VI Problems of heart failure. Unexpected outcome. London, 15-17.03.2017. <http://heartdiseases.conferenceseries.com/abstract/2017/problems-heart-failure-unexpected-outcome>
13. Ermoshkin VI. Arrhythmia and Cardiac Surgery. July 14-16, 2016, Brisbane, Australia. <https://www.omicsonline.org/speaker/vladimir-i-ermoshkin-russian-new-university-russia/>
14. Ермошкин В.И. новая гипотеза аритмии сердца у человека. Стр 73. «Кардиостим-2016», Санкт-Петербург, 18 - 20 февраля 2016 [http://medicine.sportedu.ru/sites/medicine.sportedu.ru/files/cardiostim\\_thesis\\_2016.pdf](http://medicine.sportedu.ru/sites/medicine.sportedu.ru/files/cardiostim_thesis_2016.pdf)
15. Ermoshkin V.I. 2017. The new theory of cancer complements ancient Chinese Qigong therapy. DOI: 10.15761/HCCT.1000106 <https://oatext.com/The-new-theory-of-cancer-complements-ancient-Chinese-Qigong-therapy.php>
16. Ermoshkin VI. Heart transplantation mysteriously eliminates arrhythmia. *Cardiometry*, Issue 8, May 2016; p.18–21; doi:10.12710/cardiometry.2016.8.1821.
17. Ermoshkin Vladimir. Commercial offer for cardiac centers and potential investors. 2017, DOI: 10.15761/BEM.1000116 <https://oatext.com/Commercial-offer-for-cardiac-centers-and-potential-investors.php>
18. Melvin D Lobo, et al. “Central arteriovenous anastomosis for the treatment of patients with uncontrolled hypertension (the ROX CONTROL HTN study): a randomised controlled trial”. *The Lancet* 385.9938 (2015); 1634-1641.

## Экологозависимая заболеваемость населения Приморского Края

Кику Павел Федорович, доктор медицинских наук, кандидат технических наук, профессор  
Ярыгина Марина Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент  
Сабирова Ксения Маратовна, студент  
Богданова Валерия Дмитриевна, студент  
ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ), Школа биомедицины, Владивосток, Российская Федерация

**Аннотация.** Представлены результаты исследования региональных особенностей распространения экологозависимой заболеваемости (дыхательной, кожной и мочеполовой систем) основных демографических групп населения Приморского края в различных эколого-биоклиматических условиях методом социально-гигиенического анализа за период 2007-2015 гг. Результаты исследования показали, что заболеваемость мочеполовой системы и кожи имеет сезонный характер, но более подвержена влиянию социальных факторов в условиях сельской местности, тогда как заболеваемость органов дыхания зависит от полиморфизма среды обитания.

**Ключевые слова:** здоровье населения; социально-гигиенический анализ; экологозависимые заболевания; факторы среды обитания; образ жизни.

Новые возможности охраны общественного здоровья, которые значительно расширились в условиях стремительного изменения социально-экономической составляющей среды обитания населения Приморского края, позволили определить новые характеристики и направления изменения в структуре и факторах формирования и распространения популяционной экологозависимой заболеваемости [2,5].

Цель исследования - установление зависимости изменений распространенности (динамики) экологозависимой заболеваемости населения края от новых социально-экономических условий среды обитания.

Проведен социально-гигиенический анализ состояния здоровья жителей основных демографических групп населенных пунктов с различными экологическими и социальными характеристиками урбанизированной (г.

Владивосток) и сельской территорий климатических условий края – побережья (Хасанский район) и континентальных Хорольского и Кировского районов. Заболеваемость изучена по данным официальной статистики за период 2007-2015 гг. В исследовании рассмотрена заболеваемость систем органов, подвергающихся наибольшему воздействию при проживании вблизи указанных объектов и работе в новых условиях: болезни органов дыхания (БОД), кожи и придатков кожи (БК), мочеполовой системы (МПС), в зависимости от меняющихся социально-экономических условий края в рамках АТЭС-2012. Заболеваемость указанных систем является традиционно высокой для жителей Дальнего Востока в силу того, что организм подвергается значительному воздействию климато-погодных факторов: на территории края представлены

районы с ярко выраженным океаническим муссонным на юге и востоке края и континентальным климатом на севере с характеристиками северных районов страны (значительные перепады температур, скорости перемещения воздушных масс, влажности воздуха в течение не только определенных периодов и сезонов, но и суток)[1,3,4]

Анализ динамики заболеваемости органов дыхания взрослого населения края выявил постоянный рост показателей заболеваемости от 13 до 19 % ежегодно. Относительный спад заболеваемости в 2010 году (на 13%) во Владивостоке, жители которого, а также всех островных и побережных территорий (о. Русский входит в состав г. Владивостока) подвергаются существенному влиянию как муссонного климата, так и экологических факторов на фоне широкомасштабных строек, имеет только одно объяснение: к этому году ряд наиболее значимых лечебных учреждений в рамках мероприятий по подготовке к саммиту АТЭС были оснащены современными лечебно-диагностическими комплексами и приборами, позволившими проводить более качественные процедуры. Но уже в 2011 г. вновь отмечен рост заболеваемости существенными темпами (+18%), приводя в общей сложности к итоговому приросту заболеваемости за 5-летний период наблюдения на 39,54%, что связано с дополнительной нагрузкой на ЛПУ края за счет трудовых мигрантов. Показатели заболеваемости дыхательной системы взрослого населения сельских районов океанического побережья в условиях экологического благополучия (Хасанский район) в начале наблюдения значительно выше показателей урбанизированной среды: 26563,0 против 15557,1 на 100000 взрослого населения. При этом динамика заболеваемости жителей прибрежного Хасанского района, в котором не осталось ни одного промышленного предприятия, реагирует значительным равномерным спадом на всем протяжении периода наблюдения до 45% за счет нормализации экологического состояния ОС. Достаточно высокий показатель заболеваемости в начале периода наблюдения в Хасанском районе по сравнению с данными по г. Владивостоку связан также с социально-экономическими проблемами развития района.

В условиях сельской местности континентального климата в отсутствии нагрузок урбанизированной среды заболеваемость органов дыхания взрослого населения имеет свои специфические черты: она значительно ниже (почти в 2 раза). Стоит отметить значительный прирост заболеваемости органов дыхания в экологически чистом Кировском районе — более, чем на 250%, что указывает на недостаточный учет заболеваемости населения удаленных районов края и значительное улучшение диагностики в новых условиях.

Исследование изменения динамики подростковой заболеваемости показало ее рост в зоне экологического благополучия (г. Владивосток и континентальный Хорольский район) — до 29,4%. Показатели начального периода наблюдения в континентальных районах в 3 и 2 раза соответственно выше по сравнению с теми же районами экологического состояния в прибрежных районах. Существенный рост подростковой заболеваемости органов дыхания в 2010 году в прибрежных г. Владивосток (369,6%) и Хасанском районе (431,9%) также связан с новыми возможностями улучшения диагностической базы, доступности и качества медицинской помощи, в более удаленных континентальных сельских районах рост заболеваемости в 2010

году был более умеренным и составил 59,5% и 37,3% в Хорольском и Кировском районе соответственно.

Заболеваемость органов дыхания детского контингента отличается более высокими показателями по сравнению с взрослым населением и подростками: в 10 раз и выше во Владивостоке и 5 раз и выше — в благополучном прибрежном Хасанском районе (168584,38 и 120743,84 случаев соответственно), до более, чем в 20 раз — в континентальных районах под неблагоприятным влиянием жестких погодных факторов.

В условиях Приморского края наиболее низкие исходные показатели заболеваемости МПС отмечены в детской популяции экологически чистых сельских районов — прибрежном Хасанском и континентальном Кировском районах (4539,9 и 2065,9 случаев соответственно), и у подростков Кировского района - 3023,6 случаев на 100000 (2007 г.). Значительный рост детской заболеваемости в 2008 г. в прибрежном Хасанском районе на 38,9% и у подростков в 2009 г на 65,1% объясняется достаточно суровыми погодными условиями крайне снежной зимы 2008-2009 гг. Выделяется взрослая когорта Хасанского района с самым высоким исходным уровнем заболеваемости в 2007 г (15339,4 случаев на 100000). За весь период наблюдения в этой группе отмечается снижение от 3,7 до 25,7% %, достигающий к концу изучения 51% от исходного. Такое значительное снижение заболеваемости связано с социально-экономическими особенностями условий жизни населения: необходимостью поиска работы в других районах края. Во всех возрастных группах, кроме выделенной, наиболее высокий прирост заболеваемости отмечается у подростков сельских континентальных районов - Хорольском и Кировском (82,7% и 96,5% соответственно), а также у детей и в экологически благополучных сельских районах — 75,7% в Хасанском районе побережья и на 28% - в Кировском районе, тогда как у взрослых рост заболеваемости составил в экологически неблагополучных районах 20% (побережье) и 27% (континентальные районы).

Заболеваемость системы кожи и ее придатков у населения отличается некоторыми диспропорциями в числовых характеристиках: Наиболее низкий ее начальный уровень (490,3 случаев на 100000) отмечен у взрослых жителей континентального Кировского района. Но именно в этом районе и у этой возрастной группы отмечается значительный рост показателей болезни кожи на 384% к 2011 г, что объясняется улучшением лечебно-диагностической базы. Достаточно высокие показатели заболеваемости кожи в подростковой группе сельского экологически неблагополучного континентального Хорольского района — 12712,8 случаев, и во всех детских группах населения сельских и городских районов. Наибольший рост заболеваемости за исследуемый период отмечен во взрослой когорте сельского экологически чистого района (+384,2%), а также у подростков прибрежных Владивостока и Хасанского района (+220,0% и +206,2% соответственно). В 2 раза ниже указанных отмечен рост заболеваемости подростков Кировского района +96,5%. Надо отметить, что именно в этом классе исследуемых заболеваний отмечена тенденция к снижению популяционной заболеваемости - у взрослого населения Хасанского района -78,0%, экологически неблагополучного Хорольского (-12,6%), у детей прибрежного Хасанского района -26,2%, Хорольского района — 6,2%.

Полученные результаты исследования позволяют подтвердить предположение о значительном вкладе в уровень популяционного здоровья изменений в социально-

экономической сфере края. При неблагоприятных погодноклиматических условиях проживания на всей территории края во всех возрастных группах со значительным ростом показателей экологозависимой заболеваемости населения следует обратить внимание на положительные тенденции в ее динамике: заболеваемость МПС и кожи более подвер-

жена влиянию социальных факторов в условиях сельской местности, и носит сезонный характер, тогда как респираторная заболеваемость зависит от полиморфизма среды обитания: экологической, погодноклиматической и социально-экономической составляющих.

#### **Литература:**

1. Боев В.М., Туева Н.В., Боев В.В., Верещагин Н.Н. Вклад природно-антропогенных, социальных и экономических факторов в формирование демографических процессов на урбанизированных и сельских территориях // *Здоровье населения и среда обитания*. 2008. №9 (186). С.12-15.
2. Бузинов Р.В., Кику П.Ф., Унгуряну Т.Н., Ярыгина М.В. От Поморья до Приморья: социально-гигиенические и экологические проблемы здоровья населения: монография // *Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета*, 2016. 396 с.
3. Кику П.Ф., Ярыгина М.В., Юдин С.С. Образ жизни, среда обитания и здоровье населения Приморского края // *Владивосток. Изд-во Дальнаука*. 2013. 220 с.
4. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Демографические и социально-экономические детерминанты восприятия риска здоровью // *Гигиена и санитария*. 2010. № 6. С. 69-72.
5. Ярыгина М.В., Кику П.Ф., Гельцер Б.И., Горборукова Т.В. Социально-гигиенические аспекты популяционного здоровья населения Приморского края // *Экология человека*. 2014. №3. С.11-15.



# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Вероятностный подход оценки общего риска

Гамзатова Айша Гаджибековна, кандидат экономических наук, доцент  
Астраханский государственный технический университет

**Аннотация.** В статье рассмотрена количественная оценка фактора общего риска в деятельности предприятия, основанная на использовании формул теории вероятности и математической статистики, дана интерпретация используемых характеристик в выборе наименее рискованного проекта.

**Ключевые слова:** риск, доходность, вероятность, оценка, стандартное отклонение.

Риск — одно из основных понятий, сопровождающих любую активную деятельность человека. Тем не менее, это одно из самых неясных и многозначных понятий. В российской научной и специальной литературе существует несколько различных определений понятий «риск». В рыночной экономике понятия «риск» и «неопределенность» взаимосвязаны. Впервые предпринял попытку и раскрыл значение фундаментального различия этих терминов Фрэнк Х. Найт в 1921 году. По его мнению, под риском следует понимать «детерминированную» неопределенность, а под неопределенностью неизмеримой (т.е. не поддающуюся точным оценкам) - полную неопределенность. [1] Риск является частным случаем неопределенности, когда ее детерминированность обеспечивается на основе вероятностных оценок будущей ситуации. Наличие информации о вероятностных оценках будущей ситуации трансформирует состояние полной неопределенности в состояние риска. Таким образом, риск можно трактовать как вероятность финансовых убытков, возникающих при наступлении малоблагоприятных событий, чаще всего случайных.

С точки зрения математики риск представляет собой вероятность перечисленных потерь, и он имеет место быть при существовании неопределенности в финансовой среде. Для того чтобы оценить доходность финансовых активов необходимо в первую очередь оценить вероятные убытки в ценовом (денежном, процентном или долевым) отношении. Общее понятие экономического риска, пожалуй, можно трактовать таким образом: риск — это угроза или вероятность потерять лицу или организации часть своих ресурсов, часть своих доходов, или появиться дополнительным расходам.

Доктор экономических наук, профессор ГОУ АНХ Цакаев А.Х. трактует риск как «неуверенность, невозможность предсказать со 100% точностью, произойдет ли событие или нет; наличие возможности отклонения каких либо величин от ожидаемых величин». По его мнению, экономический риск представляет собой возможность отклонения характеристик экономического состояния экономического субъекта от ожидаемых этим субъектом значений.[2]

В финансовой теории под риском понимается неопределенность, связанная со стоимостью инвестиций в конце рассматриваемого периода.

Перечислим наиболее часто встречаемые виды рисков, сопровождающие экономическую деятельность человека.

- Инвестиционный — риск обесценивания вложенного капитала, включающего в себя ценные бумаги (собственные и приобретенные).
- Кредитный — риск невозврата (неплатежа) или просрочки платежей по банковской ссуде.
- Процентный — риск возникновения финансовых убытков в связи с непредвиденными изменениями процентных ставок.
- Риск ликвидности — риск непредсказуемых изменений кредитных и депозитных потоков.
- Производственный — риск невыполнения предприятием своих обязательств перед заказчиком.
- Риск разорения — риск больших убытков, невозможных и ведущих к банкротству предприятия.

Риски также подразделяются на:

- динамические — риск непредвиденных изменений в связи с управленческими решениями либо изменениями в рыночной или политической сферах жизни общества.
- статические — риск потерь из-за нанесения ущерба собственности и потерь прибыли вследствие недееспособности организации.

В силу того, что риск имеет вероятностную природу, возможность потерь характеризуется определенной вероятностью. Взаимосвязь между величиной потерь и вероятностью принято называть кривой риска.



Кривая риска дает наиболее полное представление о риске, показывает, насколько вероятно возникновение тех или иных потерь. [3]

Проведем анализ отмеченных точек кривой риска. Первая точка - точка 1, в этой точке  $\Delta R = 0$  ( $\Delta R$  – потери прибыли), эта точка определяет вероятность потерь прибыли, приближенных к нулю. Вторая точка - точка 2, в этой точке  $\Delta R = R_0$  ( $R_0$  – ожидаемая или расчетная прибыль), эта точка определяет величину вероятных потерь, приближенных к ожидаемой прибыли. Эти две точки являются граничными, они показывают расположение зоны допустимого риска. Третья точка - точка 3, в этой точке  $\Delta R = C_0$  ( $C_0$  – расчетная прибыль), эта точка определяет величину потерь, приближенных к расчетной прибыли. Четвертая точка – точка 4, в этой точке  $\Delta R = K_0$  ( $K_0$  – собственный капитал или имущественное состояние), эта точка характеризует потери, близкие к собственному капиталу или имущественному состоянию предпринимателя. Зона между точками 3 и 4 носит название зоны катастрофического риска. Потери, которые превышают имущественное состояние предпринимателя, не рассматриваются по причине невозможности их взыскания.

Одним из методов количественной оценки фактора риска в деятельности предприятия является метод, основанный на использовании теории вероятности и математической статистики, как в оценке совокупного риска, так и отдельных видов (кредитных, операционных и т. д.)

Количественными оценками общего риска считаются показатели величины и степени общего риска.

К числу показателей величины общего риска относят:

- математическое ожидание величины возможных результатов;
- дисперсию ожидаемого результата;
- среднее квадратическое отклонение от ожидаемого результата.

Перечисленные показатели отражают статистическую меру разброса показателей вероятностного распределения возможных результатов (доходов), то есть показывают абсолютную колеблемость (вариацию) ожидаемого признака.

Чем меньше отклонение и более ограничено распределение возможных результатов (доходов), тем ниже величина общего риска.

Предположим, что в результате выполнения некоторой финансовой операции возможны  $n$  исходов со статистическими вероятностями  $h_i$  возможного результата  $p_i$  и соответствующими доходностями  $q_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

$n$  – число возможных результатов рассматриваемых финансовых операций (поступлений доходов и т.д.);

$i$  – порядковый номер возможного результата (дохода) при совершении рассматриваемой финансовой операции (поступления доходов).

Таким образом, доход от финансовой операции есть случайная величина  $R$ .

Математическое ожидание случайной величины  $R$  представляет собой её средний ожидаемый доход

$$M(R) = p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n$$

Для краткости последующей записи обозначим её через  $m_R$ .

Мерой риска служит дисперсия (вариация), которая характеризует степень отклонения случайной величины  $R$  от ожидаемого значения  $m_R$ .

$$D(R) = M[(R - m_R)^2]$$

Риском данной операции будем называть среднее квадратическое отклонение

$$\sigma(R) = \sqrt{D(R)}$$

Если, например, два проекта имеют одинаковую среднюю прибыльность ( $m_1 = m_2$ ), то предпочтительнее выбрать тот проект, у которого среднее квадратическое отклонение меньше.

Если  $m_1 > m_2$  и  $\sigma_1 > \sigma_2$ , то первый проект характеризуется большим значением ожидаемой доходности, но он является более рискованным.

Если  $m_1 < m_2$  и  $\sigma_1 < \sigma_2$ , то для первого проекта риск меньше, однако и ожидаемая доходность меньше по сравнению со вторым проектом.

В последних двух случаях инвестору целесообразно диверсифицировать (перераспределить) риск в целях его снижения.

Среднее квадратическое отклонение от ожидаемого результата (ожидаемой величины доходов), является всего лишь абсолютным критерием разброса результатов (или риска) и не рассматривает риск во взаимосвязи с ожидаемым результатом (доходом).

В качестве показателей степени риска рассматриваются:

- значение ожидаемого результата  $m_R$
- колеблемость (изменчивость) ожидаемого результата ( $k_H$ )

Коэффициент изменчивости рассчитывается делением среднее квадратического отклонения доходности (дохода) на ожидаемую норму доходности:

$$k_H = \frac{\sigma(R)}{M(R)}$$

Чем выше коэффициент изменчивости от номинала, тем больший риск существует при совершенствовании финансовой операции (инвестиции).

Коэффициент изменчивости результата служит критерием оценки инвестиционных проектов с позиции степени рискованности проекта.

Рассмотрим общий риск портфеля. Он включает в себя две составляющие: рыночный риск (не диверсифицируемый) и нерыночный риск (диверсифицируемый). На риск портфеля ценных бумаг влияет взаимосвязь и направление изменения доходностей двух активов. Например, если цена одной акции падает, то падает курс и другой акции, и наоборот, цены меняются в разных направлениях или абсолютно не зависят друг от друга. Теснота взаимосвязи ценных бумаг определяется с помощью ковариации и коэффициента корреляции.

Показателями портфельного риска являются дисперсия и стандартное отклонение от ожидаемой доходности. Формула расчета дисперсии портфеля эквивалентна «сложению всех квадратов»:

$$\sigma_{\Pi}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \delta_{ij} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

Здесь  $\delta_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$  - коэффициент ковариации,

$x_i$  и  $x_j$  - доли стоимости акций  $i$ -го и  $j$ -го видов в стоимости портфеля акций,

$\sigma_i$  и  $\sigma_j$  - среднеквадратические отклонения доходности от ожидаемых средних по  $i$ -ой и  $j$ -ой видам акций портфеля,

$\rho_{ij}$  - коэффициент парной корреляции изменения доходности  $i$ -ой и  $j$ -ой ценных бумаг (активов) портфеля.

Отметим, что когда  $i=j$ , значение  $\delta_{ij}$  равно дисперсии акции  $i$ . На практике большая часть акций имеет тенденцию к одновременному изменению. В этом случае коэффициент корреляции  $\rho_{ij}$  положителен, откуда следует, что положительной будет и величина коэффициента ковариации  $\delta_{ij}$ . Если различные акции движутся совершенно не связанно, то коэффициент парной корреляции и коэффициент ковариации равны нулю. Если акции изменяются в противоположных направлениях, то коэффициент корреляции и коэффициент ковариации отрицательны.

#### Литература:

1. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль/ Пер. с англ. - М.: Дело, 2003.
2. Цакаев А.Х. Управление финансовыми рисками. Учебное пособие. - М.: Дело, 1999.
3. Уткин Э.А. Риск-менеджмент. Учебник для вузов, - М.: Тандем, 1998.

### Лизинг персонала: зарубежные технологии и отечественные тенденции развития

Ласкова Татьяна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент;  
Губская Мария Александровна, бакалавр  
Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону)

В последние десятилетия на рынке консалтинговых и аутсорсинговых услуг наблюдается появление компаний, помогающих другим предприятиям повысить эффективность их деятельности, оптимизировать бизнес-процессы, снизить риски. В кадровой сфере так же появляются новации, связанные, например, с технологией «лизинга персонала» или с использованием заемного труда внештатных сотрудников. За рубежом многие компании активно используют данную технологию. Если опираться на юридические аспекты, то данный термин не существует и может быть использован только в профессиональном жаргоне. Но можно дать некоторое определение «лизинг персонала» (personal leasing) - правоотношение или иначе управленческая технология, которая снабжает компании необходимым трудовым ресурсом (сотрудниками) для поддержания любых бизнес-процессов, используя сторонние организации [1, с.23].

В современной экономике России, которая находится в кризисном состоянии, многие компании нуждаются в снижении издержек для повышения эффективности предприятия. Минимизация затрат на все направления деятельности организации приводит к сокращению и штатных сотрудников. В тоже время лизингодательные компании могут предложить любой тип персонала на достаточно приемлемых условиях. Следовательно, организация, снижая свои расходы на социальные выплаты и налогообложение за штатного работника, может значительно сократить свои расходы на персонал в части экономии на фонде оплаты труда.

Экономическая эффективность кадрового лизинга доказана опытом зарубежных стран. В первую очередь, заемный труд позволяет в кратчайшие сроки заменить отсутствующего по разным причинам сотрудника. Во-вторых, появляется возможность менять количественный состав

рабочей силы в зависимости от спроса (например, пик сезона или спад продаж). В-третьих, лизинг позволяет получить персонал определенной квалификации для оперативного выполнения конкретных производственных задач или проектов [4].

Развитию лизинга персонала в европейских странах способствовало несколько факторов:

- действующее трудовое законодательство, серьезным образом ограничивающее количество категорий высвобождаемых работников, которые могут подлежать увольнению, что привело к поиску и применению работодателями нестандартных форм занятости;
- временный (сезонный) рост производства по причине увеличения спроса;
- замена временно отсутствующего работника;
- наем для выполнения определенного проекта.

В России рынок кадрового лизинга находится в «заторможенном» состоянии в связи с относительной дороговизной технологии и моральными аспектами. Хотя следует отметить, что заемный труд в России пользуется некоторой популярностью наравне с другими видами поиска сотрудников (рис.1), но при этом заемные работники чаще всего и в своем подавляющем большинстве востребованы крупными компаниями, в то время как на Западе такой формой труда пользуются все секторы бизнеса.

Однако, даже несмотря на относительно высокие показатели в России (13%) лизинг персонала не получил полноценного правового признания. До начала 2016 года в ТК РФ не предусматривалось ни регулирование лизинга персонала, ни любые другие отношения аренды рабочей силы сторонних организаций. Но с 01.01.2016 года в действие вступил нормативный акт, внесший дополнения в Трудовой Кодекс России [3].



Рис.1. Соотношение популярности услуг кадровых агентств среди работодателей на 2014-2015 год

Он внес следующие коррективы:

- предоставлять услуги могут только частные агентства, прошедшие аккредитацию в государственной службе занятости;
- наемный труд используется не более 9 месяцев;
- направлять на работу в стороннюю организацию можно только с письменного соглашения данного сотрудника;
- оплата труда должна быть не ниже обычного (штатного) сотрудника организации;
- обязательно должна производиться выплата компенсаций за вредность и опасные факторы.

В связи с тем, что законодательно заемный труд в настоящее время так четко и не регламентируется, отсутствует единое мнение по использованию лизинга персонала. Так в Европе штатный сотрудник получает больше, чем работник из категории заемного персонала. Например, в Германии в среднем заработная плата различается в 15-25%, в Британии же разница достигает 50%. В России же законодательно установлено обратное - уровень заработной платы заемного работника не может отличаться от заработной платы штатного сотрудника [2, с.26-27].



Рис. 2. Структура лизинга персонала в России [5]

Но всё же использование лизинга персонала в России набирает темпы. Рынок труда постепенно насыщается кадровыми агентствами и рекрутинговыми компаниями. Основными потребителями лизинга персонала на отечественном рынке являются западные компании, имеющие филиалы в России: Henkel, Xerox, Metro, Ikea. Но есть и российские предприятия с успешным опытом использования заемного труда. Например, российская телекоммуникационная компания ПАО «Вымпел-Коммуникации» и ряд других компаний. При этом, как правило, в России заемные сотрудники требуются в административный персонал и персонал, зависящий от стадии продаж (водители, грузчики, маркетологи, продавцы, менеджеры по продажам) (рис.2). По данным статистики 2015-2016 года, лизинговые руководители составляют всего 1% от общего числа наемных рабочих в организации, а заместители руководителей, работники, возглавляющие структурные подразделения, сотрудники, входящие в состав финансового и юридического отделов, бухгалтерии, отдела труда и кадров занимают 62%.

Существует немало и успешных кадровых компаний в регионах России, оказывающих услуги по лизингу персонала (например, кадровый холдинг «АНКОР», кадровая компания «Мегаполис» и др.) и подтверждающих преимущества данной услуги, поддающиеся измерению конкретными показателями, такими как:

- упрощение оформления взаимоотношений с работником - процесса его поиска, подбора, оформления на работу, ведение документации, расчет зарплаты, выплата налогов;
- экономия времени менеджера на принятия решений по персоналу;
- сокращение издержек на расчет заработной платы;
- избежание риска сокращения работника и выплаты ему пособия.

Таким образом, можно констатировать:

1. Практика применения лизинга персонала возрастает во всем мире и имеет тенденцию к дальнейшему распространению, что обусловлено объективными процессами развития мировой экономики в условиях глобализации, развития информационных технологий, обострения конкуренции.

2. Лизинг персонала на российском рынке труда имеет положительную тенденцию развития, и в перспективе популярность данной технологии будет возрастать. Крупные компании постоянно используют кадровые агентства для поиска временных сотрудников для выполнения масштабных проектов развития предприятий. Но сравнению с западной системой можно выявить некоторые различия, например, заработная плата заемного сотрудника в России не отличается, а порой даже превосходит оплату штатного сотрудника, в Европе же наоборот, зарплата лизингового работника в разы меньше оплаты труда постоянного сотрудника. Это является для российской системы плюсом, учитывая, что затраты на заемного работника меньше, чем содержание штатного сотрудника, то компания не теряет денежных средств нанимая лизингового работника на срок до 9 месяцев.

3. Имеется положительная динамика в приеме на работу студентов. Такая «уязвимая» часть населения не редко испытывает сложности с поиском работы, и кадровые компании готовы вкладывать средства в обучение молодых специалистов, что в итоге приводит к материальной выгоде обеих сторон.

4. Лизинг персонала не решает проблемы безработицы, но дает возможность многим людям, которые желают работать в гибком графике, решить проблему своей заня-

тости. Компаниям позволяет повысить эффективность своей деятельности организации, упрощает процедуру найма и насыщает рынок труда новыми специалистами.

#### Литература:

1. Багирова А.П., Турсукова И.И., Эффективность использования гибких форм занятости на региональном рынке труда: теория и методика оценки - Издательский центр ЮУрГУ, 2014 – 78 с.
2. Смирных Л.И. Нестандартные трудовые договоры: рост занятости или снижение заработной платы? // Научные труды Лаборатории исследований рынка труда, 2011. – 36 с.
3. Федеральный закон от 5 мая 2014 г. № 116-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
4. Электронный источник. Поиск работы советы и статьи [http://jobhunter.ru/articles\\_other\\_4.htm](http://jobhunter.ru/articles_other_4.htm)
5. Электронный источник статистических данных по лизингу персонала <http://domenolog.ru/cvtv.ru/>

## Анализ основных отличий российской системы бухгалтерского учета и международных стандартов финансовой отчетности

Коршунова Людмила Николаевна, кандидат экономических наук, доцент;  
Ломакин Алексей Сергеевич, магистрант  
Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО ДГАУ в г. Зернограде

Под финансовой отчетностью понимают систему показателей, отражающих имущественное и финансовое положение предприятия на конкретную дату, а также финансовые результаты его деятельности за отчетный период.

Несмотря на то, что было провозглашено сближение российской системы бухгалтерского учета (РСБУ) и международной системы финансовой отчетности (МСФО), в содержании показателей специалисты выделяют целый ряд существенных расхождений. Рассмотрим далеко не полный перечень отличий стандартов.

Указанные отличия касаются не только стандартов учета, а в первую очередь подходов к составлению отчетности. И отличия эти начинаются с определения целей составления. Целью отчетности согласно МСФО является предоставление информации главным образом инвесторам и кредиторам для принятия соответствующих инвестиционных решений. Российская бухгалтерская отчетность в первую очередь составляется для контролирующих органов в целях проверки правильности составления налоговой отчетности и уплаты соответствующих налогов. Именно поэтому МСФО предполагает гораздо более реалистичный и менее формальный учет оценки активов и обязательств компании.

Существенно отличаются разработчики стандартов РСБУ и МСФО. Разработчиком МСФО является негосударственная некоммерческая организация – Совет по МСФО (IASB). Предусмотрено, что никакое государство не оказывает влияния на решения, принимаемые Советом. Основной целью Совета по МСФО является разработка в общественных интересах единого комплекта высококачественных, понятных и практически реализуемых всемирно принятых стандартов финансовой отчетности, основанных на четких принципах[2].

Структура отчетственных нормативных актов иерархическая и включает в себя четыре основных уровня.

Первый уровень (законодательный) наряду с другими законодательными актами образует Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете». Целями настоящего Федерального закона являются установление единых требований к бухгалтерскому учету, в том числе бухгалтерской (финансовой) отчетности, а также создание правового механизма регулирования бухгалтерского учета.

Второй уровень (методологический) составляют Положения по бухгалтерскому учету (ПБУ), разработанные Минфином России согласно государственной программе перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики в соответствии с требованиями развития рыночной экономики.

Третий уровень (разъяснительный) составляют документы рекомендательного характера: типовые инструкции, методические указания, конкретизирующие общие методологические указания, изложенные в документах первого и второго уровней, с учетом отраслевой специфики.

Четвертый уровень (внутрихозяйственный) включает приказы, указания, инструкции, издаваемые самой организацией. К ним относят рабочий план счетов, составленный на основе единого Плана счетов, учетную политику организации, принятую в соответствии с ПБУ 1/98.

В отличие от МСФО, федеральные стандарты РСБУ принимает Минфин (п. 5.2.21(1) постановления Правительства РФ от 30 июня 2004 г. № 329 «О Министерстве финансов Российской Федерации»), а отраслевые – Банк России (подп. 14 ст. 4 Федерального закона от 10 июля 2002 г. № 86-ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)'). Этот факт сам по себе говорит о влиянии государства на данную сферу[2].

Отличия в периоде отчетности связаны с тем, что в российской практике отчетный год совпадает с календарным. Исключение может быть только для вновь созданных организаций. Международные стандарты допускают составление отчетности за год, оканчивающийся на любую дату, допустимо также менять дату окончания периода, увеличивать или уменьшать отчетный период.

В МСФО не предусмотрено использование единого плана счетов. Допустимо разрабатывать свой план счетов исходя из особенностей предприятия. РСБУ предполагает обязательное использование единого утвержденного плана счетов и утвержденных форм отчетности.

В российской системе учета для того, чтобы была признана выручка, требуется переход права собственности на приобретенные товары от продавца к покупателю. По международным же стандартам для признания выручки достаточно, чтобы продавец передал покупателю значительные риски и выгоды, связанные с правом собственности на приобретенные товары, независимо от факта пере-

дачи права собственности. Несмотря на то, что чаще всего эти моменты совпадают, тем не менее, бываю исключения, которые могут повлиять на финансовые результаты в отчетном периоде.

Еще одним принципиальным отличием рассматриваемых систем учет является использование принципа дисконтирования. Российская система бухгалтерского учета не обязывает использовать данный принцип для отражения каких-либо статей отчетности. Хотя при любых взаимосвязанных операциях, разделенных промежутками времени, возникает задача приведения в соответствие размеров и сроков платежей со временем расчетов и правилами сделки [1, с.8] МСФО предполагает широкое применение дисконтирования.

В практике деятельности предприятий бывают ситуации, когда основные средства, ранее используемые в деятельности, позже предполагается реализовать. ПБУ 6/01 не оговаривает особенностей учета в этом случае. Обычно такие активы продолжают учитывать как основные средства до момента продажи. В МСФО существует отдельный вид оборотных активов, называемые «долгосрочные активы, предназначенные для продажи».

РСБУ не предусматривает, в отличие от МСФО, стандарт, регулирующий учет аренды. В учетной практике предмет аренды отражается на балансе арендодателя. Доходы и расходы обычно признаются арендатором и арендодателем ежемесячно согласно ПБУ 9/99 и ПБУ 10/99. Исключением является лизинг, при котором возможна ситуация, когда предмет аренды учитывается у арендатора (лизингополучателя). Сторона, которая будет учитывать предмет лизинга, определяется условиями договора. Это предусмотрено Федеральным законом «О финансовой аренде (лизинге)». МСФО предусмотрен специальный стандарт (IAS) 17 «Аренда». В нем аренда подразделяется на два вида: финансовую и операционную.

#### Литература:

1. Коршунова Л.Н. Основы финансовых вычислений: учебное пособие / Л.Н.Коршунова. — Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. — 113 с.
2. Крапивенцева С. Отличия МСФО и РСБУ: принципы vs правила [Электронный ресурс] / <https://id.ru/articles/157859-qqq-16-m6-02-06-2016-otlichiya-msfo-i-rsbu-printsipy-vs-pravila?ustp=W> — (дата обращения: 08.08.2017)

## Человеческий потенциал в информационном обществе

Крутин Юрий Викторович, ст. преподаватель

ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», г. Екатеринбург

**Аннотация.** В статье рассматривается содержание процесса развития человеческого потенциала в информационном обществе. Определяется роль обучения, как образования и воспитания, в развитии человеческого потенциала. Показано влияние развития человеческого потенциала на экономическое развитие информационного общества.

**Ключевые слова:** развитие человеческого потенциала, обучение, как образование и воспитание, интенсивный экономический рост, информационное общество.

В середине двадцатого столетия ученые — экономисты были озадачены тем фактом, что экономический рост стал в большей степени зависеть от человеческого фактора. Г. Беккер отмечал, что «главным побудительным фактором стало осознание того, что в большинстве стран рост физического капитала объясняет относительно невысокую часть роста дохода. Поиск удовлетворительных объяснений привел к разработке более совершенных измерителей физического капитала и вызвал интерес к менее осязатель-

Аренда считается финансовой, если к арендатору по условиям договора переходят почти все риски и выгоды, связанные с владением данным активом. Такая ситуация бывает, если в конце срока договора аренды актив переходит в собственность к арендатору или значительная часть срока службы актива покрывается сроком аренды. Если аренда не является финансовой, она считается операционной. Эти два вида аренды по-разному отражаются в учете и отчетности. Экономический смысл финансовой аренды — это продажа актива в рассрочку. Поэтому при передаче актива арендатору арендодатель отражает в учете его выбытие и показывает дебиторскую задолженность арендатора. Учитывая тот факт, что деньги за актив арендодатель получает не в момент передачи, а по частям, в виде арендной платы, за отсрочку платежа начисляются проценты. В период действия договора аренды арендодатель начисляет процентный доход. По мере поступления арендной платы от арендатора отражается погашение дебиторской задолженности. Соответственно арендатор признает актив в учете и отражает на счетах кредиторскую задолженность перед арендодателем, которая постепенно погашается в течение срока аренды.

Операционная аренда предполагает, что актив продолжает числиться у арендодателя. Арендная плата является доходом арендодателя и расходом арендатора, которые признаются равномерно (независимо от графика платежей — п. 33 МСФО (IAS) 17).

Это далеко не полный перечень существенных отличий российской системы бухгалтерского учета и международных стандартов финансовой отчетности. Таким образом, для полного сближения потребуется еще достаточно долгий период времени. Современному специалисту, скорее всего, потребуется освоение обеих систем учета, умение анализировать и сопоставлять показатели, полученные на основе разных видов отчетности.

ным сущностям, таким как технический прогресс и человеческий капитал» [2]. Начиная с работ американских экономистов Т. Шульца «Образование как источник формирования капитала» (1960) и «Инвестиции в человеческий капитал» (1961) и Г. Беккера «Инвестиции в человеческий капитал: теоретический анализ» (1962) и «Человеческий капитал: теоретический и эмпирический анализ» (1964) в науке появилось понятие «человеческий капитал» и было положено начало его изучению. Наряду с Т. Шульцем и

Г. Беккером дальнейшие исследования нового понятия продолжили И. Бен-Порэт, У. Боуэн, Л. Туроу, Д. Бегг, Ф. Махлуп и другие. И. Бен-Порэт, У. Боуэн, Л. Туроу анализировали производство человеческого капитала на индивидуальном уровне, рассматривая его как самовозрастающий актив. Д. Бегг, Ф. Махлуп занимались оценкой эффективности человеческого капитала, проводя его сравнение с материальными активами.

Также в 70-х годах прошлого столетия экономико-социальный совет ООН провёл систематизацию и обобщение предложений ученых в области социологии, демографии, экономики и других наук, и подготовил доклад по стратегическому развитию человечества [1]. В этом документе основное место отводилось концептуальным позициям демографов, однако одним из ключевых положений доклада стало положение об усилении значения человеческого фактора в глобальном развитии экономики. Таким образом, к данному положению впервые было привлечено внимание мирового сообщества.

Появление доклада «О человеческом развитии за 1990 год» способствовало тому, что развитие человеческого потенциала стало рассматриваться как основа для достижения устойчивого экономического роста и критерий прогресса на уровне общества в целом. На основании программы развития ООН (ПРООН) доклады об уровне развития человеческого потенциала по странам мира с 1990 года готовятся каждый год.

В информационном (постиндустриальном) обществе трактовка статуса человека в экономической системе претерпела изменения от одного из факторов производства до основного критерия развития общества. Человек рассматривается и как движущая сила общественного развития, и как объект воздействия.

Однако, ни длительный промежуток времени, прошедший с момента появления теории «человеческого капитала», ни большое число работ по этой теме, не способствовали выработке у исследователей единообразия в отношении понятия «человеческий капитал». Со временем происходило расширение понятия «человеческий капитал». Расширялось как его содержание, так и уровни его существования — уровень индивида, уровень группы (коллектива, общности), и уровень всего общества. Г. Беккер в контексте этого понятия упоминает эмоциональное состояние человека [3, с.84]. Д. Норт к его составу добавляет имеющиеся у человека знания, убеждения, а также создаваемые на основе этих убеждений институты [4, с.79].

Также мы не имеем сложившегося представления о границах применимости понятий «человеческий капитал» (ЧК) и «человеческий потенциал» (ЧП). Т. Шульц писал «Все человеческие ресурсы и способности являются или врожденными или приобретенными. Каждый человек рождается с индивидуальным комплексом генов, определяющим его врожденный человеческий потенциал. Приобретенные человеком ценные качества, которые могут быть усилены соответствующими вложениями, мы называем человеческим капиталом» [5, с.2-3].

Отдельные российские экономисты в своих публикациях временами отождествляют понятия ЧК и ЧП.

Другие отечественные авторы исследуют взаимосвязь этих понятий. Они выделяют показатели развития ЧП (долгая здоровая и активная жизнь; непрерывное образование; получение ресурсов, которые необходимы для высокого качества жизни) и показатели развития ЧК (рост эффективности труда, увеличение ВВП и ВРП). На этом

основании делается вывод, что ЧК является реализацией ЧП.

Мы считаем, что в научной терминологии использовать понятие «человеческий капитал» неправомерно [6]. На уровне научного языка речь необходимо вести о человеческом потенциале, его развитии и реализации (активизации). С момента своего рождения человек обладает набором способностей, в том числе унаследованными, которые называются врожденными. Они определяют врожденный ЧП. Затем происходит обучение человека, которое включает в себя и образование и воспитание, в ходе которого он приобретает новые способности и через опыт применения этих способностей формирует новые навыки. Этот процесс называется развитием ЧП. Врожденный человеческий потенциал в процессе своего развития, подвергаясь влиянию окружающей среды, в частности обучения, также подвержен развитию. В результате развития ЧП детей формируется личность.

Нельзя недооценивать воспитание в ходе обучения, так как именно в результате обучения происходит развитие личностных качеств (нравственных, моральных, волевых, деловых, уверенности в себе, коммуникабельности, отношения к работе) и формируется ценностная ориентация, влияющая на выбор человека (цель жизни и пути ее достижения).

Как видим, основными составляющими (компонентами) человеческого потенциала являются здоровье, образование и культура, причем рассматривать их необходимо не по отдельности, а во взаимосвязи как систему. Развитие всех компонент человеческого потенциала, кроме полезности для конкретного человека, обладающего ими, проявляется также по истечении некоторого промежутка времени как качественное улучшение общественной среды и интеллектуальное развитие общества. Исходя из этого, можно вести речь о наличии внешних и внутренних эффектов, присущих развитию ЧП. Кроме того, человеческий потенциал можно рассматривать на уровне индивида («в узком смысле»), и на уровне территориальных общностей («в широком смысле»).

Однако при отсутствии основополагающих прав и без обеспечения возможностей развитие ЧП может быть существенно затруднено. Затруднения в развитии человеческого потенциала способны привести к понижению продуктивности общественного воспроизводства, так как он играет роль фактора, ограничивающего рост производительности труда.

Таким образом, между устойчивым экономическим развитием и уровнем развития ЧП существует прямая связь. Развитие экономики находится в зависимости от развития человека, от накопления ЧП. Продуктивность общественного воспроизводства может повышаться либо понижаться в зависимости от уровня развития и реализации ЧП. То есть диспропорции между отдельными компонентами ЧП на уровне индивида могут приводить к проблемам в экономическом развитии общества в целом.

Поэтому в целях устойчивого экономического развития для общества/государства является необходимостью распределение своих ресурсов для обеспечения уровней образования, здоровья и культуры, которые необходимы для процесса развития ЧП. Кроме того, в арсенале государства существуют побудительные и принудительные меры воздействия на процесс развития ЧП. В сфере образования к принудительным мерам относится обязательное среднее образование, в сфере здоровья - обязательные ме-

дицинские профилактические мероприятия. Влияние на доходы через систему налогообложения и субсидирования расходов, а также регулирование цен, можно отнести к побудительным мерам.

Концепция развития ЧП содержит две важные идеи. Первая — удовлетворение базовых потребностей человека, из которой вытекает ответственность государства за создание соответствующих условий. Вторая — экономический рост представляется средством для увеличения расходов на развитие человеческого потенциала.

Развитие ЧП предполагает непрерывное обучение в течение всей жизни. Здесь имеются в виду следующие фазы обучения:

- обучение в раннем детстве в кругу семьи;
- обязательное среднее образование, профессиональное или общее образование сверх обязательного уровня, то есть формальное образование и профессиональная подготовка, затем высшее образование и профобразование на рынке труда;
- профобучение на рабочем месте;
- информационное обучение на рабочем месте посредством исследовательской деятельности;
- информационное обучение путем участия в разнообразных профобъединениях.

Необходимость непрерывного обучения в течение всей жизни индивида обусловлена условиями информационного общества, которое пришло на смену обществу индустриальному. В информационном обществе характеристики внешней среды изменяются с большой скоростью, что приводит к росту скорости распространения информации и увеличению ее объемов. Для успешного ведения бизнеса в таких условиях требуется сокращение времени на принятие решений, а это неизбежно приводит к повышению скорости передачи и обработки информации с помощью новых информационных технологий. Анализ тенденций изменения информационных процессов в сфере экономики дает основание сделать вывод о высоких темпах ее информатизации. Поэтому знания, полученные в период получения образования, быстро устаревают.

Реализация ХГ, т. е. применение полученных знаний, приобретенных способностей и сформированных навыков происходит в процессе труда.

К. Маркс писал, что человеческие способности к труду являются «главным накоплением богатства, важнейшим сохраненным результатом предшествующего труда» [7, с.306].

Развитие человеческого потенциала в информационном обществе, обществе знаний, позволит реализовать возможность интенсивного роста экономики посредством повышения общественной производительности труда, добиться которого свою очередь возможно путем совершенствования существующих и разработки новых технологий с применением инновационных идей, ведущих к сокращению затрат времени и ресурсов на выполнение процессов производства товаров и оказания услуг. Высокообразованные про-

фессионалы, уровень развития человеческого потенциала которых позволяет видеть и понимать не только свои непосредственные трудовые операции, но весь процесс целиком, неизбежно будут сталкиваться с возможностью совершенствования как отдельных операций, так и процесса в целом.

В новом информационном обществе работник является носителем инновационных знаний и способен активно влиять на совершенствование техники и технологий, располагает возможностями для ускорения экономического развития через повышение общественной производительности труда. Все зависит от самого работника, от наличия либо отсутствия у него стимулов к инновационному поведению.

И здесь громадную роль играет система ценностей человека, его мотивация. Если мотивация выступает как форма проявления потребности, причем осознанной потребности, которая сформировалась в период обучения (роль воспитания) и является побуждением к творческой деятельности, то работник использует такую ситуацию и предложит свои инновации для совершенствования процесса, а также еще и примет непосредственное участие в пределах тех возможностей, которые ему предоставлены.

В настоящее время в России большинство населения, которое занято в экономике и имеет достаточно высокий уровень образования, не проявляет тяги к инновационному поведению.

Для предприятий это означает, что недостаточно обрести высокообразованных профессионалов. Необходимо также продумать эффективную систему мотивации для стимулирования их инновационной активности.

В современных условиях многие отечественные организации не заинтересованы в инновациях. Дешевая рабочая сила на рынке труда является серьезным препятствием для обновления средств производства и роста производительности труда:

- при невысоком уровне оплаты труда организация может позволить себе иметь низкий уровень производительности труда за счет найма дополнительной рабочей силы;
- получаемая выручка покрывает незначительные издержки производства из-за низкого уровня оплаты труда, что обеспечивает рост прибыли;
- низкий уровень производительности труда является основанием не повышать уровень оплаты труда.

Выходом из такого замкнутого круга является повышение уровня заработной платы с одновременным привлечением на предприятие высокообразованных профессионалов. Повышение уровня заработной платы станет для предприятия экономическим ограничителем на привлечение дополнительной рабочей силы и побудит руководителей к более эффективному использованию живого высокопрофессионального труда, для чего организует ввода в эксплуатацию нового оборудования, что приведет к росту производительности труда.

### Литература:

1. Детерминанты и последствия демографических тенденций. Новое краткое изложение результатов исследований о взаимодействии демографических, экономических и социальных факторов. — Нью-Йорк. ООН. 1975 (ST/SOA. Ser/A/50). Т.1, ч.2, 1—9, 1772 с.
2. Becker. G.S. Human capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education. N.—Y.: Columbia University Press. 1975. P. 1.
3. Беккер Г. Человеческое поведение: экономический подход. — М.: ГУ ВШЭ, 2003. — 336 с. (Избранные труды по экономической теории).



4. Норт Д. Понимание процесса экономических изменений. — М.: ГУ ВШЭ, 2010. 256 с.
5. Schultz T. Investment in human capital: the role of education and of research. — New York: Free Press; London: Collier Macmillan, 1971.
6. Мокронос А.Г., Крутин Ю.В. Человеческий капитал или человеческий потенциал. // Идеи и идеалы. 2017. №2 (32), т.2. С. 80–89.
7. Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения. Т.26, ч.3. — изд. 2-е. — М.: Госполитиздат, 1964. — 681 с.

## Использование теорий мотивации для повышения эффективности работы организации

Ласкова Татьяна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент  
Мажинян Жора Артурович, студент  
Южный федеральный университет

**Аннотация.** На сегодняшний день применяемая на предприятии система мотивации определяет направления, в которых используются функциональные возможности и способности сотрудников. В статье анализируется мотивационная система труда работников ООО «Лучик», выявляются сильные и слабые стороны для эффективной работы предприятия. На основе проведенного исследования разрабатываются рекомендации, которые помогут усовершенствовать управление персоналом компании и повысить производительность труда.

**Ключевые слова:** мотивация, теории мотивации, материальная и нематериальная мотивация, управление персоналом.

В период сложной экономической ситуации в стране компаниям приходится принимать непростые решения в части сокращения расходов на персонал при сохранении производительности труда на прежнем или даже более высоком уровне. Однако управленцам всех уровней необходимо помнить, что для успешной работы предприятия в любой сфере деятельности следует выстраивать грамотное и слаженное взаимодействие со своими сотрудниками, используя все возможные средства для создания комфортной психологической атмосферы и мотивации рабочего коллектива. [2] Это позволяет, в том числе, и нивелировать

симптомы профессионального «выгорания» сотрудников (снижение энтузиазма и потеря интереса к работе, а также замещение профессиональных интересов другими, не связанными с работой).

Мотивация деятельности — это совокупность внутренних и внешних движущих сил, побуждающих человека совершать некоторые поступки и осуществлять определенные действия для достижения определенных целей. [5]

Мотивация труда может быть материальной и нематериальной (таблица 1).

Таблица 1. Виды мотивации

| Материальная мотивация   | Нематериальная мотивация  |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение размера заработной платы</li> <li>2. Своевременная выплата по результатам работы премий, доплат</li> <li>3. Корпоративные бонусы, бенефиты</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Персональная публичная похвала</li> <li>2. Карьерная лестница и будущие перспективы</li> <li>3. Обучение, повышение квалификации</li> <li>4. Поздравление со значимыми датами</li> <li>5. Комфорт и атмосфера</li> <li>6. Поддержание корпоративного духа</li> <li>7. Гибкий график</li> <li>8. Дополнительные выходные дни</li> <li>9. Свобода в выборе инструментов и методов решения поставленных задач</li> </ol> |

Следует сразу оговориться, что поведение человека складывается не из одного мотива, а из суммы разных мотивов, которые взаимодействуют друг с другом и образуют мотивационную структуру. В самом упрощенном виде модель процесса мотивации включает в себя три основных этапа:

1. Возникновение потребности (желания, стремления к определенным результатам);
2. Формирование целенаправленного поведения для удовлетворения потребности;
3. Удовлетворение потребности (позитивное комфортного состояния, которое ощущает человек, когда его желание реализуется). [3]

Сам процесс мотивации является достаточно сложным механизмом. Существующие теории мотивации помогают разобраться в факторах, которые оказывают влияние на данный механизм (таблица 2).

Но нельзя мотивировать человека принудительно, директивно. Система мотивации — это комплекс определенных мероприятий, который направлен на внутренние, моральные ценности человека, что в свою очередь порождает у индивида активное желание работать. [1] Таким образом, главная функция мотивации труда — это стимулирование работника или группы работников для удовлетворения своих собственных потребностей через деятельность по достижению целей предприятия.

Проанализируем особенности системы мотивации в компании ООО «Лучик», занимающейся торговлей детскими товарами и одеждой и расположенной по адресу: г. Ростов-на-Дону, ул. Еременко, 87. Компания предлагает полный ассортимент детских товаров среднего и экономических сегментов, включающий более 50000 наименований от 400 поставщиков из России, Польши, Белоруссии, Гер-

мании, Турции, Таиланда, Украины, Китая, Индонезии и других стран.

Основными факторами конкурентоспособности ООО «Лучик» на рынке, обеспечивающими прибыльность бизнеса, являются: оптимальные цены на продукцию, которые обеспечиваются за счет эффекта масштаба и увеличения

эффективности логистики и бюджетного контроля затрат; широкий ассортимент товаров; узнаваемость торговых марок ООО «Лучик»; контроль качества продукции; взвешенная политика принятия управленческих решений; профессионализм персонала и качество обслуживания.

Таблица 2. Содержательные и процессные теории мотивации

| Содержательные теории<br>(объясняют поведение людей с точки зрения потребностей, изучают причины мотивированного поведения)  | Процессные теории<br>(поведение людей определяется не только потребностями, но и является функцией <i>восприятия и ожиданий</i> , связанных с данной ситуацией, и возможных последствий выбранного типа поведения) |
|--|--|
| Теория мотивации Маслоу объясняет, что именно мотивирует людей на определенные действия, и в какой последовательности.   | Теория ожиданий заключается в том, что работник должен иметь устойчивое представление о том, что от его усилий зависят результаты его труда,   |
| Теория мотивации Дэвида Мак Клелланда заключается в том, что любая организация предоставляет работнику возможности реализовать три потребности высшего уровня: во власти, успехе и принадлежности. | Теория справедливости. Согласно теории справедливости, индивид оценивает получаемое им вознаграждение в сравнении с вознаграждением других категорий сотрудников, которые достигли аналогичных результатов.        |
| Теория мотивации Фредерика Герцберга. Фредерик Герцберг создал двухфакторную модель (гигиенические и мотивирующие факторы), которая показывает удовлетворенность работой.                          | Модель Портера-Лоулера. Согласно модели Портера-Лоулера, достигнутые результаты зависят от приложенных сотрудником усилий, его способностей и характера, а также осознания им своей роли.                          |

Таблица 3. Структура персонала компании ООО «Лучик»

| Категория персонала                     | 2015 год     |                 | 2016 год     |                 |
|---|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
|   | Кол-во, чел. | Удельный вес, % | Кол-во, чел. | Удельный вес, % |
| Административно-управленческий персонал | 9            | 13,04           | 11           | 15,07           |
| Торгово-оперативный персонал            | 57           | 82,61           | 59           | 80,82           |
| Вспомогательный персонал                | 3            | 4,35            | 3            | 4,11            |
| <b>Итого</b>                            | <b>69</b>    | <b>100,00</b>   | <b>73</b>    | <b>100,00</b>   |

На конец 2016 года в ООО «Лучик» было 73 сотрудника, а весь персонал компании можно подразделить на три категории: административно-управленческий, торгово-оперативный и вспомогательный (таблица 3).

Из данных таблицы 3 видно, что основную часть сотрудников составляет торгово-оперативный персонал. Численность административно-управленческого аппарата в 2016 году увеличилась на два человека (были приняты еще один бухгалтер и менеджер по оптовой торговле). Численность торгово-оперативного персонала в 2016 году увеличилась также на два человека, а количественный состав вспомогательного персонала в 2016 году не изменился.

На рисунках 1 и 2 представлена половозрастная структура персонала организации, показывающая количественное преобладание мужчин среди сотрудников (63%), а также специалистов в возрасте от 25 до 40 лет (56%), имеющих опыт и навыки работы. Но и молодых работников в возрасте до 25 лет тоже много (31 %).



Рисунок 1. Половая структура персонала ООО «Лучик» в 2016 г.

Исследование персонала по уровню образования (рисунок 3) показывает, что 60% работников имеют высшее образование.

В таблице 4 представлено движение персонала в ООО «Лучик» в период с 2014 по 2016 годы.

Таким образом, коэффициент текучести кадров в ООО «Лучик» является крайне нестабильным, что актуализирует исследование системы мотивации персонала в ООО «Лучик».

В ходе исследования мотивации труда в ООО «Лучик» проведен опрос методом анкетирования работников организации. Анкета включала в себя перечень из 17 вопросов для определения мотивирующего фактора и отношения к работе персонала предприятия. В опросе приняли участие 25 человек. Каждый сотрудник должен был из предложенных вариантов выбрать ответ наивысшего приоритета или распределить 10 баллов между ответами на данное утверждение в предпочитаемом порядке.



Рисунок 2. Возрастная структура персонала ООО «Лучик» в 2016 г.



Рисунок 3. Структура персонала по уровню образования в 2016 г.

Таблица 4. Движение кадров в ООО «Лучик»

| Показатели                     | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | Абсолютное отклонение | Темп изменения, % |
|--------------------------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------|
| Среднесписочная численность    | 55      | 69      | 73      | 4                     | 105,80            |
| Принято работников             | 10      | 12      | 9       | -3                    | 75,00             |
| Уволено работников, всего      | 6       | 2       | 5       | 3                     | 250,00            |
| - по собственному желанию      | 6       | 2       | 5       | 3                     | 250,00            |
| Коэффициент текучести          | 0,11    | 0,03    | 0,07    | 0,04                  | 236,30            |
| Коэффициент оборота по приему  | 0,18    | 0,17    | 0,12    | -0,05                 | 70,89             |
| Коэффициент оборота по выбытию | 0,11    | 0,03    | 0,07    | 0,04                  | 236,30            |

Результаты анкетирования следующие. Среди опрошенных респондентов 40% – мужчины и 60% – женщины, из них 80% состоят в браке и 76% имеют детей, образование варьирует от среднего (40%) до среднего специального и высшего – (60%), стаж работы составляет – от 1 года – 36%, до 3 лет – 52%, до 5 лет – 4% и до 10 лет – 8%.

Проведенный опрос сотрудников предприятия позволяет сделать вывод, что для 64% респондентов работа в данной компании является основным средством заработка денег, для 12% – это возможность подъема по карьерной лестнице, для 16% – возможность общения с хорошим коллективом и 8% считают, что не важно, где работать.

На вопрос «Как Вы оцениваете свою работу?» 40% опрошенных респондентов считают её интересной; 32% – отмечают, что это работа, требующая высокой степени ответственности; 12% – говорят о том, что она требует творческого подхода; 8% – выделяют пункт, что работа сложная и трудная, а также дающая возможность продвижения по службе.

На рисунке 4 представлена оценка персоналом уровня заработной платы на предприятии: 71% отметили, что заработная плата низкая; 21% – средняя, 8% – такая же как и на других предприятиях нашего города, пункт о высокой зарплате не был выбран.

76% опрошенных сотрудников довольны своей работой, 20% недовольны и 4% затрудняются ответить. Большинство персонала считают, что самым эффективным способом мотивации сотрудников являются денежные поощрения (76%) и по 8% отметили такие пункты как похвала от руководства, дополнительные выходные и корпоративные праздники.



Рисунок 4. Оценка респондентами уровня заработной платы



Рисунок 5. Желаемая социальная политика ООО «Лучик»

Рисунок 5 отражает видение респондентами социальной политики компании. Большая часть сотрудников хотела бы получать доплаты деньгами на питание и дополнительное медицинское страхование (по 44%), предоставление дополнительных дней к отпуску (40%), предоставление путевок на отдых (36%), оплата транспортных расходов и

расходов по оплате детских садов (по 28%), оплата мобильного телефона и организация культурно-развлекательных программ для детей на каникулах, в выходные и праздничные дни (по 12%), организация культурного досуга (8%).

Опрос показал, что организация трудового процесса устраивает 100% работающих на предприятии, 96% и 92% поддерживают руководство в улучшении условий труда и модернизации производства: 88% и 84% считают нормальной социальную сферу и уровень заработной платы. На вопрос, о том, чтобы хотелось изменить в компании, были получены предложения о повышении заработной платы и увеличении ассортимента продукции.

На основе проведенного исследования можно сделать несколько выводов:

#### Литература:

1. Доля Д.С., Тихонов Д.В. Оптимизация затраты на персонал и методы, влияющие на мотивацию сотрудников // В сборнике: Неделя науки СПбГУ материалы научной конференции с международным участием. 2016. С. 185-186.
2. Корзенко Н.И., Тимакова Т.В. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом // Вестник Челябинского государственного университета. 2015. № 1 (356). С. 124-126.
3. Каримуллина А.Ф. Мотивация сотрудников и ее роль в управлении персоналом // В сборнике: Современное общество: проблемы управления и развития материалы Всероссийской научно-практической конференции. АНО «Центр исторических и археологических исследований». 2016. С. 22-26.
4. Христюк А.А., Иванова И.Г., Кузнецов В.А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом // В сборнике: Труд и социально-трудовые отношения: современная теория, методология и практика сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции. 2016. С. 80-85.
5. Цевелев В.В., Шенцев М.С., Давлетбаев Р.Р. Мотивация как фактор управления персоналом // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2016. № 28-1. С. 167-175.

## Страхование малого и среднего бизнеса в России

Нецымайло Клавдия Владимировна, кандидат экономических наук, доцент  
Оренбургский государственный педагогический университет

Современная конкуренция заставляет предпринимателей лучше и тщательнее анализировать рынок и ситуацию в целом с целью минимизации убытков и ошибок, а также для повышения прибыли и достижения поставленных целей. Изменение с течением времени, условий производства повлекло за собой и изменения в менеджменте, который заставляет производить анализ внешних и внутренних факторов для предотвращения пагубных последствий влияющих на эффективную работу предприятия. Непредвиденность данных факторов вынуждает предприятия искать новые методы и приемы для работы с ними. У любой фирмы появляется нужда в разработке определенной системы, к адаптации различного рода факторам риска. И именно страхование является одним из наилучших подходов к управлению предпринимательскими рисками.

Современное страхование представляет собой один из ключевых финансовых инструментов, позволяющих сгладить негативные последствия чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и снизить риск финансовых потерь, связанных с указанными событиями. При этом страхование необходимо рассматривать как многоуровневую систему социально-экономических отношений, интегрированных практически во все сферы национальной экономики, влияющих на формирование подходов к управлению рисками хозяйствующих субъектов и финансовой безопасности бизнеса.

Результаты 2016 года нестандартны для страховой отрасли: несмотря на стагнацию экономики, страховой рынок вырос на 15,3%. Темп роста премий превысил уровень

1. Руководству предприятия необходимо наладить тесную связь со своими подчиненными, а также между работниками, а именно подчеркивать индивидуальную ценность каждого работника, вовлекать всех в одно общее дело, чтобы мотивация каждого была не только денежная.

2. Организация должна постараться сделать работу на этом предприятии интересной для каждого сотрудника, а именно учитывать увлечения каждого и постараться интегрировать это с рабочим процессом.

3. Чтобы удерживать квалифицированных специалистов, организации необходимо повысить их заработную плату в соответствии с требованиями.

4. «Лучик» следует пересмотреть свою социальную политику, а именно давать возможность работникам самим выбирать, какие социальные льготы они хотят получить.

инфляции (5,4%), количество договоров увеличилось на 24 млн [2].

Все добровольные виды страхования, кроме автокаско, авиакаско и страхования грузов, показали положительную динамику. Реформа ОСАГО продолжается: создание «единого агента» помогло упростить покупку полиса. Рост премий по ОСАГО ожидаемо замедлился в первой половине 2016 года и перешел в зону отрицательных значений во 2 полугодии на фоне взрывного роста выплат.

Наибольший прирост взносов обеспечили сегменты ОСАГО (за счет роста тарифа), страхования жизни (за счет активного развития инвестиционного страхования жизни), страхования имущества граждан (за счет продвижения коробочных продуктов) и ДМС (за счет инфляции услуг ЛПУ и продвижения рискованных программ). При этом без учета роста тарифов по ОСАГО объем страхового рынка упал не только в реальном, но и в номинальном выражении.

На основании предоставленных данных можно сделать следующий вывод. Среди субъектов малого и среднего бизнеса востребованным является только ОСАГО и в меньшей степени страхование гражданской ответственности, по остальным видам страхования мы наблюдаем стремительное падение.

Среди лидеров страхового рынка по количеству собранных взносов, по состоянию на 2016 год, единоличное первое место занимает компания Росгосстрах, второе — СОГАЗ, третье — Ресо-гарантия [2].

Теперь подробно рассмотрим, какие страховые продукты для малого и среднего бизнеса, предлагают лидеры страхового рынка России.

Лидер рынка страхования в России — Росгосстрах, предлагает программу Росгосстрах-бизнес, которая включает в себя: автострахование, страхование имущества, здоровья, строительно-монтажных и других рисков, а также накопительное страхование жизни, страхование от несчастных случаев и пенсионное страхование.

Автострахование (Росгосстрах-Бизнес «Авто») — в него входит защита от: угона, хищения, противоправных действий третьих лиц, ущерб доп. оборудования, причинение вреда имуществу и здоровью других лиц (ОСАГО), длительная или постоянная утрата трудоспособности водителей и пассажиров ТС в случае ДТП.

Страхование имущества (Росгосстрах-Бизнес «Имущество») — в него входит три пакета страховой защиты (защита от пожара, повреждение водой в результате аварии канализации; кража, грабеж, разбой; наезд наземных транспортных средств; падение самолетов, обломков или грузов).

Страхования здоровья — включает в себя полис ДМС для сотрудников, в который входит обслуживание в лучших клиниках города. Объем услуг зависит от страховой программы и дополняется по желанию сотрудников.

Комбинированное страхование строительно-монтажных рисков — включает в себя страхование строительного объекта, материального ущерба, гражданской ответственности, предпринимательского риска.

Накопительное страхование жизни (Росгосстрах «Жизнь») — один из самых лучших инструментов мотивации персонала, а также привлечения и удержания высококвалифицированных кадров. Включает в себя страхование сотрудников на срок от 5 до 40 лет и выплаты им страховых премий за выслугу определенного количества лет.

Страхование от несчастных случаев (Росгосстрах «Жизнь») — страхование сотрудников от несчастного случая сроком на 1 год с возможностью пролонгации.

Пенсионное страхование — долгосрочный инструмент мотивации персонала. Формируется за счет отчислений заработной платы сотрудника фирмы и служит в дальнейшем прибавкой к пенсии в пенсионном возрасте.

Таким образом, программа корпоративного страхования Росгосстрах-Бизнес имеет широкий спектр страховых продуктов, а также допускает индивидуальный подход к каждому клиенту.

Компания СОГАЗ — второй страховой гигант в России, предлагает программу «Страхования залогового и лизингового имущества предприятий среднего и малого бизнеса». В нее входят страхование движимого и недвижимого имущества, которое является залогом банка-кредитора, включая: производственные, общественные, административные здания, склады и торговые помещения, оборудование коммерческое и производственное, а также запасы готовой продукции. В целом страховая компания СОГАЗ также имеет большой спектр страховых продуктов, способных удовлетворить каждого представителя малого и среднего бизнеса.

### Литература:

1. Прогноз развития страхового рынка в 2016 году: устойчивость под угрозой [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://gaexpert.ru/researches/insurance/prognoz\\_2016](https://gaexpert.ru/researches/insurance/prognoz_2016)

2. Страховой рынок России в 2016 году [Электронный ресурс] // Национальной рейтинговое агентство. Режим доступа: [http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic\\_article](http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic_article)

Страховая компания АльфаСтрахование предлагает ряд страховых продуктов для малого и среднего бизнеса, включающий в себя пакеты: АльфаОфис, защита бизнеса, страхование ответственности владельцев ОПО, комплексное страхование МСБ, а также другие стандартные страховые услуги.

Таким образом, на основании сделанного обзора страховых продуктов, предлагаемых лидерами страхового рынка России, можно сделать следующий вывод. В настоящее время предлагается достаточно большой перечень страховых пакетов и услуг. В каждой компании существует своя специфика заключения договоров и свои условия.

Лидерами страхового рынка России являются: Росгосстрах, СОГАЗ, Ресо-гарантия, Ингосстрах, АльфаСтрахование.

На рынке страхования, в настоящее время предоставляются следующие программы для представителей малого и среднего бизнеса: Росгосстрах-бизнес, «Страхования залогового и лизингового имущества предприятий МСБ» от компании СОГАЗ, АльфаОфис, страхование бизнеса+ и другие виды комплексного страхования для МСБ от АльфаСтрахования.

В настоящее время на рынке страхования, наблюдается отрицательная динамика прироста страховых взносов. Также, исходя из данных распределения взносов по основным видам страхования, стоит отметить, что среди субъектов малого и среднего бизнеса востребованным является только ОСАГО и в меньшей степени страхование гражданской ответственности, по остальным видам страхования мы наблюдаем стремительное падение.

К проблемам страхования малого и среднего бизнеса в России относятся: слабая заинтересованность руководителей в услугах страховых компаний, недостаточный перечень страховых продуктов, предлагаемых страховыми компаниями, некомпетентность руководителей в выявлении и оценке риска, а также необходимости его страховать.

К перспективным направлениям развития страхования малого и среднего бизнеса относятся:

(1) содействие и поддержка государства, как бизнесу, так и страховым компаниям путем введения налоговых льгот при страховании (включить расходы на страхование в перечень расходов, на которые уменьшается налоговая база при упрощенной системе налогообложения);

(2) страховые компании могут диверсифицировать каналы распространения своих продуктов, организовать агрессивную рекламную кампанию, чтобы привлечь представителей малого и среднего бизнеса и заработать репутацию надежного партнера, работать совместно с банками, которые предоставляют услуги кредитования малого бизнеса, развивать продажи дополнительных страховых продуктов при страховании залогового имущества.

На данный момент времени в сфере страхования малого и среднего бизнеса существует много проблем, для решения которых необходимо участие, как самих страховых компаний, так и государства, а также представителей малого и среднего бизнеса.