

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### КОНСТРУИРОВАНИЕ МОД В СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

**Быстров Сергей Владимирович**

кандидат технических наук, доцент, Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

**Григорьев Валерий Владимирович**

доктор технических наук, профессор, Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

**Мансурова Ольга Карибековна**

кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

минерально-сырьевых ресурсов «Горный» г. Санкт-Петербург

**Першин Иван Митрофанович**

доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет филиал г. Пятигорск

**Першин Максим Иванович**

аспирант, Южный федеральный университет, г. Таганрог.

#### MODES CONSTRUCTION IN SYSTEMS WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

*Bystrov Sergey Vladimirovich, Candidate of Science, Associate Professor of ITMO University, St. Petersburg*

*Grigoriev Valeriy Vladimirovich, Doctor of Science, Professor of ITMO University, St. Petersburg*

*Mansurova Olga Karibekovna, Candidate of Science, Associate Professor of National Research University of*

*mineral resources «Gorniy», St. Petersburg*

*Pershin Ivan Mitrofanovich, Doctor of Science, Professor of The North Caucasus Federal University, branch Pyatigorsk*

*Pershin Maksim Ivanovich, graduate student of Southern Federal University, Taganrog.*

#### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена повышению качественных показателей линейных систем с распределенными параметрами на основе конструирования желаемых мод. Формулируется модифицированный критерий Найквиста, позволяющий определять области расположения желаемых мод для линейных систем с распределенными параметрами. На основе частотных методов исследования систем с распределенными параметрами, используя модифицированный критерий Найквиста решается задача синтеза распределенных регуляторов с желаемым расположением мод, обеспечивающим требуемые показатели качества процессов.

#### ABSTRACT

The article is dedicated to improving the quality indices of linear systems with distributed parameters based on the construction of the desired modes. Formulated a modified Nyquist criterion, which allows to determine the region of the desired modes for linear systems with distributed parameters. On the basis of frequency analysis of systems with distributed parameters using a modified Nyquist criterion is solved the problem of synthesizing distributed controllers to the desired location modes, providing the required performance quality of the process.

**Ключевые слова:** конструирование мод, конформное отображение, системы с распределенными параметрами, частотный модифицированный критерий Найквиста

**Keywords:** modes construction, conformal mapping, system with distributed parameters, frequency modified Nyquist criterion.

#### Введение и постановка проблемы

Основной результат заключается в развитии частотных методов исследования применительно к системам с распределенными параметрами. Использование модифицированного частотного критерия Найквиста [1-4], позволяет качественно распределять моды для линейных систем с распределенными параметрами в желаемых областях комплексной плоскости, параметры которых связаны с показателями качества системы, и намечен подход к оценке качества процессов и синтезу распределенных регуляторов.

Рассмотрим применение качественной теории к синтезу распределенных систем управления. Как известно, передаточные функции многих распределенных объектов по отдельным модам могут быть представлены в виде

$$W_{\eta}(s) = \frac{K_{\eta}}{T_{\eta} \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_{\eta} \cdot s}, \quad (1)$$

где  $\eta = 1, 2, 3, \dots$ ,  $s$  – оператор Лапласа,  $T_{\eta}, K_{\eta}, \tau_{\eta}$  – параметры, определяемые с использованием результатов эксперимента.

Для того, чтобы замкнутая система имела бы качественное распределение мод потребуют, чтобы все корни характеристического полинома, определяющие расположение мод лежали в круге радиуса  $r$  больше нуля, с центром в точке  $(\mathbf{b}, j0)$ , причем значению  $\mathbf{b}+r$  должно быть меньше нуля, то есть данный круг должен лежать в левой полуплоскости комплексной плоскости корней, где параметр  $\mathbf{b}$ , определяет среднюю скорость сходимости процессов к положению равновесия, а параметр  $r$  – отклонения траекторий движения от их средних значений.

Сведение задачи качественного расположения мод к классической задаче определения устойчивости достигается введением конформного отображения левой полуплоскости комплексной плоскости в единичный круг с центром в начале координат вида [4], а затем применением еще одного конформного отображения, преобразующего единичный круг с центром в начале координат в круг произвольного радиуса  $r$  с центром в точке  $(\mathbf{b}, j0)$ . При этом характеристический полином замкнутой системы по данной моде будет иметь все корни характеристического полинома относительно переменной  $S_1$  в круге радиуса  $r$

больше нуля, с центром в точке  $(\beta, j0)$ , причем значении  $\beta+r$  должно быть меньше нуля, то есть все корни относительно переменной  $s_1$  должны иметь отрицательные вещественные части.

Переходя к частотным методам анализа для установления факта качественного распределения мод положим, что  $S = j\omega; S_1 = j\omega_1$  и преобразуя с учетом конформных отображений, получим:

$$j\omega = \frac{j\omega_1 - r + \beta}{r + j\omega_1 + \beta} = \frac{j\omega_1 + (\beta - r)}{j\omega_1 + (r + \beta)} \cdot \frac{j\omega_1 - (r + \beta)}{j\omega_1 - (r + \beta)} \tag{2}$$

Преобразуя, приходим к следующему результату

$$j\omega = j \cdot (2\omega_1 \cdot r / (\omega_1^2 + (r + \beta)^2)) + (\omega_1^2 - (r^2 - \beta^2)) / (\omega_1^2 + (r + \beta)^2) \tag{3}$$

Характеристический полином по каждой пространственной моде замкнутой системы должен иметь все корни, относительно переменной  $s_1$ , в левой полуплоскости. Другими словами, все корни должны иметь отрицательные значения вещественных частей, а корни исходного объекта (системы) при этом должны лежать в круге радиуса  $r$  больше нуля, с центром в точке  $(\beta, j0)$ , причем значении  $\beta+r$  должно быть меньше нуля (контур по каждой пространственной конструируемой моде устойчив с

параметрами  $\beta$  и  $r$ ). Таким образом, критерий Найквиста может быть применен и для анализа качественного расположения мод в замкнутой распределенной системе.

При проектировании распределенной системы управления может быть использована следующая схема: применяя преобразование в пространство  $j\omega_1$ , синтезируем регулятор, обладающий определенными свойствами, реализуем который в физическом пространстве объекта управления (рисунок 1)

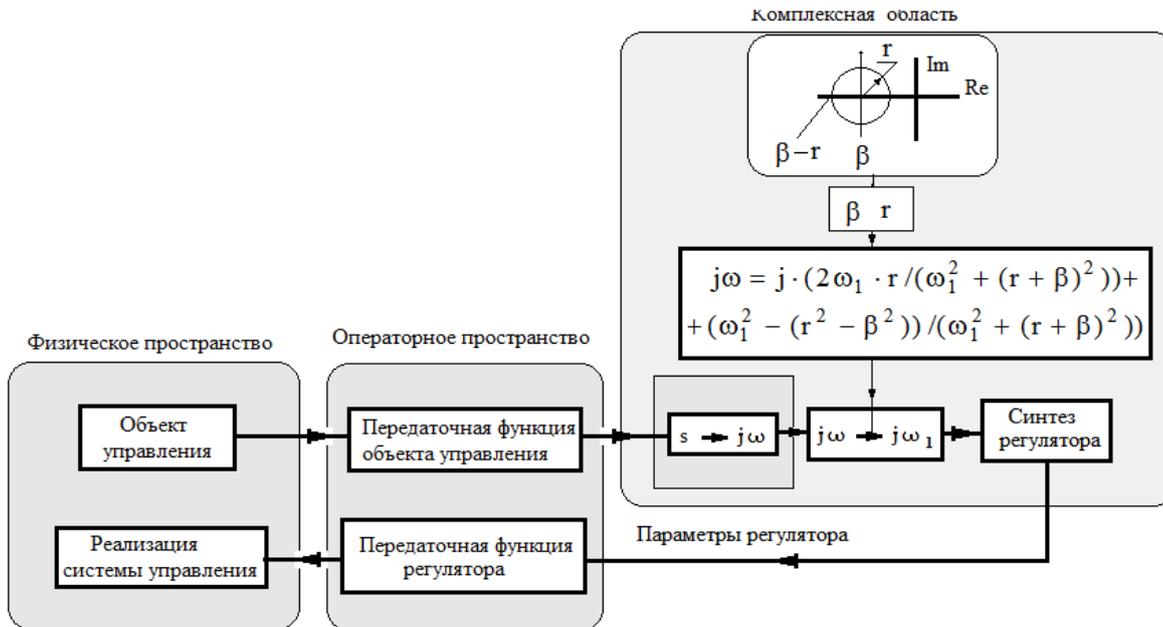


Рисунок 1. Пространства состояния, используемые при проектировании систем управления

**Синтез распределенных систем управления**

Рассмотрим синтез распределенного регулятора для системы управления температурным полем многослойной пластинки математическая модель которой записывается в виде

$$\frac{\partial T_i(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a_i \left( \frac{\partial^2 T_i(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_i(x, y, z, \tau)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T_i(x, y, z, \tau)}{\partial z^2} \right), \tag{4}$$

$$(i = \overline{1,3}),$$

$$0 < x < L_x, \quad 0 < y < L_y, \quad z_i < z < z_{i-1},$$

$$z_0=0, z_3=L_z.$$

Граничные условия для поверхностей  $S_3$  и  $S_5$

$$T_i(x, 0, z, \tau) = 0, \quad 0 \leq x \leq L_x, \quad z_i \leq z \leq z_{i-1};$$

$$T_i(x, L_y, z, \tau) = 0, \quad 0 \leq x \leq L_x, \quad z_i \leq z \leq z_{i-1}. \tag{5}$$

Граничные условия для поверхностей  $S_2$  и  $S_4$  записываются в виде.

$$\frac{\partial T_i(0, y, z, \tau)}{\partial x} = 0, \quad 0 \leq y \leq L_y, z_i \leq z \leq z_{i-1};$$

$$\frac{\partial T_i(L_x, y, z, \tau)}{\partial x} = 0, \quad 0 \leq y \leq L_y, z_i \leq z \leq z_{i-1}. \quad (6)$$

Условия на границах раздела сред, отражающие равенство температур и тепловых потоков, записываются соотношениями

$$T_1(x, y, Z_1, \tau) = T_2(x, y, Z_1, \tau);$$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, y, Z_1, \tau)}{\partial z} = \lambda_2 \frac{\partial T_2(x, y, Z_1, \tau)}{\partial z}, \quad 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y; \quad (7)$$

$$T_2(x, y, Z_2, \tau) = T_3(x, y, Z_2, \tau);$$

$$\lambda_2 \frac{\partial T_2(x, y, Z_2, \tau)}{\partial z} = \lambda_3 \frac{\partial T_3(x, y, Z_2, \tau)}{\partial z}, \quad 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y. \quad (8)$$

Управляющее воздействие в виде теплового потока распределено по границе  $S_4$

$$\lambda_3 \cdot \frac{\partial T_3(x, y, L_z, \tau)}{\partial z} = U(x, y, \tau), \quad 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y; \quad (9)$$

Поверхность  $S_6$  теплоизолирована

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, y, 0, \tau)}{\partial z} = 0, \quad 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y; \quad (10)$$

где:  $T_i(x, y, z, \tau)$  – температурное поле  $i$ -ой среды;  $U(x, y, \tau)$  – управляющее воздействие;  $x, y, z$  – пространственные координаты,  $\tau$  – время.

Ставится задача выбора такого управляющего воздействия (теплового потока распределенного по поверхности  $S_4$ ), которое обеспечивает качественное распределение выбранных для управления пространственных мод.

Рассмотрим некоторые особенности систем с распределенными параметрами

На примере синтеза регуляторов для системы управления температурным полем многослойной пластинки, математическая модель которой описывается уравнениями (4.)–(10.). Рассматриваемый объект принадлежит к классу пространственно – инвариантных систем [1], [2].

В качестве собственных вектор функций (пространственных мод) выберем функции вида

$$U_{\eta, \gamma}(x, y, \tau) = C_{\eta, \gamma}(\tau) \cdot \cos(\psi_{\eta} \cdot x) \cdot \sin(\psi_{\gamma}^* \cdot y),$$

$$\psi_{\eta} = \pi \cdot \eta / L_x; \psi_{\gamma}^* = \pi \cdot \gamma / L_y, (\eta, \gamma = \overline{1, \infty})$$

Вид собственных вектор функций оператора объекта обусловлен граничными условиями. Определим реакцию объекта на выбранные моды входного воздействия

$$U(x, y, \tau) = U_{\eta, \gamma}(x, y, \tau), \eta = \eta^*, \gamma = \gamma^*.$$

Реакция объекта на выбранную пространственную моду входного воздействия может быть представлена в виде

$$T_3(x, y, Z^*, \tau) = T_{\eta, \gamma}(x, y, Z^*, \tau) = H_{\eta, \gamma}(\tau) \cdot \cos(\psi_{\eta} \cdot x) \cdot \sin(\psi_{\gamma}^* \cdot y).$$

Преобразуя по Лапласу, при нулевых начальных условиях функцию выхода и входное воздействие и взяв их отношение, получим передаточную функцию рассматриваемого объекта по выбранной пространственной моде. В рассматриваемом случае эта передаточная функция может быть записана в виде

$$W_{\eta, \gamma}(s) = H_{\eta, \gamma}(s) / C_{\eta, \gamma}(s).$$

Записывая передаточную функцию рассматриваемого объекта с использованием обобщенной координаты, получим

$$W(G, s) = H(G, s) / C(G, s),$$

$$G = (\psi_{\eta})^2 + (\psi_{\gamma}^*)^2, \psi_{\eta} = \pi \cdot \eta / L_x; \psi_{\gamma}^* = \pi \cdot \gamma / L_y, (\eta, \gamma = \overline{1, \infty}).$$

В рассматриваемом случае поставленная задача решалась численно. Для этого, используя математическую модель объекта, была составлена численная модель и определена реакция объекта на выбранные пространственные моды входного воздействия (определена функция  $H(G, \tau)$  для выбранных значений  $\eta$  и  $\gamma$ ).

Аппроксимируем передаточную функцию (1) по выбранным пространственным модам передаточной функцией вида

$$W(G, s) = \frac{k(G)}{T(G)s + 1} \cdot e^{-p\tau_s(G)}, \quad (11)$$

В результате численного моделирования получены следующие значения параметров передаточной функции:  $\eta=1, \gamma=1, G_1= 66.87, K(G_1)= 0.282245, T(G_1)= 2058.188584, \tau_3(G_1)= 449.390945;$

$\eta=3, \gamma=3, G_3= 602.06, K(G_3)= 0.043225, (G_3)= 1120.090859, \tau_3(G_3)= 314.638407.$

Используя вычисленные параметры и соотношение (6.) были построены частотные модифицированные годографы функции (11) для выбранных пространственных мод ( рисунок 2 и 3) относительно  $S_1 = j\omega_1$ , определяемой соотношениями (2) и (3).

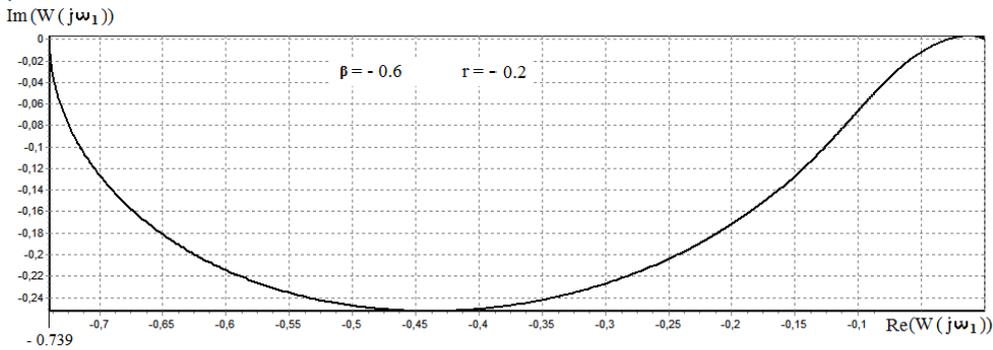


Рисунок 2. Модифицированный годограф для  $G_1$

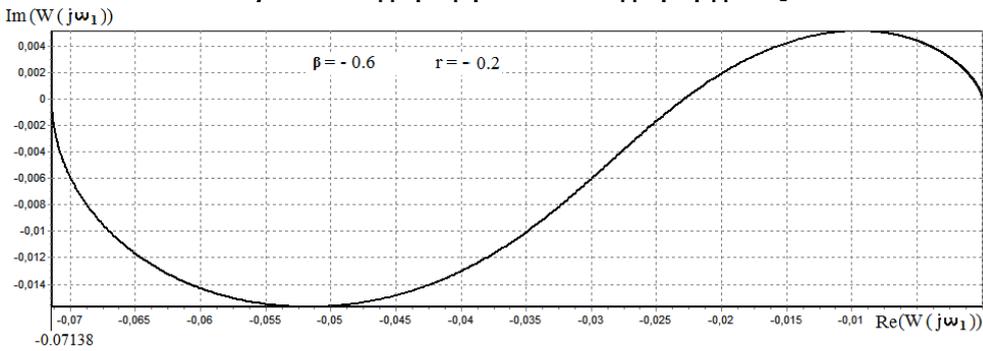


Рисунок 3. Модифицированный годограф для  $G_3$

Методика синтеза распределенного регулятора для системы управления гидrolитосферным процессом рассмотрена в [7], которая состоит из 3-х этапов: –синтез пропорционально-интегрально-дифференциального закона управления;

- оптимизация выбора параметров  $\beta$  и  $r$ ;
- синтез распределенного регулятора.

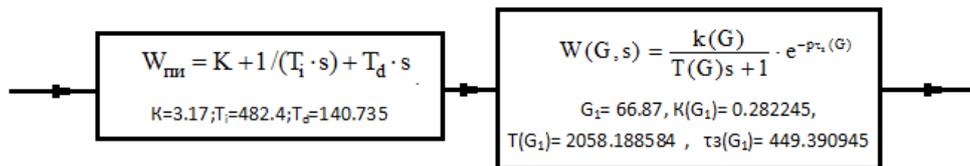
1. В процессе синтеза пропорционально-интегрально-дифференциального закона управления по первой пространственной моде ( $\eta=1, \gamma=1, G_1= 66.87, K(G_1)= 0.282245, T(G_1)= 2058.188584, \tau_3(G_1)= 449.390945$ ), частотным методом сосредоточенных систем получен регулятор, передаточная функция которого имеет вид

$$W_{mod} = K + 1/(T_i \cdot s) + T_d \cdot s,$$

где:  $K=3.17; T_i=482.4; T_d=140.735, \pi/6 \leq \Delta\phi, 10 \leq \Delta L.$   
Оптимизация выбора параметров  $\beta$  и  $r$ .

Для определения параметров регулятора используется комплексная область  $j\omega_1$ .

Выберем параметры  $\beta$  и  $r$ , обеспечивающие минимальный статический коэффициент усиления объекта управления (рисунок 4). Результаты вычислений показывают, что минимальный статический коэффициент зависит от параметров объекта управления.



$$\text{Re}(W(j\omega_1 = 0)) = -0.41197$$

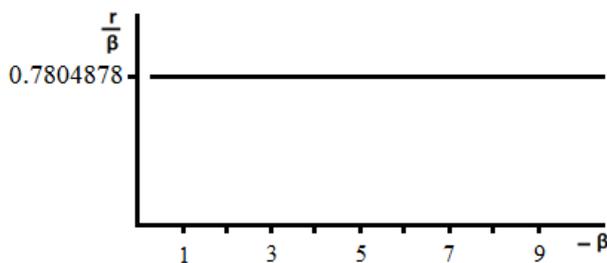


Рисунок 4. Определение параметров  $\beta$  и  $r$  для разомкнутой системы

Построим модифицированный годограф разомкнутой системы управления, состоящей из передаточной функции регулятора ПИД и объекта, по выбранным пространственным модам (рисунок 5). При этом выберем значения параметров  $\beta = -0.6$ ,  $r = -0.7804878$ ,  $\theta = 0.46829$ .

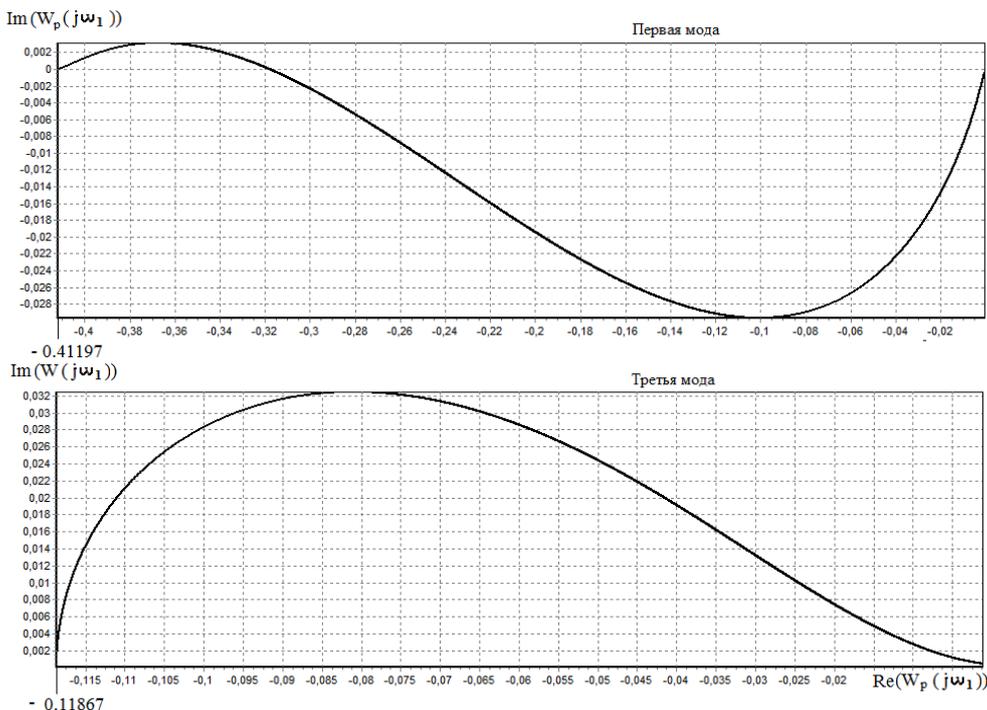


Рисунок 5. Модифицированный годограф разомкнутой системы

**Синтез распределенного регулятора, реализующего статический закон управления**

Передаточная функция такого регулятора имеет вид  $W = E_1(1 + G/n_1)$  [5], [6].

Для выбранных пространственных мод  $G_1$  и  $G_3$ , (рисунок.5) определим желаемые коэффициенты усиления регулятора  $\bar{M}_G$

$$\bar{M}_{G_1} = -1/(-0.41197) = 2.42736, \bar{M}_{G_3} = -1/(-0.11867) = 8.4267$$

Для определения параметров распределенного регулятора воспользуемся соотношением [5], [6].

$$n_1 = \frac{-1 + \Delta M - \Delta M \cdot G_1 + G_3}{\Delta M - 1} = \frac{-1 + 3.47 - 3.47 \cdot 66.89 + 602.06}{2.47} = 148,$$

где

$$\Delta M = \frac{\bar{M}_{G_3}}{\bar{M}_{G_1}} = 8.4267 / 2.42736 = 3.47$$

Подставляя вычисленное значение  $n_1$  в передаточную функцию регулятора, записанную для первой пространственной моды и преобразуя, получим

$$E_1 = 2.42736 / \left[ \frac{147}{148} + \frac{66.89}{148} \right] = 1.67$$

Передаточная функция синтезированного регулятора записывается в виде

$$W = E_1 \cdot \left[ \frac{n_1 - 1}{n_1} - \frac{\nabla^2}{n_1} \right] \cdot \left( K + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s \right),$$

где:  $E_1=1.67$ ;  $n_1=148$ ;  $K=3.17$ ;  $T_i=482.4$ ;  $T_d=140.735$ .

Как показывают результаты моделирования, методика качественного распределения пространственных мод может быть с успехом использована при анализе и синтезе распределенных систем управления.

### Заключение

Конструирование областей качественного расположения пространственных мод, параметры которых связаны с показателями качества процессов проектируемой системы, диктуется практической необходимостью повышения качества процессов управления в распределенных системах. Результаты моделирования показывают, что предлагаемая методика синтеза, использующая модифицированный годограф и частотные методы синтеза сосредоточенных и распределенных систем может быть использована при синтезе различных законов управления для систем с распределенными параметрами. По сути эта методика распадается на два этапа: на первом этапе, методами сосредоточенных систем синтезируется заданный закон управления, на втором этапе, с использованием модифицированного годографа разомкнутой системы, синтезируются параметры пространственно-усилительного блока.

### Литература:

1. Быстров С.В., Григорьев В.В., Рабыш Е.Ю., Мансурова О.К. Анализ качества переходных процессов в непрерывных и дискретных системах на основе условий качественной экспоненциальной устойчивости // Мехатроника, Автоматизация, Управление. – Москва, 2012. – № 9. – Методы теории автоматического управления. – С. 32–36. – 5 с. – ISSN 1684–6427.
2. Григорьев В.В., Быстров С.В., Рабыш Е.Ю., Мансурова О.К. Использование условий качественной неустойчивости для оценки динамических процессов // Научно-технический вестник СПбГУИТМО. – Санкт-Петербург, 2012. – Т. 77. – № 1. – С. 41–46.
3. Григорьев В.В., Быстров С.В., Наумова А.К., Рабыш Е.Ю., Черевко Н.А. Использование условий качественной экспоненциальной устойчивости для оценки динамических процессов. // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т.54, № 6. С. 24–30
4. Григорьев В.В., Быстров С.В., Мансурова О.К., Першин И.М. Анализ устойчивости линейных систем с распределенными параметрами. Мехатроника, автоматизация, управление, № 9, 2013.–С.2–5.
5. Малков А.В., Першин И.М. Системы с распределенными параметрами. Анализ и синтез. –М.: Научный мир,2012.– 476с.
6. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами. – Пятигорск: Изд-во «РИО КМВ», 2002. – 212с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СУШИЛКАХ

*Дмитриев Вячеслав Михайлович*

*Докт. техн. наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов;*

*Сергеева Елена Анатольевна*

*Канд. техн. наук, доцент, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов*

### INVESTIGATION OF HYDRODYNAMIC OF THE SOLID PHASE FLOW IN THE VERTICAL DRYERS

*Vyacheslav Dmitriev, Doctor of tehn. Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Tambov;*

*Sergeeva Elena, Candidate of tehn. Sciences, Associate Professor, Tambov State Technical University, Tambov*

#### АННОТАЦИЯ

*Исследована с помощью трассирующего вещества структура потока твердой фазы в зависимости от шероховатости и конфигурации стенок сушильной камеры. Приведено описание экспериментальной установки.*

#### ABSTRACT

*The stream structure of the solid phase depending on the configuration and the roughness of the walls of the drying chamber was investigated using the tracer substance. The description of the experimental installation was given.*

*Ключевые слова: гидродинамика потока, шероховатость, сыпучие материалы, вертикальная сушилка*

*Keywords: hydrodynamics of flow, roughness, bulk materials*

Процессы сушки и термообработки сыпучих материалов широко распространены в различных областях промышленности. Качество получаемого продукта зависит как от физико-механических свойств сыпучего продукта, так и от режимных параметров проведения обработки.

Изучение влияния стесненности потока твердой фазы, вида ограничивающих стенок (гладкие, сетчатые, перфорированные) на характер движения гранулированных полимерных материалов в вертикальных сушильных аппаратах шахтного типа с кольцевым слоем материала проводилось на экспериментальной установке, представляющей собой плоскую модель слоя с регулируемым движением материала в аппарате.

Экспериментальная установка (рис. 1) имела две стеклянные стенки (переднюю и заднюю) стенки и две боковые стенки, моделирующие гладкие, сетчатые или перфорированные поверхности. Материал боковых стенок указан в таблице 1. Боковые стенки имели возможность установки с отклонением от вертикали до  $10^0$  (угол  $\alpha_c$ ). На установке выделялось три зоны движения зернистого материала (гранулированные материалы): зона загрузки ( $h_{зар}$ ), зона выгрузки ( $h_{выг}$ ) и зона сушки ( $h_{суш} = 1,5$  м). Скорость движения материала задавалась питателем секторного типа в пределах  $(2...5) \cdot 10^{-4}$  м/с, что характерно для глубокой сушки гранулированных полимерных материалов в аппаратах шахтного типа [1, с. 169].

Толщина слоя  $\delta$  изменялась в пределах 0,08...0,30 м. Минимальная толщина слоя ( $\delta \geq 20d_p$ ) выбрана из условия отсутствия сводообразования и пульсаций расхода [2,

с.19; 3, с.79]. В этом случае истечение материала с большой точностью подчиняется законам для предельной схемы крупнозернистого материала [2, с. 80].

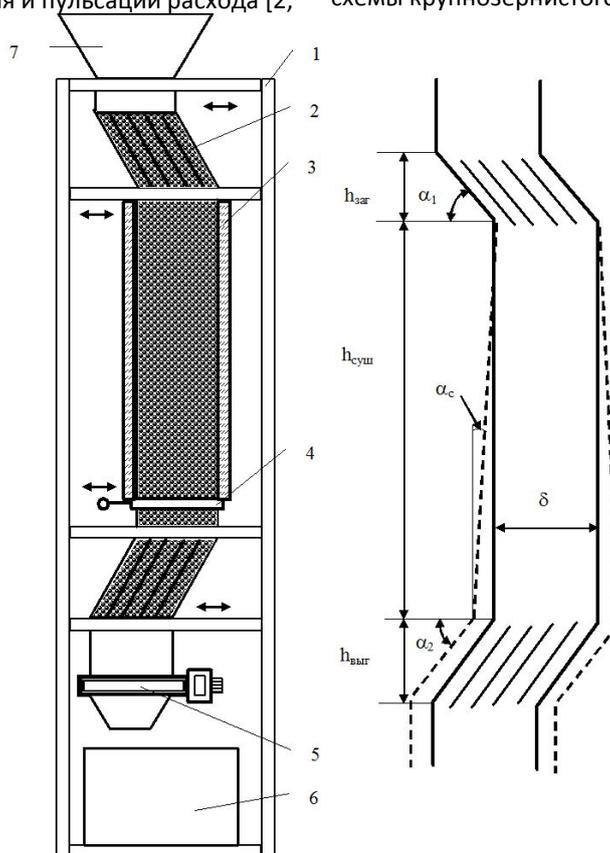


Рисунок 1. Экспериментальная установка для исследования структуры потока твердой фазы в шахтной сушилке: 1 – рама; 2 – зона загрузки; 3 – зона сушки; 4 – пробоотборник; 5 – питатель; 6 – приемный бункер; 7 – питающий бункер.

В нижней части сушильной зоны располагался пробоотборник, который позволял анализировать интенсивность продольного перемешивания твердой фазы.

Таблица 1

Характеристика боковых стенок

Вид стенки	Диаметр проволоочной нити, мм	Размер ячейки, (ахб), мм
Проволоочная, плетеная	0,4	2,2. 2,2
Проволоочная, плетеная	0,25	1,8. 1,8
Проволоочная, ленточная (5 нитей)	0,2	-
Перфорированная, $\varnothing 2 \cdot 10^{-3}$ м (шаг $4 \cdot 10^{-3}$ м)	-	-

Наиболее общим методом определения отклонения реального потока вещества от идеального режима является исследование с применением трассирующего вещества [4, с.249]. При исследовании структуры потока твердой фазы в качестве трассера использовали окрашенные частицы исследуемых полимерных материалов, импульсно вводимые в изучаемую зону аппарата. На рис. 2 показаны профили трассера, полученные в опытах по изучению влияния двух факторов: высокой шероховатости стенок и угла наклона загрузочной и выгрузочной части аппарата.

Степень отклонения потока вещества от идеального режима может быть рассчитана непосредственно по экспериментальным данным на основе соответствующей модели потока. При изучении потоков в режимах, незна-

чительно отклоняющихся от режима идеального вытеснения, обычно используются однопараметрические модели [4, с.240].

Установлено, что при вертикальных гладких боковых стенках (полированная нержавеющая сталь, алюминий) все исследуемые гранулированные полимерные материалы при отсутствии влияния загрузочной и выгрузочной зон аппарата движутся в режиме идеального вытеснения. Гранулированный материал опускается всем столбом (рис. 2, а), крайние частицы потока скользят без проворачивания по гладким стенкам, застойные зоны не образуются. Это полностью согласуется с данными других исследований [2, с. 37; 3, с.57; 5, с. 101], которые отмечают, что даже частицы округлой формы в процессе движения сыпучего материала обычно не вращаются.

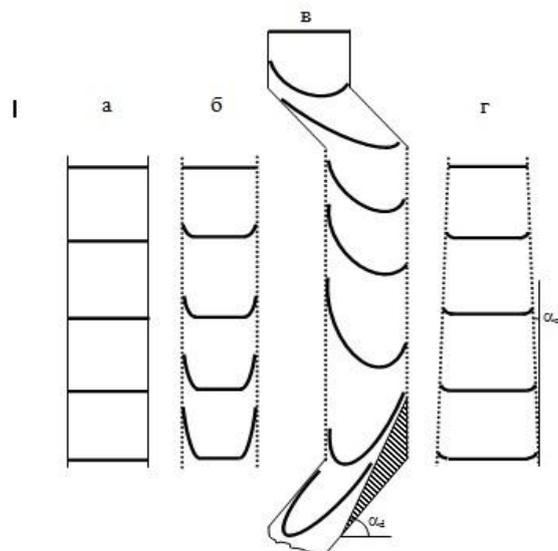


Рисунок 2. Схемы движения гранулированного полимерного материала:

- а - вертикальный канал с гладкими стенками;
- б - вертикальный канал с сетчатыми боковыми стенками;
- в - вертикальный канал с сетчатыми боковыми стенками и с загрузочной и выгрузочной зонами;
- г - канал с расширяющимися сетчатыми боковыми стенками.

При установке боковых стенок повышенной шероховатости (табл. 1) отмечалось их влияние на режим движения твердой фазы. Визуальные наблюдения показали вращение и задержку частиц, прилегающих к стенкам. Возмущение в пристенном слое отмечалось на расстоянии 4...6 диаметров частиц, что приводило к изменению профиля трассера (рис 2, б).

Известно [2, с.41], что сводобразующие структуры проявляют свое воздействие на течение материала при значениях отношения диаметра аппарата  $D_a$  к диаметру  $d_c$  частиц  $D_a/d_c < 15 \div 20$ .

В рассматриваемом случае при толщине слоя материала 0,1 м стесненность потока твердой фазы приводила к значительному искажению профиля трассера, с увеличением толщины слоя влияние стесненности потока существенно уменьшалась.

При установке выгрузочной зоны аппарата под углом, близким к  $\alpha_g$  появляется застойная зона (рис 2, в), форма которой определяется углом динамического откоса  $\alpha_d$ . Частицы материала в застойной зоне движутся с меньшими скоростями и пребывают в аппарате значительно большее время, хотя застойная зона и не считается областью полностью неподвижного материала [3, с.57].

Для многих полимерных материалов (особенно для полиамидов) длительное пребывание в сушильном аппарате (больше расчетного времени) приводит к пересушиванию или термической деструкции материала, что отрицательно сказывается при переработке расплавов полимеров [1, с.169; 6, с. 68].

Суммарное влияние повышенной шероховатости стенок и конфигурации полного сушильного тракта приводит к существенному продольному перемешиванию твердой фазы в рассматриваемом аппарате. В связи с этим возникла необходимость изучения структуры потока гранулированного материала с целью разработки конструктивных мер по организации требуемого режима движения твердой фазы.

В мировой практике математического моделирования непрерывно действующих аппаратов широкое рас-

пространение получила диффузионная модель продольного перемешивания, согласно которой для рассматриваемого типа аппарата ("закрытый" сосуд по классификации [4, с.257]) взаимосвязь между параметрами  $Pe_T$  и  $\sigma_\theta^2$  устанавливается соотношением:

$$\sigma_\theta^2 = \frac{2}{Pe_T} - \frac{2}{Pe_T^2} + \frac{2}{Pe_T^2} \exp(-Pe_T), \quad (1)$$

где  $\sigma_\theta^2$  – среднеквадратичное отклонение,  $Pe$  – критерий Пекле для твердой фазы.

По полученным экспериментальным данным по движению исследуемых гранулированных полимерных материалов в плотном слое, используя методику [4, с.252], определили  $\sigma_\theta^2$  и по уравнению (1) значения  $Pe_T$ .

Для исследованных зернистых материалов при вертикальном исполнении боковых стенок, обладающих повышенной шероховатостью (сетчатых и перфорированных) (табл. 1), значения  $Pe_T$  находятся в диапазоне 6...20 при толщине слоя 0,08...0,30 м.

Необходимо отметить, что при  $Pe_T < 30$  прогнозируется существенное влияние продольного перемешивания на кинетику глубокой сушки гранулированных полимерных материалов.

#### Литература:

1. Вольф Л.А., Хайтин Б.Ш. Производство поликапроамида.- М.: Химия, 1977. - 208 с.
2. Гячев Л.В. Основы теории бункеров.- Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. - 312 с.
3. Каталымов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов.- М.: Химия, 1990.- 240 с.
4. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов /Под ред. Слинко М.Г. М.: Химия, 1969. - 621 с.
5. Лукьянов П.И. Аппараты с движущимся зернистым слоем.- М.: Машиностроение, 1974. - 184 с.
6. Фишман К.Е., Хрузин Н.А. Производство волокна капрон.- М.: Химия, 1976. - 312 с.

## УСТРОЙСТВО УМНОЖЕНИЯ ЧИСЕЛ В ТРОИЧНОЙ СИММЕТРИЧНОЙ СИСТЕМЕ СЧИСЛЕНИЯ

**Шевелев Сергей Степанович**

кандидат технических наук, доцент, Юго-Западный государственный университет г. Курск

**Дорошенко Евгений Юрьевич**

аспирант, Юго-Западный государственный университет г. Курск

### DEVICE FOR MULTIPLICATION OF NUMBERS IN THE TERNARY SYMMETRICAL NUMBER SYSTEM

Shevelev Sergey Stepanovich, candidate of the technical sciences, assistant professor, South-West State University

Doroshenko Evgeny Yurevich, postgraduate student, South-West State University

#### АННОТАЦИЯ

Целью исследования является разработка устройства умножения чисел в троичной симметричной системе счисления. В данной статье приведены результаты исследовательской работы: разработана структурная схема устройства и описана работа умножителя.

#### ABSTRACT

The Purpose of the study is a development device for multiplying numbers in ternary symmetrical system of the numeration (reckoning). In given article are brought results of the exploratory work: is designed structured scheme device and is described a functioning (working) the multiplier.

Ключевые слова: троичная система, умножение.

Keywords: ternary number system, multiplication.

Как известно, троичная система счисления обладает рядом преимуществ по сравнению с двоичной системой, наиболее используемой в вычислительной технике. К достоинствам троичной симметричной системы следует отнести естественность представления отрицательных чисел, отсутствие проблемы округления, простота выполнения операции изменения знака. Также троичная система является наиболее емкой из целочисленных систем с точки зрения плотности записи информации, поэтому при одинаковом количестве аппаратных элементов - инверторов - троичные ЭВМ имеют большую удельную ёмкость

памяти и большую удельную производительность процессора, чем те же двоичные ЭВМ.

Однако область аппаратного обеспечения для проектирования вычислительных устройств на основе троичной логики не является достаточно развитой. В данной статье предложена структурная схема и приведено описание работы устройства умножителя чисел.

Структурная схема устройства представлена на рис.

1.

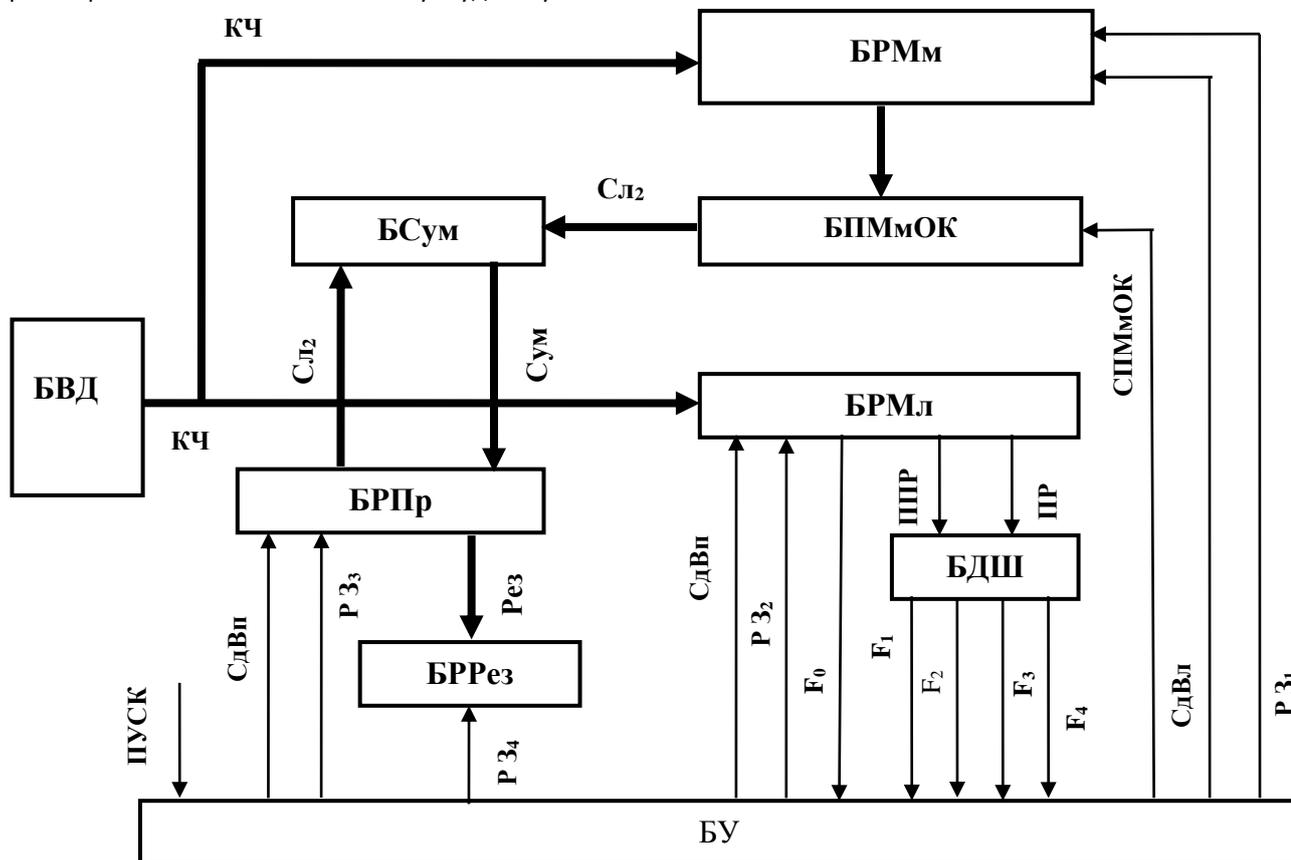


Рисунок 1. Структурная схема устройства

Устройство состоит из следующих функциональных блоков. Блок ввода данных БВД служит для ввода чисел. Операнды вводятся пользователем с клавиатуры в десятичной системе счисления, в блоке ввода данных происходит преобразование чисел в троичный код. Блок регистра множимого БРМм служит для хранения и выдачи значения множимого. На вход регистров блока поступают синхронизирующий вход РЗ<sub>1</sub> и сигнал сдвига влево для реализации сдвигающей операции на один троичный разряд. Блок регистра множителя (БРМл) служит для хранения и выдачи двоичного разряда множителя. На вход блока поступает синхронизирующий сигнал РЗ<sub>2</sub>, сигнал сдвига вправо на два разряда СдВп. С выхода блока формируется сигнал F<sub>0</sub> - анализ нулевого состояния регистра множителя, который поступает на вход блока управления и управляющие сигналы: предпоследний ППР и последний ПР разряды множителя, поступающие на вход блока дешифратора. С выхода этого блока четыре управляющих сигнала F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> поступают на блока управления для генерации сигналов сдвига и выдачи информации. Блок дешифратора БДШ выполняет функцию по декодированию двух младших разрядов множителя. Блок преобразования множимого в обратный код БПМмОК необходим для формировании обратного кода множимого, если сигнал преобразования множимого в обратный код СПМмОК равен единице. При нулевом значении этого сигнала выполняется трансляция значения множимого в прямом коде на вход блока суммирования. Блок регистра произведения БРПр служит для хранения и выдачи значения частичных произведений. Блок суммирования выполняет операцию поразрядного сложения двух двоичных чисел с учетом переноса из младших разрядов в старшие. Блок регистра результата БРРез необходим для хранения и выдачи значения результата. Блок управления БУ генерирует управляющие сигналы для устройства умножения чисел.

Умножитель чисел в троичной симметричной системе счисления работает следующим образом. Блок управления генерирует управляющие сигналы установки в нуль всех элементов памяти устройства. Эти сигналы обнуляют все регистры блоков: множимого, множителя, произведения и результата. Подачей управляющего сигнала ПУСК из блока управления устройство готово к выполнению арифметической операции умножения. На регистр блока множимого подается разрешающий для записи управляющий сигнал РЗ<sub>1</sub>, после этого осуществляется

запись двоичных разрядов множимого в регистр блока. В блок регистра множителя выполняется запись двоичной информации множителя по приходу разрешающего сигнала записи РЗ<sub>2</sub> из блока управления. Если в регистр множителя будут записаны нулевые значения, то схема анализа блока множителя нулевого состояния выдаст соответствующий сигнал и в регистр результата будут записаны нули, как результат выполнения операции умножения на нуль. Работа умножителя чисел начинается с дешифрации двух последних младших двоичных разрядов множителя. Эти разряды подаются на вход блока дешифратора, на выходе которого формируются четыре управляющих сигнала, поступающих на вход блока управления. Если младшие разряды множителя равны комбинации 00, то сигналом сдвига из блока управления, осуществляется операция сдвига разрядов множимого на два разряда влево. Если разряды множителя равны двоичному набору 01, то разряды множимого поступают на вход блока преобразования множимого в обратный код для формирования из прямого кода в обратный. В результате этой операции на вход блока суммирования поступает обратный код двоичных разрядов множимого. Если разряды множителя равны двоичному набору 10, то разряды множимого поступают на вход блока суммирования в прямом коде. Двоичная комбинация 11 в троичной системе счисления запрещена. После анализа двух младших двоичных разрядов множителя под управлением сигнала сдвига разряды множителя сдвигаются вправо на два разряда. Описан один цикл просмотра и анализа разрядов множителя. Операции сдвига и суммирования продолжаются до тех пор, пока в регистре множителя не будут просмотрены все разряды множителя.

Результатом исследования является разработанная структурная схема устройства. Приведенная выше архитектура может быть использована при построении троичной ЭВМ и при проектировании аналогичных троичных устройств.

#### Список литературы:

1. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов: Учебник для вузов по специальности ЭВМ. - М.: Высш. шк., 1987. - 272 с.: ил.
2. Стрыгин В.В. Щарев Л.С. Основы вычислительной, микропроцессорной техники и программирования: - М.: Высш. шк., 1989. - 479 с.: ил.

## РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ РАДИОСВЯЗИ

*Дворников Сергей Викторович*

*доктор технических наук, профессор, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург*

*Пшеничников Александр Викторович*

*кандидат технических наук, доцент, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург*

*Бурькин Дмитрий Александрович*

*адъюнкт, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург*

#### DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL ALGORITHM OF FUNCTIONING OF THE RADIO

*Dvornikov Sergei, Doctor of Technical Sciences, Professor, Military Academy of Telecommunications, St. Petersburg*

*Pshenichikov Alexander, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Military Academy of Telecommunications, St. Petersburg*

*Burykin Dmitry, Associate, Military Academy of Telecommunications, St. Petersburg*

## АННОТАЦИЯ

В работе синтезированы оптимальные алгоритмы управления ресурсами линий радиосвязи. В качестве методологического аппарата использованы методы антагонистических игр. Полученные результаты гарантируют требуемую эффективность радиосвязи в сложных условиях сигнальной и помеховой обстановки. Доказано, что существует оптимальная стратегия управления ресурсами радиолинии отступление от которой снижает эффективность ее функционирования.

## ABSTRACT

In this paper, synthesized optimal control algorithms of the radio resources. As a methodological device used methods of zero-sum games. The results obtained provide the required efficiency of the radio in the difficult conditions of the signal and noise conditions. It is proved that there is an optimal strategy for resource management retreat from the radio which reduces the efficiency of its operation.

Ключевые слова: линии радиосвязи; эффективность функционирования; стратеги управления; элементарный метод управления.

Keywords: radio Link; the performance of the; management strategy; basic control method.

Одной из актуальных задач, связанных с повышением эффективности функционирования линий радиосвязи в сложных условиях сигнальной и помеховой обстановки, является разработка алгоритмов их функционирования. Данные алгоритмы должны учитывать деструктивное воздействие на функционирование таких радиолиний.

Повышению эффективности функционирования линий радиосвязи посвящен ряд работ [1-4]. Вместе с тем анализ современных источников, отражающих проблему синтеза алгоритмов функционирования радиолиний, показывает, что задача разработки режимов функционирования линий радиосвязи в условиях динамически изменяющегося деструктивного воздействия комплекса противодействия является актуальной.

Решение данной задачи может быть получено на основе различных методов. В данной работе разработаем структурно-функциональную модель линии радиосвязи на основе методов теории управления, теории систем, исследования операций. Для этого определим структурную модель радиолинии. Получим оптимальные стратегии управления ресурсами радиолинии, определяющие режим ее функционирования.

Предположим, что цели систем управления ресурсами радиолинии и комплекса противодействия противоположны. Если данное ограничение строго не выполняется, то его выполнения можно добиться введением корректирующей функции.

Система управления ресурсами радиолинии использует  $m$  ( $m=2,3,4,\dots$ ) элементарных методов управления. Система управления ресурсами комплекса противодействия также использует  $m$  элементарных методов. Каждому элементарному методу управления ресурсами радиолинии соответствует элементарный метод управления комплексом противодействия.

При этом целью системы управления ресурсами комплекса противодействия является снижение эффективности функционирования радиолинии. Выигрыш одной системы управления является проигрышем другой и наоборот.

Кроме того, системе управления комплексом противодействия известны элементарные методы управления радиолинией, но неизвестен порядок их применения. Системы управления радиолинией и комплексы противодействия одновременно могут использовать только один элементарный метод управления.

Использование элементарных методов управления на определенном временном интервале  $T$  определим коэффициентом использования элементарных методов управления. Под коэффициентом использования  $i$ -того элементарного метода будем понимать отношение суммарного временного интервала использования данного метода  $\tau_{\Sigma i}$  к длительности временного интервала  $T$ :

$$\alpha_i = \frac{\tau_{\Sigma i}}{T} \quad (1)$$

За время  $T$  совокупность элементарных методов управления системы управления радиолинией и комплексом противодействия не меняются.

Коэффициенты  $\alpha_i$  образуют вектор использования элементарных методов системой управления ресурсами радиолинии

$$A = \|\alpha_1 \ \alpha_2 \ \dots \ \alpha_m\|$$

Аналогично определим вектор использования элементарных методов управления комплексом противодействия

$$B = \|\beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_m\| \quad (2)$$

Будем полагать известными вектор эффективности функционирования радиолинии в условиях отсутствия противодействия  $P_{\text{ин}} = \|P_{\text{ин}1} \ \dots \ P_{\text{ин}m}\|$ , а также в условиях преднамеренного использования комплекса противодействия  $P_{\text{ин}} = \|P_{\text{ин}1} \ \dots \ P_{\text{ин}m}\|$ . (3)

Необходимо определить вектор  $A = \|\alpha_1 \ \alpha_2 \ \dots \ \alpha_m\|$ , при котором обеспечивается гарантированная эффективность функционирования радиолинии.

С учетом данных определений и ограничений эффективность функционирования радиолинии при воздействии комплекса противодействия определим как

$$\Phi(P_{\text{ин}} \ V_R^i, V_S) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \alpha_i \cdot \beta_j \cdot P_{ij}, \quad (4)$$

где  $P_{ij}$  – эффективность функционирования радиолинии при применении  $i$ -того элементарного метода и воздействию  $j$ -того метода управления комплексом противодействия.

Предположим, что стратегия системы управления радиолинией направлена на максимизацию функционала

(3), а стратегия управления комплексом противодействия на его минимизацию.

В такой постановке задачи формирования оптимальной стратегии управления функционированием радиолинии определяется решением антагонистической матричной игры размером  $m \times m$

$$r = \langle \Phi(P_{\text{пт}}, V'_R, V'_S) \{V'_R\}, \{V'_S\} \rangle, \quad (5)$$

в которой известны элементарные методы управления системы радиолиний  $V'_R$  и системы комплекса противодействия  $V'_S$ .

Оптимальная стратегия управления ресурсами радиолинии определяется вектором коэффициентов  $A_{\text{пт}} = \|\alpha_{1 \text{пт}} \alpha_{2 \text{пт}} \dots \alpha_{m \text{пт}}\|$ , при котором достигается максимальное значение функционала (3):

$$V'_{R \text{пт}} = \|\alpha_{1 \text{пт}} \alpha_{2 \text{пт}} \dots \alpha_{m \text{пт}}\| = \text{Arg} \max_{\{V'_R\}} \min_{\{V'_S\}} \Phi(P_{\text{пт}}, V'_R; V'_S). \quad (6)$$

Коэффициенты использования частот  $\alpha_{1 \text{пт}}, \alpha_{2 \text{пт}}, \dots, \alpha_{m \text{пт}}$  в этом случае представляют собой оптимальные меры использования элементарных стратегий  $V'_{Ri}, i=1,2,\dots,m$ .

Оптимальной стратегией воздействия комплекса противодействия  $V'_S$  является формирование оптимальных значений вектора  $B_{\text{пт}} = \|\beta_{1 \text{пт}} \beta_{2 \text{пт}} \dots \beta_{m \text{пт}}\|$ , которые минимизируют функционал (3):

$$V_{S \text{пт}} = \|\beta_{1 \text{пт}} \beta_{2 \text{пт}} \dots \beta_{m \text{пт}}\| = \text{Arg} \min_{\{V'_S\}} \max_{\{V'_R\}} (P_{\text{пт}} V'_S; V'_R). \quad (7)$$

Согласно основной теореме теории игр конечная игра имеет хотя бы одно решение, возможно в области смешанных стратегий. Оптимальная стратегия управления ресурсами радиолинии обладает тем свойством, что при любой стратегии комплекса противодействия обеспечивается гарантированный выигрыш не меньше, чем цена игры  $Val(\Gamma) = v$ . Таким образом

$$\begin{cases} \alpha_{1 \text{пт}} P_{1 \text{пт}} + \alpha_{2 \text{пт}} P_{2 \text{пт}} + \dots + \alpha_{m \text{пт}} P_{m \text{пт}} \geq v \\ \alpha_{1 \text{пт}} P_{1 \text{пт}} + \alpha_{2 \text{пт}} P_{2 \text{пт}} + \dots + \alpha_{m \text{пт}} P_{m \text{пт}} \geq v \\ \dots \\ \alpha_{1 \text{пт}} P_{1 \text{пт}} + \alpha_{2 \text{пт}} P_{2 \text{пт}} + \dots + \alpha_{m \text{пт}} P_{m \text{пт}} \geq v \end{cases} \quad (8)$$

Разделим неравенства (7) на положительную величину  $v$  и обозначим  $\xi_1 = \alpha_{1 \text{пт}}/v; \xi_2 = \alpha_{2 \text{пт}}/v; \dots; \xi_m = \alpha_{m \text{пт}}/v$ . Тогда условия (7) представим в виде

$$\begin{cases} \xi_1 P_{1 \text{пт}} + \xi_2 P_{2 \text{пт}} + \dots + \xi_m P_{m \text{пт}} \geq 1 \\ \xi_1 P_{1 \text{пт}} + \xi_2 P_{2 \text{пт}} + \dots + \xi_m P_{m \text{пт}} \geq 1 \\ \dots \\ \xi_1 P_{1 \text{пт}} + \xi_2 P_{2 \text{пт}} + \dots + \xi_m P_{m \text{пт}} \geq 1 \end{cases} \quad (9)$$

Кроме того,  $\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_m = 1/v$ .

Задачей управления ресурсами радиолинии является получение максимально возможного гарантированного выигрыша ( $v$ ). Таким образом, решение задачи (3) сводится к решению задачи линейного программирования, в которой минимизируется функционал

$$F(\xi) = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_m \rightarrow \min_{\xi} \quad (10)$$

при ограничениях (8).

Рассуждая аналогичным образом, определим оптимальную стратегию комплекса противодействия максимизируя функционал

$$F(\gamma) = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_m \rightarrow \max_{\gamma} \quad (11)$$

при ограничениях

$$\begin{cases} \gamma_1 P_{1 \text{пт}} + \gamma_2 P_{2 \text{пт}} + \dots + \gamma_m P_{m \text{пт}} \leq 1 \\ \gamma_1 P_{2 \text{пт}} + \gamma_2 P_{2 \text{пт}} + \dots + \gamma_m P_{2 \text{пт}} \leq 1 \\ \dots \\ \gamma_1 P_{m \text{пт}} + \gamma_2 P_{m \text{пт}} + \dots + \gamma_m P_{m \text{пт}} \leq 1 \end{cases}, \quad (12)$$

где  $\gamma_1 = \beta_{1 \text{пт}}/v; \gamma_2 = \beta_{2 \text{пт}}/v; \dots; \gamma_m = \beta_{m \text{пт}}/v$ .

Решение игры вида (8) определяет гарантированное значение эффективности функционирования радиолинии, а также вектор коэффициентов  $A_{\text{опт}} = \|\alpha_{1 \text{ опт}} \alpha_{2 \text{ опт}} \dots \alpha_{m \text{ опт}}\|$  и вектор коэффициентов  $B_{\text{опт}} = \|\beta_{1 \text{ опт}} \beta_{2 \text{ опт}} \dots \beta_{m \text{ опт}}\|$ , характеризующие оптимальные стратегии управления противоборствующих сторон.

Если стратегия применения комплекса противодействия отличается от оптимальной, то эффективность функционирования радиолинией превышает гарантированное значение  $Val(\Gamma)$  при оптимальной стратегии управления. Поэтому на практике важно строго реализовывать алгоритм управления ресурсами радиолинии.

В качестве примера рассмотрим функционирование линии радиосвязи, эффективность функционирования которой в условиях непреднамеренных помех определяется вектором

$$P_{\text{нп}} = \|\|0.71 \ 0.75 \ 0.69 \ 0.79 \ 0.81 \ 0.85 \ 0.82 \ 0.71 \ 0.92 \ 0.95\|\|,$$

и вектором  $P_{\text{нп}} = \|\|0.41 \ 0.3 \ 0.34 \ 0.4 \ 0.65 \ 0.69 \ 0.67 \ 0.71 \ 0.73 \ 0.75\|\|$  в условиях дополнительного воздействия комплекса противодействия.

Решением игры является величина  $Val(\Gamma) = \Phi^*(P_{\text{нп}}, V'_R, V_S) = 0.85$  при

$$A^* = A_{\text{опт}} = \|\|0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.275 \ 0 \ 0.275 \ 0.231 \ 0.22\|\|$$

$$B^* = B_{\text{опт}} = \|\|0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.008 \ 0 \ 0.127 \ 0.37 \ 0.5\|\|.$$

При отсутствии противодействия задача теории игр преобразуется в задачу линейного программирования. Эффективность функционирования линии радиосвязи в этом случае определим выражением

$$\Phi(P_{\text{нп}}, V'_R) = \sum_{i=1}^m \alpha_i P_i. \quad (13)$$

Задача линейного программирования сводится к получению оптимального значения выражения (13). Для решения задачи линейного программирования возможно использование симплекс метода.

При отсутствии ограничений на значения коэффициентов использования элементарных методов в качестве оптимальной стратегии получим один элементарный метод управления.

В качестве примера предположим, что используется 10 элементарных методов управления ресурсами радиолинии. Вектор эффективности имеет вид

$P_{\text{нп}} = \|\|0.41 \ 0.3 \ 0.34 \ 0.4 \ 0.81 \ 0.85 \ 0.82 \ 0.87 \ 0.92 \ 0.95\|\|$ . Допустим также, что необходимо получить максимум выражения (13) при условии  $\alpha_{\text{max}}=0.5$ ,  $\alpha_{\text{min}}=0.01$ . Решением задачи оптимального управления в данном случае является вектор  $A_{\text{опт}} = \|\|0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.42 \ 0.5\|\|$ , при котором

$\Phi_{\text{max}}(P_{\text{нп}}, V'_R) = 0.91$ . При отсутствии ограничений получаем использование только одной десятой стратегии, а эффективность управления при этом достигает  $\Phi_{\text{max}}(P_{\text{нп}}, V'_R) = 0.95$ .

Таким образом, использование методов теории управления, теории систем, исследования операций позволяют определить алгоритмы функционирования линии радиосвязи в различных условиях сигнальной и помеховой обстановки. Достоинством применения данных методов является получение оптимальных гарантированных показателей эффективности функционирования радиолинии.

Однако на практике добиться выполнения ограничений вышеизложенных методов достаточно сложно. Кроме того, необходима детерминизация всех элементарных методов, значений эффективности их применения. Это существенно ограничивает разработку оптимальных стратегий управления ресурсами радиолиний военного назначения. Поэтому дальнейшее направление исследований авторы связывают с анализом чувствительности и устойчивости разработанных алгоритмов, а также

разработку алгоритмов функционирования перспективных радиосредств на основе других подходов, свободных от данных ограничений.

#### Литература

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Адаптивные автоматизированные системы военной радиосвязи / Ю. П. Килимник, Е. В. Лебединский, В. К. Прохоров, А. Н. Шаров; Под ред. А. Н. Шарова.– Л.: ВАС, 1978.– 284 с.
3. Помехозащищенность систем радиосвязи / В. И. Борисов, В. М. Зинчук, А. Е. Лимарев и др.; Под ред. В. И. Борисова.– М.: Радио и связь, 2000.– 384 с.
4. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер. с англ.; Под ред. Д. Д. Кловского.– М.: Радио и связь, 2000.– 800 с.

## ДВУМЕРНЫЕ БЫСТРЫЕ ВЕЙВЛЕТ-КОСИНУСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ СЖАТИЯ ЦИФРОВЫХ АУДИО И ВИДЕО СИГНАЛОВ

*Гагарин Юрий Иванович*

*Профессор, доктор технических наук, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

*Гагарин Константин Юрьевич*

*доцент, кандидат технических наук, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

FAST TWO-DIMENSIONAL WAVELET-COSINE TRANSFORMS FOR DIGITAL AUDIO AND VIDEO SIGNAL COMPRESSION.

*Yuri Gagarin, Professor, Doctor of Science, Saint-Petersburg, State Polytechnic University*

*Konstantin Gagarin, Associate Professor, PhD, Saint-Petersburg, State Polytechnic University*

*Представлены результаты исследований обобщённых методов сжатия цифровых сигналов изображений и речи через двумерные быстрые вейвлет и косинусные преобразования, включая совмещённые базисы.*

*Ключевые слова: вейвлет преобразования; базисные функции; быстрые преобразования; блочные матрицы; технологии сжатия, стандарты.*

*Presented results of investigation in generalized methods of digital images and speech compression by the use of fast two-dimensional wavelet and cosine transforms, common bases included.*

*Key words: wavelet transform, base functions, common bases, block matrix, fast transforms, compression technologies, standards.*

В известных стандартных технологиях сжатия цифровых изображений рекомендованными к использованию являются алгоритмы быстрого косинусного преобразования (стандарты JPEG и MPEG) и вейвлет-преобразований (стандарт JPEG 2000). В стандартах MPEG для аудио сигналов рекомендованы CELP-алгоритмы сжатия на основе линейного предсказания-кодирования формы цифрового сигнала. В настоящей работе приведены результаты исследования по созданию новых, унифицированных, технологий сжатия цифровых аудио и видео сигналов через двумерные вейвлет-косинусные преобразования.

1. Общие блочно-матричные формы задания дискретных вейвлет преобразований в поле вещественных чисел.

Матрицу прямого дискретного вейвлет преобразования (ВП) в поле вещественных чисел можно задавать двух блочной формой

$$\Psi_N = \begin{pmatrix} \Psi^{(1)} \\ \Psi^{(2)} \end{pmatrix}, \tag{1}$$

где  $\Psi^{(1)}$  – прямоугольная блок-матрица, соответствующая низкочастотной части ВП коэффициентов,  $\Psi^{(2)}$  – прямоугольная блок-матрица, соответствующая высокочастотной части ВП коэффициентов.

Матрица обратного ВП над полем вещественных чисел принимает вид

$$\Psi_N^{-1} = \Psi'_N = \left( \left( \Psi^{(1)} \right)' \mid \left( \Psi^{(2)} \right)' \right).$$

Исходя из матричной формы (1), коэффициенты одномерного ВП определяются в блочно-векторном виде

$$X_N = \begin{pmatrix} X_{N/2}^{(1)} \\ X_{N/2}^{(2)} \end{pmatrix} = \Psi_N \cdot x_N,$$

где  $x_N$  – вектор, соответствующий последовательности отсчетов  $\{x_{(n)}\}_{n=0}^{N-1}$  цифрового сигнала. Коэффициенты двумерного ВП можно определить через матрицы одномерного. пользуясь выражением

$$[X_N] = \Psi_N \cdot [x_N] \cdot \Psi'_N, \tag{2}$$

где  $[X]$  и  $[x_N]$  – матрицы соответственно коэффициентов двумерного ВП и отсчетов сигнала.

Для длины базисного вейвлета  $l=2$  можно построить практически неограниченное количество ортонормированных хаароподобных ВП [1].

Преобразуем  $\Psi_N$  - матрицу (1) к виду

$$\Psi_N = K \begin{pmatrix} \widehat{\Psi}^{(1)} \\ \widehat{\Psi}^{(2)} \end{pmatrix},$$

где  $\widehat{\Psi}^{(1)}, \widehat{\Psi}^{(2)}$  - матрицы, полученные из матриц  $\Psi^{(1)}, \Psi^{(2)}$  посредством введения нормирующего коэффициента  $K$ . Тогда матрицу ВП Хаара можно представить в блочном виде

$$\Psi_N^{(h)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \text{diag}(1 \ 1) \\ \text{diag}(1 \ -1) \end{pmatrix}, \tag{3}$$

где  $\text{diag}(1 \ 1)$  и  $\text{diag}(1 \ -1)$  – блочно-диагональные прямоугольные  $(N/2, N)$ - матрицы, определяющие соответственно низкочастотную и высокочастотную составляющие вейвлет спектра.

2. Матричные формы задания дискретного косинусного преобразования (ДКП) и их взаимосвязь с матрицами ВП. Матрицу ДКП можно сформировать, пользуясь только нечётными значениями нумерации отсчетов косинусной функции по столбцам. Так что каждый элемент матрицы  $T_N$  можно записать в виде

$$T_{k,m} = c_{k,m} (\cos((2m+1)k\pi/2N)),$$

где  $k, m = 0 \dots N-1$ ,  $c_{k,m} = \begin{cases} 1/\sqrt{N} & \text{при } k=0 \\ \sqrt{2/N} & \text{при } k > 0 \end{cases}$  - значения диа-

гональной матрицы нормирующих коэффициентов.

Другой способ определения матрицы ДКП основан на матричной форме задания ДПФ в поле комплексных чисел. Для этого используют матрицы ДПФ в смещённом базисе посредством переходной функции ( без учёта матрицы нормирующих коэффициентов) в виде

$$T_N = \text{Re}(F_{2N}^{(0, 1/2)}) = \text{Re}[\exp(-i2\pi k(m + 1/2)/2N)], k, m = \overline{0, N-1}.$$

Взаимосвязь матриц ВП с матрицами ДКП можно продемонстрировать посредством обобщения блочно-диагональных матричных форм ВП Хаара (3) сначала к виду

$$\Psi_N^{(\phi)} = J_N \text{diag} \left\{ \begin{matrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{matrix} \right\},$$

а затем к ещё более обобщённой, одной, блочно-диагональной форме

$$\Psi_N^{(\phi)} = J_N \text{diag} \{Q_N\}, \tag{4}$$

где блоками являются матрицы  $Q_N$  коротких известных ортогональных преобразований, имеющих в том числе быстрые вычислительные алгоритмы, для применения которых следует использовать их матрично-факторизованные формы. При этом каждая из базисных функций матрицы  $Q_N$  представлена самостоятельным вейвлетом посредством матрицы перестановки.

Для практических применений хаароподобных ВП из-за отсутствия циклических сдвигов базисных вейвлетов целесообразно использовать короткие ортонормированные базисные анализирующие функции. Одним из вариантов выбора ортонормированного базиса является использование аппроксимированных базисных функций 4-х точечного дискретного косинусного преобразования, которое может быть вычислено через быстрые алгоритмы, позволяющие сократить количество арифметических операций-сложений и умножений, осреднённое на один отсчёт цифрового сигнала.

Для использования быстрых алгоритмов вычисления коэффициентов таких ВП матрично- блоковую форму (4) следует привести к виду

$$\psi_N^{(\phi)} = J_N \text{diag} (T_l^{(\phi)}), i = \overline{0, (N/l) - 1},$$

где  $J_N$  -матрица перестановки,  $T_N^{(\phi)}$  - факторизованная форма быстрого l-точечного косинусного преобразования [2]. Для ВП наиболее подходят быстрые алгоритмы аппроксимированных малоточечных косинусных преобразований (АДКП), построенных через преобразования по

функциям Уолша, упорядоченных по частоте, матрично-факторизованная форма которых записывается в общем виде [ 1 ]

$$W_l^{(\phi)} = (\tilde{I}_{l,l/2}^{(1)} \dots \tilde{I}_{l,l/2}^{(2)}) \times \dots \times \text{diag} (\tilde{I}_{4,2}^{(1)} \dots \tilde{I}_{4,2}^{(2)}) \times \text{diag} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

где

$$\tilde{I}_{l,l/2}^{(1)} = \text{diag} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ и } \tilde{I}_{l,l/2}^{(2)} = \text{diag} \left( (-1)^j \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} \right)_{j=0}^{(l/2)-1}$$

- блочно-диагональные слабо заполненные прямоугольные матрицы. В этом случае быстрый алгоритм АДКП принимает матрично-векторную форму

$$X_4 = \tilde{J}_4 C_4 \cdot \tilde{W}_4^{(\phi)} \bar{x}_4,$$

где  $\bar{x}_4$  - вектор отсчётов цифрового сигнала,

$$\tilde{W}_4^{(\phi)} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \text{diag} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix},$$

$\tilde{C}_N = N^{-1} \cdot \tilde{T}_N \cdot \tilde{W}_N$  - переходная блочно-диагональная матрица.

Другим вариантом построения вейвлетов на основе малоточечного ДКП может служить матрица трёх точечного преобразования, быстрый алгоритм которого может быть представлен матрично-факторизованной формой

$$T_3^{(\phi)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1/2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.866 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix},$$

которой соответствует ориентированный граф (Рис.1)

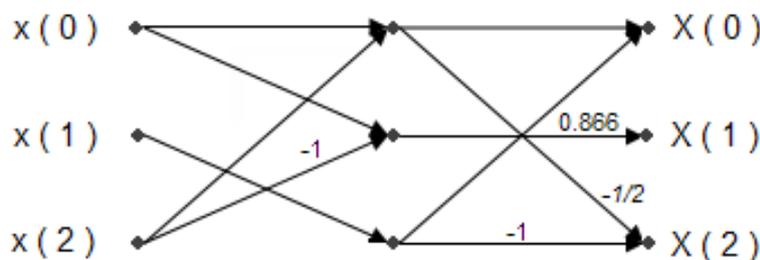


Рис.1. Сигнальный граф БКП, N=3.

В качестве экспериментальных данных в Таблице приведены сравнительные количественные оценки качества алгоритмов сжатия фотографических полутонных изображений(Рис.2) через БКП8(быстрое 8 –точечное косинусное преобразование с одной итерацией и через

АВКП- аппроксимированное вейвлет-косинусное преобразование и сжатие цифрового двумерного речевого сигнала (Рис.3) через вейвлет-косинусное преобразование с демонстрацией визуальной оценки эффекта сжатия(Рис.4, Рис.5).

Таблица

Тип размер изображ.	Базис преобр.	Коэфф. сжатия Ксж	Кол. арифм. операций/пкс А М слож. умн.	Погреш. /пкс восстан. изображ. $\Delta$
ВМР Файл "Лена"	БКП8	1ит. 8	14 4	2,4
128x128 ----«--	АВКП4	1ит. 7,3 2ит 8,6	2 1 сдв 2 1 сдв	2,6 3
WAVфайл «Тест», 128x128	АВКП4	1ит. 3,8 2ит 7	3 2сдв 3 2 сдв	2,8 3,2
---«---	БВУП4	1ит. 4 2ит 8	3 4сдв 3 4сдв	2,6 3,1

Выводы

- Использование блочно-диагональных матриц для представления ортонормированных вейвлет-преобразований Хаара позволило их обобщить с базами дискретного косинусного преобразования.
- Результаты компьютерного моделирования показали, что ВП на основе совмещённых с малоточечными ДКП успешно могут быть использованы для унифицированных технологий сжатия цифровых аудио и видео сигналов и позволяют повысить коэффициент сжатия при значительно

меньшем количестве итераций по сравнению, например, с ВП Хаара и ВП Добеши.

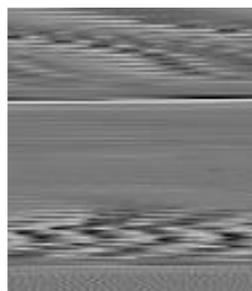
Литература

- Гагарин Ю.И., Гагарин К.Ю., Соколов В.И. Обобщённое быстрое преобразование Уолша-Хаара. СПб, издательство РГГМУ, 2011, Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета, № 16,с.105-110.



T2 + 127

Рис.2.Исходный ВМР



Xd + 127

Рис.3.Исходный двумерный речевой сигнал

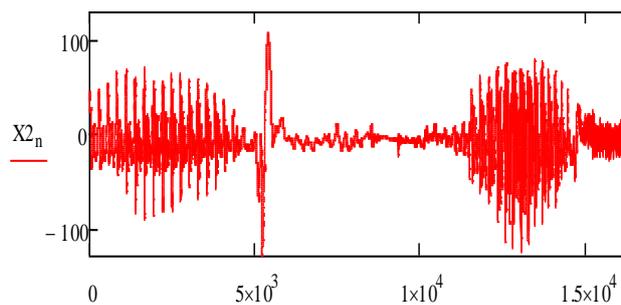
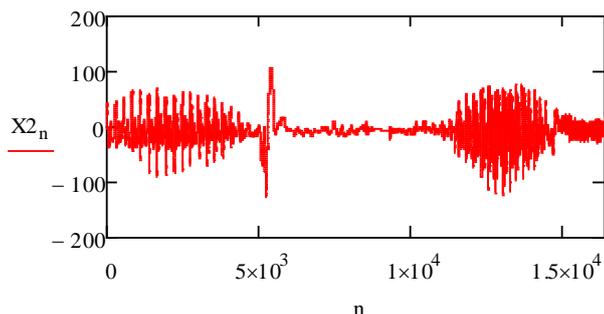


Рис.4..Исходный а) и восстановленный б) – речевые сигналы.

## ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ОБЗОР МЕТОДОВ И ХАРАКТЕРИСТИК

**Рудаков Игорь Владимирович**

кандидат технических наук, заведующий кафедрой

“Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии”, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

**Гурин Ростислав Евгеньевич**

аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

**Ребриков Александр Викторович**

Руководитель группы, Яндекс, г. Москва

### SOFTWARE VERIFICATION: REVIEW OF METHODS AND CHARACTERISTICS

Igor Rudakov, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department "Computer Software and Information Technology" BMSTU, Moscow

Gurin Rostislav, graduate student, BMSTU, Moscow

Rebrikov Alexander, The team leader, Yandex, Moscow

#### АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является, представить обзор наиболее важных характеристик программного обеспечения (ПО) и методов верификации ПО. Рассматриваются наиболее важные и эффективные методы верификации ПО. Проводится обзор статических и динамических методов. В работе представлено описание преимуществ и достоинств того или иного метода. В рамках данной статьи рассматривается реализация анализа и выявления зависимостей в рамках метода абстрактной интерпретации. Обзор включает в себя описание характеристик статического и динамического анализа. В рамках обзора статического и динамического анализа ПО, рассматриваются виды тестирования и средства логического вывода.

#### ABSTRACT

The purpose of this paper is to present an overview of the most important characteristics of software (SW) and methods of software verification. Considered the most important and effective methods for software verification. A review of static and dynamic methods. The paper describes the benefits and advantages of a particular method. As part of this article discusses the implementation of the analysis and the identification of dependencies in the framework of abstract interpretation. The review includes a description of the characteristics of static and dynamic analysis. In its review of static and dynamic analysis software, discusses the types of testing and the logical conclusion.

**Ключевые слова:** анализ, статический, динамический, интерпретация, символьное выполнение, проверка модели.

**Keywords:** analysis, static, dynamic, interpretation, symbolic execution, model checking.

#### Введение

Верификация программного обеспечения на данный момент является актуальной проблемой. Методы верификации программного обеспечения (ПО) предназначены для подтверждения фактов соответствия свойств ПО заявленным требованиям [1]. Такие методы разнообразны, как по своему назначению, так и по способам достижения конечного результата. Методы верификации ПО делятся на эмпирические и формальные, которые, в свою очередь, существенно различаются используемыми в своей основе математическими моделями. Так же целью процесса верификации ПО является, поиск некорректно реализованных свойств, невыполненных требований и обнаружению сопутствующих ошибок в ПО. Методы верификации ПО в целом можно разделить на структурные, функциональные и имеющие в своей основе формальную математическую модель. Так же методы верификации ПО можно разделить на статические, динамические и комбинированные.

Верификация ПО проверяет соответствие одних создаваемых в ходе разработки и сопровождения ПО артефактов другим, ранее созданным или используемым в качестве исходных данных, а также соответствие этих артефактов и процессов их разработки правилам и стандартам [2]. В частности, верификация проверяет соответствие между нормами стандартов, описанием требований (тех-

ническим заданием) к ПО, проектными решениями, исходным кодом, пользовательской документацией и функционированием самого ПО. Кроме того, проверяется, что требования, проектные решения, документация и код оформлены в соответствии с нормами стандартами, принятыми в данной стране, отрасли и организации при разработке ПО, а также — что при их создании выполнялись все указанные в стандартах операции, в нужной последовательности. Обнаруживаемые при верификации ошибки и дефекты являются расхождениями или противоречиями между несколькими из перечисленных документов, между документами и реальной работой программы, между нормами стандартов и реальными процессами разработки и сопровождения ПО. При этом принятие решения о том, какой именно документ подлежит исправлению (может быть, и оба) является отдельной задачей.

Так же термин верификация ПО может означать *символьное выполнение программы*.

Техника символьного выполнения (symbolic execution) [3], широко используется в настоящее время для тестирования и анализа программ. Техника позволяет проводить моделирование выполнения программы, при котором часть входных переменных представляется в символьном виде. Символ переменной обозначает множество значений входной переменной программы из области ее определения. Каждое символьное выполнение

эквивалентно выполнению программы на наборе конкретных тестовых значений входных переменных, что сокращает мощность множества создаваемых тестов. Также определяется альтернативная семантика выполнения программы – семантика символического выполнения для языка программирования, в котором объекты данных представлены в виде символов. Семантика задается путем расширения базовых конструкций языков программирования для работы с символическими значениями.

**1. Характеристики качества программного обеспечения.**

Одним из важных этапов верификации ПО является проверка ПО на соответствие заявленным качественным характеристикам. Наиболее важных характеристики программного обеспечения приведены ниже.

- Корректность (соответствие системы своему предназначению);
- Безопасность системы;
- Устойчивость системы в случае недетерминированного поведения окружения (например: неверные входные данные);

- Эффективность использования ресурсов времени и памяти;
- Адаптируемость системы к небольшим изменениям окружения;
- Переносимость и совместимость.

Стоит выделить наиболее важные пункты: это устойчивость системы в случае недетерминированного поведения окружения, эффективность использования ресурсов времени и памяти, именно по этим параметрам будет в первую очередь проводиться верификация ПО в дальнейшей работе.

**2. Методы верификации ПО**

Существует множество методов верификации ПО, в данной статье рассматривается лишь несколько методов, приведенных на Рис.1. Это, прежде всего, символическое выполнение, проверка моделей, проверка ПО динамическими и статическими методами.

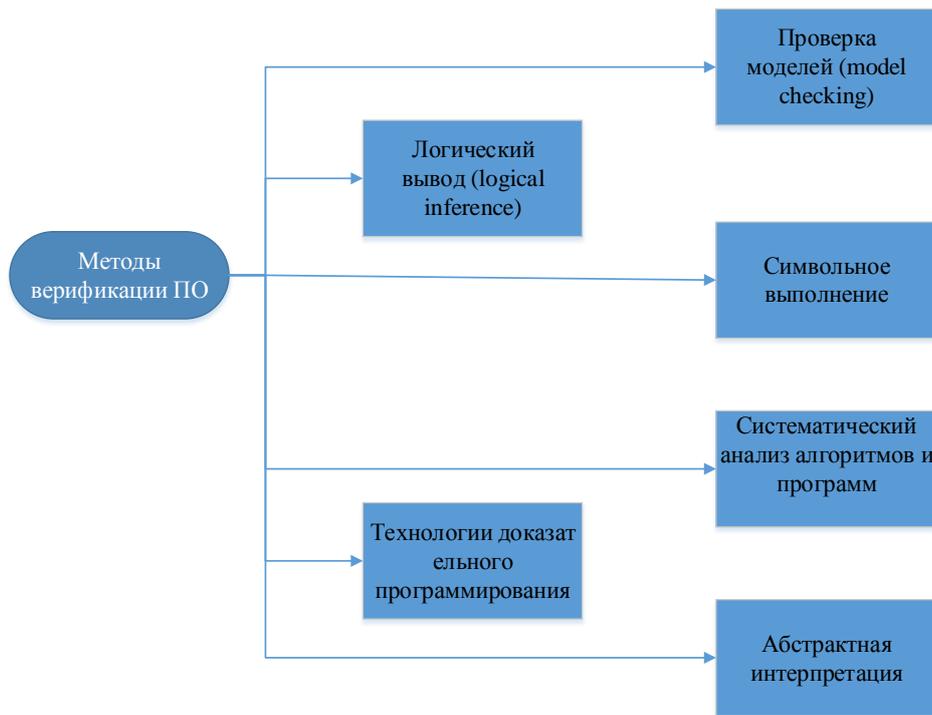


Рис.1 Методы верификации ПО.

**3. Статический анализ программного обеспечения**

**Статический анализ программы** – это анализ который выполняется без фактического выполнения программы (анализ, проведенный при выполнении ПО известен как *динамический анализ*). В большинстве случаев анализируется некоторая версия исходного кода. Этот термин обычно используется в случае, когда анализ производится с помощью *автоматизированных инструментов*.

В настоящее время наибольшее распространение получили две группы методов статической верификации: методы дедуктивного анализа программ и методы проверки моделей.

Методы дедуктивного анализа используются для доказательства соответствия программы своей спецификации, обычно задаваемой в виде пред и постусловий. На текущем уровне развития инструменты, реализующие эти методы, требуют ручной аннотации. [4] Методы проверки моделей (model checking) исходя из кода программы формируют её модель в явном или неявном виде и проводят анализ этой модели на предмет выполнения установленных условий и ограничений. При верификации этим методом производится поиск определенного вида ошибок. Методы проверки моделей обычно работают с исходным кодом программы. Перед анализом происходит разбор текста программы во внутреннее представление, в ходе

которого для каждой функции в программе строится граф потока управления (ГПУ).

Вершины графа соответствуют местам в тексте программы. Рёбра содержат операторы из текста программы, возможно, преобразованные в последовательность инструкций. Инструкции обращаются к локальным и глобальным переменным программы, к значениям в динамической памяти или к окружению системы. Провести детальный анализ всех возможных выполнений программы за разумное время не представляется возможным, поэтому при статической верификации выполнения программы моделируются лишь с некоторой точностью. От уровня точности зависит количество ложных сообщений об ошибках, количество упущенных ошибок, а также время, необходимое для выполнения анализа. [4].

Возникновение ложных срабатываний (сообщений о возможных ошибках, которые таковыми не являются) является большой проблемой статического анализа, ложные срабатывания возникают при анализе ПО с помощью строгих методов, не допускающих пропуска ошибок.

Инструменты автоматической верификации на основе статического анализа применяются достаточно широко, поскольку удобны в использовании и не требуют специальной подготовки. Большинство техник статической проверки корректности программ, доказавших свою эффективность на практике, рано или поздно становятся частью компиляторов или даже преобразуются в семантические правила языков программирования. На данный момент самым распространенным методом верификации ПО является абстрактная интерпретация.

#### 4. Характеристики статического анализа.

Методы статического анализа определяются такими характеристиками как точность, ресурсоемкость и полнота анализа. Такие алгоритмы наиболее эффективны при поиски наибольшего количества дефектов программного обеспечения. При использовании алгоритмов, которые не удовлетворяют этим характеристикам, выявление дефектов программы может быть не полным, а также, при анализе может возникнуть большое количество “ложных срабатываний”.

При использовании алгоритмов подобного рода возникает проблема обеспечения высокой точности, при снижении ресурсоемкости алгоритма. Для повышения точности и снижения ресурсоемкости алгоритма используют “анализ зависимостей”.

Зависимость - представляет собой строго определенную связь между значениями двух и более переменных, которая может быть описана предикатом вида  $f(x, y) = true$ . Механизм зависимостей предназначен для уточнения результатов и устранения ложных обнаружений в ситуациях, когда текущее состояние программы объединяет два или более состояний, полученных на различных путях выполнения, а также при работе с множеством значений объектов. Зависимости связывают различные типы программных объектов: одиночные переменные, элементы составных переменных (поля структур, элементы массивов), размеры участков динамической памяти, длины строк, количества инициализированных элементов массивов. [5]

Зависимости можно разделить по характеру связи между программными объектами.

- Арифметические зависимости  
 $Arith(obj_1, obj_2, op, obj_3) : obj_3 = obj_1, op, obj_2$ , где  $obj_n$  - программные объекты,  $op$  - арифметическая операция;
- Зависимость эквивалентности, где  
 $Equiv(x, D) : D \Leftrightarrow x$ , где  $D$  - эквивалентность,  $X$  - логическая переменная;
- Логические зависимости  
 $Logic(obj_1, obj_2, op, obj_3) : obj_3 = obj_1, op, obj_2$ , где  $obj_n$  - программные объекты,  $op$  - логическая операция;
- Зависимости сравнения  
 $Comp(obj_1, obj_2, op, obj_3) : obj_3 = obj_1, op, obj_2$ , где  $obj_n$  - программные объекты,  $op$  - операция сравнения.

По механизму выявления зависимости делятся на две группы:

- Зависимости присваивания, появляющиеся в результате интерпретации конкретного оператора присваивания;
- Зависимость слияния, появляющиеся при слиянии двух ветвей, примером может послужить if и else.

#### 5. Реализация анализа и выявления зависимостей в рамках метода абстрактной интерпретации.

Абстрактная интерпретация выполняется подобно обычной интерпретации, однако, оперирует значениями из абстрактного семантического домена, который выбирается в соответствии с решаемой задачей. Этот метод оперирует состоянием программы. Состояние программы представляет собой множество элементов абстрактного семантического домена, то есть множеством значений, которое может принимать переменная. Для того что бы провести анализ зависимостей, наиболее удобно использовать домен предикатов, в этом случае состояние программы является подмножеством домена, включающие в себя предикаты истинные только в определенный момент.

Выявление зависимостей осуществляется при интерпретации операторов программы. Таким образом, из операторов присваивания следуют зависимости присваивания. При изменении значения какого-либо программного объекта либо при окончании его времени жизни все связанные с ним ранее зависимости сбрасываются. В случае, когда рассматриваемый объект связан зависимостями хотя бы с двумя другими, следует построить суперпозиции этих зависимостей. Например, если  $a = f(x)$  и  $x = g(b)$ , то по окончании времени жизни  $x$  строится зависимость  $a = f(g(b))$ .

При выделении участков динамической памяти следует построить зависимость для размера выделенного участка от значения параметра функции выделения памяти — например, для оператора  $ptr = malloc(size)$  строятся зависимости вида  $ptr$  points to dynamic и  $sizeof(dynamic) = size$ . Для других специальных объектов (например, строк) могут быть сформулированы аналогичные правила.

В процессе интерпретации зависимостей осуществляется логический вывод из известных на данный момент предикатов. Логический вывод основывается на известных правилах доказательства теорем, которые можно разделить на несколько групп:

- общие правила логического вывода: Modus Ponens, подстановка;
- правила алгебры логики;
- правила арифметики целых чисел.

В будущем планируется применить для интерпретации зависимостей существующие средства логического вывода.

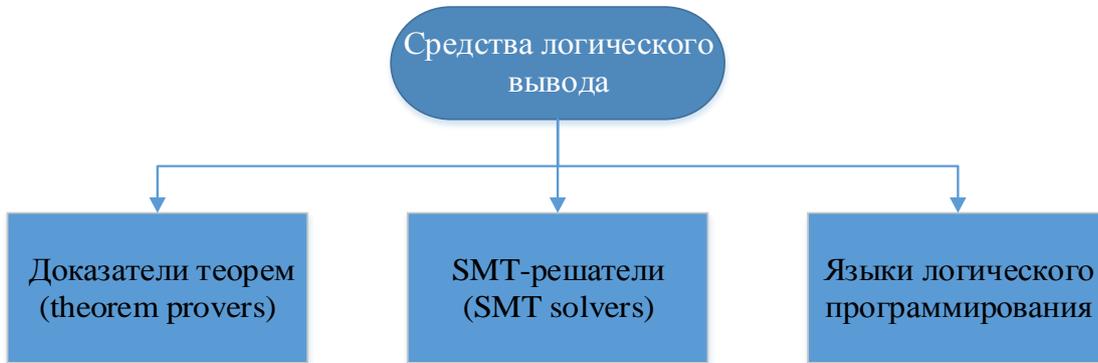


Рис.2 Средства логического вывода

Анализ средств логического вывода показывает, что наиболее эффективным инструментом являются SMT-решатели. SMT-решатели ориентированы на решение задач в логике предикат первого порядка, и включают в себя мощный аппарат разрешения систем линейных уравнений и неравенств. Многие SMT-решатели используют унифицированный язык описания задач SMT-LIB, что позволяет достаточно просто заменить один решатель на другой. Остальные средства логического вывода менее эффективны, так как обладают менее мощными алгоритмами доказательства простых утверждений. Так же язык Prolog обладает не достаточной мощностью вывода для решения сложных задач.

**6. Динамические методы верификации ПО**

Это методы, в рамках, которых анализ и оценка свойств программной системы осуществляются по результатам ее реального выполнения. На вход такой программы поступают последовательности данных, которые могут вызвать недетерминированное поведение, тем самым позволяя обнаружить уязвимости и ошибки. Недетерминированное поведение программы может быть вызвано заведомо неправильной последовательностью, которая поступает на ее вход, вызывая тем самым ошибки выполнения. Примерами являются тестирование, мониторинг, профилирование. Для применения динамических методов необходимо иметь уже работающую систему.

*Мониторинг* представляет собой метод, при котором идет наблюдение, запись и оценка работы программного обеспечения при обычном использовании программы. Протоколируемая информация зависит от оцениваемых характеристик системы. Мониторинг может получать данные о работе, используя различные методы инструментирования. Инструментирование – это возможность отслеживания или установления количественных параметров уровня производительности программного продукта, а также возможность диагностировать ошибки и записывать информацию для отслеживания причин их возникновения.

Существуют инструментирование исходного или бинарного кода и симуляторное. Инструментирование исходного или бинарного кода может быть:

- Ручное (manual). Разработчик сам вносит в нужные ему места обращения к библиотечным функциям системы мониторинга.
- Компиляторное (compiler assisted). Вызовы библиотеки мониторинга расставляются компилятором в специальном режиме компиляции.
- На основе бинарной трансляции (binary translation). Бинарный код
- ПО подвергается обработке специализированным инструментом, вставляющим обращения к библиотеке мониторинга.
- Инструментирование времени выполнения или инъекция времени выполнения (runtime instrumentation, runtime injection). Проводится инструментом, выполняющим ПО при мониторинге его поведения. При инъекции инструмент вставляет только минимально необходимые переходы на функции мониторинга, общий объем вставок несколько меньше.
- Симуляторный мониторинг (simulation-based, hypervisor-based) основан на протоколировании работы проверяемого ПО симулятором, на котором выполняется. Существуют аппаратные решения, поддерживающие выполнение симуляторного мониторинга. [1]

По способу получения оценок характеристик ПО техники мониторинга можно разделить на основанные на событиях и статические. Техники, основанные на событиях используют для создания базы знаний полную запись событий и их сопутствующих атрибутов. Статические методы мониторинга производят оценку системы на основе снимков ее состояния, которые получены через некоторые промежутки времени.

При *тестировании* выполнение ПО происходит в рамках заданных подготовленных сценариев. В случае тестирования, результаты записываются и оцениваются. Отличие метода мониторинга от тестирования заключается в том, что, можно создать ряд подготовленных сценариев и проверить ПО на них. Разделение методов тестирования

и мониторинга несколько условно, так как тестирование включает себя мониторинг. Эти методы служат для того чтобы получить контролируемую среду выполнения ПО, где можно ввести пользовательские сценарии выполнения и вести наблюдение за поведением программного обеспечения при выполнении того или иного сценария, что является основным достоинством метода. Для полно-

ценного тестирования нужно определить цели тестирования, определить критерии полноты тестирования для данного программного обеспечения, определить набор свойств, которые будут проверяться в данном наборе тестов, а также построение набора тестов для проверки программного обеспечения на соответствие ее тем свойства и ограничения, которые были определены как цели тестирования на начальном этапе верификации ПО.

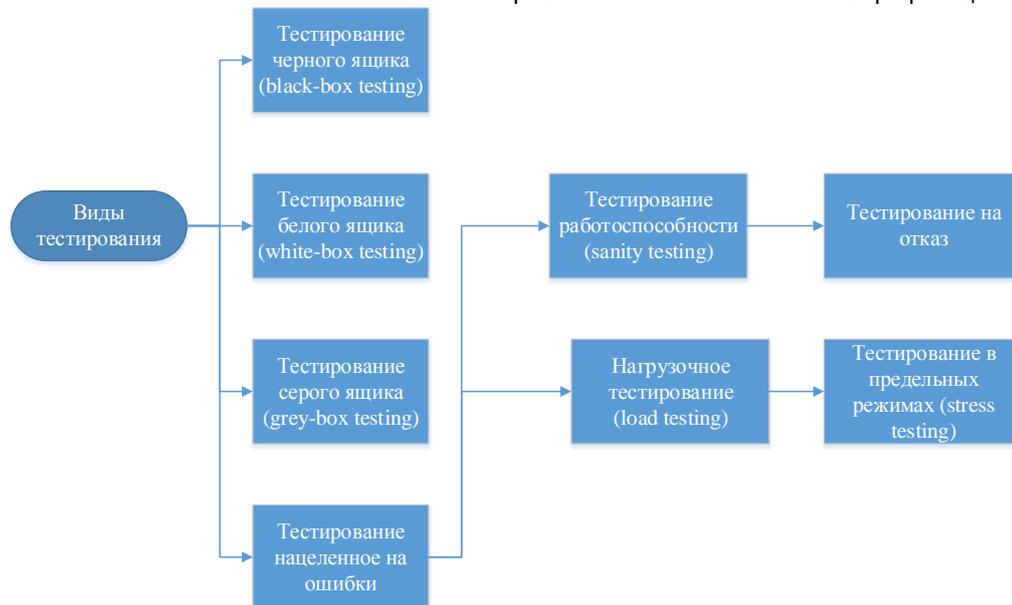


Рис.3 Виды тестирования.

### Заключение

При тестировании программного обеспечения методами статического анализа наиболее важно повысить точность анализа, но при этом повышается ресурсоемкость анализа. Выявление и интерпретация зависимостей позволяет повысить точность статического анализа кода.

На начальных этапах разработки методы динамического анализа применять целесообразно только в том случае, если есть какие-либо работающие элементы программного обеспечения. Динамические методы позволяют обнаруживать в ПО только ошибки, проявляющиеся при его работе. Для применения динамических методов верификации ПО обычно требуется дополнительная подготовка — создание тестов, разработка тестовой системы, позволяющей их выполнять или системы мониторинга, позволяющей контролировать определенные характеристики поведения проверяемого программного обеспечения. Так же возможно динамическое генерирование тестов. Подобное тестирование требует гораздо больше времени. Но при этом является более эффективным и современным методом тестирования, который позволяет выявить гораздо большее количество уязвимостей в коде программы, чем при использовании статических методов верификации ПО.

Данный метод не лишен недостатков, основным недостатком данного метода является большое количество ложных срабатываний. Ложные срабатывания, возникают в том случае, если анализатор находит, правильную, не опасную конструкцию в коде программы, но по каким-то определенным причинам считает ее небезопасной и отмечает ее как уязвимую часть программы.

Количество ложных срабатываний при использовании современных анализаторов достаточно велико, от 20 до 30%, но тем не менее динамический анализ является достаточно эффективным методом для проверки ПО на наличие уязвимостей.

### Благодарности

Данная статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-00918.

### Список литературы

1. Н.А. Бурякова, А.В. Чернов: Классификация частично формализованных и формальных моделей и методов верификации программного обеспечения // РГСУ, Ростов-на-Дону, 2007 – 1 с.
2. Верификация и валидация [Электронный ресурс]: СиПроВер.2008 Режим доступа: <http://www.viva64.com/ru/b/0049/print/> (дата обращения: 12.08.14)
3. Символьное выполнение программ [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://erseal.blogspot.ru/2012/02/blog-post\\_16.html](http://erseal.blogspot.ru/2012/02/blog-post_16.html) (дата обращения: 15.04.2012).
4. А.М.Миронов: Верификация программ методом Model Checking Режим доступа: <http://www.intsys.msu.ru/staff/mironov/modelchk.pdf> (дата обращения: 18.04.2012).
5. Глухих М. И., Ицыксон В. М., Цесько В. А.: Использование зависимостей для повышения точности статического анализа программ. // Модел. и анализ информ. систем. Т. 18, № 4 (2011) 68–79. Режим доступа: [http://mais.uniyar.ac.ru/sites/default/files/journal/private/18\\_4\\_68-79.pdf](http://mais.uniyar.ac.ru/sites/default/files/journal/private/18_4_68-79.pdf) (дата обращения: 18.04.2012).

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОРТАЛЫ: ФОРМИРОВАНИЕ И СОПРОВОЖДЕНИЕ

**Иванников Александр Дмитриевич**

*Заместитель директора по научной работе Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН, г. Москва*

### *SUBJECT ORIENTED PORTALS: CREATION AND MAINTENANCE*

*Ivannikov Alexander, Deputy Director on Science, Institute for Design Problems in Microelectronics of Russian Academy of Sciences, Moscow*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Анализируются методы создания тематических интернет-порталов для эффективного доступа к электронным ресурсам заданной тематики. Рассматриваются принципы эффективной рубрикации агрегируемых ресурсов, дающей возможность организовать атрибутно-контекстный поиск.*

#### **ABSTRACT**

*The methods to create subject oriented web portals for efficient access to electronic resources of specified domain are analyzed. The principles of aggregated resources effective categorization that make the attribute - contextual search possible are discussed.*

*Ключевые слова: агрегация электронного контента, тематические порталы, атрибутный поиск, рубрификация ресурсов.*

*Key words: aggregation of digital content, subject oriented portals, attribute search, categorization of resources.*

Тематический портал всегда предназначен служить точкой входа в систему электронных ресурсов какой-либо тематики. Так, образовательные интернет порталы стали обязательной составляющей технологий как дистанционного так и классического обучения [1, 2], как при реализации основных образовательных программ [3], так и в системе дополнительного профессионального образования [4]. Отличительными особенностями тематических порталов, обеспечивающих агрегацию электронного контента заданного назначения, является следующее.

1. Поиск осуществляется исключительно по электронным ресурсам заданной тематики.
2. Особенностью таких систем является атрибутный и контекстный поиски в любом сочетании.
3. Существенно более высокая релевантность найденных электронных ресурсов.
4. Отсутствие необходимости просмотра большого количества ссылок на электронные ресурсы с целью выбора действительно релевантных ресурсов.
5. Наличие более совершенных сервисов, отвечающих целям работы с агрегированным контентом заданного назначения.

Важной задачей является формирования множества электронных ресурсов заданной тематики, входящих в систему формируемых порталов [5]. Надо подчеркнуть, что тематические порталы работают не просто с электронными ресурсами, а с ресурсами, привязанными к разделам принятого на тематическом портале или в системе порталов классификатора или классификаторов. В связи с этим при создании какого-либо тематического портала необходимо разработать систему классификаторов (рубрикаторов) с перечнем рубрик, собрать, сгруппировать целевые электронные ресурсы и отнести каждый электронный ресурс к какой-либо рубрике всех используемых классификаторов. Естественно, что электронный ресурс может быть отнесен одновременно к нескольким рубрикам классификатора. Так какой-либо учебный материал может быть полезен как при изучении географии, так и при изучении физики.

Сбор электронных образовательных ресурсов в большой степени различается на начальной стадии созда-

ния тематического портала – начальная агрегация электронного контента, и в процессе функционирования и развития. Начальная агрегация электронного контента предполагает большую долю ручного труда, что не смотря на существенную автоматизацию этого процесса требует временных и финансовых затрат. В зависимости от тематики портала процесс естественно различается. Но в любом случае на начальном этапе создания агрегации должна осуществляться как можно большими порциями для скорейшего создания некоторой критической массы, уже интересной для потенциальных пользователей. Так в случае создания образовательных порталов [www.edu.ru](http://www.edu.ru) и [window.edu.ru](http://window.edu.ru) [6] первоначальный набор образовательных ресурсов формировался путем просмотра сайтов ВУЗов и других порталов и сайтов, на которых существовали целые разделы ресурсов, так или иначе привязанных к образованию. При этом осуществлялся анализ и отбор необходимых электронных ресурсов.

Итак, тематический портал это та сущность в интернете, выйдя на которую и задав каким-то образом условия отбора ресурсов из всего множества имеющихся на портале, пользователь получает доступ к отобранным электронным ресурсам. При этом пользователю все равно, сам ресурс находился тут же на сервере тематического портала или был считан с какого-то другого сайта, находящегося географически совсем в другом месте.

Таким образом, существуют следующие подходы к формированию тематического портала [7, 8]:

- электронные ресурсы можно хранить на самом тематическом портале;
- на самом тематическом портале можно хранить только каталог, то есть систему карточек или по другому метаописаний электронных ресурсов со ссылками на те адреса в интернет, где хранятся сами электронные ресурсы;
- можно сочетать перечисленные выше два подхода.

Выбор одного из вышеперечисленных вариантов определяется ментальными предпочтениями сообщества, юридическими и техническими факторами

При разработке тематического портала (или системы тематических порталов, смотри далее) важным во-

просом является выбор набора классификаторов и их рубрик, в соответствии с которыми осуществляется атрибутивный поиск.

Так при создании порталов «Российское образование» [www.edu.ru](http://www.edu.ru) и Единое окно доступа к образовательным ресурсам [window.edu.ru](http://window.edu.ru) предметный рубрикатор ресурсов [8] был разработан на основе действующих образовательных стандартов. В то же время на тех же порталах для образовательных ресурсов высшего образования был принят рубрикатор ГРНТИ. Таким образом, рубрикаторы для тематического портала, а обычно в этом случае используется несколько рубрикаторов, могут не являться независимыми [9].

Более серьезно проблема выбора классификаторов встает, когда создается не тематический портал, а система тематических порталов. Вполне допустимо и логично организовать порталы по определенным направлениям тематики. Так в случае образовательных порталов это могут быть отдельные порталы по инженерным наукам, гуманитарным наукам, естественным наукам, экономике и менеджменту и т.д.

Такая система является эффективной при наличии некоторой обобщающей структуры – портала, где будет храниться база данных метаописаний всех электронных ресурсов, создаваемых на всех порталах, в нашем примере, по физике, по русскому языку, по экономике и так далее. Основной задачей указанного обобщающего портала является сбор всех метаописаний в единую базу данных и обеспечение атрибутивно-контекстного поиска для всей системы порталов в целом. При такой организации на всех порталах используются одинаковые форматы метаописаний и рубрикаторы.

Это сделало возможным автоматическую репликацию сформированных на вертикальных порталах ресурсов соответствующего профиля в общую базу данных метаописаний горизонтального портала Российское образование и, соответственно, атрибутивный поиск электронных образовательных ресурсов по всем метаописаниям системы образовательных порталов. Более того, если на порталах образовательных учреждений были бы использованы аналогичные метаописания и рубрикаторы, то при автоматическом добавлении этих метаописаний в базу данных портала Российское образование атрибутивный поиск осуществлялся бы и по порталам образовательных учреждений.

Портал Российское образование при рассматриваемой схеме работы обеспечивал атрибутивно-контекстный поиск по всем метаописаниям системы образовательных порталов, а также обеспечивал постоянную проверку доступности электронных образовательных ресурсов в соответствии с указателями – интернет адресами, имеющимися в метаописаниях ресурсов.

Обязательным условием такого подхода является необходимость использования всем образовательным со-

обществом (или каким-либо сообществом другого профиля) одного и того же стандарта на метаописания ресурсов [10].

#### Литература:

1. Тихонов А.Н., Иванников А.Д. Технологии дистанционного обучения // Высшее образование в России. – 1994. - № 3. – С. 3-10.
2. Усков В.Л., Иванников А.Д., Усков А.В. Перспективные технологии для электронного образования // Информационные технологии. – 2007. - № 2. – С. 32-38.
3. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Цветков В.Я. Образовательные услуги как инструмент качества образования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. - № 3. – С. 94-96.
4. Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д., Кривошеев А.О., Шмелькова Л.В. Система дополнительного профессионального образования Российской Федерации: ключевые статистические показатели по результатам автоматизированного сбора данных // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2014. – № 1. – С. 133-144.
5. Иванников А.Д. Тематические интернет-порталы как средство агрегации электронного контента в заданной предметной области // Информационные технологии. – 2014. - № 3. – С. 43-48.
6. Гридина Е.Г., Иванников А.Д., Булгаков М.В., Чиннова И.И., Сигалов А.В. Система Федеральных образовательных порталов: 3 года в Интернет // Открытое образование. – 2005. - № 1. – С. 35-54.
7. Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Булгаков М.В., Внотченко С.С., Зыбарев Е.Ю., Иванников А.Д., Сигалов А.В. Информационные разделы и сервисы Федеральных образовательных порталов: опыт разработки и сопровождения // Информатизация образования и науки. – 2009. - № 3. – С. 51-64.
8. Булгаков М.В., Гридина Е.Г., Иванников А.Д., Старых В.А. Федеральная система информационно-образовательных ресурсов // Информационные ресурсы России. – 2009. - № 2. – С. 25-27.
9. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Миронов А.А., Мордвинов В.А., Сигов А.С., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Синергетическая теория информационных процессов и систем. М.: МГДД(Ю)Т, МИРЭА, ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2010.
10. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Мордвинов В.А. Получение знаний методами информатики и геоинформатики // Вестник Московского государственного областного университета. – 2012. - № 3. – С. 140.

## МНОГОУРОВНЕВЫЙ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

*Иванов Александр Григорьевич*

*доктор технических наук, главный научный сотрудник, ОАО «ВНИИР» г. Чебоксары*

*Арзамасов Владислав Леонидович*

*кандидат технических наук, научный сотрудник, ОАО «ВНИИР» г. Чебоксары*

MULTILEVEL VARIABLE-FREQUENCY ELECTRIC DRIVE

Ivanov Aleksandr, Doctor of Technical Sciences, principal research scientist, JSC «VNIIR», Cheboksary

Arzamasov Vladislav, Candidat of Technical Sciences, research scientist, JSC «VNIIR», Cheboksary

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается новое решение в области многоуровневого высоковольтного частотно-регулируемого электропривода ячейковой структуры. Силовой трансформатор этого электропривода имеет небольшие габаритные размеры за счет введения промежуточного высокочастотного преобразователя.

ABSTRACT

In article a new decision in the field of multilevel high-voltage variable-frequency electric drive of cellular structure is considered. Power transformer of this electric drive has small overall dimensions due to introduction of intermediate high-frequency converter.

Ключевые слова: многоуровневый высоковольтный частотно-регулируемый электропривод; высокочастотный преобразователь; одиннадцатиуровневый ячейковый автономный инвертор напряжения.

Keywords: multilevel high-voltage variable-frequency electric drive; high-frequency converter; self-commutated voltage inverter of cellular structure with eleven levels.

В настоящее время в многоуровневом высоковольтном частотно-регулируемом электроприводе (ВЧРП) широкое распространение получила трансформаторная схема ячейкового типа [1]. Данная схема, широко внедряемая в разработках ОАО «ВНИИР», имеет существенный недостаток, а именно – большие габариты силового трансформатора.

В патенте на изобретение [2] для уменьшения габаритов силового трансформатора использована известная в преобразовательной технике идея применения высокочастотного трансформатора с промежуточным высокочастотным преобразователем.

Принципиальная схема такого электропривода приведена на рисунке 1.

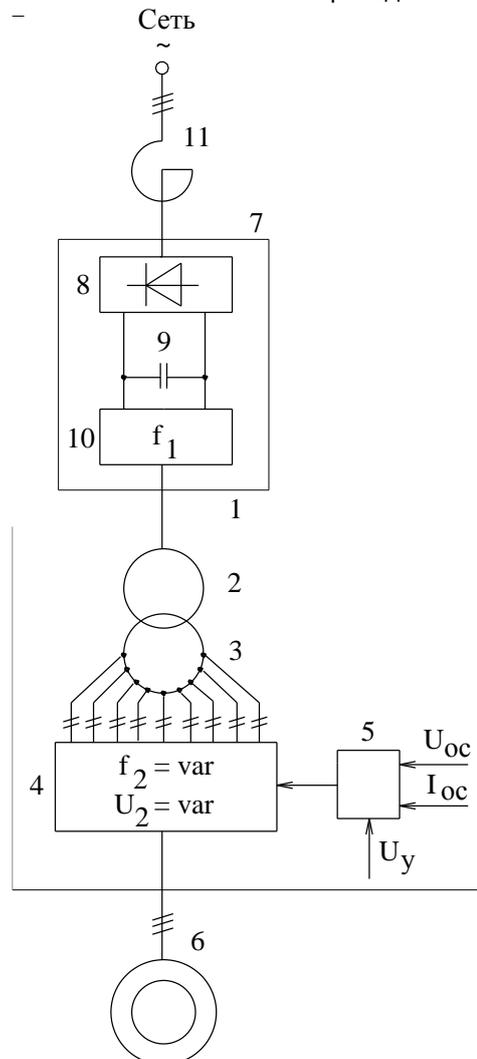


Рисунок 1. ВЧРП с высокочастотным трансформатором

1 – энергетический модуль; 2 – высокочастотный трансформатор; 3 – вторичные однофазные обмотки; 4 – ячейковый автономный инвертор напряжения (ЯАИН); 5 – система управления; 6 – электродвигатель; 7 – высокочастотный преобразователь; 8 – сетевой выпрямитель с корректором коэффициента мощности (ККМ); 9 – конденсаторный фильтр; 10 – преобразователь постоянного напряжения в переменное; 11 – трехфазный реактор

Схема выполнена по принципу преобразования напряжения сети 50 Гц в высокочастотное с частотой  $f_1$  и его дальнейшего преобразования с помощью трансформатора 2 и инвертора напряжения 4 в выходное регулируемое напряжение с частотой  $f_2 = 0 \div 50$  Гц, поступающее на электродвигатель 6, определяя его скорость вращения. Для обеспечения высоких показателей по потребляемой

мощности сетевой выпрямитель 8 содержит корректор коэффициента мощности (ККМ).

В случае выполнения инвертора напряжения 4 по схеме одинадцатиуровневого ячейкового автономного инвертора напряжения (ЯАИН) обмотки 3 трансформатора 2 выполняются однофазными, и принципиальная схема электропривода имеет вид, показанный на рисунке 2.

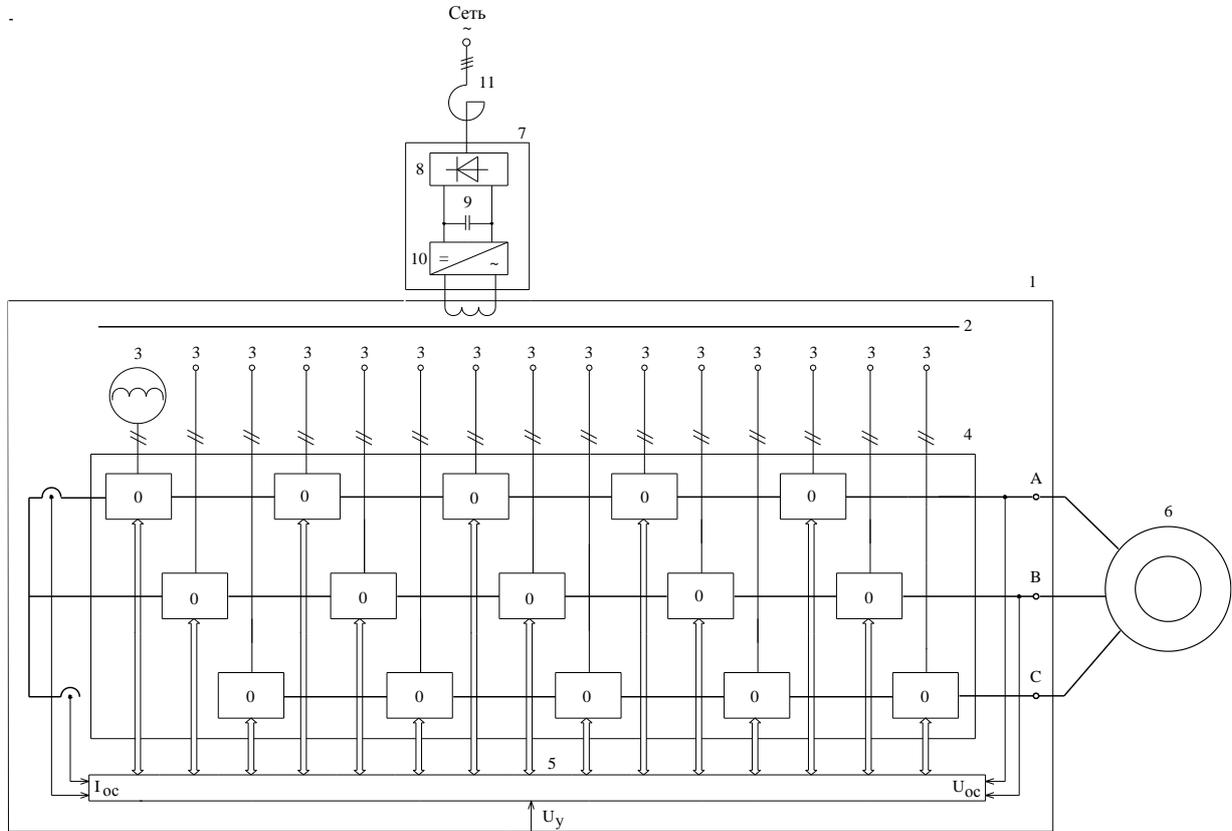


Рисунок 2. ВЧРП с одинадцатиуровневым ячейковым автономным инвертором напряжения 0 – выпрямительно-инверторный блок; остальные обозначения по рисунку 1

В схему входят 15 идентичных выпрямительно-инверторных блоков с условным обозначением 0. Данная схема имеет высокий коэффициент мощности и обладает хорошими регулировочными свойствами. Габариты трансформатора 2 определяются произведением числа витков  $w$  на поперечное сечение магнитопровода  $Q$ :

$$wQ = \frac{U}{4,44B_m f_1}, \tag{1}$$

где  $U$  – напряжение обмотки,  $f_1$  – высокая частота питания (например,  $f_1 \approx 1$  кГц),  $B_m$  – максимальная индукция магнитопровода.

В этом случае упрощается схема выпрямительно-инверторного блока (рисунок 3).

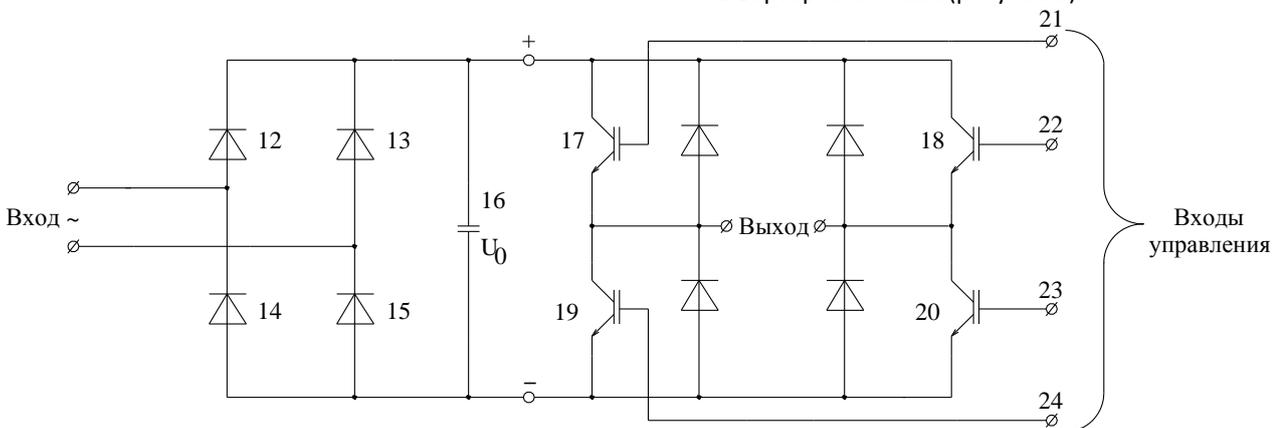


Рис. 3 – Выпрямительно-инверторный блок 12-15 – диоды; 16 – конденсатор; 17-20 – транзисторно-диодные модули; 21-24 – входы управления

Блок содержит однофазный выпрямитель на диодах 12-15, конденсатор 16 и однофазный инвертор на транзисторах 17-20 с защитными диодами. Инвертор работает в трех режимах: при появлении отпирающих сигналов на входах управления 21 и 23 на выходе блока получаем  $U_0 > 0$ , при появлении отпирающих сигналов на входах управления 22 и 24 на выходе имеем  $U_0 < 0$ , при включении транзисторов 17 и 18 (либо 19 и 20)  $U_0 = 0$ . Последовательное включение таких блоков дает возможность в режиме ШИМ-регулирования алгебраически суммировать напряжения в фазах электродвигателя А, В, С (рисунок 2). Основным недостатком этой схемы электропривода является наличие высокочастотного преобразователя 7 той же мощности, что и энергетический модуль 1.

В преобразователе 7 целесообразно использовать простую однофазную мостовую схему на транзисторах IGBT или одно- либо двухоперационных тиристорах с пи-

танием выпрямителя 8 от сетей с линейными напряжениями от 380 В до 6 кВ. Особенный интерес представляет вариант с питанием выпрямителя 8 от сети 380 В.

Рассмотрим расчет элементов приведенных схем, исходя из заданного значения количества уровней  $n$  в кривой линейного напряжения (рисунок 4). Число  $n$  определяется максимальным количеством линейного напряжения плюс один нулевой уровень.

Например, в ВЧРП с одиннадцатилеveled ЯАИН имеем

$n = 2 \cdot 5 + 1 = 11$ , чему соответствует наибольшее значение напряжения, равное:

$$U_{\text{лм}} = 2U_d = (n - 1)U_0,$$

где  $U_0$  - напряжение на конденсаторе 9 одной ячейки (выпрямительно-инверторного блока по рисунку 3).

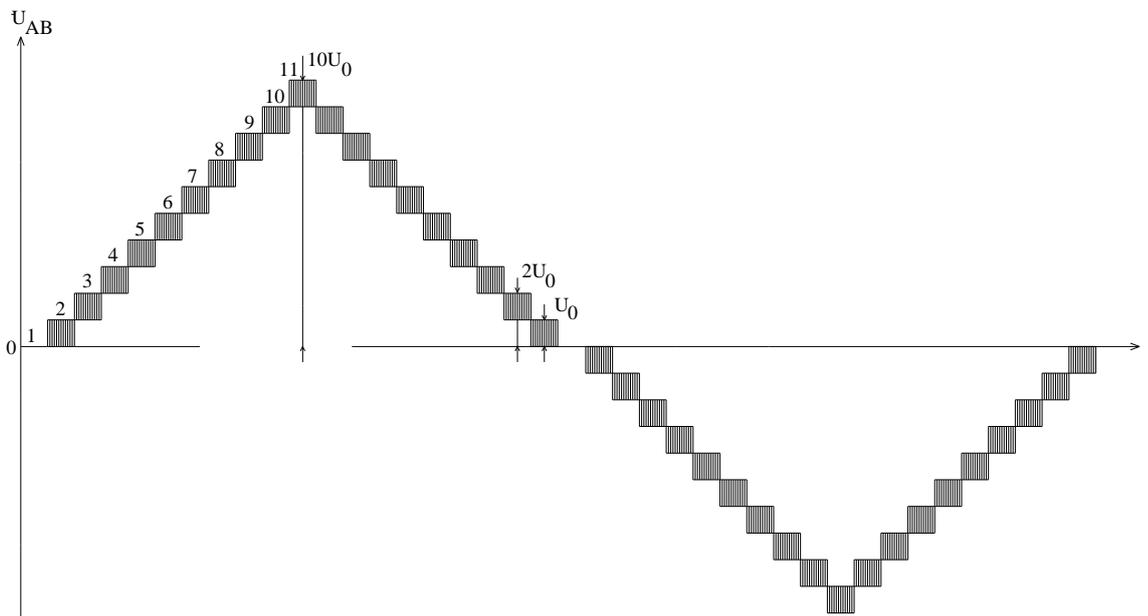


Рисунок 4 – Диаграмма линейного напряжения электродвигателя  $U_{AB} = f(t)$

Для амплитудного значения первой гармоники линейного напряжения  $U_{\text{лм}}$ , выделяемое из ступенчатой кривой напряжения инвертора, при синусоидальной ШИМ в соответствии с [1] имеем:

$$U_{\text{лм}} = \sqrt{2}U_{\text{л}} = 0,866U_{\text{л}}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{л}}$  - линейное напряжение электродвигателя.

Тогда для ЯАИН количество ячеек, а также вторичных обмоток в одной фазе трансформатора 2 (рисунок 2)

$$Я = 0,5(n - 1), \quad (3)$$

количество ключей в одной фазе инвертора

$$K = 5Я = 2(n - 1),$$

общее количество ключей в инверторе

$$K_0 = 3K = 6(n - 1).$$

Напряжение  $U_0$  на входе ячейки с учетом (2) и (3):

$$U_0 = \frac{U_{\text{лм}}}{2Я} = \frac{\sqrt{2}U_{\text{л}}}{2 \cdot 0,866 \cdot 0,5(n - 1)} = 1,63 \frac{U_{\text{л}}}{n - 1}. \quad (4)$$

Выражение (4) справедливо для наибольшего значения напряжения на ключе ячейки  $U_{\text{кл}} = U_0$ . Значение  $U_{\text{кл}}$  следует определять с коэффициентом запаса 1,5.

Таким образом, для ЯАИН с  $n = 11$  и  $U_{\text{л}} = 6$  кВ требуются ключи IGBT с напряжением

$$U_{\text{кл}} = 1,5 \cdot 1,63 \frac{6000}{10} = 1467 \quad (В). \quad (5)$$

#### Литература:

1. Донской Н.В., Иванов А.Г., Матисон В.А., Ушаков И.И. Многоуровневые автономные инверторы для электропривода и энергетики // Силовая электроника. 2008. №1.
2. Патент на изобретение (19)RU (11)2505918 (13)С2. Высоковольтный частотно-регулируемый электропривод / Иванов А.Г. Опубл.27.01.2014.

## НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Иванов Дмитрий Евгеньевич**

старший научный сотрудник

Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», (ФГУП «ГосНИИОХТ»), г. Москва

**Полехина Ольга Васильевна**

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное унитарное предприятие

«Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва

**Громова Татьяна Владимировна**

доктор технических наук, начальник отдела

Федеральное государственное унитарное предприятие

«Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва

**Швецова-Шиловская Татьяна Николаевна**

профессор, доктор технических наук, начальник отделения

Федеральное государственное унитарное предприятие

«Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва

### APPLICATION OF NEW INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE ASSESSMENT OF RELIABILITY OF DIFFICULT TECHNICAL SYSTEMS

Ivanov Dmitry Evgenyevich, senior scientist, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow

Gromova Tatyana Vladimirovna, doctor of technical sciences, head of department, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow

Polekhina Olga Vasilyevna, candidate of technical sciences, leading scientist, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow

Shvetsova-Shilovskaya Tatyana Nikolaevna, professor, doctor of technical sciences, head of department, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow

#### АННОТАЦИЯ

Надежность технологического оборудования является важнейшим фактором, влияющим на безопасность функционирования производственных систем. Разработана информационно-аналитическая система для оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов.

#### ABSTRACT

The reliability of processing equipment is an important factor which influences safety of functioning of production systems. The information and analytical system for an assessment of indicators of reliability of the equipment has been developed.

Ключевые слова: надежность; опасный производственный объект; информационно-аналитическая система.

Keywords: reliability; dangerous chemical objects; information and analytical system.

Современный период развития техники характеризуется разработкой и внедрением сложных технических систем (СТС). Создаются и успешно применяются полностью автоматизированные технологические комплексы. При разработке, испытаниях и эксплуатации таких комплексов особое значение имеют вопросы прогнозирования и обеспечения надежности эксплуатируемого оборудования. Важность этой проблемы обусловлена тем, что надежность в сложившихся представлениях определяется не только как одно из основных свойств системы, характеризующее её способность выполнять заданные функции. «Надежностью поведения» определяется также техническая эффективность и безопасность функционирования производственных систем.

Основными причинами, определяющими повышенное внимание к вопросам надёжности технологического оборудования на современном этапе, являются:

- рост сложности технологических процессов;
- более медленный рост уровня надёжности комплексов по сравнению с ростом числа элементов в системе;

- увеличение сложности выполняемых оборудованием функций;
- повышенное внимание к вопросам обеспечения безопасности эксплуатации оборудования опасных производственных объектов (ОПО);
- усложнение условий эксплуатации оборудования.

Для практического анализа надежности технологического оборудования необходимы соответствующие математические модели, базы данных и программное обеспечение. Существующая технология анализа надежности СТС в основном основывается на неавтоматизированной (ручной) процедуре построения необходимых математических моделей надежности систем. К настоящему времени отечественной и зарубежной наукой разработано много методов такого ручного моделирования [1-3]. Однако, с помощью этих методов можно строить модели надежности для относительно простых технологических схем – отдельных блоков и узлов, несложных технологических линий.

Более сложной проблемой является разработка моделей и расчет показателей надежности производственных систем в целом. Она заключается в непреодолимой громоздкости и трудоемкости процедур неавтоматизированного построения математических моделей надежности и безопасности структурно-сложных систем, состоящих из большого числа элементов. Современные технологические комплексы могут включать в себя сотни и даже тысячи элементов.

Анализ состояния программных разработок в области надежности и оценки технического состояния промышленного оборудования показал, что в настоящее время в России отсутствует комплексная система анализа надежности и прогноза остаточного ресурса технологического оборудования опасных производственных объектов. Отсутствует налаженная система сбора и анализа данных о надежности технологического оборудования, эксплуатируемого на опасных производственных объектах. Слабо используются мировые достижения в области «надежностного проектирования».

Сотрудниками ФГУП «ГосНИИОХТ» разработана информационно-аналитическая система для оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов [4-5].

В состав информационно-аналитической системы входят следующие составляющие:

- аналитическая подсистема, включающая модули оценки показателей надежности типового оборудования опасных производственных объектов на этапе проектирования, интегрированной оценки эксплуатационной надежности технологического оборудования и прогноза остаточного ресурса оборудования, оценки контролепригодности системы и оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов с учетом физики отказов;
- модуль построения эскиза технологической схемы;
- модуль построения эскиза аппарата для визуализации результатов обследования оборудования методами неразрушающего контроля;
- модуль формирования отчетной документации;
- модуль управления базой данных.

На рисунке 1 представлена структура информационно-аналитической системы для оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов.



Рисунок 1 – Структура информационно-аналитической системы для оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов

База данных, входящая в состав информационно-аналитической системы, позволяет хранить исчерпывающую проектную и эксплуатационную информацию об оборудовании, применяемом на опасных производственных объектах, а также ряд служебной информации, необходимой для работы системы:

- иерархически представленный перечень типового химико-технологического оборудования ОПО;
- показатели надежности (ПН) типового оборудования ОПО (для емкостного, теплообменного, насосного и компрессорного оборудования; контрольно-измерительных приборов и автоматики и т.д.);

- показатели надежности, полученные от предприятий химико-технологического комплекса;
- показатели надежности, полученные от заводоизготовителей оборудования;
- служебная информация.

На рисунке 2 представлена обобщенная структура базы данных программного комплекса.



Рисунок 2 – Обобщенная структура базы данных информационно-аналитической системы

Аналитическая подсистема содержит следующие расчетные модули:

- модуль оценки показателей надежности типового оборудования ОПО на этапе проектирования (модуль анализа надежности оборудования ОПО по априорным (литературным и справочным) данным, данным по изделиям-аналогам при отсутствии экспериментальных или эксплуатационных данных, экспертных оценок специалистов);
- модуль интегрированной оценки эксплуатационной надежности технологического оборудования и прогноза остаточного ресурса оборудования (прогнозная оценка остаточного ресурса оборудования выполняется по результатам диагностирования оборудования неразрушающими методами контроля в соответствии с требованиями нормативно-технической документации с использованием математических моделей);
- модуль оценки контролепригодности системы (оценка технического состояния обеспечивается наличием функций и средств контроля, которые определяют контролепригодность системы, т.е. ее приспособленность к обнаружению отказов и выявлению причин (места) их возникновения) [6];
- модуль оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов с учетом физики отказов.

Структура аналитической подсистемы представлена на рисунке 3.

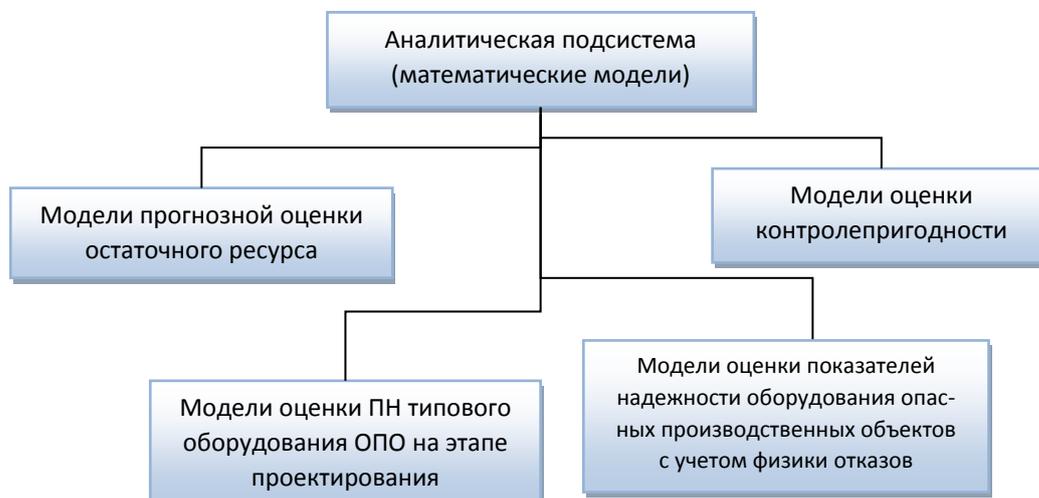


Рисунок 3 – Структура аналитической подсистемы

Каждый из модулей аналитической подсистемы выполняет задачи в рамках своего функционального назначения. Взаимодействие между модулями осуществляется через специальную процедуру. Такой подход к построению структуры аналитической подсистемы позволит в дальнейшем минимизировать затраты на модернизацию (модификацию) вычислительных алгоритмов, избежать возможных ошибок.

Разработанная информационно-аналитическая система для оценки показателей надежности оборудования опасных производственных объектов отвечает современному уровню развития средств анализа и обработки информации и имеет средства сопряжения с наиболее развитыми из существующих программ анализа надежности сложных технических систем.

Внедрение информационно-аналитической системы на предприятиях Российской Федерации позволит обеспечить своевременный контроль и мониторинг состояния технологического оборудования и создать условия для безопасной эксплуатации промышленных объектов.

#### Литература:

- 1 Черкесов, Г.Н., Можяев, А.С. Логико-вероятностные методы расчета надежности структурно-сложных систем: В кн. Надежность и качество изделий. М.: Знание. 1991.
- 2 Рябинин И.А. Надежность и безопасность сложных систем. СПб.: Политехника. 2000. 248 с.
- 3 Можяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем: учеб. пособие. Л.: ВМА. 1988 – 68 с.
- 4 Громова Т.В., Полехина О.В., Швецова-Шиловская Т.Н., Иванов Д.Е., Викентьева М.А. Оценка надежности опасного производственного объекта как сложной технической системы // Безопасность труда в промышленности. – 2013. - № 12. – С. 30-32.
- 5 Швецова-Шиловская Т.Н., Громова Т.В., Полехина О.В., Гамзина Т.В., Афанасьева А.А., Назаренко Д.И., Иванов Д.Е., Викентьева М.А. Программно-аналитический комплекс по оценке показателей надежности оборудования опасных химических объектов, диагностики и прогноза остаточного ресурса. Сборник трудов Всероссийской конференции «Актуальные научно-технические проблемы химической безопасности». Москва, 2014. -66 с.
- 6 Громова Т.В., Полехина О.В., Швецова-Шиловская Т.Н., Афанасьева А.А., Соколов Ф.П. Анализ надежности оборудования опасного объекта на стадии битумирования // Безопасность труда в промышленности. – 2006. - № 11. С. 34-38 с.

## О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕГРАТОРОВ

*Денисенко Дарья Юрьевна*

*ассистент, Южный Федеральный Университет, г. Таганрог*

*Иванов Юрий Иванович*

*кандидат технических наук, доцент, Южный Федеральный Университет, г. Таганрог*

*Финаев Валерий Иванович*

*доктор технических наук, профессор, Южный Федеральный Университет, г. Таганрог*

### INFLUENCE OF PARAMETERS ON OPERATIONAL AMPLIFIER FEATURES INTEGRATOR

*Denisenko Daria, assistant of Southern Federal University, Taganrog*

*Ivanov Yuriy, Candidate of Science, assistant professor of Southern Federal University, Taganrog*

*Finaev Valeriy, Doctor of Technical Sciences, Professor of Southern Federal University, Taganrog*

#### АННОТАЦИЯ

*В работе рассматриваются три варианта схем интеграторов и оценивается степень влияния паразитных параметров операционного усилителя на результирующие характеристики интегратора. Показано, что в зависимости от конфигурации схемы интегратора, его параметры в разной степени зависят от паразитных параметров операционного усилителя. Даются рекомендации по использованию рассмотренных схем интеграторов в многопетлевых структурах активных RC-фильтров.*

#### ABSTRACT

*This paper considers three options schemes integrators and to evaluate the influence of parasitic parameters of the operational amplifier on the resulting characteristics of the integrator. It is shown that depending on the configuration of the integrator circuit, its parameters to varying degrees dependent on the parasitic parameters of the operational amplifier. Recommendations on the use of these schemes integrators multiloop structures of active RC- filters.*

*Ключевые слова: аналоговый интегратор; активный RC-фильтр; низкочувствительный фильтр.*

*Keywords: analog integrator; active RC- filter; low-sensitivity filter.*

Диагностика состояния оборудования различных установок осуществляется с помощью измерительных октавных и доли октавных фильтров [1]. Такие фильтры строятся на основе цифровых и аналоговых схем. В свою очередь схемы активных аналоговых RC-фильтров строятся на

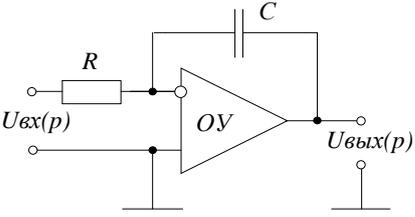
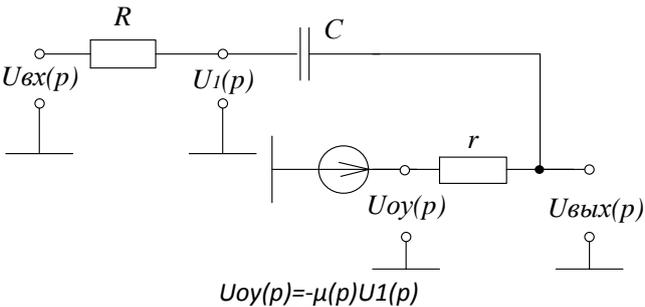
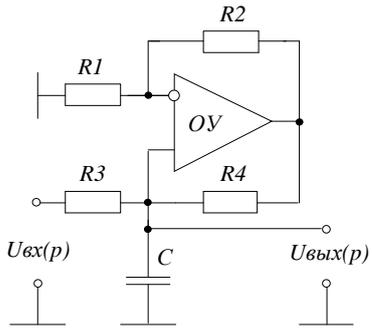
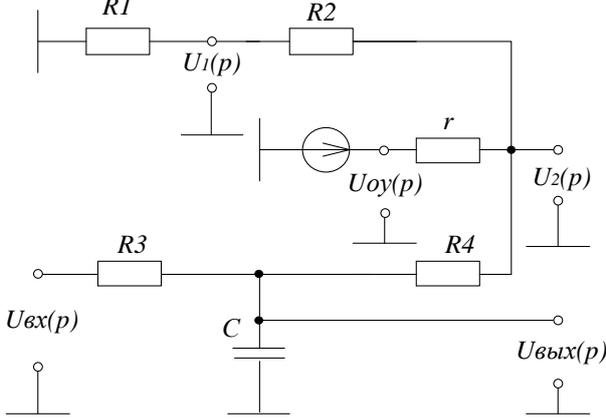
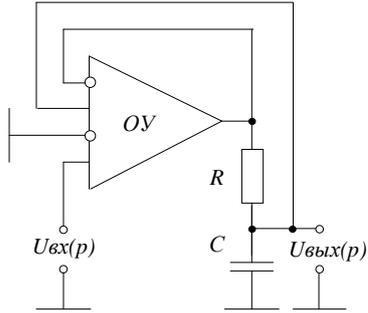
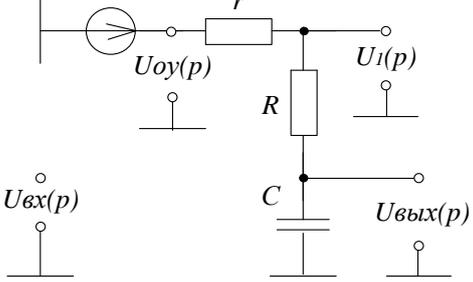
основе резисторов, конденсаторов и операционных усилителей (ОУ). Опыт построения и эксплуатации таких фильтров показывает, что их результирующие частотные характеристики зависят не только от частотных свойств

ОУ, но и от способов их включения в схемах фильтров. Известно, что наиболее удачные низкочувствительные схемы фильтров выполняются по многопетлевым структурам [2] на основе аналоговых интеграторов. Однако замечено, что такие структуры фильтров имеют также и недостаток, проявляющийся в прямом прохождении сигнала высокой частоты с входа на выход схемы [3]. В работах [4-5] показано, что причиной прямого прохождения сигнала является конечное значение выходного сопротивления ОУ интегратора.

В настоящей работе выполнен сравнительный анализ частотных свойств трех схем аналоговых интеграторов реализованных на ОУ. Первая схема представляет собой инвертирующий интегратор с включенным конденсатором в отрицательную обратную связь ОУ, вторая схема – неинвертирующий интегратор с конденсатором, подключенным между неинвертирующим входом и общей шиной, а третья схема – выполнена на многовходовом ОУ с конденсатором, также подключенным к общей шине – таблица 1.

Таблица 1

Схемы интеграторов

№	Схема интегратора	Эквивалентная схема интегратора
1		 $U_{oy}(p) = -\mu(p)U_1(p)$
2		 $U_{oy}(p) = \mu(p)(U_{вых}(p) - U_1(p))$
3		 $U_{oy}(p) = \mu(p)(U_{вх}(p) - U_1(p) + U_{вых}(p))$

В этой же таблице приведены эквивалентные схемы интеграторов с учетом выходного сопротивления  $r$  операционных усилителей. Так как большинство современных ОУ имеют очень высокое входное сопротивление, для упрощения эквивалентных схем оно принято равным бесконечности. Частотная зависимость коэффициента передачи ОУ на приведенных схемах определяется его передаточной функцией  $\mu(p)$ , а выходное напряжение ОУ обозначено как  $U_{oy}(p)$ .

Частотные свойства схем интеграторов могут быть оценены по их передаточным функциям. Коэффициенты

передаточных функций рассматриваемых схем аналоговых интеграторов определяются не только внешними цепями (резисторами и конденсаторами) операционных усилителей, но и самими параметрами операционных усилителей. В случае применения в схемах идеального операционного усилителя, для которого выходное сопротивление  $r$  равно нулю, а коэффициент передачи не зависит от частоты и на любой частоте равен бесконечности ( $\mu(p) = \infty$ ), передаточные функции всех рассматриваемых схем интеграторов определяются по одной и той же формуле (без учета инверсии знака)

$$F(p) = \frac{U_{\text{ВЫХ}}(p)}{U_{\text{ВХ}}(p)} = \frac{1}{pCR} \tag{1}$$

Современный операционный усилитель представляет собой сложное многосвязное устройство, выполненное на различных типах транзисторах, поэтому передаточная функция реального усилителя имеет высокий порядок. Однако благодаря встроенным цепям коррекции, передаточную функцию операционного усилителя можно аппроксимировать первым или вторым порядком. На практике наиболее часто применяют аппроксимацию первым порядком. В этом случае передаточная функция ОУ представляется в следующей форме

$$\mu(p) = \frac{\mu_0}{p\tau+1} = \frac{\mu_0 \frac{1}{\tau}}{p + \frac{1}{\tau}} = \frac{\mu_0 \omega_{\text{ГР}}}{p + \omega_{\text{ГР}}} = \frac{\Pi}{p + \omega_{\text{ГР}}}, \tag{2}$$

где  $\mu_0$  – коэффициент усиления ОУ на постоянном токе,  $\tau$  – эквивалентная постоянная времени усилителя,  $\omega_{\text{ГР}}$  – граничная частота усиления по уровню –3дБ,  $\Pi$  =  $\mu_0 \omega_{\text{ГР}}$  – площадь усиления ОУ.

В соответствии с приведенными эквивалентными схемами и с учетом частотной зависимости коэффициента передачи операционного усилителя (2), находим передаточные функции первого интегратора таблица 1

$$F_1(p) = \frac{U_{\text{ВЫХ}}(p)}{U_{\text{ВХ}}(p)} = \frac{p^2 \frac{Cr}{\Pi} + p \frac{Cr}{\mu_0} - 1}{p^2 \frac{C(r+R)}{\Pi} + p \left[ \frac{C(r+R)}{\mu_0} + \frac{1}{\Pi} + CR \right] + \frac{1}{\mu_0}}, \tag{3}$$

второго интегратора

$$F_2(p) = \frac{p \frac{1}{\Pi} \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2}{R_1 R_4} \right) \right] + \frac{1}{\mu_0} \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2}{R_1 R_4} \right) \right] + 1}{p^2 \frac{CR_3}{\Pi} \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2}{R_1 R_4} \right) \right] + pCR_3 \left[ 1 + \frac{1}{CR_3 \Pi} \left[ \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \left( 1 + \frac{R_3}{R_4} \right) + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2 + R_3}{R_1 R_4} \right) \right] + \frac{1}{\mu_0} \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2}{R_1 R_4} \right) \right] \right] + \frac{1}{\mu_0} \left[ \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \left( 1 + \frac{R_3}{R_4} \right) + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2 + R_3}{R_1 R_4} \right) \right]} \tag{4}$$

и третьего интегратора

$$F_3(p) = \frac{1}{p^2 \frac{C(r+R)}{\Pi} + p \left[ \frac{C(r+R)}{\mu_0} + \frac{1}{\Pi} + CR \right] + \frac{1}{\mu_0}} \tag{5}$$

Передаточная функция (4) второго интегратора справедлива при выполнении равенства резисторов  $R_1=R_2$  и  $R_3=R_4$ .

Анализ передаточных функций показывает, что характер поведения амплитудно-частотных характеристик

(АЧХ) первого и третьего интеграторов в области низких частот (при  $p \rightarrow 0$ ) примерно одинаков и ограничен значением  $\mu_0$ , а у второго интегратора подъем АЧХ ограничен дополнительным коэффициентом, определяемым выражением

$$\left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \left( 1 + \frac{R_3}{R_4} \right) + r \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{R_2 + R_3}{R_1 R_4} \right) \tag{6}$$

Так как порядки полиномов знаменателей передаточных функций всех рассмотренных схем одинаковы и равны 2, то характеры изменения их АЧХ в области высоких частот определяются порядками полиномов числителей и их величинами коэффициентов. Асимптотический коэффициент передачи первого интегратора на высокой частоте определяется отношением коэффициентов полиномов числителя и знаменателя передаточной функции при  $p^2$  и равен  $r/(r+R)$ , что и проявляется в виде прямого прохождения сигнала с входа схемы на ее выход в активных фильтрах, выполненных на таких схемах интеграторов. Порядок числителя второго интегратора превышает на единицу порядок числителя знаменателя, поэтому в области высоких частот АЧХ этого интегратора наиболее близка к АЧХ идеального интегратора. Порядок знаменателя передаточной функции третьего интегратора на две единицы превышает порядок полинома числителя, поэтому АЧХ третьего интегратора в области высоких частот представляет собой АЧХ фильтра нижних частот второго порядка.

На рис.1 представлены результаты моделирования схем интеграторов в программе схемотехнического моде-

лирования Micro-Cap 11. При моделировании схем использовались операционные усилители с частотой единичного усиления 1 МГц и выходным сопротивлением 75 Ом.

Для сравнения на рис.1 приведены графики АЧХ идеального интегратора (0), а также перечисленных схем интеграторов (1-3). Все АЧХ интеграторов приведены для частотного диапазона от 0,01 Гц до 10 МГц и постоянной времени интегратора, равной 3,182 мсек. У всех схем рассмотренных интеграторов характер отклонения АЧХ от идеальной (0) в области нижних частот одинаков и определяется конечным значением коэффициента усиления ОУ на постоянном токе. Существенные отличия АЧХ интеграторов наблюдаются в области высоких частот. Наилучшее приближение к идеальной имеет АЧХ схемы инвертирующего интегратора (2). Наиболее часто применяемый в схемах различных устройств инвертирующий интегратор имеет ограниченное затухание из-за влияния конечного значения выходного сопротивления ОУ (1), а схема интегратора на основе многоходового ОУ имеет повышенное затухание АЧХ (3), которое вызвано влиянием первого полюса передаточной функции операционного усилителя.

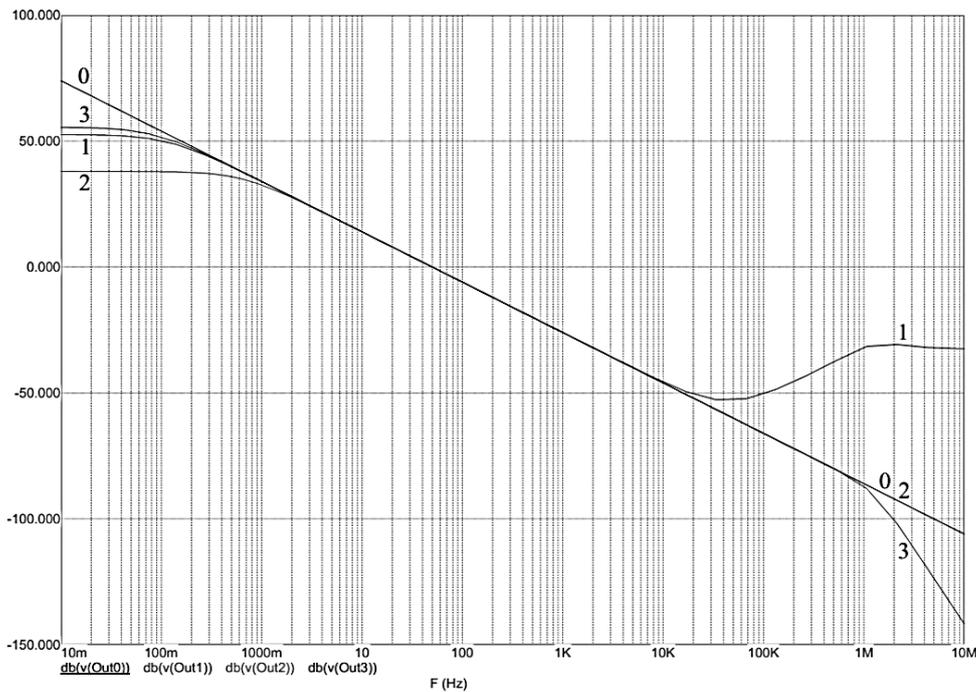


Рисунок 1. АЧХ интеграторов

Применение рассмотренных схем интеграторов (2) и (3) в известных многопетлевых структурах фильтров [6] позволит синтезировать схемы фильтров высокого порядка с улучшенными частотными свойствами в области высоких частот.

#### Список литературы:

1. Иванов Ю.И., Молчанов А.Ю., Ростик Е.К., Синьговский В.А., Цирулик Д.В. Опыт разработки наборов октавных и доли октавных фильтров / Современные технологии, естествознание и педагогика – СТЕПЬ-2013 / Сборник трудов II Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Элиста: Издательство Южного федерального университета, 2013. – 344 с. С. 186-189.
2. Христин В.В. Низкочувствительные активные RC-фильтры: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 212 с.
3. Активные избирательные устройства радиоаппаратуры / А.А. Демин, В.В. Маркин, В.В. Масленников, А.П. Сироткин; Под ред. В.В. Масленникова. – М.: Радио и связь, 1987. – 216 с.
4. Иванов Ю.И. Увеличение гарантированного затухания в полосе задержания в ARC-фильтрах второго порядка / Проблемы современной аналоговой микросхемотехники: Сборник материалов Международного дкнауочно-технического семинара. Шахты. Изд. ЮРГУЭС, 2001, С. 95-101.
5. Иванов Ю.И. Частотные свойства схем аналоговых интеграторов / Современные технологии, естествознание и педагогика – СТЕПЬ-2012 / Сборник трудов Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Элиста: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 120 с. С. 83-85.
6. Капустян В.И. Активные RC-фильтры высокого порядка. – М.: Радио и связь, 1985 – 248 с.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

**Карпенко Нина Петровна**

*доктор технических наук, профессор, Институт природообустройства имени А.Н. Костякова  
Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия  
имени К.А. Тимирязева, г. Москва*

INNOVATIVE TECHNOLOGY SOLUTIONS TO ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SOLID WASTE

*Karpenko Nina, doctor of technical Sciences, Professor, Institute of environmental engineering name A.N. Kostyakov  
Russian state agrarian University - Moscow agricultural Academy name K.A. Timiryazev, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассмотрены вопросы утилизации бытовых отходов и предложены инновационные технологии, используемые для решения проблемы снижения негативного воздействия на окружающую среду*

## ABSTRACT

*The problems of waste disposal and the proposed innovative technology used to solve the problem of reducing the negative impact on the environment*

*Ключевые слова: экологические проблемы; твердые бытовые отходы; утилизация; инновационные технологии*

*Keywords: environmental problems; solid waste; recycling, innovative technologies*

Любая антропогенная деятельность прямо или косвенно отражается на состоянии окружающей среды, а в условиях ее постоянного давления на природную среду мы наблюдаем существенное ухудшение качества водных и земельных ресурсов, загрязнение атмосферы, и как следствие, резкое ухудшение экологических условий. Устойчивость социально-экономического развития государства в значительной степени определяется решением его экологических проблем и рациональным использованием природно-ресурсного потенциала. Однако интенсивное использование природных ресурсов при недостаточном уровне современных технологий их переработке приводит к образованию большого количества разнообразных отходов производства, особенно в крупных городах и мегаполисах, что создает различные источники экологической опасности [1].

Все отходы антропогенной деятельности можно разделить на две большие группы: твердые бытовые отходы (ТБО) и отходы производства. ТБО – это, в основном, бумага, полимерные материалы, стекло и пищевые отходы. К отходам производства относят радиоактивные, медицинские, биологические, строительные, отходы химической промышленности, строительства, транспортного комплекса и т.д.

Места утилизации и складирования твердых бытовых отходов являются основными источниками загрязнения природной среды (приземного слоя атмосферы, почв, поверхностных вод, подземных вод, флоры, фауны и человека).

Разработка мало- и безотходных технологий производства, а также утилизация отходов производства является одним из решений многих экологических проблем, поскольку многие компоненты ТБО могут быть переработаны в полезные продукты. Так, стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки, а стеклянный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов (глассфальт).

Разработаны и во многих российских городах используются технологии по отмыванию и повторному использованию стеклянной посуды. Стеклянные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. Бумажные отходы различного типа применяют для изготовления пульпы – сырья для бумаги, используют в строительстве для производства теплоизоляционных материалов, в сельском хозяйстве и т.д.

Наиболее сложный и высокотехнологичный вариант обращения с отходами – это мусоросжигание, которое требует предварительной обработки ТБО и separation отходов на различные фракции. Сжигание же неразделенного потока отходов представляет собой довольно опасный источник загрязнения, в котором находятся вредные примеси, высокотоксические газы, попадающие в приземный слой атмосферы. На строительство мусоросжигающих заводов требуются большие капитальные вложе-

ния, так как это дорогостоящий объект, который в комплексной программе требует тщательной координации с другими аспектами управления ТБО. Основным недостатком термической переработки бытовых отходов является значительное загрязнение атмосферы дымовыми и выхлопными газами, а также низкий КПД газогенераторов.

Перспективными и наиболее совершенными, с точки зрения снижения негативного экологического воздействия на окружающую среду и повышения ее безопасности, являются следующие инновационные технологии:

- плазменная газификация, которая представляет собой технологию по утилизации бытовых отходов, использующей сверхвысокие температуры вещества; на выходе образуется незначительное количество несгораемого абсолютно безвредного вещества;
- пиролизная переработка, представляющая собой нагревание отходов до высоких температур без доступа кислорода; на выходе образуется горючий газ, который может быть использован в качестве топлива;
- переработка в анаэробных условиях и полезное использование органических отходов с последующим использованием биогаза;
- брикетирование ТБО представляют собой наиболее простой и экономичный способ использования органических отходов;
- компостирование, представляющее собой переработку отходов органического разложения и основанное на естественном биологическом разложении.

Наиболее сложными и трудно управляемыми являются полигоны по захоронению твердых бытовых отходов. Основными требованиями к современным полигонам ТБО являются требования к выбору площадки, конструкции, эксплуатации, мониторингу. Расширение площади мусорных полигонов создает дополнительные источники загрязнения и угрозу экологической безопасности окружающей среды в будущем.

Проблема отходов – это проблема всех больших городов и ее решение должно быть комплексным. В России единственным способом уничтожения отходов по-прежнему остается «захоронение на полигонах». В настоящее время только в г. Москве ежегодно образуется до 25 млн. тонн отходов различного типа, из которых 1,8 млн. тонн составляют производственные отходы, 2,3 млн. тонн – отходы строительства, 250 тыс. тонн – медицинские отходы, объем коммунальных отходов превышает 5,7 млн. тонн.

Свыше 75% коммунальных отходов образуется в жилищном секторе города, из которых 2,9 млн. тонн составляют твердые бытовые отходы и около 1,1 млн. тонн – крупногабаритный мусор. Бытовые отходы, как правило, являются дестабилизатором геологической обстановки, а ее основные природные компоненты в различной степени подвержены процессам разложения. Напри-

мер, металлы переходят в окружающую среду преимущественно в виде оксидов (цинк, медь, олово, металлоорганические соединения и др.). К продуктам распада бумаги и пищевых продуктов относятся органические кислоты, фенол, альдегиды, аммиак, нитраты и другие вещества. К газообразным продуктам разложения относят углекислый газ, метан, сероводород, летучие органические кислоты.

Особенно остро стоит вопрос сбора, хранения утилизации отходов пестицидов и ядохимикатов. Следует отметить, что некоторая часть городских отходов является высокотоксичными отходами и среди них особое место занимают такие персистентные вещества как красители, пестициды, ртуть и ее соединения, различные растворители, свинец и его соли, отходы фармацевтической промышленности, лекарства, кадмий, мышьяковистые соединения, формальдегиды, соли талия и т.д. Особое место среди таких отходов занимают пластмассы и синтетические материалы, так они не подвергаются процессам био-

логического разрушения и могут длительное время находиться на объектах окружающей среды. Основными причинами малого вовлечения отходов в промышленную переработку являются:

- отсутствие комплексной политики в области экономики образования отходов;
- несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы в сфере обращения с отходами;
- отсутствие экономических стимулов развития рынка природоохранных услуг и экологического предпринимательства;
- недостаток финансовых средств для инвестиций в сферу заготовки и переработки отходов;
- недостаточный уровень общественного сознания проблемы переработки отходов.

В настоящее время огромные объемы различных загрязняющих веществ накопились в мировом океане (табл. 1).

Таблица 1

Объем загрязняющих веществ в общем мировом стоке [3]

Загрязняющие вещества	Количество в мировом стоке, млн. тонн
Нефтепродукты	26,563
Фенолы	0,460
Отходы производств синтетических волокон	5,500
Растительные органические остатки	0,170
Всего	33,273

Из общего количества образующихся отходов производства и потребления бытовые отходы составляют 28%; промышленные отходы – 72%, из них: отходов I и II классов опасности менее 1%, III класса опасности – 50%, IV класса опасности – 49%. Установлено, что переработке подвергается лишь 10% твердых бытовых отходов ТБО и около 60% - промышленных отходов. Весь остальной мусор транспортируется на мусорные полигоны, площади которых составляет 50-60 га.

Большинство полигонов ТБО возникает стихийно и без учета природоохранных требований (в отработанных карьерах, различных выемках, котлованах и т.д.). Например, полигон «Левобережный» находится в 750 м от жилого микрорайона «Левобережный» (г. Химки). Полигон «Павловский» находится всего в 500 м от реки Истра (в ее санитарно-защитной зоне).

Изучение проблемы влияния твердых бытовых отходов проводилось на полигоне ТБО «Щербинка» Московской области, где на территории пойменных отложений р. Пахры располагается полигон с законсервированными бытовыми и промышленными отходами.

В настоящее время полигон ТБО не эксплуатируются, но продолжает оставаться интенсивным и сосредоточенным очагом загрязнения поверхностных, подземных, вод, почв, донных отложений, лежащих ниже полигона территории поймы р. Пахры.

Негативное воздействие полигона проявилось и в пойме реки, где эта территория используется под посевы сельскохозяйственных культур. Учитывая критическую ситуацию на рассматриваемой территории, необходимо было решить проблему, связанную с возможностью очистки загрязненной территории и восстановления плодородия почв пойменных отложений.

В ходе проведения исследований было установлено загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами (Ni, Zn, Cr, Cu, V, Zr), содержание которых превышало предельно-допустимые концентрации (ПДК) от 3 до 30 раз (табл. 2, 3).

Для разработки природоохранных мероприятий были проведены специальные исследования по изучению загрязнения компонентов природной среды и разработаны мероприятия по рекультивации загрязненных земель с целью восстановления экологически нарушенных территорий.

Разработка природоохранных мероприятий в районах формирования полигонов ТБО возможна на основе организации и ведения мониторинга, на основании которого предполагается проведение мероприятий по локализации, предотвращению загрязняющих веществ на территории свалок и проведение режимных наблюдений за уровнем экологической безопасности природной среды.

Таблица 2

Результаты содержания тяжелых металлов в почвах поймы р. Пахра [2]

Элемент	Zn	Pb	Cr	Ni	V	Zr
ПДК	100	30	100	50	50	300
Диапазон содержания элемента, мкг/кг	43-3270	5-55	64-160	28-65	20-100	289-650

Таблица 3

## Содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственных культурах (кукурузе) [2]

Концентрации химических элементов	В золе кукурузы	В перерасчете на сухое вещество	ПДК	Превышение ПДК, раз
Ni	40	6	1	6
Cu	23	3,4	40	-
Zn	88	13,2	50	-
Pb	15	2,2	3	-
Cr	69	10,4	1	10
Nb	14	2,1	-	-
Mo	4	0,6	4	-
Sr	200	30	10	3
Fe	21300	3195	250	13
Mn	627	94	1000	-

Следует подчеркнуть, что проблема утилизации промышленных отходов для г. Москвы стоит особенно остро, но, к сожалению, она решается очень медленными темпами. В настоящее время в Москве насчитывается только четыре мусоросжигающих завода, хотя ранее планировалось к 2015 году поострить 11 заводов; впоследствии эта программа была закрыта и переориентирована на строительство заводов по гидросепарации мусора. При гидросепарации отходы полностью разделяют на фракции – бумагу, металл, стекло, а затем перерабатывают во вторсырье, удобрения или энергию. Строительство завода по гидросепарации предполагается осуществить в производственной зоне «Руднево» на востоке столицы, мощность такого завода должна составить до 350 тонн мусора в год.

Таким образом, в условиях усиления антропогенного давления на природную окружающую среду разработка мало- и безотходных технологий производства и современных инновационных технологий по утилизации отходов промышленного производства является одним из

базовых решений многих экологических проблем снижения негативного воздействия на окружающую среду.

## Литература

1. Карпенко Н.П. Проблемы экологической безопасности крупных городов и мегаполисов. – Труды международной научной конференции "Проблемы регионального и муниципального управления", Москва, апрель 2012, РГГУ, с. 258-263.
2. Карпенко Н.П., Кирейчева Л.В., Манукьян Д.А., Яшин В.М. Обоснование мероприятий по рекультивации загрязненных земель на основе экспериментальных исследований. - В кн. «Мелиорация: этапы и перспективы развития. Материалы международной научно-производственной конференции». – М.: ВНИИА, 2006, с.69-174.
3. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология: Общий курс. Т 1. – М.: Высшая школа, 1996, 637с.

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ПУТЕМ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КАРТЕРА

**Кустиков Александр Дмитриевич**

ассистент, ФГБОУ ВПО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

IMPROVING THE GEAR BOXES RELIABILITY BY ANALYZING THE TENSION-STRAIN STATE OF THE CRANKCASE

Kustikov Alexandr, assistant of Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются особенности работы механических коробок передач городских автобусов САЗ – 3206. Предлагаются решения по повышению их надежности путем изменения конструкций с применением метода конечных элементов.

## ABSTRACT

The article considers the peculiarities of mechanical gear boxes work of city buses SAAZ - 3206. Offers solutions to improve their reliability by modifying the structures using the finite element method.

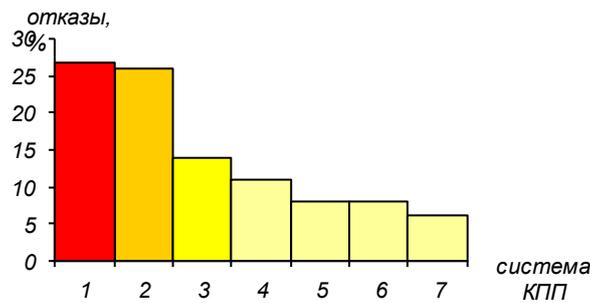
Ключевые слова: коробка передач, надежность, конструкция, метод конечных элементов.

Keywords: gear box, reliability, construction, finite element method.

Зачастую причинами нарушения работоспособности городских автобусов являются отказы коробок передач. Для анализа этих причин была построена гистограмма отказов коробок передач САЗ – 3206 (рис. 1).

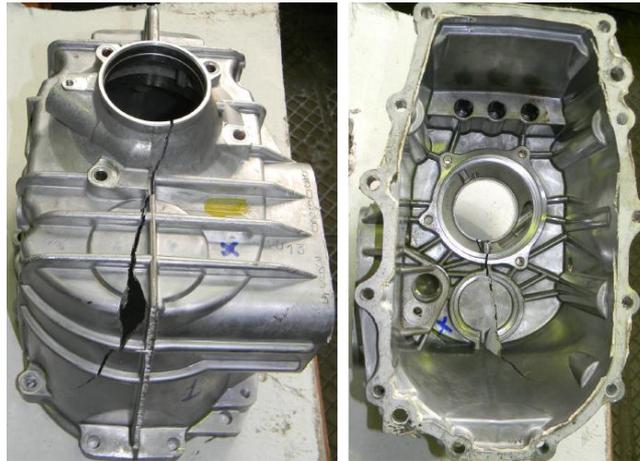
Наибольшее количество отказов приходится на шестерни, подшипники и валы, что связано с повышенными

нагрузками [1, 2]. Повышенный износ в данном случае имеет причинно-следственный характер, возникающий из-за нарушения соосности валов, что, в свою очередь, является следствием недостаточной жесткости картера (рис. 2).



**Рисунок 1. Распределение отказов коробок передач СААЗ - 3206:**

1 – шестерни; 2 – подшипники; 3 – синхронизаторы; 4 - валы; 5 – сальники; 6 – картер; 7 – механизм переключения



**Рисунок 2. Разрушение картера**

Основными дефектами картеров коробок передач являются: износ посадочных поверхностей гнёзд под подшипники качения; износ отверстий под оси шестерни заднего хода; износ или срыв резьбы в отверстиях; трещины [3, 4].

В связи с неоднократно повторяющимися дефектами, было принято решение провести анализ напряженно-деформированного состояния картера коробки передач в процессе эксплуатации автобуса с целью повышения долговечности и надежности данного элемента конструкции.

Расчет напряженно-деформированного состояния включает в себя следующие этапы: выбор объекта исследования, создание конечно-элементной модели, задание граничных условий, выбор нагрузок и схемы нагружения, установление требуемого коэффициента запаса прочности и допустимого напряжения, соответственно сам расчет и анализ результатов.

### 1. Создание конечно-элементной модели

Метод конечных элементов широко применяется при решении задач механики деформируемого твердого тела и основан на идее аппроксимации непрерывной функции дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей, называемых конечными элементами.

Для проведения прочностного расчета картера коробки передач была построена конечно-элементная модель, объемом в 492437 элементов второго порядка. Основной используемый элемент - тетраэдр второго порядка, который имеет 10 точек интегрирования.

Конечно-элементная модель картера представлена на рис.3.



**Рисунок 3. Конечно-элементная модель картера коробки передач**

**2. Граничные условия и схема нагружения**

Для получения значений и определения направлений радиальных усилий на отверстия под подшипники вторичного, промежуточного валов и на ось блока шестерён заднего хода, использовались значения и направления равнодействующих сил, возникающих от зацепления зубчатых колес. Радиальные усилия в отверстиях гнезд подшипников распределяются через контактную поверхность с наружным кольцом опор рассматриваемых валов.

Рассмотрены два наиболее нагруженных случая для картера коробки передач – движение на первой передаче, движение на передаче заднего хода.

Нагрузки в подшипниках соответствуют установившемуся движению на передаче заднего хода, когда на входной вал коробки передач подаётся максимальный момент двигателя ММЗ Д-245.9 (при 1500...1700 мин-1).

Значения усилий на гнезда подшипников промежуточного и вторичного вала и вал-шестерню заднего хода сведены в таблицу 1.

**Таблица 1**

Нагрузка на гнезда подшипников		
	Задний ход, Н	Первая передача, Н
Вторичный вал	$F_{r1} = 32300$ $F_{r2} = 6350$ $F_a = 0$	$F_{r1} = 22360$ $F_{r2} = 13680$ $F_a = 12000$
Промежуточный вал	$F_{r1} = 22710$ $F_{r2} = 22830$ $F_a = 5500$	$F_{r1} = 13120$ $F_{r2} = 21450$ $F_a = 6500$
Вал-шестерня заднего хода	$F_{r1} = 61235$ $F_{r2} = 19340$ $F_a = 0$	$F_{r1} = 0$ $F_{r2} = 0$ $F_a = 0$

Вследствие присутствия переходных процессов при реальной эксплуатации в начале движения (бросок сцепления) элементы трансмиссии воспринимают большие нагрузки. Следовательно, в сравнении с расчётными нагрузками, картеры должны иметь запас прочности, устанавливаемый коэффициентом запаса.

$$n = \sigma_{\text{доп}} / \sigma \tag{1}$$

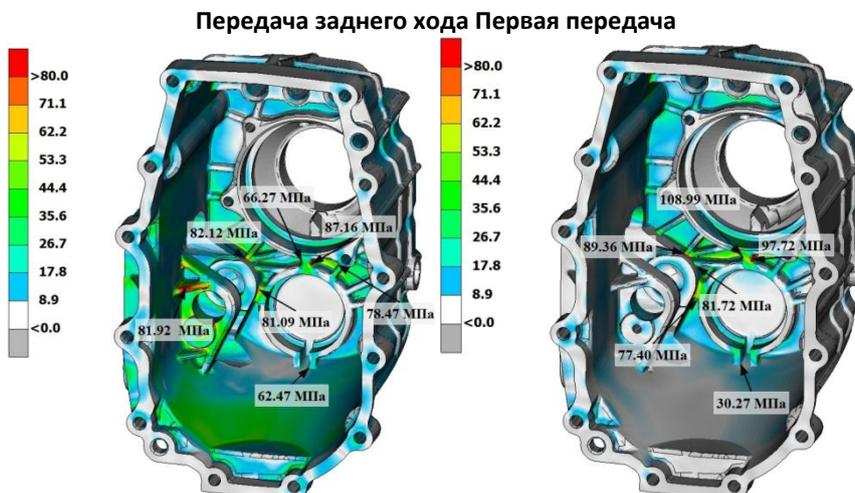
где  $\sigma_{\text{доп}} = 200$  МПа - допускаемое напряжение,  $\sigma$ , МПа - напряжение в конструкции по расчёту. Конструкция картера коробки передач считается удовлетворительной для использования в условиях переходных процессов, если коэффициент запаса  $n > 2,5$ .

Допустимый расчётный уровень напряжений с учётом запаса на колебание нагрузки при переходном процессе:

$$\sigma_{\text{доп расч}} = \sigma_{\text{доп}} / n = 200 / 2,5 = 80 \text{ МПа} \tag{2}$$

**3. Расчет.**

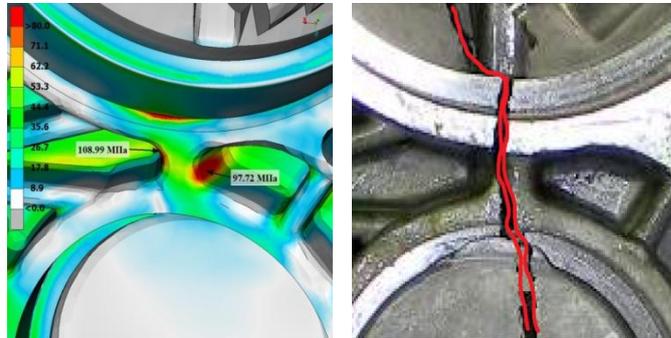
Расчет проводился с учетом контактных взаимодействий наружных колец подшипников и картера, материалы в модели – упругие. В результате расчёта под действием указанных выше нагрузок и креплений на передаче заднего хода и первой передаче получены характерные зоны эквивалентных напряжений в конструкциях заднего картера коробки передач. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу для обоих расчетных случаев представлено на рис. 4.



**Рисунок 4. Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в заднем картере коробки передач**

Максимальное напряжение – 87,16 МПа (передача заднего хода), 108,99 МПа (первая передача), что является превышением допустимых напряжений с учетом коэффициента запаса на 8,95 % и на 36,23 % соответственно.

В результате анализа проведенных расчетов, сделан следующий вывод: высокие напряжения и деформации в рассматриваемой зоне говорят о недостаточной жесткости картера для приведенных нагрузок, что может привести к появлению различного рода трещин, деформаций (рис. 5).



**Рисунок 5. Валидация результатов**

Нарушения в виде деформаций картера в свою очередь приводят к износу отверстий под подшипники, несоосности валов, а, следовательно, и к повышенному износу зубчатых соединений коробки передач.

#### 4. Варианты изменения конструкции

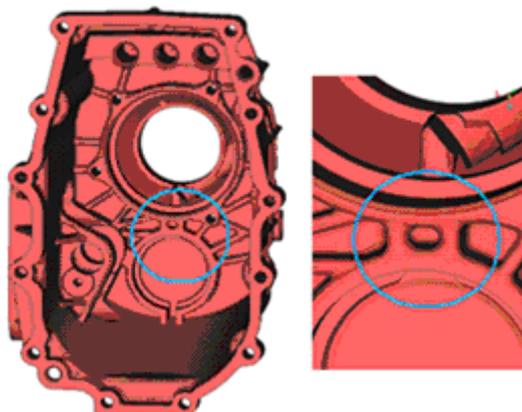
После проведения расчета базового варианта конструкции и получения неудовлетворительных результатов был проведен анализ вариантов снижения концентраторов напряжений в зоне подшипника вторичного и промежуточного вала и оценена возможность их осуществления.

- увеличение базовой толщины стенки картера – требует изменения технологии производства детали, повышенная металлоемкость конструкции и, следовательно, высокая стоимость.
- увеличение размеров ребер жесткости, связывающих гнезда подшипников – требует изменения технологии производства детали в связи с затруднениями при литье толстостенных элементов.

- увеличение радиусов сопряжений элементов картера – можно использовать только в конкретных зонах сопряжений, имеет локальный результат.
- Изменение материала на более прочный – приведет к увеличению веса и стоимости конструкции.
- Увеличение оребрения (количества ребер жесткости) – не требует изменения технологии производства, незначительное увеличение металлоемкости, наиболее предпочтительный вариант повышения жесткости и прочности конструкции.

В итоге для дальнейшего расчета был рассмотрен вариант с увеличением оребрения в зоне, связывающей гнезда подшипников промежуточного и вторичного валов одновременно с увеличением радиусов сопряжений.

Изменения в конструкции картера представлены на рис.6.



**Рисунок 6. Изменение конструкции картера**

Далее был проведен расчет для измененного варианта конструкции заднего картера в той же постановке, что и для базового варианта: максимальное напряжение в рассматриваемой зоне – 56,58 МПа (передача заднего хода), 78,56 МПа (первая передача), что говорит о снижении концентрации повреждений в данном месте.

Таким образом, введение дополнительного ребра жесткости и увеличение радиуса сопряжений в зоне между подшипниками вторичного и промежуточного валов коробки передач (рис. 6) позволяют снизить максимальные напряжения в рассматриваемой зоне на 35,04 % в режиме заднего хода и на 27,91 % на первой передаче.

## Литература:

1. Корчажкин М.Г., Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012. № 4 (97). – С.168-174.
2. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526с.
3. Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д. Проблемы надежности трансмиссий городских автобусов// Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал “Автотранспортное предприятие”, 2013. № 8. – С.39-42.
4. Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д., Ясенов В.В. Особенности работы механических коробок передач городских автобусов при эксплуатации на маршрутах с подъемами// Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал “Автотранспортное предприятие”, апрель 2014.- С.37-39.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕР СОБСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖУЩИХСЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Разумеенко Юрий Васильевич**

доктор технических наук, профессор, Военно-морского политехнического института, Санкт-Петербург, Пушкин.

Razumeenko Yuriy Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor. S-t.Peterburg

### ABSTRACT

The article deals with a new approach to the selection of comparative measures and regulations of the surface ships and submarines operational stability while moving at the given course and depth under various disturbing factors. The paper investigates the surface ship and submarine behaviour at the initial interval of free perturbed motion [0-15с], which parameters determine the accuracy of their stabilization under subsequent control with rudders. Suggested measures of operational stability correspond to the operating experience of different submarine projects and physical sense. The results can be transferred to the operational stability assessment of various objects managed manually or with automatic control systems.

Keywords Technical stability of movement, measures of moving objects own operational stability, semi-period of fading.

### АННОТАЦИЯ

Обосновывается инженерный подход к выбору сравнительных мер и нормированию эксплуатационной устойчивости (ЭУ) движения НК и ПЛ на заданном курсе и глубине погружения. Формулируется постановка задачи на основе идей «технической устойчивости» проф. Н.Д. Моисеева. Исследуется поведение ДМО на начальном интервале свободного возмущённого движения [0-15с]. Предлагаются меры ЭУ, которые хорошо согласуются с опытом эксплуатации ПЛ разных проектов и физическому смыслу. Полученные результаты могут быть перенесены на оценку ЭУ различных объектов, управляемых вручную или системами автоматического управления.

### Ключевые слова

Техническая устойчивость движения; меры собственной эксплуатационной устойчивости движущихся объектов; полупериод затухания.

### Введение

Потребности проектирования давно выдвинули целый ряд вопросов, связанных с количественной оценкой и нормированием устойчивости движения судов, кораблей, подводных лодок, самолётов и других движущихся объектов.

1. Достаточно ли устойчиво движение объектов (ДО) данного типа?

2. Более или менее устойчив движущийся объект (ДО), в частности проектируемое судно, по сравнению с другими и насколько?

3. Какими мерами можно сравнительно оценить устойчивость движения различных судов и какую норму устойчивости им назначить?

4. Как наиболее рационально обеспечить проектируемому судну, НК, ПЛ достаточную устойчивость движения?

Эта проблема применительно к самолётам, судам, НК и ПЛ активно разрабатывалась в 50-70 учёными и конструкторами ряда ведущих научных и проектных организаций. Был опробован весь арсенал известных критериев

классической теории устойчивости от корневых, частотных, интегральных до квадратичных. Однако многие предлагавшиеся меры давали неоднозначные, а подчас и явно неверные сравнительные оценки устойчивости движения различных ДО. Неверный же выбор мер в конечном итоге вел к ошибочным конструктивным рекомендациям.

Главная причина неудач с оценкой устойчивости НК и ПЛ тех лет в том, что разработка их мер велась на основе классической теории устойчивости, без разработки общей идеологии ЭУ. И до сих пор нет единого взгляда на то, какой ДО более устойчив, а какой – менее, не ясно, какое судно, ПЛ и когда можно считать достаточно устойчивым.

### 1. Основы классической теории устойчивости движения и технической

устойчивости по профессору Н.Д. Моисееву

В основе классической теории устойчивости всех ДО и процессов, описываемыми дифференциальными уравнениями лежит общая концепция академика А.М. Ляпунова [1]. Формулировка проблемы устойчивости по Ляпунову своеобразна: если при любых положительных числах  $L$ ;

,как бы малы они ни были, могут быть выбраны положительные числа  $E_i, E'_i$  так, чтобы при всяких вещественных  $|\varepsilon_i| \leq E_i$  и  $|\varepsilon'_i| \leq E'_i$  и при всяких  $t$ , превосходящих  $t_0$ , выполняются неравенства  $|Q_i - F_i| < L_i$  ( $i=1,2..n$ ), то невозмущённое движение по отношению к величинам  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  устойчиво, в противном случае – неустойчиво. В самом определении предполагается, что начальные возмущения координат движущегося объекта *сколь угодно малые* (в пределе  $\rightarrow 0$ ), а в последующем *при любом  $t$*  движение не выходит за некоторые пределы  $L_i$ . Теория Ляпунова не ставила своей задачей дать количественную оценку устойчивости и разработку её мер. По существу это была прекрасная теория вечного ( $t \rightarrow \infty$ ) покоя. В.И. Зубов в своей монографии приводит убедительный пример уравнения, решение которого устойчиво при столь малом возмущении, что оно существовать не может [ 2 ].

Но самое главное, а нужна ли собственная устойчивость движения судна, самолёта, ПЛ, НК, в смысле Ляпунова при  $t \rightarrow \infty$ . без управления рулями? Означает ли это, что не устойчивый по Ляпунову ДО не может плавать, а устойчивый – заведомо будет хорошим. Большинство судов в свободном движении и все самолёты в классическом смысле неустойчивы, но плавают и летают потому, что в свободном возмущённом движении они сами сопротивляются отклонениям, а в исходное положение их возвращают рули.

Само понятие устойчивости (stability) объекта – это *его способность сопротивляться возмущениям до начала включения средств управления. И чем активнее ДО сопротивляется отклонениям в интервале 0-15с.*, тем точнее удерживаются рулями глубина и курс, тем объект (ПЛ) устойчивее. А *меньше отклоняться и быстрее возвращаться у объекта* взаимно противоречивы. Это легко показать на примере физического маятника с демпфером, опущенным в жидкость. (Рис.1). Если его отклонить на угол  $\varphi$ , а затем отпустить, то чем больше демпфер, тем медленнее он вернётся к исходному равновесию. А если на систему груз-демпфер подействовать импульсом силы, то демпфер уменьшит начальное ускорение и отклонение траектории перед началом работы рулей. В результате уменьшается частота их перекадки и повышается точность сохранения глубины и курса. В этом назначение демпфера. На этом физическом маятники опровергаются

все попытки 50-70-х годов применить методы классической теории устойчивости для оценки собственной ЭУ ДО.

Профессор ВВА им. Н.Е.Жуковского д.ф.м.н. Н.Д. Моисеев. в 40-50х годах проанализировал более 30 подходов и определений устойчивости от Аристотеля и Архимеда до Пуанкаре и Ляпунова и известных в то время критериев качества [ 3 ]. Он обосновал более практичную постановку проблемы технической устойчивости движения (ТУД) объектов на конечном интервале времени. Им написан 2 монографии с обзором работ по устойчивости движения и механике и опубликован целый ряд статей и докладов по технической устойчивости движения. [ 4,5 ]. Хотя многие его работы относились к авиации, они пригодны для ДО в том числе движущихся в воде. Общий список работ Н.Д. Моисеева по данной проблеме в Публичной библиотеке С-Пб насчитывает 33 наименования. Его идеи были положены автором в основу нового подхода к оценке и нормированию ЭУ судов. [ 5,6 ]. В этих работах конкретизированы идеи профессора Н.Д. Моисеева в части уточнения самих категорий технической устойчивости на конечном интервале применительно к судам различного типа. Введены понятия обычного эксплуатационного и режима жёсткой стабилизации.

Движение судна  $x_i(t) \equiv 0$  считается технически устойчивым в смысле Н.Д. Моисеева в области допустимых отклонений  $\bar{g}_k$  на интервале  $[t_0^A, t_j]$  по отношению к области начальных возмущений  $g$ , если при любых  $x_{i0} \in g$  и  $f_i(t) \equiv 0$  в интервале  $[t_0^A, t_j]$  будет выполняться условие  $x_k(t) \in \bar{g}_k$ .

Подобное определение формулируется относительно возмущающих сил. Считается, что ДО может быть достаточно устойчив в допустимых отклонениях относительно одних видов возмущающих сил и недостаточно или вообще неустойчив относительно других. Ниже изложены некоторые методы оценки эксплуатационной устойчивости на начальном интервале возмущённого движения подводной лодки, как самому сложному из ДО.

**2. Анализ начального интервала возмущённого движения ПЛ и обоснование количественных мер её собственной устойчивости.**

Ниже представлены линейные дифференциальные уравнения движения ПЛ в вертикальной плоскости *в реальном времени*. (давно доказано, что учет нелинейности идёт для ПЛ в запас устойчивости). Подобную систему уравнений уравнения имеют и самолёты.

$$\dot{\alpha} = -a_{11}\alpha - a_{12}\omega_{z1} - a_{1H}\delta_H(t) - a_{1K}\delta_K(t) \quad (1)$$

$$\dot{\omega}_{z1} = -a_{21}\alpha - a_{22}\omega_{z1} - a_{23}\psi - a_{2H}\delta_H(t) - a_{2K}\delta_{2K}(t)$$

$$\dot{\psi} = \omega_{z1}, \dot{\eta} = v(\psi - \alpha) \quad \text{где:}$$

$\alpha$  – угол атаки,  $\psi$  – угол дифферента,  $\delta_{H,K}$  – углы перекадки носовых, кормовых горизонтальных рулей,  $\eta$  – глубина погружения,  $v$  – скорость, м/с

$$a_{11} = \frac{C_{y1}^\alpha v}{2(1+k_{22})V^{1/3}}; \quad a_{12} = \frac{2(1+k_{22}) - C_{y1}^{\omega_{z1}}}{2(1+k_{22})} \quad a_{1K,H} = \frac{C_{y1}^{\delta_{K,H}} v}{2(1+k_{22})V^{1/3}}$$

$$a_{10} = \frac{2k_{26}V^{1/3}}{2(1+k_{22})v} \quad a_{21} = \frac{m_{z1}^\alpha v^2}{2(1+k_{66})\bar{i}_z^2 V^{1/3}} \quad a_{22} = \frac{(2k_{26} - m_{z1}^{\omega_{z1}})v}{2(1+k_{66})\bar{i}_z^2 V^{1/3}}$$

$$a_{23} = \frac{2gh}{2(1+k_{66})\bar{i}_z^2 V^{2/3}}, a_{2\kappa,h} = \frac{m_{z1}^{\delta\kappa,h} v^2}{2(1+k_{66})\bar{i}_z^2 V^{2/3}} \quad (2)$$

V – подводное водоизмещение, м<sup>3</sup>, k<sub>ij</sub>-коэффициенты присоединённых масс и моментов инерции, h-метацентрическая высота, C<sub>y</sub><sup>i</sup> и m<sub>z</sub><sup>1</sup>-безразмерные г/д коэффициенты г/д сил и моментов.  $\bar{i}_z^2$ -квадрат безразмерного радиуса инерции ПЛ.

Характеристическое уравнение системы (1), определяющее её теоретическую устойчивость имеет вид:

$$\lambda^3 + p_1 \lambda^2 + p_2 \lambda + p_3 = 0 \quad (3)$$

где:  $p_1 = a_{11} + a_{22}, p_2 = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} + a_{23},$

$$p_3 = a_{11}a_{23} \quad (4)$$

Так как у любой ПЛ  $p_1$  и  $p_3$  всегда положительны, то условие классической устойчивости определяются критериями Рауса-Гурвица.

$$p_1 p_2 + p_3 > 0 \quad (5)$$

Из этого условия был в те годы получен безразмерный критерий:

$$k = \frac{b_\omega}{b} + \frac{2gh}{v^2} b_h > 1 \quad (6)$$

где  $b_\omega$  - безразмерное плечо демпфирующих сил на корпусе и горизонтальных рулях (ГР) в плоскости рам (т.е. при  $\delta_i = 0$ ),

b- безразмерное плечо позиционных сил на корпусе и ГР при  $\delta_i = 0$ ,

$$\frac{2gh}{v^2} b_h \text{ - надбавка на влияние остойчивости, которая}$$

при  $v > 10$  уз. мала.

*Физический смысл (6) в том, чтобы центр давления демпфирующих сил лежал в нос от центра давления позиционных сил. Затем отношению (6) был придан смысл «степени устойчивости», считалось, чем больше k, тем более устойчиво движение ПЛ. При этом произошла подмена понятий - «критерий» получен из условия отрицательности корней характеристического уравнения для свободного движения ПЛ, а по нему стали судить об эксплуатационной устойчивости, обеспечиваемой в том числе перекладками ГР.*

Для решения проектных задач важно было получить выражение для переходных процессов возмущенного движения ПЛ непосредственно в коэффициентах уравнения (1) при  $\delta_i(t) = 0$ . Это удалось сделать [ 7 ] почти 50 лет назад на основе метода Р. Беллмана [ 8 ].

Суть метода в следующем. Представим (1) в матричном виде:

$$\frac{dy}{dt} = Ay; \quad y(0) = \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \omega_{z0} \\ \psi_0 \end{pmatrix} = C \text{ где:} \quad (7)$$

$$A = \begin{bmatrix} -a_{11}; & a_{12} & 0 \\ a_{21} & -a_{22} & -a_{23} \\ 0 & \alpha & 1 \end{bmatrix} \text{ - матрица коэффициентов си-}$$

стемы,  $y = \begin{pmatrix} \omega_z \\ \psi \end{pmatrix}$

координаты движения,  $y(0) = \alpha_0, \omega_{z0}, \psi_0$  - начальные возмущения

В соответствии с принципов суперпозиции линейных систем, решение уравнения (7) может быть представлено в виде  $Yy(0)$ , где Y – матрица частных решений при единичных начальных возмущениях, а  $y(0)$  - возмущения

$$Y = \begin{bmatrix} \alpha(t, \alpha_0 = 1) & \alpha(t, \omega_{z0} = 1) & \alpha(t, \psi_0 = 1) \\ \omega(t, \alpha_0 = 1) & \omega(t, \omega_{z0} = 1) & \omega(t, \psi_0 = 1) \\ \psi(t, \alpha_0 = 1); & \psi(t, \omega_{z0} = 1) & \psi(t, \psi_0 = 1) \end{bmatrix} \quad (8)$$

где  $Y(0) = E$  - единичная матрица, а решение может быть представлено в виде матричного ряда из эле-

ментов  $a_{ij} \quad Y = E + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^n}{n!} t^n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$$+ \begin{bmatrix} -a_{11}; & a_{12} & 0 \\ a_{21} & -a_{22} & -a_{23} \\ 0 & \alpha & 1 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} (a_{11}^2 + a_{11}a_{21}); & -a_{12}p_1; & -a_{12}a_{23} \\ -a_{21}p_1; & (a_{22}^2 + a_{12}a_{21} - a_{23}); & a_{23}a_{22}; \\ a_{21}; & -a_{22}; & -a_{23} \end{bmatrix} \frac{t^2}{2} + \dots \quad (9)$$

Из структуры (9) видно, что  $a_{11}$  и  $a_{22}$ -обратные связи аperiodических звеньев по  $\alpha$  и  $\omega$ , а  $a_{23}$ -по  $\psi$ ;  $a_{12}$  и  $a_{21}$ - перекрёстные связи. Если положить в матрице A  $a_{21}=a_{23}=0$ , то решение уравнения (9) можно выразить через решение уравнения  $\frac{dY_1}{dt} = A_0 Y_1$  по формуле:  $Y = Y_1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^n - A_0^n}{n!}$ , где

$$A_0 \text{ - левая треугольная матрицы } A_0 = \begin{bmatrix} -a_{11}; & 0 & 0 \\ a_{21} & -a_{22} & 0 \\ 0 & \alpha & 1 \end{bmatrix} \text{ . То-}$$

гда уравнение  $\frac{dY_1}{dt} = A_0 Y_1$  интегрируется непосредственно в коэффициентах  $a_{ij}$

$$Y_1 = \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{11}} [(exp - a_{11}t); exp - a_{22}t]; exp - a_{22}t; 0;$$

$$\frac{a_{21}}{a_{22} - a_{11}} \left[ \frac{1}{a_{11}} (1 - exp - a_{11}t) - \frac{1}{a_{22}} (1 - exp - a_{22}t) \right]; \frac{1}{a_{22}} (1 - exp - a_{22}t);$$

+ остаток ряда. Затем получается приближённое решение

$$\frac{dy}{dt} = Ay \text{ во втором приближении } \frac{dY_2}{dt} = A_0 Y_2 + LY_1, \text{ где}$$

$$L = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & 0 \\ 0 & 0 & -a_{23} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ и тоже непосредственно в коэффици-}$$

ентах  $a_{ij}$ . Оно представлено ниже

$$y_{11} = \frac{\alpha(t)}{\alpha_0} = e^{-\alpha_{11}t} \left[ 1 + \frac{a_{11}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} \left( t - \frac{1-e^{-(a_{22}-a_{11})t}}{a_{22}-a_{11}} \right) + a_{12}a_{21} \frac{(a_{12}a_{21}-a_{23})t^4}{4!} \dots \right];$$

$$y_{12} = \frac{\alpha(t)}{\omega_{z0}} = \frac{a_{12}}{a_{22}-a_{11}} \left\{ \left[ 1 - \frac{2a_{12}a_{21}}{(a_{22}-a_{11})^2} \right] (e^{-a_{11}t} - e^{-a_{22}t}) + \frac{a_{12}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} t (e^{-a_{11}t} + e^{-a_{11}t} + e^{-a_{22}t}) \right\} - \frac{a_{12}a_{21}}{3!} t^3 + y_{13} = \frac{\alpha(t)}{\psi_0} = \frac{a_{11}a_{22}-a_{23}}{a_{11}+a_{23}} \left[ \cos \sqrt{a_{23}} t - e^{-a_{11}t} + \frac{(a_{11}+a_{22})\sqrt{a_{23}}}{a_{11}a_{22}-a_{23}} \sin \sqrt{a_{23}} t \right] - \frac{a_{22}}{a_{22}^2+a_{23}} (e^{-a_{11}t} - e^{-a_{22}t}) \} + \dots; (11)$$

$$a_{21}(t) = \frac{a_{21}(t)}{\alpha_0} = \frac{a_{21}}{a_{22}-a_{11}} \left\{ \frac{a_{23}(a_{22}-a_{11}) - 2a_{11}a_{12}a_{21} + a_{11}(a_{22}-a_{11})^2}{a_{11}(a_{22}-a_{11})^2} (e^{-a_{11}t}) + \frac{a_{12}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} t [e^{-a_{11}t} - (1-a_{23} \frac{a_{22}-a_{11}}{a_{22}a_{12}a_{21}} e^{-a_{22}t}) - a_{23} \frac{a_{22}^2-a_{11}}{a_{11}a_{22}^2} (1 - e^{-a_{22}t})] \right\} + \dots$$

$$(t) = \frac{\omega_z(t)}{\omega_{z0}} = e^{-a_{22}t} \left\{ \cos \sqrt{a_{23}} t + \frac{a_{12}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} \left[ \frac{e^{-(a_{22}-a_{11})t} - 1}{a_{22}-a_{11}} t \right] + (a_{12}a_{21})^2 \frac{t^2}{4!} \dots \right\}$$

Из этих выражения, становится очевидным, что:

1. Движение ПЛ описывается системой уравнений с перекрёстными связями. За затухание  $\alpha_0$  отвечает  $e^{-a_{11}t}$ , а угловой скорости  $\omega_z - e^{-a_{22}t}$ . Перекрёстные связи  $a_{12}$  и  $a_{21}$  отражают в (10) и (11), взаимное влияние переходных процессов в каналах  $\alpha, \omega$  и  $\psi$ . (через корни характеристического уравнения это не увидеть).

2. Сравнение точных решений с использованием корней характеристического уравнения (2) и приближённых решений (10) и (11) для целого ряда ПЛ показало, что простейшая формула (10) при  $t < 5$  с. дают значения, меньшие точных на 5-7%, а по (11) - заметно отличаются от точных лишь при  $t > 15$ с. Это перекрывает интервал запаздывания управления. На рис 2 показаны примеры расчёта кривых затухания начальных возмущений угла атаки и угловой скорости по точным и приближённым формулам Они показывают высокую близость к точным. На рис.3 показано, что затухание угла дифферента в свободном движении на порядок идёт медленнее, чем  $\alpha$  и  $\omega_z$ .

3. Было теоретически строго доказано, что независимо от выполнения критерия  $k \geq 1$ , т.е. устойчивости или неустойчивости ПЛ при  $t \rightarrow \infty$ , существуют интервалы  $[t_0, t_\alpha]$  и  $[t_0, t_{\omega z}]$  затухания начальных возмущений  $\alpha_0$  и  $\omega_{z0}$ , причём эти интервалы достигают 8-12с. что вполне достаточно для срабатывания системы стабилизации. **Это фундаментальный результат.** Он объясняет, почему неустойчивые в классическом понимании объекты нормально управляются. Были найдены примеры, когда ПЛ с  $k=3.2$  и  $k < 0.8$  вели себя до 10 сек. почти одинаково.

3. Количественные меры собственной устойчивости движения подводных

лодок в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В качестве мер устойчивости начального интервала предложены полупериоды затухания единичных начальных возмущений.

$$- \text{угла атаки } T_\alpha = e^{-\alpha_{11}t} \left[ 1 + \frac{a_{11}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} \left( t - \frac{1-e^{-(a_{22}-a_{11})t}}{a_{22}-a_{11}} \right) \right] = 0,5$$

$$- \text{угловой скорости изменения угла дифферента}$$

$$T_{\omega z} = e^{-a_{22}t} \left\{ \cos \sqrt{a_{23}} t + \frac{a_{12}a_{21}}{a_{22}-a_{11}} \left[ \frac{e^{-(a_{22}-a_{11})t} - 1}{a_{22}-a_{11}} t \right] \right\} = 0.5 (12)$$

$$- \text{угла дрейфа } T_\beta = e^{-c_{11}t} \left[ 1 + \frac{c_{12}c_{21}}{c_{22}-c_{11}} \left( t - \frac{1-e^{-(c_{22}-c_{11})t}}{c_{22}-c_{11}} \right) \right] = 0.5$$

-угловой скорости изменения курсового угла

$$T_{\omega_y} = e^{-c_{22}t} \left[ 1 + \frac{c_{12}c_{21}}{c_{22}-c_{11}} \left( t - \frac{1-e^{-(c_{22}-c_{11})t}}{c_{22}-c_{11}} \right) \right] = 0.5$$

(Последние два выражения определяют свойства начального интервала возмущённого движения судна и ПЛ в горизонтальной плоскости. Уравнения их движения по структуре аналогичны движению ПЛ в вертикальной

плоскости, отличие только в отсутствии члена  $C_{23}$ , описывающего влияние остойчивости при изменении глубины. На основе сопоставлений точных и приближённых решений по 10 проектам ПЛ на 4-х скоростях хода были получены следующие эмпирические выражения:

$$T_\alpha = \frac{0.69}{a_{11} - 0.6a_{12}a_{21}/a_{22}}; T_{\omega z} = \frac{0.69}{a_{22} - 0.4(a_{12}a_{21} - a_{23})/a_{22}}; (13)$$

Выбор этих показателей обусловлен следующими соображениями:

1)  $T_i$  соизмеримы с интервалом  $(t_0, T^x)$  запаздывания и составляют на разных скоростях от 2 до 15с.

2)  $T_i$  существуют как при асимптотических, так и при колебательных процессах в отличие от «затухания системы», логарифмического декремента и др.

3)  $T_i$  являются физически ощущаемыми характеристиками движения ПЛ при получении ею единичных возмущений, характеризуя степень борьбы самого объекта с этим возмущением.

4. Периоды полу затухания начальных возмущений могут иметь и неустойчивые при  $t \rightarrow \infty$  объекты. Это давало возможность количественно оценивать на начальном интервале ПЛ с  $k > 1$  и  $k < 1$ . (И это важнейший показатель)

5. Полупериод затухания угла дрейфа и угловой скорости изменения курса имеют и все надводные суда и корабли. Об этом в 70-е года был сделан доклад на Крыловских чтениях [ 6 ].

6. Многочисленные расчёты для 10 проектов ПЛ 40-60г.г. независимо от формы их корпуса, водоизмещения, остойчивости, скорости и других параметров показали:

-приращение угла дифферента  $\delta\psi$  за  $t=T_{\omega z}$  при начальных возмущениях  $\omega_{z0}$  в функции  $T_{\omega z}$  и  $\alpha_0$  в функции  $a_{21}T_{\omega z}$  аппроксимируются прямыми линия, суммарные приращения углов дифферента  $\delta\psi_{max}$  для ПЛ с  $k > 1$  также аппроксимируются прямой.

- угол дифферента практически достигает своего максимума за  $t \approx (3-4)T_{\omega z}$

- приращение глубины в функции  $T_{\omega z}$  аппроксимируется параболой.

На основании этого можно было предположить, что ПЛ с меньшим  $T_{\omega z}$  при одинаковых возмущениях будет обладать большей ЭУ сохранения глубины до начала работы ГР как при ручном, так и при автоматическом управлении по отношению к возмущениям, пропорциональным их водоизмещениям (воздействия волнения, изменчивости плотности ). Нужно при этом отметить, что конструктивные мероприятия, например, увеличение площади кормового горизонтального оперения, уменьшают и  $T_{\omega z}$ , и  $T_\alpha$ ,

Для  $T_{\omega z}$  было получено развёрнутое выражение:

$$T_{\omega z} = 1.38V^{1/3} / v \left\{ \frac{(2k_{26} - m_z^{\omega z})}{(1+k_{66})i_z^2/V^{1/3}} - 0.4m_z^{\omega z} [(1 + k_{11}) - c_y^{\omega z}] - 2gh(1+k_{22})/v^2 \right\} / (1 + k_{22})(2k_{26} - m_z^{\omega z}) \quad (14)$$

Это выражение физически правильно отражает влияние всех элементов ПЛ на устойчивость начального интервала её возмущённого движения:

- оно пропорционально  $V^{1/3} / v$ , т.е. увеличивается с ростом водоизмещения и уменьшается с увеличением скорости движения,
- с увеличением площади горизонтальных стабилизаторов оно уменьшается, а относительного момента инерции относительно поперечной оси OZ – увеличивается (относительно более короткие ПЛ быстрее гасят возмущение при одинаковом  $\omega_{z0}$ )
- увеличение метацентрической высоты способствует уменьшению  $T_{\omega z}$ , но на больших скоростях её роль пренебрежимо мала.

4. Сравнительная оценка эксплуатационной устойчивости движения ПЛ разных проектов по величине  $T_{\omega z}$  и сопоставление с опытом их эксплуатации.

В 60-70-х годах были проведены сопоставления оценок ЭУ экипажами ПЛ 10 разных проектов и непосредственные измерения точности удержания заданной глубины и частоты управления горизонтальными рулями на разных скоростях в зависимости от величины их  $T_{\omega z}$ . На рис. 4 и 5 показаны функциональные зависимости от  $T_{\omega z}$  оценок л/с ЭУ разных ПЛ на разных скоростях хода, а на рис 5 – средних колебаний угла дифферента. Можно утверждать, что предложенная мера ЭУ качественно и количественно правильно отражает практическую устойчивость движения

**Заключение**

Изложенная здесь теория является первой частью кандидатской диссертации автора, которая была успешно защищена в 1966 г. на Диссертационном совете ВВМИОЛУ им. Ф.Э. Дзержинского [ ]. Вторая её часть содержит количественные оценки отклонений ПЛ при оптимальном управлении ГР после интервала запаздывания и оценки наибольших возмущений, которые может выдерживать ДО, оставаясь в допустимых отклонениях. Предполагается изложить вторую часть работы в следующем сборнике. За

давностью лет с диссертации в 2014 г. снят гриф, и появилась возможность ознакомить широкий круг специалистов с альтернативными идеями и обсудить пути совершенствования теории технической устойчивости движения различных ДО. По мнению автора, внедрение компьютерных технологий в предложенную теорию, позволит решить многие нерешённые проблемы во многих отраслях техники.

**Список использованных источников.**

1. Ляпунов Д.М. «Общая задача об устойчивости движения» ОНТИ, 1950.
2. Зубов В.И. «Математические методы исследования систем автоматического регулирования». Судпромгиз, 1959 г.
3. Н.Д. Моисеев «Очерки развития теории устойчивости» ГИТТЛ, М. 1949 г.
4. Н.Д. Моисеев Записки семинара по теории устойчивости движения. Под редакцией, выпуски 1-3. 1946-48 г.г. Издание КОЛВВА им. Жуковского, - «Обзор истории развития понятия и теории устойчивости в смысле Ляпунова». - «Обзор развития не ляпуновских теорий устойчивости» - «Количественный аспект теории устойчивости».
5. Разумеенко Ю.В. «Основные категории понятия технической теории устойчивости движения» Сборник докладов Крыловских чтений», НТО Л. 1972 г
6. Разумеенко Ю.В. «Методы оценки технической устойчивости движения судов на прямом курсе» Там же.
7. Разумеенко Ю.В. Способы оценки и количественные показатели устойчивости балансировочного режима движения подводных лодок. Диссертация на соискание учёной степени к.т.н. ВВМИОЛУ, 1965 г. (снят гриф в 2014 г.)
8. Р.Беллман Теория устойчивости решения дифференциальных уравнений». ИИЛ, Москва, 1954

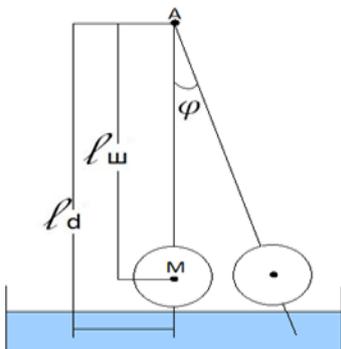


Рис.1 – Физический маятник с демпфером



Рис. 2

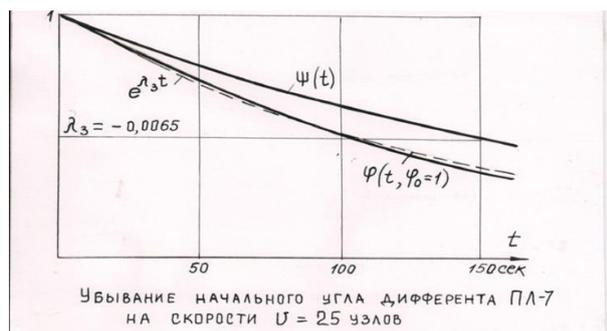


Рис. 3

Рис.4

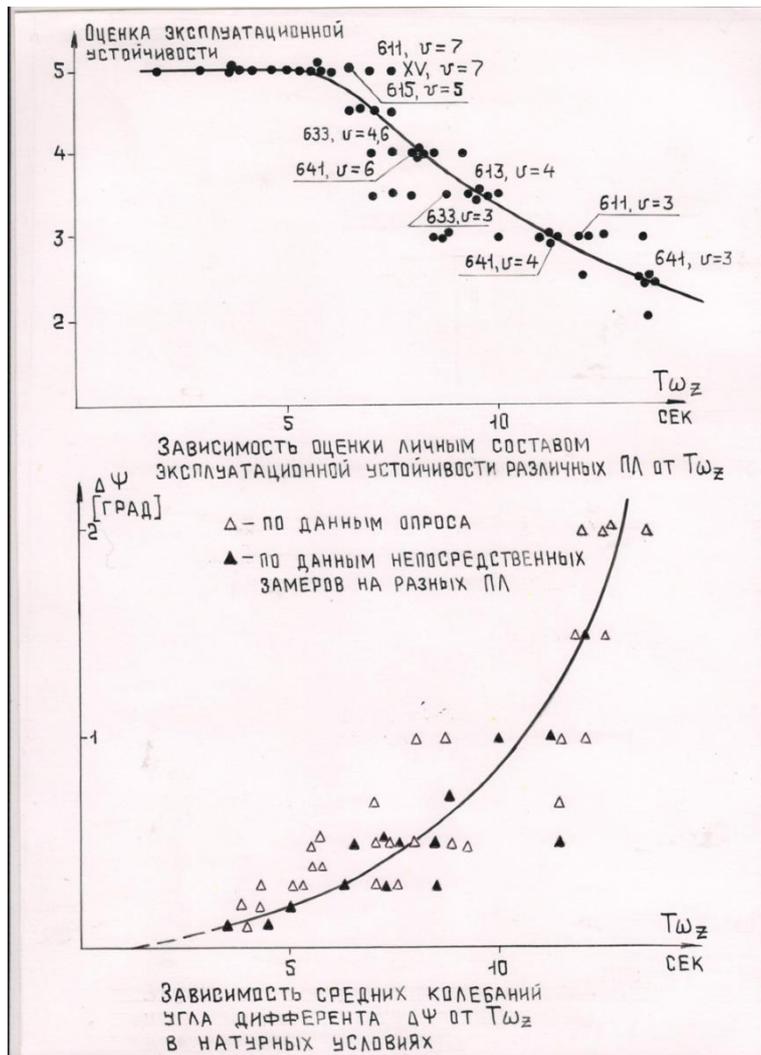


Рис.5

## НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕРОДИЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

**Восканян Ольга Станиславовна**

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий» ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского», г. Москва

**Сарычева Дарья Денисовна**

Аспирантка, кафедры «Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий» ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского», г. Москва

**Козярина Галина Ивановна**

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и экспертизы товаров» ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского», г. Москва

PROMISING NEW SOURCES OF RAW MATERIALS FOR MANUFACTURE OF PRODUCTS GERODIETETIC

Voskanyan Olga

Doctor of technical Sciences, Professor Department "Technology products plant materials and perfume -cosmetic products" FSBEI VPI " Moscow state university of technologies and management n.a.

K. G. Razumovsky", Moscow

Sarycheva Daria, Graduate student Department " Technology products plant materials and perfume-cosmetic products"

FSBEI VPI " Moscow state university of technologies and management n.a. K. G. Razumovsky", Moscow

Katarina Galina, Candidate of technical Sciences, associate professor Department "Technology of food products and examination of goods" FSBEI VPI " Moscow state university of technologies and management n.a. K. G. Razumovsky", Moscow

**АННОТАЦИЯ**

Обзорная статья по производству продуктов геродиетического питания для людей старших возрастных групп с применением новых перспективных источников сырья растительного происхождения.

**ABSTRACT**

Review article for the production of products gerodietetic of food for people in older age groups with the use of promising new sources of raw materials of vegetable origin.

Ключевые слова: геродиетические продукты;

Keywords: gerodietary products

Целями Концепции государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р) являются: сохранение и укрепление здоровья населения; профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием.

Разработка технологий производства новых безопасных продуктов питания для людей старших возрастных групп на основе натурального сырья - одно из важнейших направлений развития пищевой промышленности и общественного питания в XXI веке [Зс.6].

Производство продуктов геродиетического назначения должно включать в себя [1]:

- выращивание сырья в экологически сертифицированных условиях в соответствии с международными стандартами качества сельско – хозяйственной продукции;
- переработку растительного сырья с использованием современных методов;
- проведение комплексных испытаний разрабатываемого продукта с оценкой его органолептических, физико-химических, биологических и функциональных свойств.

Ассортимент геродиетической продукции, вырабатываемой отечественными предприятиями пищевой промышленности, на сегодняшний день недостаточно полон и ее ценовой диапазон не рассчитан для такого социально незащищенного слоя населения, как люди старших возрастных групп. Разработанные технологии производства пищевых продуктов не учитывают специфики питания людей данного социального слоя, а качество продукции не всегда соответствует потребностям стареющего организма.

В настоящее время продукты геродиетического назначения можно разделить на: хлебобулочные, мясные, рыбные, молочные, эмульсионно – жировые, безалкогольные напитки.

Для организации сбалансированного рационального питания людей старших возрастных групп необходимо учитывать возрастную классификацию, одобренную конгрессом геронтологов и гериатров. Население старше 60 лет подразделяют на три группы: лица пожилого возраста от 61 года до 74 лет, люди старческого возраста от 75 лет и старше, долгожители от 90 лет и старше [Зс.60].

Одним из основных процессов при старении организма человека является уменьшение активности обновляемости структур живой материи, ослабление процессов ассимиляции и преобладание процессов диссимиляции, снижение функции нейрогуморальной системы, что нарушает процессы адаптации организма к условиям внешней среды, в том числе и характеру питания.

Пищеварительная система в процессе старения подвергается изменениям, которые отрицательно сказываются на ее функциональной способности. С возрастом снижается биосинтез и активность пищеварительных ферментов, ослабевают процессы всасывания веществ. Это может обусловить нарушение снабжения тканей нутриентами. Снижение двигательной активности мышечных стенок пищеварительного тракта приводит к развитию запоров. Уменьшение кислотности желудочного сока способствует развитию гнилостных микроорганизмов в пищеварительном канале. Это повышает нагрузку на печень, где происходит нейтрализация всосавшихся из кишечника токсических соединений, образуемых гнилостной микрофлорой. Уменьшение оттока желчи наряду с ослаблением выделительной функции кишечника и понижением окислительно-восстановительных процессов приводит к задержке холестерина в организме и развитию атеросклероза [Зс.61].

Следовательно, составляя рацион питания для людей старших возрастных групп, необходимо включать легкоусвояемые продукты стимулирующие двигательную активность стенок кишечника, а также вещества, противодействующие накоплению шлаков и холестерина.

Главным принципом создания продуктов геродиетического назначения питания нового вида является достижение максимально возможного уровня полноценности и гарантированной безопасности готового продукта.

Для стареющего организма необходима пища, которая обеспечивает шесть функций организма:

- энергетическая — поддерживается за счёт углеводов, жиров и в меньшей степени — белков;
- пластическая — обеспечивает построение и обновление клеток и тканей. Поддерживается благодаря белкам, в меньшей степени — минеральным веществам, жирам, углеводам;
- биорегуляторная — сводится к участию в образовании ферментов и гормонов. Для её реализации необходимы белки и витамины;
- приспособительно-регуляторная — способствует нормальной деятельности важнейших систем организма (питание, выделение, терморегуляция). Поддерживается за счёт воды, пищевых волокон и др. нутриентов;
- защитно-реабилитационная — заключается в повышении устойчивости организма. Обеспечивается за счёт профилактических и лечебных свойств различных рационов питания;
- сигнально-мотивационная — сводится к возбуждению аппетита при употреблении пряностей и прочих вкусовых веществ.

Для производства продуктов геродиетической направленности в нашей стране используют различные виды сырья с повышенной биологической активностью,

низкой калорийностью, за счет введения различных биологически активных добавок.

Основным сырьем для производства продуктов геродиетического назначения являются продукты растительного происхождения. Они являются поставщиками витаминов, ферментов, органических кислот, эфирных масел, пектинов, пищевых волокон, углеводов. При создании продуктов геродиетического питания необходимо знать химический состав сырья, пищевую ценность, специальные приемы технологической обработки.

В состав сырья для производства продуктов геродиетического назначения могут входить следующие компоненты [Зс. 12]:

- витамины группы В, С, Д и Е;
- натуральные каротиноиды (каротины и ксантофиллы), среди которых важная роль отводится β-каротину;
- минеральные вещества (кальций, магний, натрий, калий, йод, железо, селен, кремний);
- балластные вещества – пищевые волокна пшеницы, яблок и апельсинов, представленные целлюлозой, гемицеллюлозой, лигнином и пектином, а также полифруктозан инулина, содержащийся в цикории, топинамбуре;
- протеиновые гидролизаты растительного происхождения (пшеница, соя, рис);
- ненасыщенные жирные кислоты, к числу которых следует отнести полиненасыщенные омега-3, -6 жирные кислоты (докозангексаеновая и эйкозапентаеновая);
- бифидобактерии;
- антиоксиданты;
- пробиотики (препараты живых микроорганизмов);
- пребиотики (олигосахариды, как субстраты для полезных бактерий).

Состав геродиетических продуктов питания напрямую зависит от возрастных изменений в организме человека. За счет снижения интенсивности обмена веществ у людей старших возрастных групп возникает потребность в разработке продуктов не отягощающих пищеварительные процессы. В связи с этим сырьевые компоненты для геродиетического питания должны содержать в себе не только белки, жиры и углеводы, но и ряд микронутриентов – витаминов, минеральных веществ, без которых не возможно нормальное функционирование организма.

Особое внимание при разработке новых продуктов геродиетической направленности уделяется клетчатке, которая относится к непищевым углеводам, поскольку почти не усваивается организмом. Клетчатка улучшает микрофлору кишечника, уничтожая гнилостные бактерии, повышает перистальтику кишечника, препятствует ожирению организма, способствует выведению холестерина из организма человека. Поэтому пищевые рационы должны содержать не менее 25 г. клетчатки и других неперевариваемых полисахаридов. Сырьем для продуктов геродиетической направленности содержащим клетчатку являются растительные продукты такие как: овощи, фрукты, отруби, перловая, гречневая и овсяная крупы [4].

В настоящее время также расширяется круг заболеваний, связанных с малым содержанием пищевых волокон в рационе питания людей старших возрастных групп. Среди них в последние годы прогрессируют: подагра, ва-

рикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей, рак молочной железы, желчнокаменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и другие. Основными составляющими пищевых волокон являются целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, камеди, слизи, лигнин и связанные с ними белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений. Сырьем для геродиетических продуктов и источником целлюлозы являются зерновые и кожура плодов, гемицеллюлозы – мякоть фруктов и овощей. Источником водорастворимых клейких полисахаридов гексоз и пентоз, камеди и слизи, являются в основном морские водоросли и семена.

Все пищевые волокна работают как неизбирательный сорбент. Они способны связывать не только воду, но и другие, в первую очередь токсические вещества: нитриты, нитраты, канцерогенные вещества, бактериальные токсины.

Установлено, что злаковые являются основными источниками пищевых волокон, использование их в производстве продуктов геродиетического назначения может быть альтернативой всем другим методам коррекции дефицита пищевых волокон в питании человека.

Сырьем для производства геродиетических продуктов, содержащим большое количество пищевых волокон, является ячмень. Он содержит полноценный белок, богат витаминами группы В, минеральными веществами. Продукты переработки ячменя являются эффективными природными энергосорбентами. Производными ячменя являются ячменная, перловая и ячневая крупы [5].

Растворимая клетчатка перловой крупы способствует снижению уровня холестерина, замедляет подъем уровня сахара в крови после приема пищи. Ее употребление доставляет в организм большую группу витаминов и микроэлементов, а также веществ, способствующих нормальной перистальтике желудочно-кишечного тракта [6 с.31].

При разработки новых продуктов для геродиетического питания особое внимание уделяется антиоксидителям: аскорбиновой кислоте, биофлавоноидам, токоферолам, противодействующих накоплению свободных окислительных радикалов.

Регулярное поступление антиоксидантов с пищей существенно снижает риск заболеваемости сердечно-сосудистыми, онкологическими и другими заболеваниями, которые наиболее часто встречаются у людей старших возрастных групп.

Сырьем для производства продуктов геродиетического назначения обладающие антиокислительными свойствами являются пряно – ароматические растения имбирь, куркума, душица, розмарин, чабрец и другие. По результатам исследований ученых установлено, что в листьях бадана, семенах и листьях дикорастущей облепихи объектов фенольных соединений, витаминов, которые подтверждают их перспективность использования в качестве источника пищевого сырья, обладающего антиоксидантной активностью [6 с.35].

В настоящее время разработаны перспективные методы обогащения продуктов геродиетического питания полисолодовыми экстрактами. Они обладают бактерицидными свойствами, что позволяет увеличить срок годности готового продукта без использования искусственных консервантов [6 с.37].

Для продуктов геродиетического назначения необходимо использовать сырье богатое флавоноидными соединениями. Флавоноидные соединения способны нормализовать водно – фосфатный и липидный обмены, повысить резистентность капилляров кровеносных сосудов. Флавоноиды содержатся в фруктах, овощах, вине, чае и других растительных продуктах. Кроме антиоксидантных свойств, они обладают противовоспалительным действием. Одним из главных источников природных флавоноидных соединений является виноград, в семенах (косточках) которого происходит скопление проантоцианидов – мощнейших антиоксидантов.

применение растительного сырья при производстве продуктов геродиетического назначения обусловлено их высокой биологической активностью и комплексным воздействием на организм. при разработке продуктов для людей старших возрастных групп необходимо комбинирование и сочетание в рецептуре различных сырьевых компонентов, каждый из которых обладает функциональными свойствами.

#### Список литературы

1. Глухова А. И., Шичкина Е. В. "Функциональные продукты питания - новое направление пищевых технологий", 2014.
2. Гусев В. Д. "Пищевые волокна в рациональном питании человека" изд. "Пищевая технология" №1, 1989, с. 13.
3. Кацерикова Н. В. "Технология продуктов функционального назначения": Учебное пособие для студентов вузов. - Кемерово. 2004, с. 146.
4. Покровский В. И. "Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни", Новосибирск: изд. Сиб. ун-та, 2002, с. 344.
5. Сатина О. В. "Проектирование продуктов геродиетического питания"// "Мясная индустрия" -2010 - №6, с 56-58.
6. Шарипова Т. В. диссертация "Исследование и разработка технологии мясорастительных полуфабрикатов для геродиетического питания". -Благовещенск, 2014, с. 140.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПРИ ОБОРУДОВАНИИ ЭЛЕКТРОВЗОВ КОМПЕНСАТОРАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

*Савоськин Анатолий Николаевич*

*доктор техн. наук, профессор, Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ), г. Москва*

*Гарбузов Илья Игоревич*

*аспирант, Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ), г. Москва*

### INCREASING ENERGY CHARACTERISTICS OF AC RAILWAY BY EQUIP ELECTRIC LOCOMOTIVES REACTIVE POWER COMPENSATING DEVICES

*Savos'kin Anatoly, Doctor of Engineering Science, professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow  
Garbuzov Ilya, graduate student, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*В работе проведен сравнительный анализ результатов моделирования электромагнитных процессов в системе «тяговая подстанция – контактная сеть – электровозы в режимах тяги и рекуперативного торможения» при оборудовании электровозов 2ЭС5К переключаемым и управляемым компенсаторами реактивной мощности. Были получены кривые активных, реактивных и полных мощностей на токоприемниках электровозов, а так же на шинах тяговой подстанции. Проанализировано влияние компенсаторов реактивной мощности на распределение мощностей в системе тягового электроснабжения.*

#### ABSTRACT

*In that work was made the analysis of electromagnetic processes in the system «traction substation – catenary – electric locomotive that works in traction and regenerative braking modes» for electric locomotives 2ES5K equipped by switched and controllable reactive power compensating devices. As a result we get the oscillograms of active, reactive and total powers on electric locomotives collecting pantographs and on the traction substation and made the analysis of reactive power compensating devices influence on power distribution within system traction electric power supply.*

*Ключевые слова: электровоз; тяга; рекуперативное торможение; фидерная зона; контактная сеть; математическое моделирование; компенсатор реактивной мощности*

*Key-words: electric locomotive; traction; regenerative braking; feed zone; catenary; mathematical modeling; reactive power compensating device*

При работе на консольном участке одной фидерной зоны электрической железной дороги переменного тока двух электровозов: одного – в режиме рекуперации, а второго – в режиме тяги, наблюдается падение напряжения на токоприемнике тягового электровоза. Для исследования этого явления использовалась модель двухпутного участка электрической железной дороги, разра-

ботанная на кафедре «Электропоезда и локомотивы» МИИТа (рис. 1). Эта модель содержит блоки электростанции ЭС, линии высоковольтной электропередачи ЛЭП, нетягового потребителя НП, тяговой подстанции ТП, районного потребителя РНП, тяговой сети и двух электровозов 1 и 2. Модели электровозов содержат блоки трансформатора, выпрямительно-инверторного преобразователя, выпря-

мительной установки возбуждения, сглаживающих реакторов и коллекторных тяговых электродвигателей. Для моделирования силовых цепей за основу были взяты параметры грузового электровоза 2ЭС5К. Модель тяговой сети представляет собой однородную цепочечную схему, состоящую из симметричных многополюсников длиной

200 метров, на границах которых контактные провода **КП** и усиливающие фидеры **УФ** объединяются поперечными электрическими соединениями **СП**. Она учитывает проявление свойств контактной сети как длинной линии, а также наличие поверхностного эффекта.

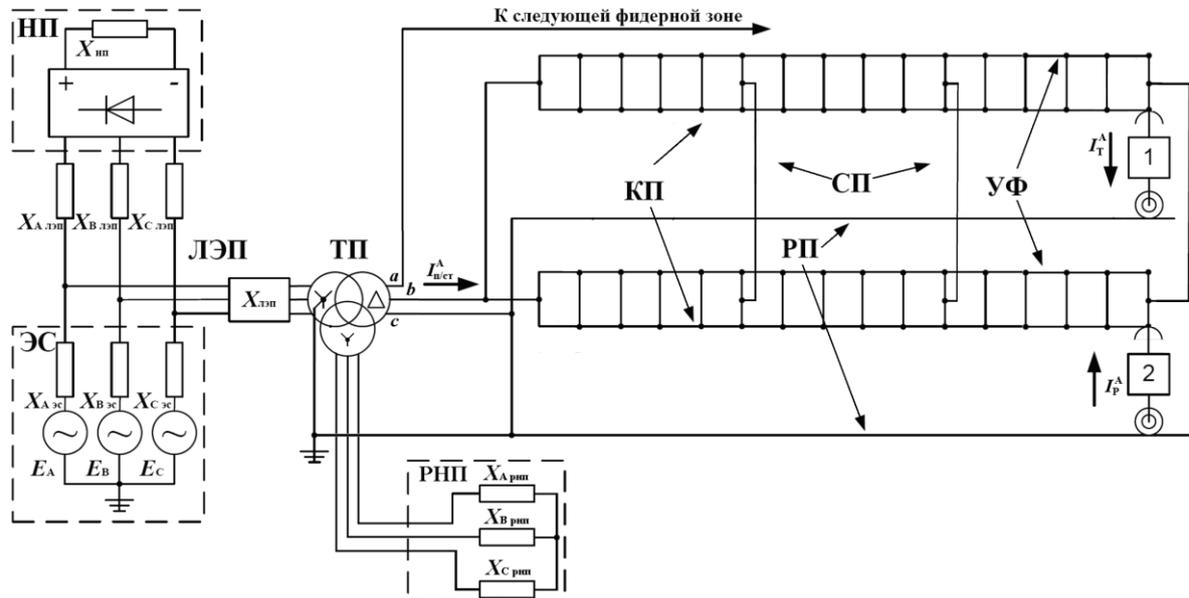


Рисунок 1. Принципиальная электрическая схема системы тягового электроснабжения переменного тока с электровозами

В результате ранее проведенных нами численных экспериментов на вычислительном комплексе реального времени [1, 2] было установлено, что при включении рекуперации на втором электровозе активная мощность тяговой подстанции снижается от  $P_{n/ст} \approx 4940 \text{ кВт}$  до  $P_{n/ст} \approx 1085 \text{ кВт}$ , а реактивная увеличивается на величину потребляемой рекуперирующим электровозом  $Q_p \approx 2430 \text{ кВАр}$ , т. е. от  $Q_{n/ст} \approx 3345 \text{ кВАр}$  до  $Q_{n/ст} \approx 5665 \text{ кВАр}$ . Передача через тяговую сеть такой реактивной мощности вызвала снижение действующего значения напряжения на токоприемнике двухсекционного электровоза 2ЭС5К, работающего в режиме тяги, на  $\approx 2200 \text{ В}$ , т. е. с  $27500 \text{ В}$  до  $25300 \text{ В}$ .

Для улучшения условий работы электровозов переменного тока была рассмотрена работа таких электровозов, оборудованных компенсаторами реактивной мощности (КРМ). КРМ состоит из последовательной резонансной **LC**-цепи, подключенной ко вторичной обмотке трансформатора и настроенной на резонансную частоту  $135 \text{ Гц}$ , а так же устройств, позволяющих регулировать генерируемую компенсатором реактивную мощность. Такая реализация КРМ позволяет существенно повысить коэффициент мощности электровоза (до  $0,9-0,98$ ), а так же улучшить формы кривых тока и напряжения электровоза без усложнения схемы выпрямительно-инверторного преобразователя.

В работе [3] В. В. Литовченко и Д. А. Донским была предложена структурная схема переключаемого КРМ (рис. 2, а). Исходя из условий эксплуатации электровоза, а так же риска возникновения перекомпенсации при смене режима работы, были приняты следующие параметры **LC**-цепи:  $L_k = 1,92 \text{ мГн}$ ,  $C_k = C_1 + C_2 = 250 \text{ мкФ}$ . При этом использова-

лись два конденсатора КЭК2-1,05-125 соединенных параллельно. Регулирование генерируемой реактивной мощности осуществлялось путем подключения модулей КРМ к секциям вторичной обмотки трансформатора с разными номинальными напряжениями с помощью контакторов **КМ1–КМ2**, а так же отключением одного из конденсаторов в батарее. Тиристоры **VS1–VS2** предназначены для отключения КРМ при возникновении аварийного режима. Преимуществом данной схемы является простота ее исполнения, а к недостаткам можно отнести невозможность плавного регулирования генерируемой реактивной мощности для эффективной работы во всем диапазоне токовых нагрузок.

Ю. М. Кулиничем и В. К. Духовниковым была предложена структурная схема управляемого КРМ [4, 5] (рис. 2, б). Помимо **LC**-цепи данная схема содержит так же вольтодобавочный трансформатор (ВДТ), автономный инвертор (АИН) и накопительный конденсатор  $C_E$ . АИН поддерживает на накопительном конденсаторе  $C_E$  постоянное напряжение  $E_d = 600 \text{ В}$ , а так же формирует на вторичной обмотке трансформатора напряжение  $U_{ВДТ-2}$ , изменение величины которого приводит к плавному изменению напряжения  $U_c$  на емкости  $C_k$ . Система управления КРМ состоит из датчиков напряжения (ДН) и тока (ДТ), а так же блоков синхронизации (БСИ) и управления инвертором (БУИ). Регулирование напряжения  $U_{ВДТ-1}$  происходит по принципу широтно-импульсной модуляции. Получая управляющие сигналы от БСИ и БУИ, устройство формирования импульсов управления (УФИУ) выдает импульсы различной ширины и распределяет их по транзисторным плечам АИН. Данная схема позволяет компенсировать реактивную мощность во всем диапазоне рабочих режимов электровоза.



тягового в активной мощности, и небольшую ее часть ( $P_{н/ст} \approx 1350 \text{ кВт}$ ) тяговый электровоз продолжал получать от подстанции. Его активная мощность составила  $P_T \approx 4840 \text{ кВт}$ , т. е. увеличилась на  $10 \text{ кВт}$ . При этом реактивная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией, возросла от  $Q_{н/ст} \approx 3430 \text{ кВАр}$  до  $Q_{н/ст} \approx 6725 \text{ кВАр}$  на величину потребляемой рекуперирующим электровозом реактивной мощности  $Q_p \approx 3295 \text{ кВАр}$ . И рекуперирующий и тяговый электровозы потребляли реактивную мощность от источника питания – тяговой подстанции. Полная мощность рекуперирующего электровоза составила  $S_p \approx 5425 \text{ кВА}$ . По сравнению с режимом 1, полная мощность тягового электровоза уменьшилась на  $5 \text{ кВА}$ , т. е. до  $S_T \approx 6195 \text{ кВА}$ , а тяговой подстанции – увеличилась на  $1065 \text{ кВА}$

т. е. до  $S_{н/ст} \approx 7460 \text{ кВА}$ . Коэффициент мощности рекуперирующего электровоза составил  $K_{мп} \approx 0,69$ , а тягового, как и в режиме 1 –  $K_{мп} \approx 0,78$ . В результате возникших в тяговой сети потерь, действующее значение напряжения на токоприемниках электровозов уменьшилось еще на  $760 \text{ В}$  т. е. от  $U_{1T} \approx 26245 \text{ В}$  в режиме 1 до  $U_{1T} \approx 25485 \text{ В}$ . Общее снижение величины напряжения, по сравнению с действующим значением первой гармоники напряжения холостого хода тяговой подстанции, составило  $\Delta U \approx 2015 \text{ В}$ .

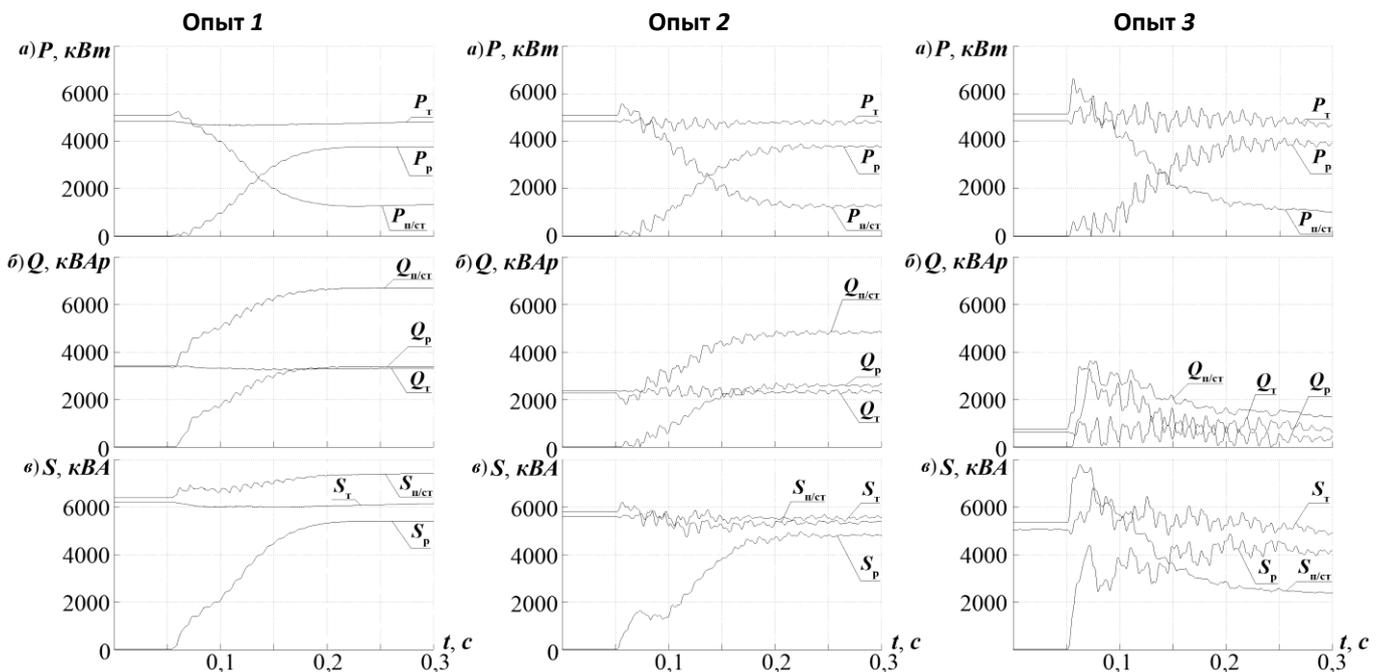


Рисунок 3. Графики изменения мощностей в опытах 1, 2 и 3:  
а – активных мощностей; б – реактивных мощностей; в – полных мощностей

При реализации второго опыта с электровозами, оборудованными переключаемыми КРМ, тяговый электровоз потреблял активную мощность  $P_T \approx 4830 \text{ кВт}$  (рис. 3, а). Активная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией при этом составила  $P_{н/ст} \approx 5085 \text{ кВт}$ , т. е. на  $5 \text{ кВт}$  меньше по сравнению с опытом 1. Реактивная мощность, потребляемая тяговым электровозом уменьшилась на  $1100 \text{ кВАр}$  и составила  $Q_T \approx 2275 \text{ кВАр}$ , а отдаваемая тяговой подстанцией – на  $1070 \text{ кВАр}$  до  $Q_{н/ст} \approx 2360 \text{ кВАр}$  (рис. 3, б). Полная мощность тягового электровоза уменьшилась на  $605 \text{ кВА}$  и составила  $S_T \approx 5595 \text{ кВА}$ , а тяговой подстанции – на  $585 \text{ кВА}$  до  $S_{н/ст} \approx 5810 \text{ кВА}$  (рис. 3, в). По сравнению с опытом 1, действующее значение напряжения на токоприемнике электровоза увеличилось на  $315 \text{ В}$  т. е. до  $U_{1T} \approx 26560 \text{ В}$ , а падение напряжения составило  $\Delta U \approx 940 \text{ В}$ , т. е. уменьшилось на  $315 \text{ В}$ . При применении переключаемого КРМ коэффициент мощности тягового электровоза увеличился на  $0,08$ , т. е. до  $K_{мп} \approx 0,86$ .

После включения рекуперации на втором электровозе в режиме 2, отдаваемая им в тяговую сеть активная

мощность составила  $P_p \approx 3765 \text{ кВт}$ , т. е. увеличилась на  $5 \text{ кВт}$ , по сравнению с опытом 1. Его реактивная мощность при этом была  $Q_p \approx 2580 \text{ кВАр}$ , т. е. уменьшилась на  $795 \text{ кВАр}$ . Полная мощность уменьшилась на  $625 \text{ кВА}$  и составила  $S_p \approx 4800 \text{ кВА}$ . Коэффициент мощности рекуперирующего электровоза увеличился на  $0,09$  до  $K_{мп} \approx 0,78$ .

Активная мощность, потребляемая тяговым электровозом при этом составила  $P_T \approx 4815 \text{ кВт}$ , т. е. уменьшилась на  $25 \text{ кВт}$ , по сравнению с опытом 1, а его реактивная мощность уменьшилась на  $1000 \text{ кВАр}$ , т. е. до  $Q_T \approx 2345 \text{ кВАр}$ . Полная мощность тягового электровоза составила  $S_T \approx 5570 \text{ кВА}$ , т. е. уменьшилась на  $630 \text{ кВА}$ . Активная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией уменьшилась на  $60 \text{ кВт}$  и составила  $P_{н/ст} \approx 1290 \text{ кВт}$ , а реактивная – уменьшилась на  $1895 \text{ кВАр}$  т. е. до  $Q_{н/ст} \approx 4830 \text{ кВАр}$ . Полная мощность, отдаваемая подстанцией, составила  $S_{н/ст} \approx 5370 \text{ кВА}$ , т. е. уменьшилась на  $2090 \text{ кВА}$ . В отличие от предыдущего опыта, при применении переключаемого КРМ происходит уменьшение полной мощности, отдаваемой тяговой подстанцией, при включении рекуперации на

втором электровозе. По сравнению с опытом 1, напряжение на токоприемнике тягового электровоза увеличилось на 565В, т. е. составило  $U_{1т} \approx 26050В$ , а снижение относительно напряжения холостого хода тяговой подстанции уменьшилось на эту же величину, т. е. до  $\Delta U \approx 1450В$ .

В опыте 3 с электровозами, оборудованными управляемым КРМ, до включения рекуперации на втором электровозе (режим 1), тяговый электровоз потреблял активную мощность  $P_{т} \approx 4830кВт$  (рис. 3, а). Его реактивная мощность уменьшилась на 2635кВАр по сравнению с опытом 1 и на 1535кВАр по сравнению с опытом 2, и составила  $Q_{т} \approx 740кВАр$  (рис. 3, б), а полная мощность – уменьшилась на 1125кВА и 520кВА, соответственно, и составила  $S_{т} \approx 5035кВА$  (рис. 3, в). Применение управляемого КРМ повысило коэффициент мощности тягового электровоза до  $K_{мп} \approx 0,96$ , т. е. на 0,18, по сравнению с опытом 1 и 0,1 по сравнению с опытом 2.

Активная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией при этом составила  $P_{п/ст} \approx 5080кВт$ , т. е. уменьшилась на 10кВт по сравнению с опытом 1 и на 5кВт по сравнению с опытом 2, а реактивная, соответственно, уменьшилась на 2675кВАр и на 1605кВАр до  $Q_{п/ст} \approx 755кВАр$ . Полная мощность, отдаваемая подстанцией составила  $S_{п/ст} \approx 5345кВА$ , т. е. уменьшилась на 1050кВА по сравнению с опытом 1 и на 465кВА по сравнению с опытом 2.

Действующее значение основной гармоники напряжения на токоприемнике электровоза увеличилось, по сравнению с опытом 1, на 1150В и на 835В, по сравнению с опытом 2, т. е. до  $U_{1т} \approx 27395В$ .

После включения рекуперации на втором электровозе (режим 2), отдаваемая им в тяговую сеть активная мощность составила  $P_{р} \approx 3980кВт$ , т. е. увеличилась на 220кВт, по сравнению с опытом 1 и на 215кВт, по сравнению с опытом 2. Его реактивная мощность составила  $Q_{р} \approx 305кВАр$ , т. е. уменьшилась на 3075кВАр, по сравнению с опытом 1 и на 2275кВАр, по сравнению с опытом 2. Полная мощность уменьшилась на 1285кВА по сравнению с опытом 1 и на 660кВА, по сравнению с опытом 2 и составила  $S_{р} \approx 4140кВА$ . Применение управляемого КРМ повысило коэффициент мощности рекуперирующего электровоза до  $K_{мп} \approx 0,96$ , т. е. на 0,27 по сравнению с опытом 1 и на 0,18 по сравнению с опытом 2.

Активная мощность, потребляемая тяговым электровозом при этом составила  $P_{т} \approx 4790кВт$ , т. е. уменьшилась на 50кВт, по сравнению с опытом 1 и на 25кВт, по сравнению с опытом 2. Его реактивная мощность уменьшилась на 3110кВАр по сравнению с опытом 1 и на 2110кВАр по сравнению с опытом 2, т. е. до  $Q_{т} \approx 235кВАр$ . Полная мощность тягового электровоза составила  $S_{т} \approx 5120кВА$ , т. е. уменьшилась на 1075кВА по сравнению с опытом 1 и на 450кВА по сравнению с опытом 2. Коэффициент мощности тягового электровоза уменьшился на 0,02, по сравнению с режимом 1, и составил  $K_{мп} \approx 0,94$ , но, тем не менее, этот показатель выше на 0,16 по сравнению с опытом 1 и на 0,08 по сравнению с опытом 2.

Активная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией уменьшилась на 305кВт по сравнению с опытом 1 и на 244кВт, по сравнению с опытом 2, т. е. до  $P_{п/ст} \approx 1045кВт$ , а реактивная, соответственно, уменьшилась на 5980кВАр и на 4085кВАр т. е. до  $Q_{п/ст} \approx 745кВАр$ . Полная мощность, отдаваемая подстанцией составила  $S_{п/ст} \approx 2360кВА$ , т. е. уменьшилась на 5100кВА по сравнению с опытом 1 и на 3010кВА, по сравнению с опытом 2. При применении управляемого КРМ, полная мощность, отдаваемая тяговой подстанцией, в режиме 2 снижается на 2985кВА, по сравнению с режимом 1, т. е. более чем в два раза.

По сравнению с опытом 1, действующее значение основной гармоники напряжения на токоприемнике тягового электровоза увеличилось на 2130В и на 1565В по сравнению с опытом 2, т. е. до  $U_{1т} \approx 27615В$ . Вместо снижения напряжения, теперь наблюдается его увеличение на 115В, по сравнению с действующим значением напряжения холостого хода тяговой подстанции.

Таким образом, применение управляемого КРМ позволяет существенно снизить нагрузку на тяговую подстанцию, снизить потери активной мощности, а так же повысить эффективность рекуперативного торможения электровозов переменного тока.

#### Литература

1. Савоськин А.Н., Пудовиков О.Е., Гарбузов И.И. Анализ электромагнитных процессов в тяговой сети при взаимодействии электровозов в режимах тяги и рекуперации. «Электротехника» №5 2014, С. 47-52, Фирма Знак, Москва – 2014.
2. Савоськин А.Н., Болдин Д.И., Телегин М.В. Гарбузов И.И. Программно-аппаратный комплекс реального времени для имитационного моделирования электромагнитных процессов в электрических ж. д. переменного тока. Университетский научный журнал №5 (2014), С. 109-115 Санкт-Петербургский университетский консорциум. – СПб., 2013.
3. Донской Д.А. Регулируемый компенсатор реактивной мощности для электровозов однофазно-постоянного тока – автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, МГУПС – М., 2007.
4. Пат. 2420848 Российская Федерация, МПКН 02 J 3/18. Трёхфазный компенсатор реактивной мощности [Текст] / Ю.М. Кулинич, В.К. Духовников; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». – №2010123772/07; заявл. 10.06.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. №16. – 9 с.
5. Савоськин А.Н., Кулинич Ю.М., Духовников В.К. Применение активного фильтра для нормализации качества электрической энергии// Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. – №2. – С. 7-9.

## О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СКЛАДОВ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЗДАНИЙ ВЕРТОЛЕТОМ МИ-8 ПО СРОКАМ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Шаленный Василий Тимофеевич**

*доктор технических наук, профессор, Национальная академия природоохранного и курортного строительства  
г. Симферополь*

**Балакчина Ольга Львовна**

*ассистент, Национальная академия природоохранного и курортного строительства, г. Симферополь*

**Абакумов Владислав Игоревич**

*студент, Национальная академия природоохранного и курортного строительства, г. Симферополь*

*THE FEASIBILITY ASSESSMENT OF STORAGE BUFFERS ARRANGEMENT WITH THE PARTIAL REPLACEMENT OF SINGLE-STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS' ROOF STRUCTURES UPON ITS USAGE TERMS BY A HELICOPTER MI-8*

*Shalenny Vasily Timofeyevich, doctor of technical sciences, professor, National academy of environmental and resort construction, Simferopol*

*Balakchina Olga Lvovna, assistant, National academy of environmental and resort construction, Simferopol*

*Abakumov Vladislav Igorevich, student, National academy of environmental and resort construction, Simferopol*

### АННОТАЦИЯ

*Проведено сравнение моделей продолжительности выполнения работ при реконструкции кровли. Рассмотрены возможные варианты протекания технологического процесса монтажно-демонтажных работ по замене элементов покрытия промышленных зданий с использованием вертолета для установления целесообразных границ организации промежуточных складов конструкций по срокам его выполнения.*

### ABSTRACT

*The comparison of execution time models when reconstructing the roof is made. Possible variants of erection and demolition works' technological process on roof elements replacement of the industrial buildings by means of a helicopter to establish efficient boundaries of construction's storage buffer arrangement upon its execution period are considered.*

*Ключевые слова: строительство; реконструкция; замена плит покрытия; вертолет; склады конструкций; продолжительность.*

*Keywords: construction; reconstruction; replacement of roof slabs; helicopter; construction's storage buffers; duration.*

При реконструкции кровли предприятий металлургической промышленности монтажно-демонтажные работы (МДР) достаточно сложно механизировать, что связано с показателями внешней и внутренней стесненности реконструируемого объекта [4, 8]. При этом работы по реконструкции на объекте рассредоточены и имеют небольшие объемы. Проведение МДР в условиях непрерывного производства и сложившегося генерального плана предприятия затрудняется и ограничивается применением возможных средств механизации. В практике встречаются строительные площадки с настолько жесткими показателями внешней стесненности, что применение вертолетов для выполнения МДР является не только экономически целесообразным, но и единственно возможным способом.

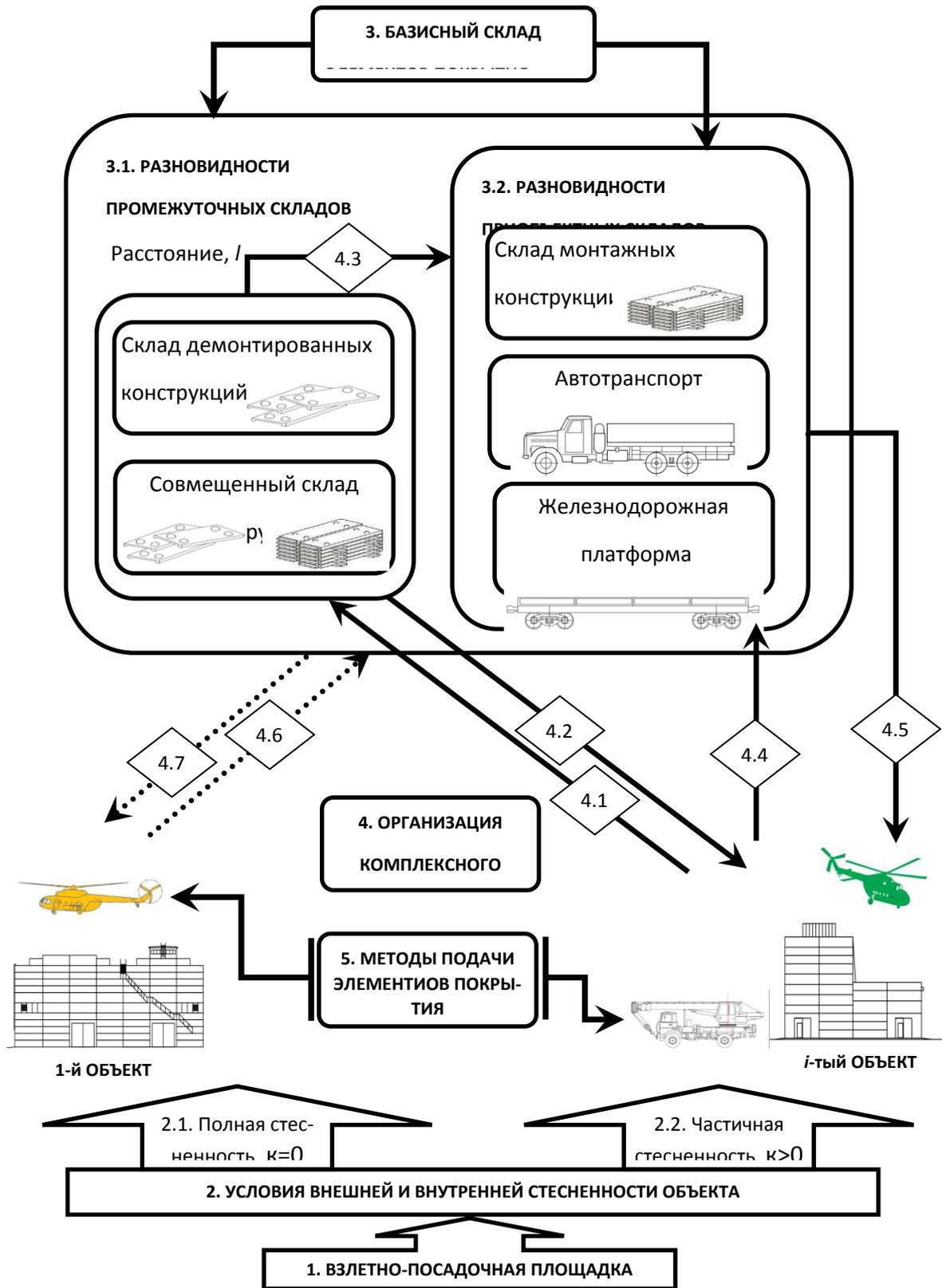
А в условиях постоянно возрастающих затрат на эксплуатацию этих машин, все актуальней становится проблема оценки целесообразности области эффективного использования вертолетной техники при реконструкции.

Проблемы повышения эффективности производства монтажно-демонтажных работ в условиях реконструкции отражены в таких фундаментальных работах, как справочник «Реконструкция промышленных предприятий» [8] под редакцией В.Д. Топчия. Дальнейшее развитие этой теории, применительно к вертолетному монтажу, получило в трудах известных ученых: Гончаренко Д.Ф. и Торкатюка В.И. [3], Давыдова В.А. [4], Несевири П.И. [5], Березюка А.Н., Шаленного В.Т. и Дикарева К.Б. [7]. Большой вклад в продвижение вертолетных технологий в практику реконструкции внесла научно-исследовательская вертолетная фирма «Аэроспецмонтаж» во главе с директором Козловским Л.К. [9]. Также в разработку современных методов выполнения монтажно-демонтажных работ МДР с использованием вертолета

внесли известные российские ученые, такие как Козловский В.Б., Паршенцев С.А., Ефимов В.В. [6], Барон Р.И. [1]. Все работы этих специалистов и коллективов направлены на поиск новых конструктивных решений по созданию технических средств и технологий для проведения работ с использованием вертолетов.

Однако в выше перечисленных работах практически не рассматриваются вопросы определения области эффективного применения вертолетов на строительномонтажных работах и рационального размещения рабочих площадок. Ранее нами было показано, что, для сокращения производственного цикла по замене плит покрытия, следует сократить время перелетов между площадками путем сокращения расстояния между ними или их объединением [2]. Там впервые проведено сравнение предложенных временных моделей продолжительности выполнения МДР при различных условиях расположения грузовой, складской и посадочной площадок, при этом посадочная площадка оборудована средствами заправки в обоих случаях.

В развитие упомянутой работы, а также на основе выше представленного анализа и производственного опыта проектирования технологических процессов, полученного в фирме «Аэроспецмонтаж», в 1996 – 2003 годах, разработана графическая модель возможных вариантов протекания технологического процесса МДР по замене элементов покрытия промышленных зданий с использованием вертолета (рис. 1). Из представленной там графической модели можно выделить два основных варианта размещения складов. Каждый из вариантов имеет свою рациональную область, которая, прежде всего, зависит от показателя полной или частичной внешней стесненности строительной площадки.



**Рисунок 1. Графическая модель отбора возможных вариантов протекания технологического процесса МДР по замене элементов покрытия промышленных зданий с использованием вертолета**

В условиях полной стесненности ( $k = 0$ ), монтажные конструкции подаются с базисного склада на промежуточные склады. Промежуточный склад может быть представлен в виде (3.1, 3.2): открытой наземной площадки для монтажных элементов; железнодорожной платформы или автотранспорта с технологической эстакадой; совме-

щенного склада для монтажных и демонтированных элементов покрытия; склада для демонтированных элементов покрытия. При организации технологического процесса в условиях полной стесненности строительной площадки транспортным и монтажным средством конструкций является только вертолет.

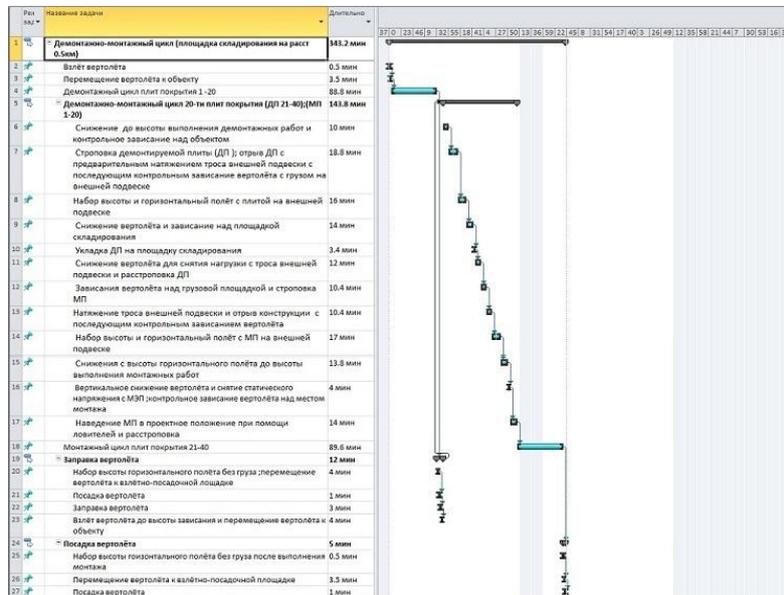
При частичной стесненности ( $\kappa > 0$ ), целесообразно создание приобъектного склада (3.2), по возможности, вдоль реконструируемого здания. Это позволит избежать временных затрат на транспортировку монтажных элементов покрытия. Однако в этом случае возникает проблема с подцепкой конструкций вертолетом в режиме висения: из-за отбрасываемого несущим винтом потока воздуха вниз, в воздух могут быть подняты предметы, находящиеся в зоне монтажа, что в свою очередь может привести к аварийной ситуации. Следовательно, подачу монтажных элементов под монтаж с приобъектного склада осуществляют с предварительной разгрузкой на крыше, мобильным монтажным средством. Дальнейший технологический процесс по замене плит покрытия производится вертолетом. Для складов демонтированных конструкций обеспечивают открытый подход с воздуха.

Однако организация перечисленных складов сопряжена с определенными дополнительными затратами, а поэтому эффективность их устройства можно оценить

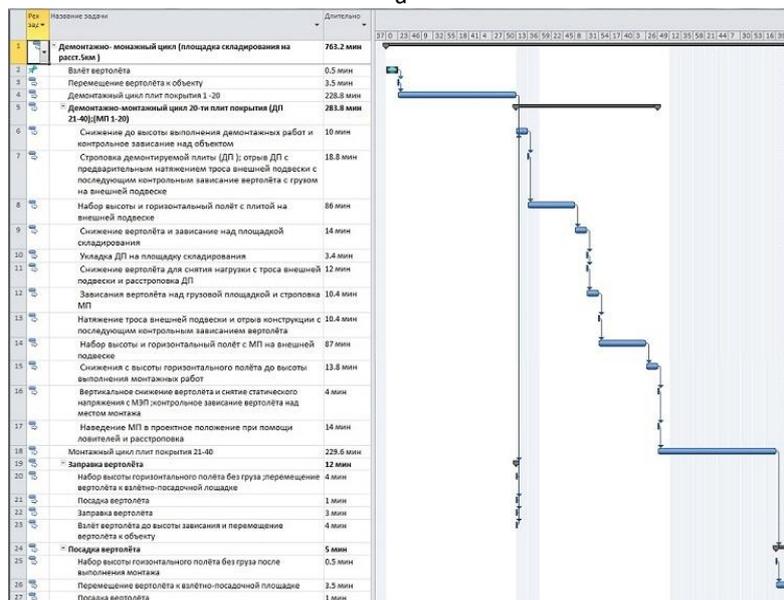
только по сумме всех составляющих себестоимости монтажно-демонтажного процесса. И здесь определяющее значение имеют сроки использования ведущей машины (вертолет).

Для анализа продолжительности выполнения работ по реконструкции кровли, при различном размещении промежуточных складов, была разработана методика моделирования монтажно-демонтажных процессов. Модели указанных процессов были построены с использованием программного комплекса Microsoft Project, как показано на рис. 2. Целью исследования была оценка влияния расстояния от объекта реконструкции до промежуточного склада на продолжительность МДР.

Как видно из рис.2, при одном и том же объеме работ по замене плит на объекте (40 шт.), с увеличением расстояния от объекта до промежуточного склада от 0,5 до 7,5 км, сроки выполнения работ увеличиваются от 343 до 763 мин, т.е. более чем в два раза (рис.3).

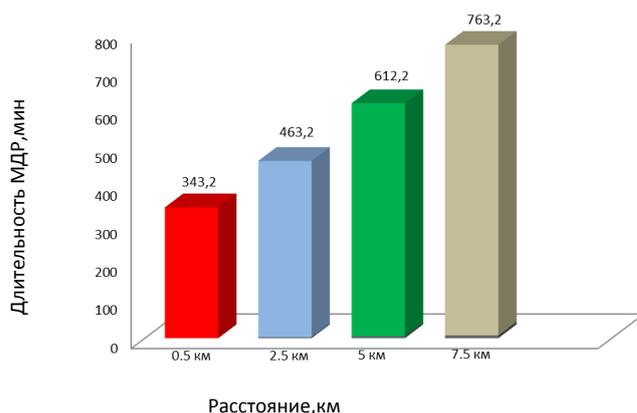


а

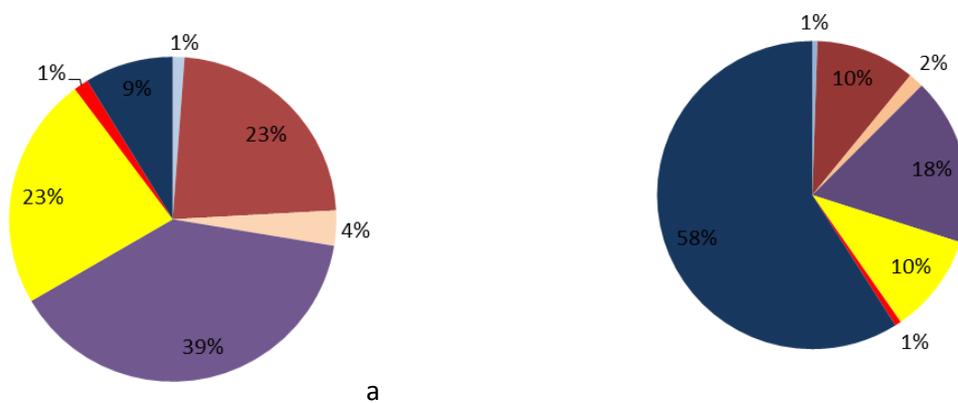


б

Рисунок 2. Календарный график производства работ в зависимости от размещения площадки складирования на расстоянии от объекта: а - 0,5 км; б – 7,5 км.



**Рисунок 3.** Изменение общей длительности реконструкционных работ в зависимости от дальности расположения площадки складирования от объекта.



- - взлет и перемещение вертолёта к объекту реконструкции;
- - демонтажный цикл плит покрытия с1-й по 20-ю;
- - заправка вертолета;
- - монтажный цикл плит покрытия с 21-й по 40-ю;
- - перемещение вертолета на посадочную площадку с последующей посадкой;
- - общее время перемещения вертолета между объектом и площадкой складирования
- - монтажно-демонтажный цикл 20-ти плит покрытия (демонтаж плит с 21-й по 40-ю; монтаж с 1-й по 20-ю).

**Рисунок 4.** Изменение структуры затрат времени на общий цикл реконструкционных работ при расположении площадки складирования на расстоянии: а - 0,5 км; б - 7,5 км от объекта.

На рис.4 представлена структура изменения временных параметров в связи с изменением дальности перелетов до промежуточной площадки. Таким образом установлено количественная взаимосвязь временных параметров технологического цикла МДР с использованием промежуточного склада от его возможного расположения. Она свидетельствует о значительном влиянии изученного фактора на конечную продолжительность производственного процесса.

Полученные результаты могут стать основой разрабатываемой в дальнейшем для методики оценки суммарной себестоимости процесса МДР с целью экономического обоснования целесообразности организации промежуточных складов.

**Литература:**

1. Барон Р.М., Макаров К.Н. Производство монтажных работ с помощью вертолетов. - М.: Стройиздат, 1984. – 124 с.
2. Балакчина О. Л. Временная модель производственного цикла монтажно-демонтажных работ при замене конструкций кровли вертолетом // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. - Симферополь: НАПКС, 2013.- Вып. 45. - С. 90-96.
3. Гончаренко Д.Ф., Торкатюк В.И., Кобзев И.М. и др. Реконструкция промышленного здания с использованием вертолета МИ-10К //Промышленное строительство. 1984. №8. с.40-41.
4. Давыдов В.А. и др. Монтаж конструкций реконструируемых промышленных предприятий / В.А. Давыдов, А.Я. Конторчик, В.А. Шевченко. – М.: Стройиздат, 1987. – 208 с.
5. Несевря П.И. «Обоснование выбора метода замены плит покрытия при реконструкции одноэтажных промышленных зданий»: Дисс. на соискание уч. степ. канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1991. – 125 с

6. Козловский В.Б., Паршенцев С.А., Ефимов В.В. Вертолет с грузом на внешней подвеске. Научное издание. – М.: Машиностроение – Полет, 2008. – 304 с.
7. Реконструкція промислових та цивільних будівель. Навчальний посібник / А.М. Березюк, В.Т. Шаленний, К.Б. Дікарев, О.О. Кириченко. ПДАБА, 2010. – м. Дніпропетровськ, ТОВ «ЕНЕМ», 2010. – 184 с.
8. Реконструкция промышленных предприятий. В 2т. Т2 / В.Д. Топчий, Р.А. Гребенник, В.Г. Клименко и др.; Под ред. В.Д. Топчия, Р.А. Гребенника. – М.: Стройиздат, 1990. – 623 с. – (Справочник строителя).
9. Скоков А.М., Козловский Л.Н., Гринюк О.Л. Опыт использования вертолета Ми-8мт для монтажа и демонтажа плит покрытия //Будівництво України, 1998, №1, С.31-32.

## МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ – ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Швецова-Шиловская Татьяна Николаевна**

*профессор, доктор технических наук, начальник отделения*

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (ФГУП «ГосНИИОХТ»), г. Москва*

**Горский Владимир Григорьевич**

*профессор, доктор технических наук, начальник отдела*

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва*

**Назаренко Денис Игоревич**

*кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник*

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва*

**Афанасьева Александра Алексеевна**

*кандидат технических наук, начальник отдела*

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва*

### THE METHODOLOGY OF THE ASSESSMENT OF EMERGENCY RISK IS THE BASIS OF ENSURING INDUSTRIAL SAFETY

*Shvetsova-Shilovskaya Tatyana Nikolaevna, professor, doctor of technical sciences, head of department The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow*

*Gorsky Vladimir Grigoryevich, professor, doctor of technical sciences, head of department, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow*

*Nazarenko Denis Igorevich, candidate of technical sciences, leading scientist, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow*

*Afanasyeva Aleksandra Alekseevna, candidate of technical sciences, head of department, The State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*Проблема анализа опасности и оценки риска аварий на объектах техносферы в настоящее время приобретает одно из первостепенных значений. Анализ риска является тем методическим инструментом, с помощью которого может быть оценена потенциальная угроза, исходящая от опасных производственных объектов. Сотрудниками ФГУП «ГосНИИОХТ» разработано методическое и программное обеспечение для анализа и оценки риска аварий на опасных производственных объектах.*

#### ABSTRACT

*Now the problem of the analysis of hazard and assessment of risk of accidents on objects of a technosphere is important. The analysis of risk is applied to estimate the potential threat proceeding from dangerous chemical objects. The methodical and the software for the analysis and an assessment of risk of accidents on hazardous production facilities have been developed.*

*Ключевые слова: методология анализа риска; опасный производственный объект; риск; промышленная безопасность*

*Keywords: methodology of the analysis of risk; dangerous chemical objects; emergency risk; industrial safety*

В настоящее время в Российской Федерации важнейшим направлением государственной политики является создание механизмов предупреждения аварийных ситуаций на опасных производственных объектах с применением критериев риска. Центральное место начинает занимать предварительный анализ рисков, система мониторинга и прогнозирования аварий.

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах является составной частью управления промышленной безопасностью. До шестидесятых годов прошлого столетия анализ безопасности основывался преимущественно на эмпирических методах. В появлении и становлении современной теории анализа риска основ-

ную роль сыграли работы по анализу опасности эксплуатации атомных электростанций, выполненные группой исследователей во главе с профессором Н. Расмуссеном [1]. Методы и приемы оценки последствий аварий, процедуры вычисления риска, использованные в [1], были взяты в дальнейшем на вооружение в других отраслях промышленности и, в частности, в химической.

Возникновение крупных аварий на некоторых промышленных предприятиях привело к появлению ряда фундаментальных работ по прогнозированию риска аварий на реальных промышленных объектах различного назначения, а также резко активизировало законодательскую, научно-методологическую, нормативно-методическую и организационную деятельность по созданию системы химической безопасности [2-3].

В рамках реализации государственных научно-технических программ, Федеральных целевых программ, а также программ международного научно-технического сотрудничества в последнее десятилетие интенсивно развиваются исследования по анализу риска и его приложениям в различных областях, причем, не только применительно к техническим объектам, но и к природному риску. Постепенно внедряется новый подход к обеспечению защищенности населения, объектов экономики и окружающей среды от природных и техногенных опасностей, основанный на оценке рисков и их допустимых значениях.

В настоящее время для анализа опасности и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (ОПО) разработан ряд методических материалов [4-6]. Однако в данных нормативно-методических документах приведены лишь общие требования к анализу риска, а практически пригодных методик, в которых подробно описывались бы все стадии расчета риска с представлением соответствующих формул и примеров пока не создано.

ФГУП «ГосНИИОХТ», начиная с 90-х годов, активно занимается проблемами, связанными с обеспечением безопасности ОПО, и развитием методологии оценки риска аварий [7,8]. Сотрудниками ФГУП «ГосНИИОХТ» разработано методическое и программное обеспечение для анализа и оценки риска аварий на опасных производственных объектах.

Оценка риска представляет собой комплексную процедуру, включающую целый ряд этапов. В зависимости от того, о каком периоде жизненного цикла объекта идет речь, степень глубины и детализации риска аварии будет разной.

На рисунке 1 представлена блок-схема количественной оценки риска, наглядно показывающая последовательность действий, которой нужно придерживаться при оценке риска опасного производственного объекта. Данная процедура может использоваться на любом этапе жизненного цикла объекта и соответствует требованиям нормативных документов [4].

Общая блок-схема расчета количественных показателей риска предусматривает учет вклада в общий риск негативных последствий различных типов, таких как токсическое воздействие при распространении опасных веществ, барическое воздействие в случае взрывов конденсированных взрывчатых веществ, топливно-воздушных

смесей или перегретых жидкостей, термическое воздействие вследствие горения проливов, газовых или жидкостных струй, а также сгорания топливно-воздушных смесей в случае образования огненного шара, также могут быть учтены и другие типы поражения.

Первым этапом количественной оценки риска является предварительный анализ опасности. Назначение этого этапа состоит в том, чтобы выявить возможные источники аварийной опасности на ОПО и выбрать среди них те, которые могут внести наибольший вклад в величину риска

Для реализации первого этапа разработан метод выбора опасных технологических блоков на производственном объекте. Основу метода составляют комплексные показатели опасности технологических блоков, которые получены на основе математического моделирования поражающих факторов аварии и вычислительного эксперимента. Метод позволяет выбрать технологические блоки, которые необходимо рассматривать при количественной оценке риска [9].

Для выбранных опасных технологических блоков на втором этапе составляются сценарии возможных аварийных ситуаций, каждый из которых представляет собой определенную последовательность логически связанных между собой событий, приводящую в конечном итоге к опасным последствиям – поражающим факторам.

Для реализации данного этапа разработан каталог типовых сценариев возможных аварийных ситуаций на ОПО с учетом свойств опасных веществ, их агрегатного состояния и условий технологического процесса [10].

На третьем этапе выполняется частотный анализ аварийных событий, и определяются частоты (вероятности) реализации поражающих факторов аварии [11].

Далее на четвертом этапе осуществляется математическое моделирование аварийных событий. Проводится выбор математических моделей физических явлений, сопровождающих этапы развития аварии (таких как испарение, распространение в атмосфере газов, паров и др.) и методик для расчета последствий аварийных ситуаций.

Информация по частотам реализации поражающих факторов и зонам поражения накапливается в базе данных. На этом завершаются предварительные расчеты, предшествующие расчету количественных показателей риска.

На следующем этапе проводится расчет количественных показателей риска. При оценке риска ОПО наиболее информативными количественными показателями риска являются: потенциальный территориальный риск, индивидуальный риск, социальный риск ( $F-N$  кривые), экономический ущерб ( $F-G$  кривые).

Для расчета экономического ущерба в настоящее время существует ряд нормативных методик [12-13]. Однако ни одна из существующих методик не пригодна для решения прогностических задач по оценке ущерба, что особенно важно при расчете ожидаемой величины экономического ущерба и  $F-G$  кривой и при формировании определенного резерва денежных средств.



Рисунок 1 - Блок-схема количественной оценки риска аварий

Нами создана новая методика оценки общего экономического ущерба, позволяющая оценивать ущерб от произошедшей или прогнозируемой аварии на ОПО, включая прямой, косвенный, социально-экономический, экологический ущерб, а также затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование причин аварии [14].

Для практической реализации разработанных методов и математических моделей разработан программный комплекс для оценки риска аварий на ОПО. Блок-схема комплекса представлена на рисунке 2.

Программный комплекс для оценки риска аварий на опасных производственных объектах использовался при проведении анализа опасности и оценки риска аварий ряда опасных производственных объектах [8].

В заключение хотелось бы отметить, что аварии на предприятиях представляют собой одну из главных опасностей современной индустрии. Развитие методов прогнозирования возникновения и последствий аварийных ситуаций, а также оценки риска аварий является неотъемлемой частью общей задачи обеспечения безопасности эксплуатации опасных производственных объектов.

#### Литература:

1. Reactor Safety Studia – an Assessment of Accident Risk in US Commercial Nuclear Plants. WASH 1400. United

States Nuclear Regulatory Commission. (NUREG-75/014), 1975.

2. Major Accident Hazards of Industrial Activities ("Seveso Directive"). European Economic Community, Council Directive 82-501-EES Official Journal (OJ), Reference NL 230.5.8, 1982.
3. Paradakis G.A., Amendola A. Guidance on the Preparation of a Safety Report to Meet the Requirements of Council Seveso Directive 96/82/EC (Seveso II). EC Publication, Luxembourg, 1987.
4. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов (утв. Постановлением Госгортехнадзора от 10.07.2001 г. № 30).
5. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 г. № 182).
6. Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ. (методика "ТОКСИ", редакция 3.1 "ТОКСИ-3"). Сборник документов «Моделирование аварийных ситуаций на опасных производственных объектах», сер. 27, вып. 5. - М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006.

7. Горский В.Г., Моткин Г.А., Петрунин В.А., Терешенко Г.Ф., Шаталов А.А., Швецова-Шиловская Т.Н. Научно-методические аспекты анализа аварийного риска. – М.: Экономика и информатика, 2002. – 260 с.
8. Швецова-Шиловская Т.Н., Горский В.Г., Терешенко Г.Ф., Шаталов А.А. Частотный анализ. – Смоленск: Ойкумена, 2004.-208 с.
9. Назаренко Д.И., Афанасьева А.А., Швецова-Шиловская Т.Н., Громова Т.В., Самсонов В.А., Петрунин В.А., Иванов Д.Е. Комплексные показатели опасности технологических блоков производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. – 2013. - № 9. – С. 72-75.
10. Назаренко Д.И., Афанасьева А.А., Соколов Ф.П., Самсонов В.А., Иванов Д.Е., Громова Т.В., Швецова-Шиловская Т.Н. Анализ опасностей и количественная оценка риска объекта по производству этилена и пропилена // Безопасность труда в промышленности. – 2011. - № 11. – С. 77-81.
11. Иванов Д.Е., Громова Т.В., Назаренко Д.И., Самсонов В.А., Гамзина Т.В., Швецова-Шиловская Т.Н. Нормативно-методические подходы к определению частоты возникновения и развития пожара // Безопасность труда в промышленности. – 2012. - № 6. – С. 68-71.
12. РД 03-496-02. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектов. (утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 29.10.2002 г. № 63).
13. РД 03-626-03. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (утв. Приказом МЧС и Ростехнадзора от 15.08.2003 г. № 482/175а).
14. Громова Т.В., Швецова-Шиловская Т.Н., Горский В.Г., Назаренко Д.И., Иванов Д.Е., Афанасьева А.А. Оценка экономического ущерба, причиненного в результате воздействия химических факторов при аварии на химически опасном объект // Химическая и биологическая безопасность. – 2012. - № 1-2. – С. 28-34.

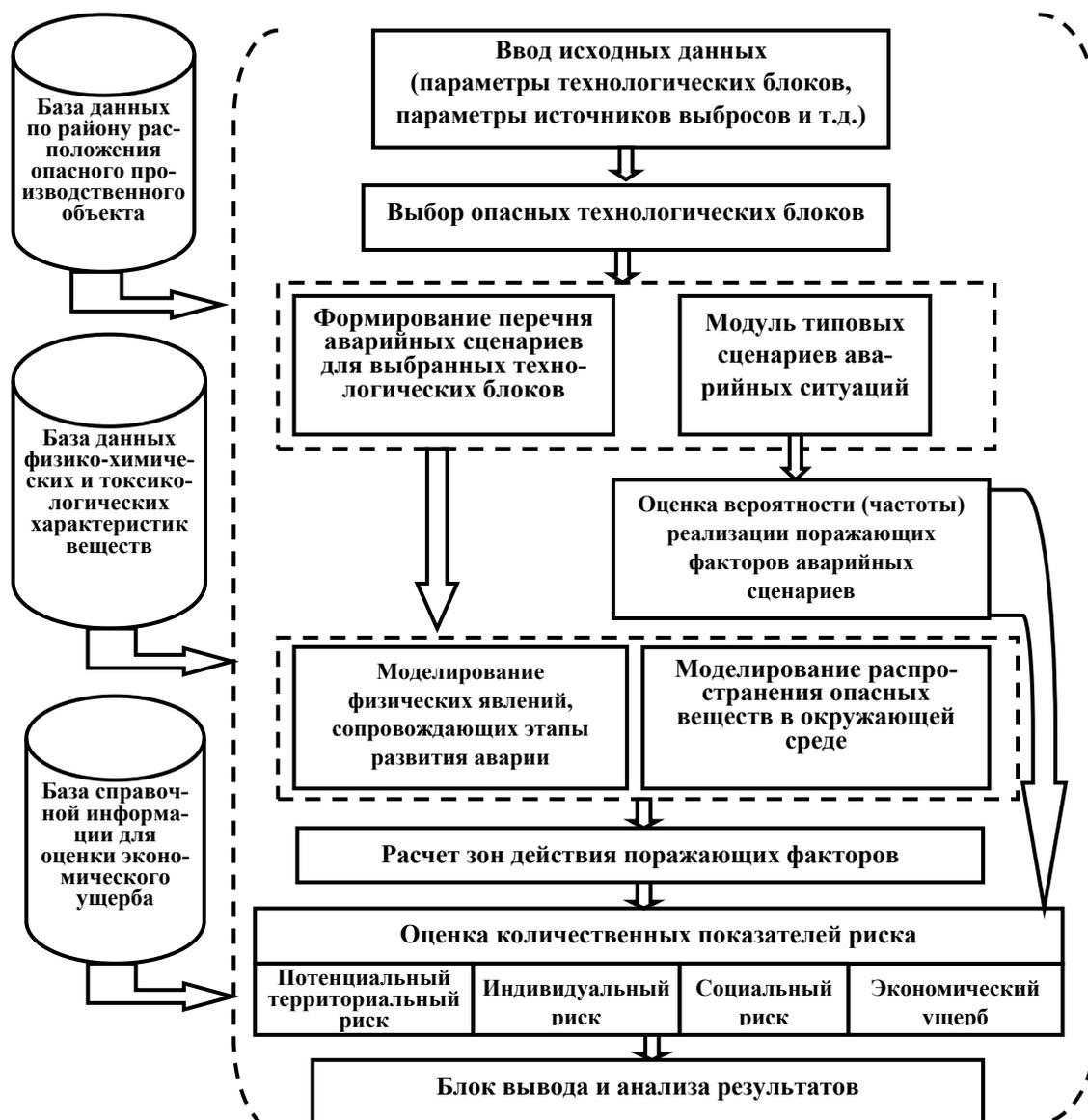


Рисунок 2 – Блок-схема программного комплекса для оценки риска аварий на опасных производственных объектах

## ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРЕДАТЧИКА И ПРИЕМНИКА ПРИ ВИДЕО ТРАНСЛЯЦИИ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ<sup>1</sup>

**Скоруход Сергей Васильевич**

кандидат технических наук, доцент, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности  
Южного федерального университета, г. Таганрог

**Хусаинов Наиль Шавкятович**

кандидат технических наук, доцент, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности  
Южного федерального университета, г. Таганрог

### SOME ASPECTS OF TRANSMITTER AND RECEIVER INTERACTION IN THE VIDEO BROADCAST ON THE LOCAL NETWORK<sup>2</sup>

Skorokhod S.V., Ph.D, Associate Professor, Institute of Computer Technology and information Security, Southern Federal University, Taganrog

Khusainov N.S., Ph.D, Associate Professor, Institute of Computer Technology and information Security, Southern Federal University, Taganrog

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы взаимодействия передатчика и приемника при видеотрансляции в локальной сети. Предложена многопоточная структура передатчика и приемника, которая позволяет наиболее оптимально использовать многоядерные ресурсы современных вычислительных систем. Предложена структура и методика функционирования приемника RTP-пакетов, основанная на реализации буфера видео кадров.

#### ABSTRACT

Issues of interaction of the video broadcast transmitter and receiver within the local network are considered. Multi-threaded structure of the transmitter and receiver is proposed. This structure enables the best use of the resources of modern multi-core computing systems. The structure and method of operation of the RTP-packets receiver are described. They are based on the implementation of the video frame buffer.

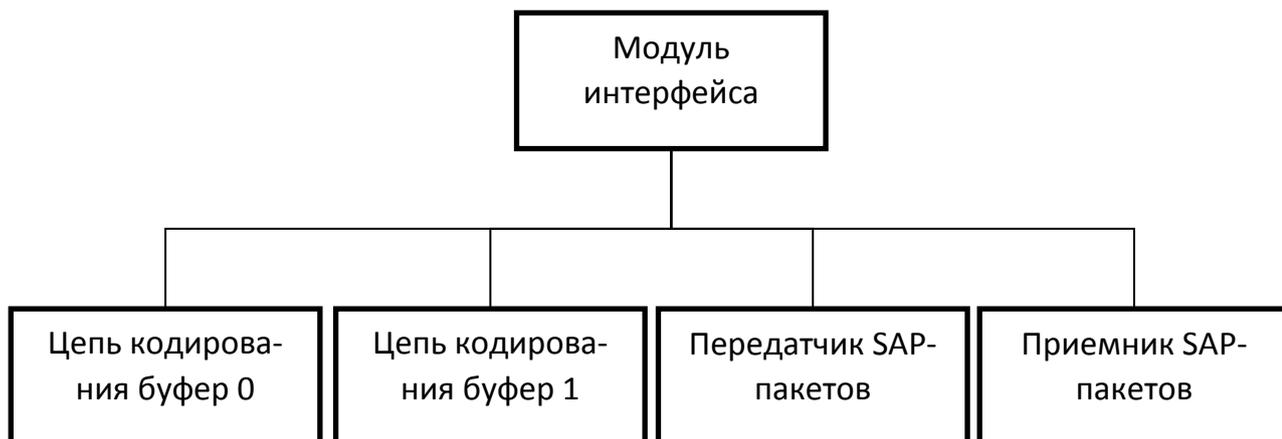
*Ключевые слова:* видео трансляция передатчик приемник.

*Keywords:* broadcast video transmitter receiver.

**Постановка задачи.** Для проведения видео трансляции по локальной сети требуется наличие двух программных инструментов: передатчика и приемника видео потока. Помимо основных задач кодирования, декодирования и воспроизведения видео, эти инструменты должны решать ряд вспомогательных задач: оповещение всех узлов сети о параметрах передаваемого сигнала, пакетизацию передаваемых видео данных, сбор принятых

пакетов и восстановление видео ряда, отслеживание активности источников трансляции. Данная работа посвящена обсуждению вопросов практической реализации взаимодействия передатчика и приемника, выполненной с целью трансляции видео в формате jpeg2000.

**Передатчик видео потока.** Укрупненная структура передатчика изображена на рис.1.



**Рисунок 1. Структура передатчика видео потока**

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания по теме

"Информационно-алгоритмическое обеспечение систем цифрового управления, автономной высокоточной навигации и технического зрения для перспективных летательных аппаратов: разработка теоретических основ проектирования, алгоритмов, способов эффективной и надежной программной реализации, использование высокопроизводительной вычислительной инфраструктуры для экспериментального моделирования"

<sup>2</sup> The work was performed as part of the base portion of the state task relating to "Information and algorithmic support of digital control systems, autonomous navigation and high-precision machine vision for future of aircraft: the development of the theoretical foundations of design, algorithms, methods of efficient and reliable software implementation, the use of high-performance computing infrastructure for experimental modeling"

Модуль интерфейса является центральным модулем передатчика, выполняющим взаимодействие с пользователем, запуск и синхронизацию работы остальных модулей. В его задачу входит выбор источника подлежащего трансляции видеосигнала, выбор параметров его кодирования в формате jpeg2000[1], выбор параметров помехоустойчивого кодирования [2], управление функционированием всех подчиненных модулей как отдельных потоков единого программного процесса.

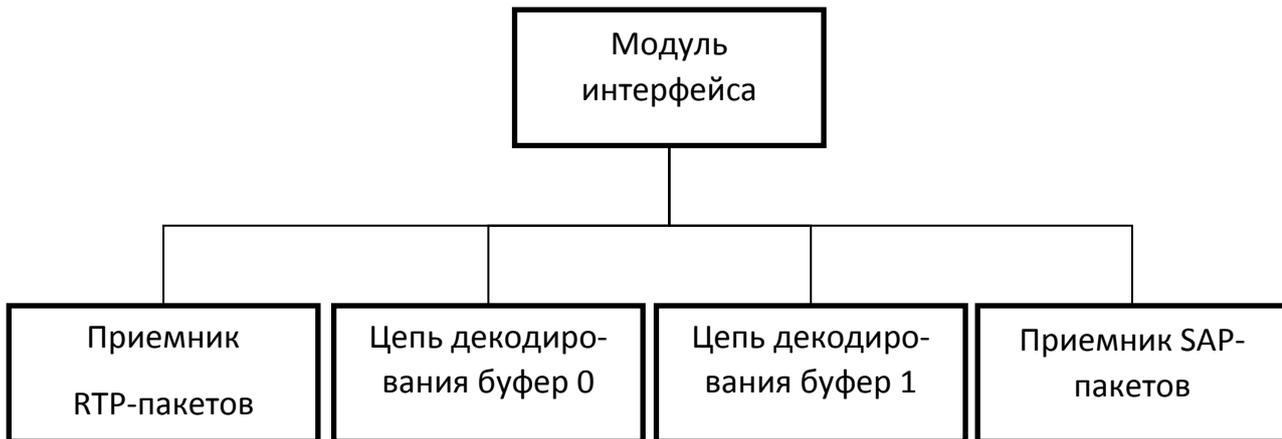
Цепь кодирования представляет собой последовательность извлечения данных очередного видео кадра, кодирования кадра в формате jpeg2000, опционального помехоустойчивого кодирования, пакетизации полученного кодового потока в соответствии с требованиями спецификации RFC5371 [3] и broadcast-рассылке полученной совокупности RTP-пакетов по локальной сети. В связи с тем, что цепь включает несколько последовательных взаимосвязанных этапов обработки, она реализуется в виде отдельного программного потока. Однако однопоточная реализация приводит к значительным задержкам, поскольку извлечение данных очередного видео кадра будет происходить только после отсылки последнего пакета предыдущего кадра. Для ускорения обработки за счет более полного использования ресурсов современных мно-

гоядерных вычислительных систем, предлагается создание двух потоков цепи кодирования. Один выполняет кодирование первого кадра в буфере 0, а второй – кодирование второго кадра в буфере 1. Количество таких потоков может быть увеличено пропорционально количеству ядер процессора. Синхронизация всех цепей кодирования и выдержка заданной частоты кадров выполняется центральным модулем интерфейса.

Передатчик SAP-пакетов является самостоятельным потоком, выполняющим broadcast-рассылку данных о параметрах источника и самого видеосигнала. Рассылка производится в соответствии с протоколом SAP[4] через определенные интервалы времени в течение всей сессии видео трансляции. Задача рассылки – известить потенциальные приемники о наличии трансляции и передать им параметры для настройки на ее прием.

Приемник SAP-пакетов – также самостоятельный поток. В его задачу входит отслеживание перечня активных SAP-передатчиков с целью вычисления длительности временного интервала между отправкой SAP-пакетов. Интервал выбирается так, чтобы суммарный трафик всех SAP-пакетов в сети не превышал 4000 бит/с [4].

**Приемник видео потока.** Укрупненная структура приемника изображена на рис.2.



**Рисунок 2. Структура приемника видео потока**

Центральным звеном приемника является модуль интерфейса, который запускает поток приемника SAP-пакетов и узнает от него наличие и параметры активных видео передатчиков в сети. По выбору пользователя система настраивается на прием видео от конкретного передатчика, после чего запускаются остальные подчиненные потоки, выполняющие прием и визуализацию видео.

Задачей приемника RTP-пакетов является чтение пакетов из соответствующего UDP-сокета и буферизированное распределение их по кадрам в соответствии с RTP-меткой времени каждого пакета. Этот поток работает автономно в течение всего времени приема видео, разделяя доступ к буферу кадров с цепями декодирования при помощи критической секции.

Цепь декодирования выполняет извлечение очередного видео кадра из буфера приемника RTP-пакетов, помехоустойчивое декодирование, декодирование jpeg2000 и визуализацию кадра. Для ускорения декодирования параллельно работают два потока, обрабатывающие соответственно буферы 0 и 1. Такое ускорение весьма

актуально, особенно при использовании помехоустойчивых средств, поскольку в этом случае декодирование выполняется медленнее кодирования и может происходить запаздывание в работе приемника.

Важным вопросом является обнаружение приемником факта прекращения видео передачи. Для этого передатчик высылает специальный пакет завершения, сигнализирующий об окончании трансляции. Если же такой пакет не дошел до приемника и был потерян, приемник считает трансляцию завершённой, если в течение десяти установленных временных интервалов от передатчика не был получен ни один SAP-пакет.

**Приемник RTP-пакетов.** В качестве транспортного протокола для передачи RTP-пакетов используется протокол UDP с негарантированной доставкой пакетов. Это означает, что пакеты могут теряться, дублироваться и приходить к приемнику не в том порядке, в котором они были отправлены. Это создает определенные проблемы на приемной стороне, которые решаются использованием буфера, рассчитанного на несколько видео кадров [5]. Структура буфера изображена на рис.3.

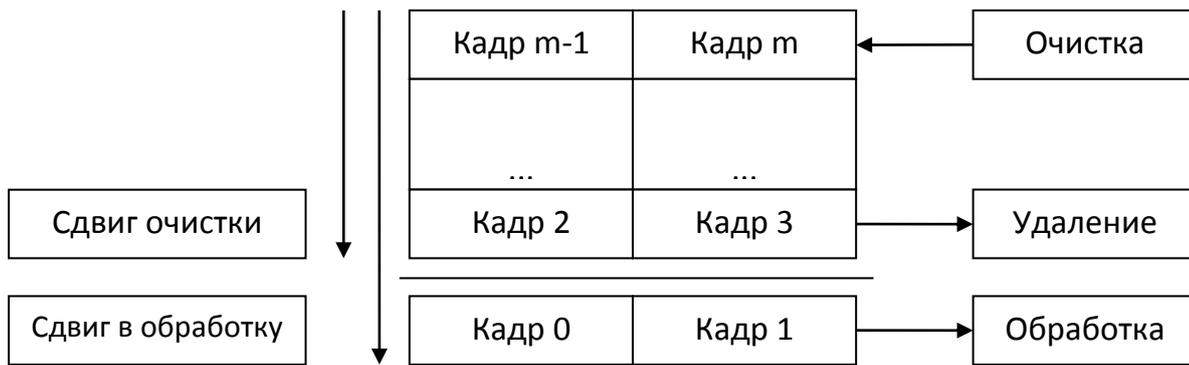


Рисунок 3. Структура буфера для приема RTP-пакетов

Буфер содержит четное количество кадров, сгруппированных попарно. Такая структура необходима для правильной обработки чересстрочного видео, в котором нечетный кадр неразрывно связан с четным. Кадры 0 и 1 предназначены для передачи в обработку цепи декодирования, но передача кадра 0 выполняется только после прихода первого пакета кадра 4, а кадр 1 может начать обрабатываться только после прихода первого пакета кадра 6. Это правило является средством защиты от опустошения буфера и синхронизации, если декодирование и обработка приемником выполняются быстрее, чем передатчик успевает кодировать и передавать видео кадры.

В случае, когда приемная сторона работает медленнее передающей, возникает проблема постепенного заполнения и переполнения буфера. Если принят пакет кадра, номер которого превышает номер кадра  $m$ , выполняется сдвиг очистки: кадры 2 и 3 удаляются, на их место попарно сдвигаются оставшиеся кадры, а два последних ( $m-1$  и  $m$ ) очищаются. При этом в буфере должно быть достаточно кадров, чтобы при очередном сдвиге на место кадров 2 и 3, готовых к декодированию, не попали частично заполненные кадры, для которых получены не все пакеты.

После завершения обработки кадра 1 выполняется полный сдвиг буфера с очисткой двух последних кадров, после чего новая пара кадров 0 и 1 последовательно поступает в обработку.

Описанный процесс является асинхронным. Поток приемника RTP-пакетов выполняет прием пакетов, вставку их в кадры буфера и сдвиг очистки, если это необходимо. Потоки цепи декодирования реализуют передачу кадра 0 или 1 в обработку и, при необходимости, полный сдвиг буфера. Доступ к буферу из всех потоков происходит с использованием критической секции.

Заключение. В работе рассмотрены вопросы взаимодействия передатчика и приемника при видеотрансляции в локальной сети. Предложена многопо-

точная структура передатчика и приемника видеоданных, которая позволяет наиболее оптимально использовать многоядерные ресурсы современных вычислительных систем. Предложена структура и методика функционирования приемника RTP-пакетов, основанная на реализации буфера видео кадров. Все описанные подходы были реализованы и протестированы в системе видео трансляции с использованием формата jpeg2000.

#### Список литературы

1. ITU-T Recommendation T.800. Information Technology – JPEG2000 Image Coding System: Core Coding System. – Введ. 2002–08–01. – Geneva: ITU-T Series T: Terminal for Telematic Services, 2003. – 212 p.
2. ITU-T Recommendation T.810. Information Technology – JPEG2000 Image Coding System: Wireless. – Введ. 2006–05–01. – Geneva: ITU, 2007. – 60p.
3. Network Working Group. RFC 5371. RTP Payload Format for JPEG 2000 Video Streams. – Введ. 2008-10.01. – The Internet Security (IETF), 2006. – 31 p.
4. Network Working Group. RFC:2974. Session Announcement Protocol. – Введ. 2000–10–01. – Marina del Rey: Изд-во Information Sciences Institute, 2000. – 18с.
5. Дроздов С.Н., Жиглатый А.А., Кравченко П.П., Скороход С.В., Хусаинов Н.Ш. Об опыте практической реализации стандартов семейства JPEG2000 при разработке программной системы трансляции видеопотока в реальном масштаб времени в условиях ограниченного сетевого ресурса // Материалы Девятой Всероссийской научно-практической конференции "Перспективные системы и задачи управления" и Четвертой молодежной школы-семинара "Управление и обработки информации в технических системах". – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014. – 533с. – С. 459-472.

## НАПИТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВИНОГРАДНОГО СОКА И ЕЖЕВИКИ

Сосюра Елена Алексеевна

ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный, аграрный университет, г. Ставрополь

Гугучкина Татьяна Ивановна

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства, г. Краснодар

## DRINKS OF A FUNCTIONAL PURPOSE BASED ON GRAPE JUICE AND BLACKBERRY

Sosyura Elena Alekseevna, Stavropol State Agrarian University, Stavropol

Guguchkina Tatyana Ivanovna, Ph. D. in agricultural sciences, professor, North-Caucasus zonal scientific-research Institute of horticulture and viticulture, Krasnodar

## АННОТАЦИЯ

В последние годы во всем мире получило широкое признание новое направление развития пищевой промышленности – производство продуктов функционального питания. При этом наиболее перспективными функциональными продуктами являются напитки на основе натуральных соков, обогащенные биологически активными веществами растительного происхождения.

В результате проведенных исследований нами предложена технология производства высококачественных напитков на основе виноградного сока прямого отжима с повышенной пищевой ценностью за счет включения в его состав экстрактов растительного сырья.

## ABSTRACT

Recent years around the world the new direction of development of the food industry – production of products of a functional food gained wide recognition. The most perspective functional products are drinks on the basis of the natural juice, enriched with biologically active substances of a phyto-genesis.

The research resulted in we have proposed a technology of high-quality drinks on the basis of direct extraction of grape juice with a higher nutritional value to include in their composition of extracts of plant materials.

Ключевые слова: виноград; сок прямого отжима; ежевика; экстракт; напитки функционального назначения

Key words: grapes; juice directly expressed; blackberry; extract; drinks of a functional purpose

В настоящее время во всем мире все большим потребительским спросом пользуются безалкогольные напитки на основе натуральных плодово-ягодных соков, обогащенные биологически активными веществами растительного происхождения. Помимо органических кислот, аминокислот, витаминов, пектиновых веществ, полифенолов и природных углеводов, эти напитки насыщены также дефицитными микронутриентами, оказывающими позитивное действие на состояние человеческого организма.

Внедрению в производство данной продукции в нашей стране может способствовать разработка серии функциональных напитков на основе сока винограда с добавлением различных ингредиентов, полученных из фейхоа, ежевики, малины. За счет наличия в их составе биологически активных веществ это позволит достичь сбалансированности физико-химического состава виноградного сока и гармонизировать его органолептические достоинства [2, с. 16].

Производство напитков функционального назначения на основе виноградного сока особенно актуально в связи с наличием на Юге России разнообразной и доступной сырьевой базы, а также современного высокопроизводительного оборудования.

Таким образом, целью исследований является разработка технологии напитков функционального назначения на основе виноградного сока.

В качестве виноградной основы в наших исследованиях использовался сок прямого отжима из сорта винограда Левокумский, который характеризуется хорошим

сахаронакоплением, устойчивостью к различным грибным болезням, вредителям и морозам, допускает щадящие химические обработки, что повышает экологическую чистоту получаемой из него продукции [1, с. 58]. Сорт получил широкое распространение на Юге России, в Ставропольском крае по площади насаждений сорт занимает второе место [4, с. 38].

Сок готовили по классической схеме, предусматривающей переработку винограда с применением кратковременного настаивания мезги, отбор сусла, его осветление отстаиванием на холоде и стабилизацию методом пастеризации.

В качестве компонента, имеющего функциональную направленность, в исследованиях мы использовали ягоды ежевики. Ежевика содержит полный комплекс питательных и лекарственных веществ, среди которых сахара, глюкоза, фруктоза, лимонная, винная, яблочная, салициловая и другие органические кислоты, витамины группы В, С, Е, К, Р, РР, провитамин А, минеральные вещества, дубильные и ароматические соединения, пектиновые вещества, клетчатка и другие макро- и микроэлементы [3, с. 20].

Ежевика применялась в виде экстракта, который готовили путем смешивания измельченной массы ягод с водой в соотношении 1:1, настаивания в течение 24 часов, отжима полученного экстракта и стабилизации его методом пастеризации.

Показатели физико-химического состава экстракта ежевики и виноградного сока представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели физико-химического состава исходных образцов

Показатель состава	Экстракт ежевики	Виноградный сок
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	5,01	26,81
Массовая концентрация сахаров, г/100 см <sup>3</sup>	4,00	24,05
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на винную, г/дм <sup>3</sup>	5,50	3,73
pH	3,77	3,71
Общая сумма фенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	1392,9	571,4
Антоцианы, мг/дм <sup>3</sup>	143,7	44,4

Из данных таблицы 1 видно, что виноградный сок прямого отжима отличался повышенной сахаристостью и низкой кислотностью. Особенностью физико-химического состава экстракта ежевики было наличие большого количества фенольных веществ, в том числе антоцианов, массовая концентрация которых составила 143,7 мг/дм<sup>3</sup>. Таким образом, учитывая невысокую сахаристость, повышенную кислотность и интенсивную окраску экстракта ежевики, обосновывалась возможность его применения для купажирования с виноградным соком с целью оптимизации его физико-химического состава и гармонизации вкусовых качеств.

Виноградный сок и полученный экстракт ежевики смешивали между собой в соотношении 85:15 соответ-

ственно, отстаивали, фильтровали и разливали. При определении оптимального соотношения виноградной основы и экстракта ежевики в качестве основного критерия были выбраны органолептические показатели готовых напитков с учетом их консистенции [6, с. 42]. По результатам дегустации установлено, что добавление экстракта ежевики в виноградный сок позволило обогатить его аромат и вкус сложными тонами с ягодными оттенками, усилить его окраску, и, таким образом, повысить качество готового напитка [6, с. 43].

Показатели физико-химического состава готового напитка функционального назначения на основе виноградного сока и экстракта ежевики представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатель состава	Напиток функционального назначения
Массовая концентрация сахаров, г/100 см <sup>3</sup>	19,6
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на винную, г/дм <sup>3</sup>	6,0
pH	3,35
Общая сумма фенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	549,3
Антоцианы, мг/дм <sup>3</sup>	66,6
Ацидиметрический показатель i	32,7

Из данных таблиц 1 и 2 видно, что с введением в состав сока экстракта ежевики, содержание сахаров в напитке уменьшалось от 24,05 до 19,6 г/100 см<sup>3</sup>, а кислотность возрастала от 3,73 до 6,0 г/дм<sup>3</sup>, что связано с высокой кислотностью вносимого экстракта. Таким образом, исследуемый образец напитка имел оптимальное значение ацидиметрического показателя – 32,7.

Для оценки полезных свойств полученного функционального напитка был проведен его сравнительный ана-

лиз с виноградным соком прямого отжима по составу витаминов и фенолкарбоновых кислот. Массовая концентрация этой группы анализируемых компонентов в напитке составила 40,57 мг/дм<sup>3</sup>.

В результате исследований было установлено, что введение в соковую основу экстракта ежевики способствовало повышению в напитке функционального назначения в 1,5-2 раза массовой концентрации фенолкарбоновых кислот, обладающих Р-витаминной активностью [2, с. 19] (Рисунок 1).

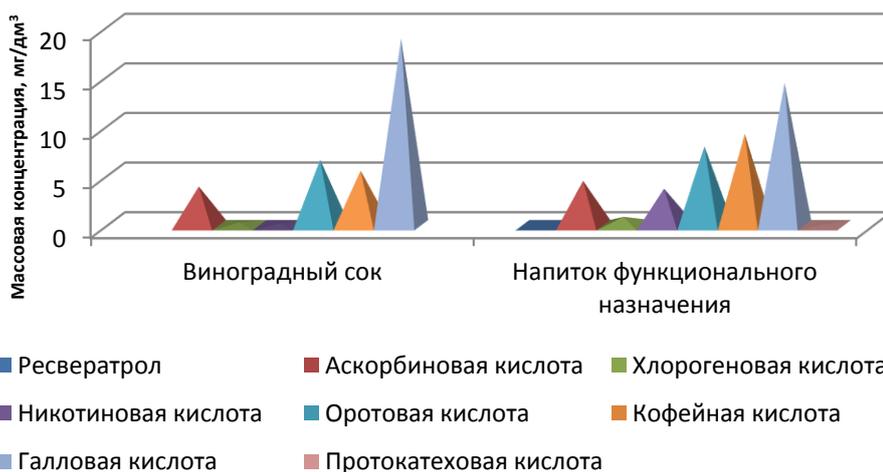


Рисунок 1. Содержание витаминов и фенолкарбоновых кислот в напитке функционального назначения и виноградном соке прямого отжима, мг/дм<sup>3</sup>

Увеличилось содержание аскорбиновой кислоты от 3,9 до 4,47 мг/дм<sup>3</sup>, никотиновой кислоты – от 0,2 до 3,69 мг/дм<sup>3</sup>. В напитке, приготовленном с добавлением экстракта ежевики, наблюдалось небольшое количество протокатеховой кислоты и ресвератрола (0,1 и 0,01 мг/дм<sup>3</sup> соответственно), что исключительно связано с введением в состав напитка экстракта ежевики.

Минеральная ценность полученного функционального напитка обусловлена содержанием в нем макроэлементов (Таблица 3). В исследуемом напитке с внесением экстракта ежевики установлено оптимальное для усвоения кальция соотношение его с магнием – 1:0,7.

Таблица 3

Содержание макроэлементов в напитке функционального назначения, мг/дм<sup>3</sup>

Катион, мг/дм <sup>3</sup>	Напиток функционального назначения
Калий	1325,0
Натрий	30,6
Магний	92,6
Кальций	121,3
Сумма	1569,5

Таким образом, исследуемый напиток функционального назначения за счет введения в его состав экстракта ежевики отличался высоким содержанием биологически активных веществ: витаминов, фенолкарбоновых кислот, а также макроэлементов, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма человека.

При оценке функциональных свойств напитка было установлено, что удовлетворение суточной потребности в витаминах при употреблении порционного объема (300 мл) для разработанного напитка с ежевикой составило от 5,5 до 7%, в минеральных веществах – от 15 до 16% (Таблица 4).

Таблица 4

## Оценка функциональных свойств разработанного напитка

Наименование физиологически функционального ингредиента	Суточная потребность, мг	Обеспечение суточной потребности, % от нормы	
		виноградный сок (контроль)	напиток на основе виноградного сока и ежевики
Витамин С	70	2	7
Витамин РР	20	0,3	5,5
Калий	2500	20	16
Магний	400	10,5	15

Таким образом, нами был получен напиток высокого качества, обладающий повышенной пищевой ценностью, а также высокими органолептическими достоинствами. Разработанный напиток отвечает современным требованиям рынка, учитывает основные тенденции его развития и реализует одно из приоритетных направлений в работе производителей безалкогольных напитков: внедрение инноваций, творческий и научный подход при разработке рецептур [5, с. 41].

## Список литературы

1. Использование плодов фейхоа и ежевики для производства напитков функционального назначения / Е. А. Сосюра, Т. И. Гугучкина, Б. В. Бурцев, О. П. Преснякова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 57–59.
2. Плоды фейхоа и ежевики – сырье для производства функциональных напитков / Е. А. Сосюра, О. П. Преснякова, Т. И. Гугучкина, Б. В. Бурцев // Пиво и напитки. – 2013. – № 1. – С. 16–19.
3. Сосюра Е. А., Бурцев Б. В., Гугучкина Т. И. Напиток функционального назначения на основе виноградного сока // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – № 4. – С. 18–21.
4. Сосюра Е. А., Гугучкина Т. И., Бурцев Б. В. Технология производства напитков функционального назначения на основе виноградного сока // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 1 (13). – С. 35–38.
5. Сосюра Е. А. Напитки функционального назначения на основе виноградного сока // Молодые ученые СКФО для АПК региона и России: сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2013. – С. 37–41.
6. Экстракты из растительного сырья в технологии напитков функционального назначения / Е. А. Сосюра, Т. И. Гугучкина, Б. В. Бурцев, А. Ф. Нуднова // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 2 (10). – С. 41–44.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ КОНСТЕЛЛЯЦИОННЫХ ДИАГРАММ МНОГОМЕРНЫХ СИГНАЛЬНО-КODOVЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЛИНИЯХ РАДИОСВЯЗИ

**Дворников Сергей Викторович**

доктор технических наук, профессор, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург

**Пшеничников Александр Викторович**

кандидат технических наук, доцент, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург

**Спирин Александр Михайлович**

кандидат технических наук, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург

**Литкевич Георгий Юрьевич**

кандидат технических наук, доцент, Военная Академия Связи, г. Санкт-Петербург



В данном случае СКК формируется методом фазо-амплитудной манипуляции сигналов  $\sin \omega t$  (синфазный канал I) и  $\cos \omega t$  (квадратурный канал Q) согласно [2]. Суть указанного метода состоит в следующем. Напряжение синфазной и квадратурной составляющих исходного сигнала  $U_{исх}$  манипулируют в зависимости от значений информационной битовой последовательности. Причем  $U_{исх} = 3U_1, U_{исх} = U_3$ .

Согласно [2] ПФ можно определить как отношение пиковой амплитуды  $U_{п}$  СКК к ее среднему значению  $U_{ср}$ :

$$ПФ \triangleq \frac{U_{п}}{U_{ср}}. \quad (1)$$

Без потери общности дальнейших рассуждений расчеты будут проведены применительно к верхнему угловому квадранту констеляционной диаграммы сигнального созвездия.

Рассчитаем пиковую амплитуду  $U_{п}$  для сигнального созвездия до трансформации, как величину напряжения, определяемую модулем вектора  $|\overline{OA}_3|$ , которую вычислим из треугольника  $OA_3H$  (см. рис. 1):

$$U_{п} = \sqrt{2}U_{исх} \approx 1,41U_{исх}. \quad (2)$$

Среднее значение амплитуды  $U_{ср}$  для данной СКК будет равно  $U_{ср} = \frac{|\overline{OA}_1| + |\overline{OA}_2| + |\overline{OA}_3| + |\overline{OA}_4|}{4}$ . При этом

значение  $|\overline{OA}_1|$  вычислим из треугольника  $OA_1B$ :

$$|\overline{OA}_1| = \sqrt{2\left(\frac{U_{исх}}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{3}U_{исх}. \quad (3)$$

$$U_{п}'' = \frac{|\overline{OF}_3| + |\overline{OA}_1| + |\overline{OA}_2| + |\overline{OA}_4|}{4} = \frac{\beta\sqrt{2} + 3\sqrt{2} + 2\sqrt{10}}{12}U_{исх}.$$

Подставляя значения (2-4), (6) в (1) получим выражение для ПФ:

$$ПФ'' \triangleq \frac{U_{п}''}{U_{ср}''} = \frac{12\beta\sqrt{2}}{\beta\sqrt{2} + 3\sqrt{2} + 2\sqrt{10}} \approx \frac{16,97\beta}{1,41\beta + 10,57}. \quad (7)$$

Помехоустойчивость СКК, представленной на рис. 1, определим вектором вероятностей ошибки приема элементов СКК, под которым будем понимать вектор, формируемый значениями вероятностей парной ошибки (ВПО) всех ВСС [3].

Вероятность парной ошибки приема элемента СКК определим с позиций проявления вероятности ( $P(x_a \rightarrow x_b)$ ), под которой будем понимать вероятность правильного отображения точки ВСС, т.е. вероятность проявления ВСС  $x_b$  при условии, что должен отображаться ВСС  $x_a$ .

Из утверждения 1 следует, что любая трансформация СКК на комплексной плоскости приведет к изменению помехоустойчивости приема такого сигнала.

Значения  $|\overline{OA}_2| = |\overline{OA}_4|$  можно рассчитать из треугольника  $OA_4H$  или  $OA_2B$ :

$$|\overline{OA}_2| = |\overline{OA}_4| = \sqrt{\left(\frac{U_{исх}}{3}\right)^2 + U_{исх}^2} = \frac{\sqrt{10}}{3}U_{исх}. \quad (4)$$

Тогда

$$U_{ср} = \frac{\sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{3} + \frac{2\sqrt{10}}{3}}{4}U_{исх} = \frac{3\sqrt{2} + \sqrt{2} + 2\sqrt{10}}{12}U_{исх}$$

Результирующее значение ПФ для традиционной формы СКК вычислим согласно (1) как:

$$ПФ \triangleq \frac{U_{п}}{U_{ср}} = \frac{12\sqrt{2}U_{исх}}{(3\sqrt{2} + \sqrt{2} + 2\sqrt{10})U_{исх}} = \frac{6}{2 + \sqrt{5}} \approx 1,42. \quad (5)$$

Аналогичные расчеты проведем для трансформируемой формы СКК. В этом случае пиковое значение амплитуды  $U_{п}''$  равно  $|\overline{OF}_3|$ , причем

$$U_{п}'' = |\overline{OF}_3| = \beta|\overline{OA}_3|, \quad (6)$$

Учитывая, что у трансформируемой формы СКК значение ПФ должно быть меньше исходного, то величину коэффициента  $\beta$  целесообразно выбирать исходя из условия  $0 < \beta < 1$ .

$$\text{Тогда } |\overline{OF}_3| = \beta|\overline{OA}_3| = \beta\sqrt{2}U_{исх}.$$

Величину напряжения  $U_{п}''$  определим как

Согласно [1] для повышения помехоустойчивости СКК необходимо увеличить евклидово расстояние между точками ВСС.

Однако при трансформации констеляционной диаграммы с использованием коэффициента трансформации  $\beta < 1$  евклидово расстояние между точками ВСС  $A_1$  и  $A_3$  уменьшается (см. рис.1), что определяет увеличение вероятности парной ошибки приема элементов СКК, заданных ВСС  $\overline{OA}_1$  и  $\overline{OA}_3$ . Рассуждая аналогичным образом можно показать, что при подобной трансформации увеличиваются вероятности парной ошибки приема элементов СКК, заданных ВСС  $\overline{OA}_3$  и другими ВСС СКК. Таким образом, вероятность парной ошибки приема элементов СКК увеличилась. Следовательно, утверждение доказано.

Из данного утверждения можно определить следующие следствия.

*Следствие:* Существуют значения коэффициентов трансформации, определяющие заданное значение ПФ СКК.

Разработанный методический аппарат может быть использован при проектировании современных средств связи, использующих произвольные СКК. Дальнейшие направления исследований связано с исследованием способов трансформаций сигнальных созвездий, изменяющих пик-фактор сигнала.

### Литература

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер. с англ.; Под ред. Д. Д. Кловского.– М.: Радио и связь, 2000.– 800 с.
3. Yen-Ming Chen, Yeong-Luh Ueng «Noncoherent Amplitude/Phase Modulated Transmission Schemes for Releigh Block Fading Channels». IEE Transaction on communication, vol. 61, № 1, January 2013.

## СТРУКТУРА И ПОРИСТОСТЬ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Трещалин Михаил Юрьевич*

*доктор техн. наук, профессор, Московский государственный университет, имени М.В. Ломоносова, г. Москва*

*Трещалин Юрий Михайлович*

*кандидат техн. наук, инженер, Московский государственный технологический, университет «СТАНКИН», г. Москва.*

### THE STRUCTURE AND POROSITY OF NON-WOVEN MATERIALS

*Treschalin Michail, doctor of technical sciences, professor, Moscow state University, Moscow*

*Treschalin Yuri, candidate of technical sciences, engineer, Moscow State Technological University "Stankin", Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье рассматриваются нетканые материалы, изготовленные из химических волокон. Производится исследование структуры и пористости полотен, расположения и взаимозацепления образующих полотно мононитей.*

#### ABSTRACT

*This article discusses non-woven materials made from chemical fibers. Is the study of the structure and porosity of the paintings, locations, and vzaimozatmeniya forming fabric of monofilaments.*

*Ключевые слова: нетканый материал, структура, мононить, пористость.*

*Keywords: non-woven material, structure, monofilament, porosity.*

Выбор способа изготовления часто определяет не только физико-механические свойства текстильного материала, но и его доступность и себестоимость. Учитывая достаточно экономичную технологию выработки с точки зрения, как исходного волокнистого состава, так и условий работы оборудования, в настоящее время широкое применение нашли нетканые полотна. Наиболее востребованы нетканые полотна таких ассортиментных групп как: швейный утеплитель, мебельный наполнитель, наполнители подушек, игрушек и одеял, гео- и агротекстиль, санитарно-гигиенический, фильтрующий и т.д. Вследствие подвижности отдельных волокон в нетканой структуре, обеспечивается возможность производства изделий со сравнительно малым радиусом изгиба при сохранении целостности и незначительного утонения волокнистого слоя.

Из всех способов производства нетканых материалов, наиболее перспективным является фильерный или «спанбонд», основанный на скреплении нитей сразу после их формования из расплава полимеров [1]. Основное преимущество этого способа состоит в исключении операций подготовки волокнистого сырья, совмещении стадий получения волокон и холста, что

позволяет производить полотна с поверхностной плотностью от 5 до 800 г/м<sup>2</sup>, а также минимизировать производственные затраты и себестоимость продукции..

Сравнительная характеристика нетканых полотен, изготовленных фильерным способом из непрерывных полипропиленовых нитей и штапельных волокон дана в табл. 1 [1].

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что нетканые материалы, изготовленные по технологии «спанбонд», в отличие от своих аналогов, выработанных из штапельных волокон:

- сохраняют структуру и свойства при воздействии динамических нагрузок;
- имеют высокие прочностные характеристики в продольном и поперечном направлениях;
- обладают высокими механическими характеристиками.

Выработка нетканых полотен, в основном, осуществляется из химических волокон, благодаря оптимальному сочетанию их свойств, стойкости к внешним воздействиям и стоимости (85 % используемого сырья – полиэфиры и полипропилены) [1, 2].

Таблица 1.

Сравнительная характеристика нетканых полотен, изготовленных фильерным способом из непрерывных полипропиленовых нитей и штапельных волокон

Тип и способ производства нетканого полотна	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Максимальная прочность при растяжении по:, кН/м		Удлинение при разрыве по:, %		Прочность на продавливание, кН	Вертикальная водопроницаемость, м/с
		длине	ширине	длине	ширине		
Иглопробивной из непрерывных нитей (фильерный)	100	8	8	78	70	1.2	1,5·10 <sup>-3</sup>
	200	16	16	78	70	2.3	1,7·10 <sup>-3</sup>
	400	30	30	78	70	4.3	2,0·10 <sup>-3</sup>
Термоскрепленный из непрерывных нитей (фильерный)	200	14	14	55	50	2.0	1,6·10 <sup>-3</sup>
Иглопробивной из штапельных волокон	200	4	80	165	90	1.2	1,1·10 <sup>-3</sup>
	400	10	20	155	80	2.5	1,1·10 <sup>-3</sup>
	600	15	32	55	55	3.6	1,5·10 <sup>-3</sup>
	1000	25	50	55	55	5.6	1,9·10 <sup>-3</sup>

Для потребителя большое значение имеют экологическая и гигиеническая чистота продукции – факторы, обеспечивающие расширение и постоянное обновление ассортимента нетканых полотен. В связи с вышеизложенным, следует отдать предпочтение материалам, известным под товарным знаком «Холлофайбер», по следующим причинам:

- наличие экологического и гигиенического сертификатов качества;
- сырье – 100 % полиэфирные мононити;

- пожаробезопасность, безвредность для здоровья человека;
- большой диапазон изменения поверхностных плотностей и толщин материалов.

Указанные преимущества позволяют применять нетканые полотна «Холлофайбер» для изготовления широкого спектра изделий, востребованных в промышленности, строительстве, ЖКХ. Общий вид 3D-изображения образца, размером 20×20×20 мм, приведен на рис. 1.

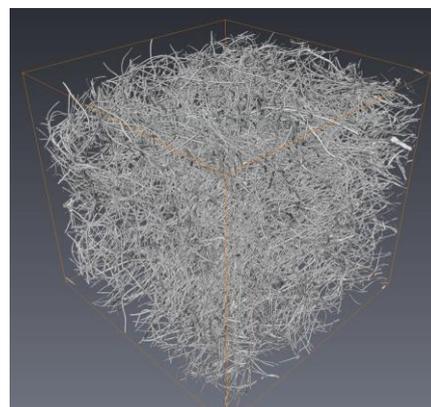
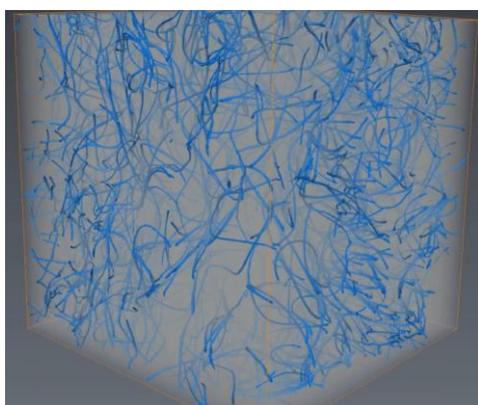


Рисунок 1. 3D-изображение структуры нетканого полотна «Холлофайбер Волюметрик Р 179».

Детальное изучение расположения и взаимозацепления мононитей позволяет отметить их гибкость, эластичность и извитость, что можно проследить по любой, произвольно взятой, мононити, на рис. 2.

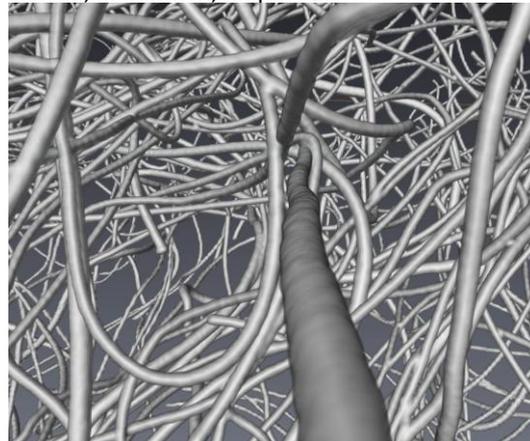
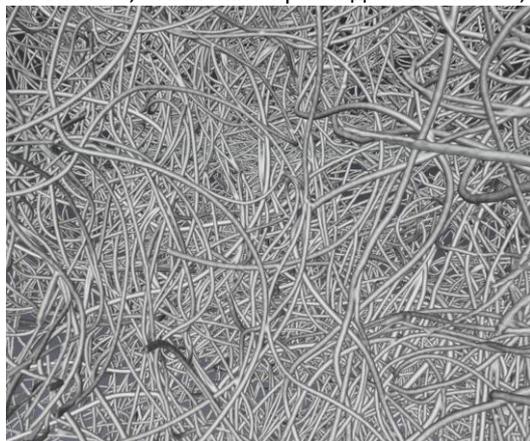
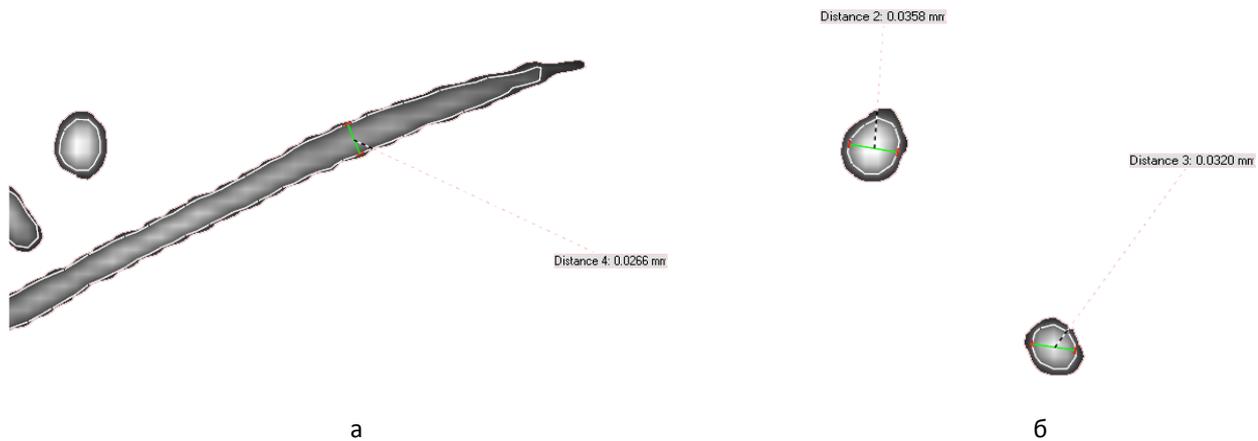


Рисунок 2. Расположение мононитей в структуре нетканого полотна «Холлофайбер Волюметрик Р 179».

Поперечные и продольные сечения мононитей представлены на рис. 3. Такая поверхность, безусловно, способствует усилению взаимозацепления (трения) структурных элементов внутри материала.



**Рисунок 3. Единичные мононити в произвольном микрообъеме полотна: а – продольное сечение мононити; б – поперечное сечение мононити.**

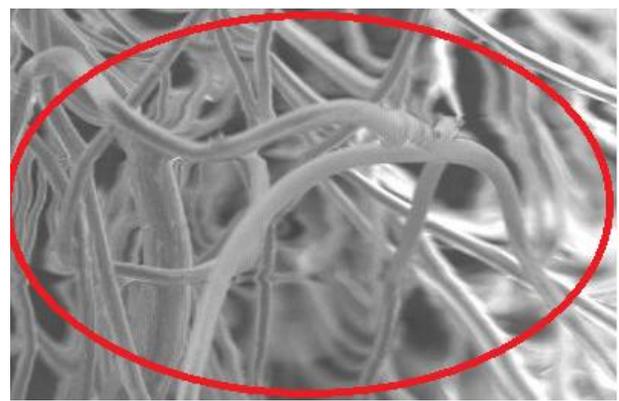
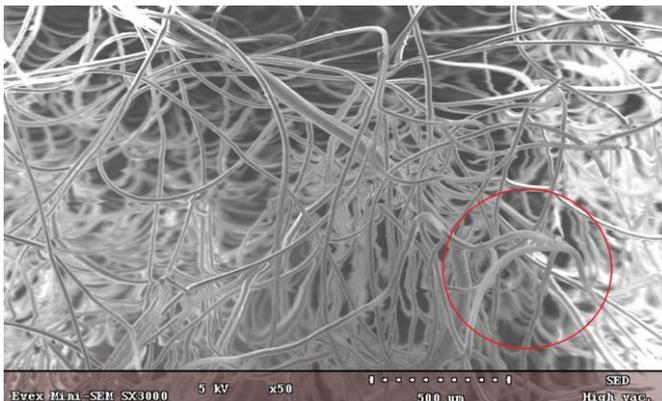
В результате анализа структуры нетканого полотна (рис. 2, 3) установлено, что мононити:

- не плотно прилегают друг к другу;
- интенсивно перепутаны между собой;
- пронизывают толщу материала во всех направлениях;
- имеют ярко выраженный петлеобразный характер расположения.

Следует отметить, наличие мононитей, диаметр которых несколько выше диаметра большинства структурных элементов. С точки зрения физико-механических свойств, мононити большего диаметра, являющиеся как бы основой, вокруг которых переплетаются нити меньшего диаметра, способствуют упрочнению материала в целом.

Кроме того, существует некоторая неравномерность заполнения мононитями рассматриваемого микрообъема: можно констатировать наличие плотной укладки и наличие пустот. В тоже время очевидно отсутствие капилляров в общепринятом виде. Поэтому, с точки зрения физического моделирования, нетканые полотна следует рассматривать как сплошную среду, имеющую пористое строение и волокнистую структуру, а определять радиусы капилляров, как это делается сейчас, в принципе не имеет смысла.

Улучшение характеристик нетканых полотен «Холлофайбер» во многом достигается за счет термоскрепления мононитей. На рис. 4 показана спайка отдельных мононитей, создающая дополнительный упрочняющий эффект.



**Рисунок 4. Спайка отдельных мононитей в структуре нетканого полотна**

В общем случае, следует отметить высокую степень взаимозацепления структурных элементов, что положительно сказывается на повышении физико-механических свойств нетканых полотен «Холлофайбер». Наличие пустот позволяет использовать такие материалы в качестве теплоизоляторов, т.к. развитое поровое пространство способствует снижению эффективности теплообменных процессов. По этой же причине указанные полотна являются хорошей звукоизоляцией.

#### Список литературы

1. Трещалин М.Ю., Мухамеджанов Г.К., Телицын А.А., Мандрон В.С., Трещалина А.В. Производство и методы испытаний нетканых материалов: монография / М.Ю. Трещалин и др. Под ред. М.Ю. Трещалина. – М.: МАТТР: Телер, 2008. – 147 с.
2. Назаров Ю.П., Афанасьев В.М. Нетканые текстильные материалы (исследование некоторых свойств). – М.: Легкая индустрия, 1970.- 200 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ К СЕРВИСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

*Веретенникова Елена Михайловна*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

*THE MODULAR ASSEMBLY TECHNOLOGY PRODUCTS TO SERVICE IMPACTS.*

*Veretennikova Elena, Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod*

### АННОТАЦИЯ

*Модульная технология обеспечивает повышение качества сборки, увеличение производительности труда, повышение экономической эффективности сборочного процесса, а также качественный скачок сборочного процесса деталей машин. Модульные технологические процессы сборки позволяют определить возможности производства без составления технологических процессов, а так же быстро оценить возможности изготовления изделий, ожидаемую трудоемкость и себестоимость. Для осуществления сервисных воздействий СДКМ важна последовательность разборки-сборки изделий, с целью сохранения работоспособности. Модульная технология позволяет увидеть на чертеже последовательность осуществления сборки, а также требования к видам соединения деталей.*

### ABSTRACT

*Modular technology enhances the quality of assembly, increase productivity, improve the economic efficiency of the assembly process, as well as a qualitative leap assembly process machinery parts. Modular assembly processes allow us to determine the possibility of production without making processes, as well as to quickly assess the possibility of manufacturing products, the expected complexity and costs. For the implementation of the service impacts SDCM important sequence disassembly-assembly products, in order to maintain efficiency. Modular technology allows you to see the drawing sequence of the assembly, as well as requirements for the type of connection details.*

*Ключевые слова: модульная технология сборки; сервисные воздействия.*

*Keywords: modular assembly technology; service impact.*

Прогресс не стоит на месте. Произошел переход в информационную эру, которая характеризуется ростом экономики сферы услуг, особенно отраслей, связанных с переработкой информации, осуществлением посреднической деятельности всех видов. В следствие этого изменились соотношения между типами производства. Для сборочных работ в машиностроении характерно стремление к постоянному повышению производства и производственных мощностей.

Заключительный этап изготовления изделия (машины) – сборка. От качества процесса сборки зависит качество готового изделия (машины).

Для повышения качества сборки, увеличения производительности труда и повышения экономической эффективности сборочного процесса необходимы новые способы решения данных задач. Для этого эффективно применяется узловая сборка, в которой нет ограничений по виду перемещения собираемого объекта, а также существует возможность разделения на операции сборки узлов. Такой принцип назван модульным принципом.

Модульный технологический процесс сочетает в себе преимущества единичного, типового и группового технологических процессов, так как разрабатывается как единый, идея типизации реализуется на модульном уровне. Изделия группируются по общности содержащихся в них модулей.

Конструкцию изделия обычно рассматривают как совокупность сборочных единиц и деталей. Но состав сборочных единиц неоднозначен и зависит от ряда факторов, которые влияют на характер сборочного технологического технологического процесса.

«Соединение деталей представляет собой совмещение комплекта вспомогательных баз базовой детали с комплектом основных баз присоединяемой детали. Такое соединение называется модулем соединения (МС)» [1, с.121]

Модуль поверхности (МП) детали, представляющий собой сочетание поверхностей, с помощью которого деталь выполняет свои функции и отличается ограниченной номенклатурой.

Соединение деталей, сборочных единиц происходит посредством совмещения их баз, в качестве которых выступают базирующие модули поверхностей (МПБ).

Рабочие модули поверхностей (МПР) представляет собой совмещение двух МПБ – прямого и ответного ему, когда изделие не работает, т.е. подвижное соединение превращается в неподвижное. В этом случае при наличии относительного движения МПБ деталей, образовавших модуль соединения (МС), переходят в категорию МПР.

Исходными данными для разработки модульного технологического процесса изготовления детали, является ее чертеж в модульном представлении и объем выпуска. Следовательно, прежде чем разрабатывать модульный технологический процесс, надо деталь представить совокупностью модуля поверхностей (МП).

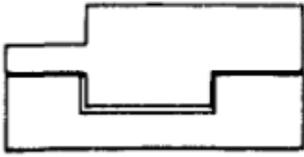
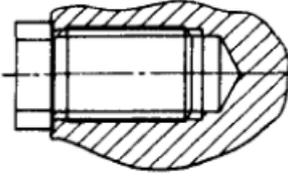
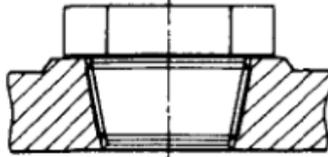
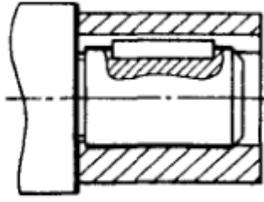
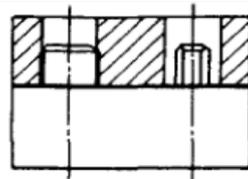
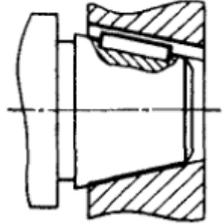
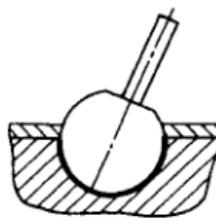
МПС (модуль технологического процесса соединения) представляет собой перечень определенной последовательности технологических и вспомогательных переходов, обеспечивающих соединение деталей по данному МС с требуемым качеством и производительностью.

Если известны все виды соединения деталей, то зная технологию их осуществления, можно довольно быстро и качественно собрать изделие. Само изделие может быть представлено совокупностью МП и МС.

Как отмечает Базров Б.М. в книге «Модульная технология в машиностроительном производстве» всего может быть семь разновидностей модулей соединения. Из этого следует, что при сборке любого изделия соединение деталей, сборочных единиц будет производиться в пределах семи наименований. [1]

Таблица 1

## Виды модулей соединения

Название модуля	Модуль соединения	Типовое соединение
МС1		Шпоночные соединения
МС2		Резьбовое цилиндрическое соединение
МС3		Резьбовое коническое соединение
МС4		Гладкое цилиндрическое соединение (Неполный МС4) Шлицевое соединение (Неполный МС4)
МС5		-
МС6		Гладкое коническое соединение (Неполный МС6)
МС7		Сферическое соединение

В основе технологического процесса сборки любого изделия лежит, прежде всего, процесс соединения его деталей, сборочных единиц. Этот процесс является неотъемлемой частью сборочного процесса и составляет его основу. [1]

Классификацию соединения деталей, применяемых в машиностроении, принято делить на подвижные, обеспечивающие перемещение одной детали относительно другой, и неподвижные, в которых две или несколько деталей жестко скреплены друг с другом [2].

Для осуществления сервисных воздействий СДКМ важна последовательность разборки-сборки изделий, с целью сохранения работоспособности. Модульная технология позволяет увидеть на чертеже последовательность осуществления сборки, а также требования к видам соединения деталей.

На обычных сборочных чертежах изделия, как правило, показаны детали, но не учтены их служебные назначения, виды соединения, типы посадок, требования к точности и шероховатости. Следовательно, необходимо чтобы эта информация попадала к рабочим в удобном виде для оценки изделия как совокупности МП и МС.

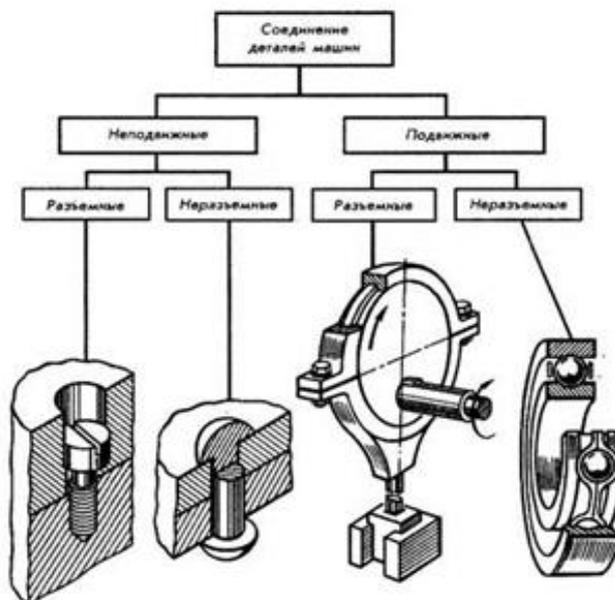


Рисунок 1. Виды соединений деталей

Модульная технология обеспечивает повышение качества сборки, увеличение производительности труда, повышение экономической эффективности сборочного процесса, а также качественный скачок сборочного процесса деталей машин. Целесообразно разрабатывать модульные технологические процессы сборки, так как это повышает качество сборки, производительность. Позволяет определить возможности производства без состав-

ления технологических процессов, а так же быстро оценить возможности изготовления изделий, ожидаемую трудоемкость и себестоимость.

#### Литература:

1. Базров Б.М. «Модульная технология в машиностроении».; «Машиностроение» Москва, 2001 г., 370 с.
2. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1969. – 632 с.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЭТАПОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «COBRA++»

Веселова Нина Сергеевна

ЗАО «РЕГУЛ+», Россия, Санкт-Петербург

IMPLEMENTATION STAGE ELECTRONIC TRADING PLATFORM USING SOFTWARE, «COBRA ++»

Veselova Nina, CJSC "REGUL +", Russia, St. Petersburg

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются возможности программного комплекса «COBRA++», позволяющие автоматизировать реализацию этапов проведения торгов (аукционов) электронной торговой площадки. Рассмотрены ключевые шаги регистрации, выбора кандидатуры и аудита. Предложен вариант линейного бизнес-процесса, реализующий процедуру утверждения выбранного участника аукциона.

#### ABSTRACT

This article discusses the features of the complex «COBRA ++», allowing to automate the implementation stages of bidding (auctions) electronic trading platform. Address the key steps of registration, select candidates and audit. A variant of the linear business process that implements the procedure for the approval of the selected auction participant.

Ключевые слова: торговая площадка; бизнес-процесс; форма заполнения; выбор кандидатуры.

Keywords: marketplace; business process; form filling; the choice of candidates.

В соответствии с Федеральным законом от 21.07.05 № 94-ФЗ от 1 января 2011 года федеральные и муниципальные закупки осуществляются с помощью открытых аукционов в электронной форме, то есть на специальных торговых интернет-площадках.

Электронные торги способствуют расширению рынка сбыта, повышению продаж и развитию бизнеса.

Участники электронных торгов оперативно получают информацию о заказах и могут участвовать в торгах.

Программный комплекс «COBRA++» позволяет автоматизировать ключевые этапы открытых аукционов. Упрощенный вариант бизнес-процесса проведения торгов может быть представлен в виде четырех этапов: регистрация, тендер, аудит, принятие решения. Структура бизнес-процесса показана на рисунке 1.

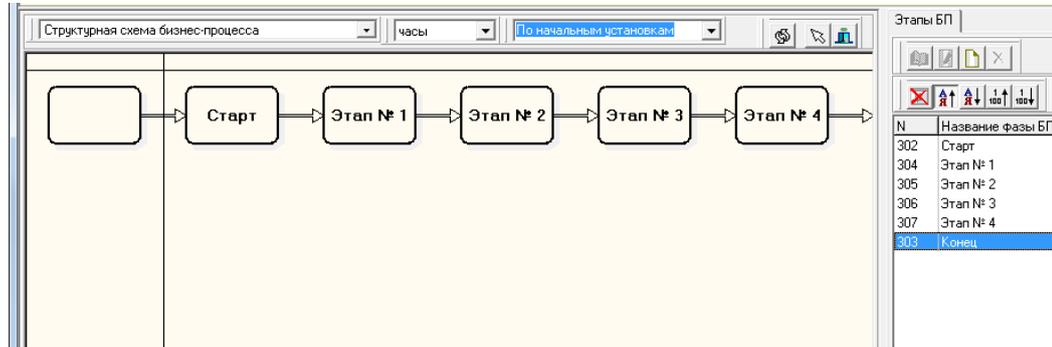


Рисунок 1. Бизнес-процесс «Проведение торгов»

Регистрация представляет собой заполнение анкеты и размещение учредительных и других видов документов. Используя возможности системы «COBRA++» создается одноименный объект «Участник торгов», на основе которого и создается форма регистрации. На рисунке

2 показаны объект «Участник торгов» и форма регистрации участника торгов. Объект «Участник торгов» является самостоятельным объектом контроля, что позволяет отдельно просматривать как данные необходимых экземпляров, так и собирать данные показателей для проведения мониторинга.

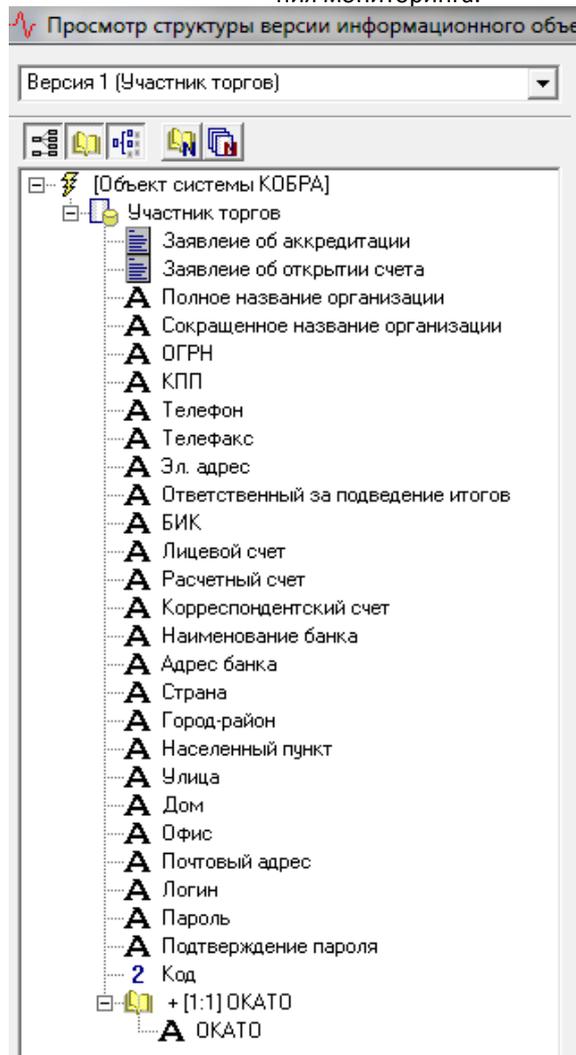


Рисунок 2. Форма «Регистрация участника»

Все зарегистрированные участники в качестве экземпляров заносятся в хранилище данных.

Далее наступает этап конкурсных мероприятий, так называемый тендер. Тендер - это форма заключения договоров, предполагающая предварительный выбор партнера на конкурсной основе.

Хранящиеся в системе данные об участниках могут быть использованы на следующем этапе бизнес-процесса. На рисунке 3 изображена форма «Тендер» с выбором соответствующих данных регистрации.

Рисунок 3. Форма «Тендер»

Необходимым этапом бизнес-процесса является аудит, позволяющий осуществить независимую оценку выбранного участника торгов. Форма «Аудит» показана на рисунке 4.

На заключительном этапе осуществляется принятие решения относительно выбранной кандидатуры и его утверждение. На рисунке 5 представлена форма финального этапа «Принятие решения».

Подобным образом с помощью системы «COBRA++» можно осуществлять основные шаги выбора и

утверждения участника торгов в. Создание информационных объектов, форм и экземпляров не требует привлечения специалистов и знания каких-либо языков программирования. Формирование объектов и форм, а также заполнение форм производится по технологии, максимально приближенной к технологии заполнения обычных бланков документов в текстовом редакторе. Это позволяет сопровождать и эксплуатировать автоматизированную систему самими организаторами и исполнителями процесса торгов.

Идентификатор	25874125632
Оценка внешнего аудитора	положительная
Оценка внешнего аудитора.Вид	положительная
Оценка информации	отрицательная
Оценка информации.Вид	отрицательная
Риски	экономические
Риски.Вид	экономические
Результат	отрицательный
Результат.Вид	отрицательный
Аудит_	внешний
Аудит_Вид	внешний
Аудит.Название фирмы	ООО "Артель"
Аудит.Идентификационный код	25874125632
Аудит.Адрес	г. Москва
Аудит.Ответственный за подведение итогов	Смирнов В.В.
Аудит.Наименование банка	ОАО "Банк России"
Аудит.Максимально возможная сумма контракта	1000000р.
Аудит.Адрес сайта компании	www.artel.ru
Аудит.Дополнительная информация	

Рисунок 4. Форма «Аудит»

Идентификатор	254147896300
Принятие решения.Название	ООО "Артель"
Принятие решения.Адрес	г. Москва
Принятие решения.Код	1000
Принятие решения.Идентификационный номер	254147896300
Принятие решения.Аудит	аудит
Принятие решения.Итоги торгов	итоги
Принятие решения.Дополнительные данные	
Принятие решения.Дата	28.07.2014
Наименование работ	арматурщик
Наименование работ.Работы	арматурщик

Рисунок 5. Форма «Принятие решения»

**Литература:**

1. Технология быстрой разработки баз данных и приложений пользователя в системе «Собра++» / В.Н. Шведенко, Р.А. Набатов, // «Программные продукты и системы. Международное научно-практическое приложение к международному журналу «Проблемы теории и практики управления» №2 (82), 2008. Тверь-2008. С. 39-41.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008610728; Заяв. 31.01.2008; Опубл. 12.02.2008. «Адаптивная система создания, хранения и отображения информационных объектов «Собра++» / В.Н.Шведенко, Р.А.Набатов. М.:– ФИПС. 2008.
3. Федеральный закон "О РАЗМЕЩЕНИИ ЗАКАЗОВ НА ПОСТАВКИ ТОВАРОВ, ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ, ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД" [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/zakupki/>

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ МОНОМЕТИЛАНИЛИНА

**Воронков Роман Вячеславович**

*магистрант, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов*

**Елизаров Игорь Александрович**

*кандидат технических наук, доцент, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов*

### AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF CLEANING OF MONOMETHYLANILINE

*Voronkov Roman Vyacheslavovich, undergraduate, Tambov state technical university, Tambov*

*Yelizarov Igor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Tambov state technical university, Tambov*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассматриваются особенности построения автоматизированной системы управления технологическим процессом очистки монометиланилина. Производится анализ процесса очистки монометиланилина как объекта управления. Приводятся функции, выполняемые автоматизированной системой управления.*

#### ABSTRACT

*The features of automated process control system cleaning monomethylaniline. The analysis of the purification process monomethylaniline as a control object. Are the functions performed by an automated control system.*

*Ключевые слова: автоматизированная система управления, очистка монометиланилина, ректификация, функции АСУ ТП, SCADA-система*

*Keywords: automated control system, cleaning monomethylaniline, rectification functions APCS, SCADA-system.*

Монометиланилин (ММА) находит широкое распространение в нефтехимической промышленности, в частности, ММА является основным компонентом для изготовления антидетонационных добавок к бензину.

В настоящее время, все более актуальным является вопрос загрязнения окружающей среды. Автотранспорт, является одним из основных источников загрязнения, из-за большой токсичности веществ содержащихся в выхлопе автомобильных двигателей. Добавление ММА способствует снижению токсичности выхлопных газов транспортных средств. Одним из основных технологических процессов при производстве ММА является процесс очистки.

Процесс очистки ММА осуществляется в насадочной ректификационной колонне непрерывного действия. В верхнюю часть колонны, через теплообменник со стадии синтеза подается исходная смесь, состоящая из трех фракций: монометиланилина, анилина, диметиланилина. Исходная смесь подогревается до температуры кипения. Куб ректификационной колонны обогревается глухим паром через встроенный теплообменник.

В результате проведения процесса ректификации происходит разделение исходной смеси на фракции, при этом в верхней части накапливаются более легколетучие фракции: анилин и диметиланилин, в нижней – более труднолетучий – монометиланилин. Отбор целевого продукта осуществляется из верхней части куба ректификационной колонны. Концентрация ММА в готовом продукте должна превышать 98,5%.

Пары анилиновой фракции (анилин и диметиланилин) отбираются из верхней части ректификационной колонны и направляются в дефлегматор, где конденсируются. Часть сконденсировавшейся анилиновой фракции подаются в качестве флегмы на орошение ректификационной колонны, а оставшаяся часть возвращается на стадию синтеза ММА.

Особенностью технологического процесса очистки ММА, усложняющей процесс ректификации является небольшая разница температур кипения компонентов исходной смеси. Для повышения разделительной способности колонны и снижения тепловой нагрузки процесс ректификации ведется под вакуумом.

Анализ процесса очистки ММА как объекта управления показывает, что процесс ректификации исходной смеси представляется как многосвязный объект управления, обладающий большой инерционностью и запаздыванием. Описание объекта управления может быть представлено следующим оператором:

$$\bar{y} = F(\bar{u}, \bar{f}),$$

где  $\bar{y}$  – вектор выходных параметров объекта, управления,  $\bar{u}$  – вектор управляющих воздействий,  $\bar{f}$  – вектор возмущающих воздействий.

Ректификационная колонна является объектом с распределенными параметрами, вследствие чего выходные параметры объекта управления являются зависящими от пространственной координаты (высоты колонны)  $z$ . Компонентами вектора выходных параметров  $\bar{y}$  являются концентрации веществ в колонне  $c_i(z)$  и температура в колонне  $t(z)$ , уровень в кубе колонны  $L_{\text{куб}}$ .

Управляющие воздействия  $\bar{u}$  – это материальные или тепловые потоки, которые можно изменять автоматически для поддержания выходных переменных. Такими управляющими воздействиями являются расход пара на подогрев исходной смеси  $g_{\text{п.исх}}$ , расход пара на обогрев куба  $g_{\text{п.куб}}$ , расход флегмы  $g_{\text{фл}}$  и расход охлаждающей воды  $g_{\text{в}}$ , поступающий в дефлегматор ректификационной колонны:

$$\bar{u} = \{g_{\text{п.исх}}, g_{\text{п.куб}}, g_{\text{в}}, g_{\text{фл}}\}$$

Возмущающие воздействия можно разделить на несколько видов:

- Возмущения, допускающие стабилизацию. К ним относятся независимые технологические переменные, которые могут испытывать существенные колебания,

однако по условиям работы могут быть стабилизированы с помощью автоматической системы регулирования (АСР). В процессе очистки ММА таким возмущением является температура смеси на выходе из дефлегматора  $t_d$ , на которую можно влиять расходом охлаждающей воды, поступающей в дефлегматор; температура исходной смеси  $t_{см.исх.}$ , которая может быть стабилизирована за счет изменения расхода пара, поступающего в подогреватель исходной смеси.

- Контролируемые возмущения. К ним условно относятся те возмущения, которые можно измерить, но невозможно или недопустимо стабилизировать. В качестве такого возмущающего воздействия выступает расход исходной смеси  $g_{см.исх.}$ .

- Неконтролируемые возмущения или возмущения, которые нецелесообразно контролировать. К ним относятся те возмущения, которые невозможно или нецелесообразно измерять непосредственно. Такими возмущениями являются давление пара, поступающего в рубашку куба колонны и подогреватель  $p_{п.}$ , состав исходной смеси  $c_i^0$ .

Высокие требования к качеству выпускаемой продукции, вызывают необходимость строгого соблюдения норм технологического регламента, точного поддержания регламентных значений температур исходной смеси, температур в колонне, уровня в кубе колонны и др.

Для обеспечения высокого качества регулирования требуется использование сложных систем регулирования (многосвязных, каскадных, следящих). Возможность реализации таких систем регулирования является одним из критериев для выбора для выбора технического и программного обеспечения системы управления.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) очистки ММА представляется как иерархическая многоуровневая система. В ней условно можно выделить следующие уровни:

- уровень датчиков и исполнительных механизмов (нижний уровень);
- уровень программируемых логических контроллеров (средний уровень);
- операторский или верхний уровень.

Технические средства нижнего уровня представляются:

- датчиками давления, температуры, уровня, расхода, имеющими унифицированный токовый выход 4...20 мА. В связи с тем, что производство ММА относится к взрывоопасным производствам, все датчики имеют взрывобезопасное исполнение с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» (Exia или Exib);
- барьерами искрозащиты;
- взрывозащищенными электрическими исполнительными механизмами с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (Exd);

Контроллерный уровень представлен контроллерами WinPAC-8847 и модулями ввода-вывода серии I-8000 компании ICP DAS. Эти контроллеры полностью сертифицированы, внесены в реестр средств измерений РФ и

имеют разрешение Ростехнадзора. Программирование контроллеров осуществляется в среде ISaGRAF. Уровень контроллеров в системе выполняет следующие функции:

- сбор сигналов от датчиков, установленных на объекте управления;
- предварительная обработка сигналов: фильтрация и масштабирование;
- реализация алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы;
- передача и прием информации из промышленной сети.

Верхний уровень представлен станцией оператора (автоматизированного рабочего места - АРМ), выполненной на базе компьютера в промышленном исполнении. АРМ выполнен с использованием отечественной SCADA-системы MasterSCADA компании INSAT, г. Москва.

Станция оператора (АРМ) обеспечивает:

- сбор текущей информации от контроллеров;
- архивирование и хранение текущей информации и ее дальнейшую необходимую обработку;
- представление текущей и исторической информации на дисплее (реализация динамизированных мнемосхем, гистограмм, анимационных изображений, таблиц, графиков, трендов);
- выделение аварийных и предаварийных ситуаций с автоматической генерацией сигналов тревоги;
- ввод и передачу команд и сообщений оператора в контроллеры;
- регистрацию всех действий оператора (ручной запуск процесса, аварийный останов, изменение настроечных параметров системы и т.д.);
- защиту от несанкционированного доступа и предоставление различных прав пользователям во время работы с системой;
- печать отчетов и протоколов произвольной формы в заданные моменты времени, представление и запись аварийных ситуаций в моменты их возникновения;
- информационные связи с серверами и другими рабочими станциями через разные сетевые структуры.

Внедрение АСУ ТП очистки ММА приводит к стабилизации качества продукции, снижению потерь как сырья, так и энергоресурсов, повышению дисциплины труда, существенному улучшению условий труда оперативного персонала.

#### Литература:

1. Анисимов И.В. Основы автоматического управления технологическими процессами нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Л.: Химия, 1967- 408 с.
2. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. М.: Химия. 1991. – 432 с.
3. Холланд Ч.Д. Многокомпонентная ректификация. М: Химия, 1969. 351 с.

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА

**Баракова Алия Шаризатовна**

Преподаватель, КазНМУ им.С.Д.Асфендиярова.г.Алматы

**Жусипбекова Шолпан Ерлепесовна**

Старший преподаватель, КазНМУ им.С.Д.Асфендиярова.г.Алматы

**Жакипова Шынар Абубакировна**

Преподаватель, КазНМУ им.С.Д.Асфендиярова.г.Алматы

### INFORMATION AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS OF TEACHING FUTURE SPECIALIST

*Aliya Sharizatovna Barakova, teacher, Kazakh National Medical University named after S. D.Asfendiyarov, Kazakhstan  
Sholpan Erlepesovna Zhysipbekova, senior teacher, Kazakh National Medical University named after S. D.Asfendiyarov, Kazakhstan, Shynar Abubakirovna Zhakipova, teacher, Kazakh National Medical University named after S. D.Asfendiyarov, Kazakhstan*

*Ключевые слова: интернет, web- сайт*

*Keywords: internet, website*

#### ABSTRACT

*In given article ways of modern information-communication technologies in the course of preparation of the future expert are considered. Are given the characteristics most widely used in formation of possibility of a network the Internet, including: e-mail, teleconferences, lists of mailing, electronic textbooks, electronic libraries, Information search in the Word multimedia environment (WWW-Word Wide Web)*

Характерной тенденцией последних лет является использование в образовательном процессе вузов информационных технологий, содержащих в себе большинство достижений информатики, в частности Web- технологии, когда доступ к информационным ресурсам осуществляется из клиентской приложения - навигатора Интернет, а управление данными основано на использовании сервисов и протоколов Интернет и взаимодействии со специализированными серверами, веб серверами.

Общество информационных технологий XXI в. в отличие от индустриального общества заинтересовано в том, чтобы каждый его гражданин был способен самостоятельно, активно действовать, принимать решения, адаптироваться к изменяющимся условиям жизни.

Поэтому перед современным образованием стоит задача подготовить молодое поколение, способное:

- самостоятельно приобретать знания и умения, чтобы иметь возможность адаптироваться к изменяющимся условиям жизни;
- творчески мыслить, видеть проблемы и находить оптимальные пути их решения с использованием современных технологий;
- грамотно работать с информацией
- быть коммуникабельным, уметь работать в коллективе
- постоянно заниматься повышением своего интеллектуального, нравственного и культурного уровня.

Современное направление развития образовательной системы-это интеллектуальное и нравственное развитие человека путем вовлечения его в разнообразную самостоятельную целесообразную деятельность в различных направлениях знаниях. Такую цель возможно достичь в результате решения следующих задач.

- установление в качестве ведущих принципов образования самостоятельной активности и осознанности познания;
- интеграция средств коммуникаций в образовательный процесс.

В течение последнего десятилетия в мире все большее развитие получает сочетание компьютеров и информационных сетей, происходит активное включение пользователей во всемирные сетевые структуры Интернет. Техническим новшеством, качественно изменившим мировую инфраструктуру, явилось изобретение гипертекста.

Возможности гипертекста гипермодиаэ эффективно используются для электронных публикаций. Существует множество различных гипертекстовых изданий. Часть из них - это дубликаты обычных бумажных изданий для образовательных целей. WKB – технологии (WWW) позволяют через сеть Интернет реализовать возможность работы с документами, в которых объединены текст, графические иллюстрации, звуковые фрагменты и даже анимация, что делает эти документы выразительными и облегчает восприятие информации. В целом, WWW можно назвать глобальной гипертекстовой средой, коммуникационной основой которой служит Интернет.

Наиболее широко в образовании используются следующие возможности сети Интернет: электронная почта, телеконференции, списки рассылки (Mailinglists) электронные учебники, электронные библиотеки, поиск информации во Всемирной мультимедийной среде. (WWW)

Особо актуальной на сегодняшний день является - списки рассылки (Mailinglists). Этот вид телекоммуникации представляет собой передачу информации абоненту,

имеющему собственный электронный почтовый адрес. Для сферы образования этот вид телекоммуникационной связи может быть использован с целью передачи инструктивно-нормативной документации от управленческих органов образования для регулярного оповещения о предстоящих конференциях, семинарах, проводимых органами управления или институтами повышения квалификации, может быть использован как средство для сотрудничества учителей. Для организации единого информационного образовательного пространства необходимо создание специальной службы на базе органов управления образования.

С помощью всемирной мультимедийной среды (WWW) образовательное учреждение имеет возможность продемонстрировать практический, научный, социальный потенциал с помощью создания -страницы, в которой можно дать реферативную информацию о своей деятельности. С помощью web-страницы возможно проводить поиск необходимой информации, web-технологии обеспечивают легкий доступ до любого нужного ресурса Интернет.

Все эти возможности телекоммуникаций могут быть использованы в обучении на расстоянии, без отрыва от основной деятельности.

Первое упоминание о подобном образовании было связано с разработкой метода использования почтовой связи для рассылки учащимся заданий и получения от них вопросов и выполненных заданий. Авторами этой системы были Ч.Тусен и Г.Лангенштейн. В 1891 г. При Чикагском университете было впервые создано заочное отделение. Позднее эта форма обучения получила значительное развитие в Западной Европе, СССР, Китае и др. странах.

Остановимся кратко на используемых в этой области терминах. Термин «DistanceEducation» имеет эквивалентом на русском языке термин «Заочное образование» как систему, предоставляющую возможность получать образование по месту проживания или работы безотносительно к месту расположения учебного заведения. Если слово «образование» заменить на «обучение» (для придания термину смысла «процесса» или «метода»), то окажется, что общепринятого эквивалентного англоязычного термина не существует. «DistanceLearaing» - практически не используется. Соответствующий по смыслу английский термин «CorrespondenceSchool» далеко уводит в сторону от собственно дистантного (дистанционного) обучения. Имея ввиду, что термин «обучение» переводится как Training, можно было бы ожидать существования термина «DistanceTraining». Таким образом, термин «дистанционное образование» существует на русском языке без какой-либо терминологической поддержки со стороны английского языка, на что в свое время обратила внимание Д.А.Богданова/1/. Опираясь на известный в лингвистике закон Сепира-Уорфа, можно предположить, что в этом термине заключено специфическое русскоязычное восприятие этого вида обучения. Более внимательный анализ говорит о том, что термин «дистанционное обучение» означает, во-первых, «удаленное обучение», т.е. такое обучение, когда исключен непосредственный контакт преподавателя с обучаемым, с другой стороны, подразумевает наличие некоторых современных средств, позволяющих осуществлять удаленное обучение/1/.

Существует множество теории «удаленного» обучения: теория автономии и независимости обучения ( Р.Деллинг, А.Ведемеер, М.Мур), теория индустриализации (О.Петерсон), теория взаимодействия и коммуникации (Дж.Боат, Б.Холмберг, Дж.Даниэль) и др.

Согласно Е.С.Полат /2/ и др., в настоящее время известно шесть основных моделей удаленного обучения:

- обучение по типу экстерната;
- университетское обучение;
- обучение, основанное на сотрудничестве нескольких учебных заведений;
- обучение в специализированных образовательных учреждениях; автономные системы обучения;
- неформальное, интегрированное обучение на основе мультимедийных программ.

А.В.Хуторский /3/ выделяет пять типов удаленного обучения:

- «школа-интернет»: удаленное обучение решает задачи очного обучения;
- «школа-интернет-школа»: удаленное обучение дополняет очное обучение и влияет на него более интенсивно.
- «ученик-интернет-учитель»: удаленное обучение частично заменяет очное обучение;
- «ученик-интернет-центр»: удаленное обучение сопоставимо с очным обучением;
- «ученик-интернет-...» удаленное обучение выполняет функции распределенного в пространстве и времени образования.

Н.В. Матецкий говорит о шести видах удаленного обучения:

- традиционне заочное;
  - телеконференции;
  - Case-технологии;
  - виртуальная школа;
  - учебный телекоммуникационный проект;
  - соревновательное тестирование
- Как подчеркивает Е.С.Полат /2/, основными целями всех моделей образования на расстоянии являются следующие:
- Дать возможность обучаемым совершенствовать, пополнять свои знания в различных областях в рамках действующих образовательных программ;
  - Получать аттестат об образовании, ту или иную квалификационную степень на основе результатов соответствующих экзаменов;
  - Дать качественное образование по различным направлениям школьных и вузовских программ.

Развитие электронных средств создание системы Интернет не только дало новый импульс всем формам удаленного обучения, но и изменило их качественно.

Однако это качественное изменение практически осталось неисследованным. И хотя на сегодняшний день дистанционное – телекоммуникационное обучение прочно вошло в мировую практику преподавания, теоретических работ, осмысливающих его возможности и границы применения совсем мало. Большинство публикаций на эту тему носит футурологический, технический, технологический, социально-психологический характер,

но, практически, отсутствуют работы критического и аналитического свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова Д.А., Федосеев А.А. Проблемы дистанционного образования в России // Информатика и образование, 1996, №3, с. 94-97

2. Полат Е.С. Дистанционное обучение.-М.:Владос, 1998,-С.318  
 3. Хуторский А.В. Дистанционное обучение // Информационные технологии в образовании. Материалы V|| Международной конференции 10-13 февраля 1998 года, В 4 ч., ч.2, -М.:1998, -С.78

**РАСКРАСКА УЗЛА  $K_{5,1}$**

*Чахалян Рузанна Хачатуровна*

*студентка, Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир*

*COLORING KNOT  $K_{5,1}$*

*Chakhalyan Ruzanna Hachaturovna, student, Armavir State Pedagogical Academy, Armavir*

*Ключевые слова: теория узлов, полигональный узел, диаграмма, раскраска.*

*Keywords: knot theory, polygonal knot, graph, coloring.*

**АННОТАЦИЯ**

*В статье рассматривается классическая задача о раскраске одного из табличных узлов -  $K_{5,1}$*

**ABSTRACT**

*The article deals with the classical problem of coloring one of the table nodes -  $K_{5,1}$*

1. Под узлом мы понимаем гладкое вложение окружности  $S^1$  в ориентированное пространство  $R^3$ ; узлом также называют образ этого отображения. (см.[1])

Прототип математического узла – это заузленный кусок веревки с закрепленными концами. Концы веревки приходится закрепить, потому что если не закрепить, то все узлы окажутся одинаково завязанными.

На диаграмме узел изображен так, что в каждом пересечении линия, идущая снизу, «разрезается» на две части. В результате линия, изображающая узел, разбивается на фрагменты, которые называются дугами.

2. Раскраска простейших узлов.

Для удобства условимся обозначать:красный – 1, синий – 2, черный – 3



Рис.1

Существует « 1 – й принцип раскраски узла»: Раскраска будет «хорошей», если в каждом пересечении все три дуги, образующие пересечение, имеют разные цвета.

**3. Раскраска узла  $K_{5,1}$**

Установим, возможна ли «хорошая» раскраска с помощью четырех цветов. Теорема. Узел  $K_{5,1}$  нельзя раскрасить

четырьмя цветами так, чтобы на каждом пересечении получились разные цвета.

Доказательство. На рисунке 2 показана диаграмма узла  $K_{5,1}$ , на которой дуги пронумерованы 1, 2, 3, 4 и 5.

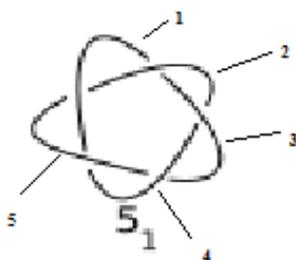


Рис.2

Начнем раскрашивать узел, выбирая три цвета – красный – I, синий - II, черный – III для дуг 1, 2 и 3. Тем самым три соседние дуги, как показано на рисунке 3, можно раскрасить тремя цветами.

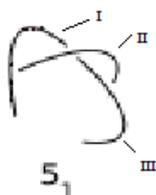


Рис.3

Осталось раскрасить две дуги - 4 и 5. Для того чтобы 1-й принцип раскраски выполнялся (разные цвета в каждом пересечении), надо выбирать один из трех цветов или добавлять новый цвет для раскрашивания дуги с номером 4. Поскольку в точке А она смыкается с дугами 2

(синяя) и 3 (черная) мы можем окрасить только в один цвет – красный, но в точке В она смыкается с дугами 1 (красная) и 3 (черная), следовательно необходимо ввести новый цвет IV – зеленый.

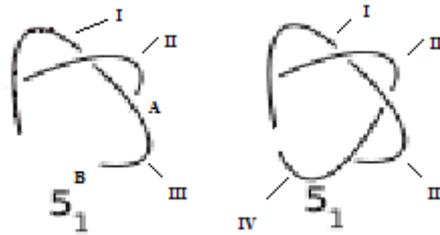


Рис.4

Далее необходимо раскрасить дугу – 5, аналогично дуге – 4, дуга – 5 смыкается с дугами: 1 и 3, 2 и 3, 4 и 1, то необходимо ввести новый цвет V – желтый.

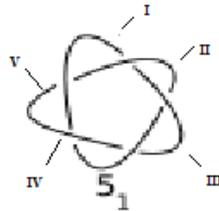


Рис.5

Таким образом, узел  $K_{5,1}$  невозможно раскрасить в 2, 3 и 4 цвета так, чтобы было выполнено условие: раскраска будет «хорошей», если в каждом пересечении все три дуги, образующие пересечение, имеют разные цвета.

#### Литература

1. Дужин С.В. Узлы и их инварианты /С.В. Дужин, С.В.Чмутов// Математическое просвещение – 1999.-сер.3,вып.3.-С.59-93.
2. Мантуров В.О. Экскурс в теорию узлов// Соросовский образовательный журнал.-2004-т.8, №1.-. С. 122-127.

## ЗВЕННОЕ ЧИСЛО ОДНОГО УЗЛА

**Гаврушева Александра Анатольевна**

студентка 2 курса Института Прикладной Информатики, Математики и Физики  
Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир

### TIER NUMBER ONE NODE

Gavrusheva Alexandra, 2nd year student of the Institute of Applied Informatics, Mathematics and Physics  
Armavir State Pedagogical Academy, Armavir

#### АННОТАЦИЯ

Цель: Построить полидиагональную диаграмму и выяснить количество звенного числа узла. Метод: Использование  $\Delta$ -преобразований. Результат: Звенное число равно 8. Выводы: Утверждение доказано.

#### ABSTRACT

Background.: to Build polygonal diagram and find the number of tier number of the node. Methods: Using  $\Delta$ -transformations. Result: Tier number is 8. Conclusion: The statement is proved.

Ключевые слова: Узел, звенное число,  $\Delta$ -преобразования.

Keywords: The node tier number, the  $\Delta$ -transformation.

Известно [1], что первыми нетривиальными узлами являются восьмёрка и трилистник. Их полигональные диа-оокружности  $S^1$  в ориентированное пространство  $R^3$ ; узлом граммы и, соответственно, звенные числа построены итакже называют образ этого отображения. найдены (см. [2]). Ранее нами были построены полигональные диаграмм узлов  $K_{5,2}$ ,  $K_{6,2}$ . Число звенное число и первого, простого замкнутой ломаной в  $R^3$ , состоящий из конечного числа прямолинейных отрезков.

Прежде чем переходить к узлу  $K_{7,2}$ , приведем некоторые определения и факты (см.[1],[2]).

Под узлом мы будем понимать гладкое вложение  $S^1$  в ориентированное пространство  $R^3$ ; узлом граммы и, соответственно, звенные числа построены итакже называют образ этого отображения.

Узел называется полигональным, если он является простой замкнутой ломаной в  $R^3$ , состоящий из конечного числа прямолинейных отрезков.

Полигональное изображение трилистника показано на рис.1. При этом, для представления трилистника в пространстве использовано шесть прямолинейных отрезков.

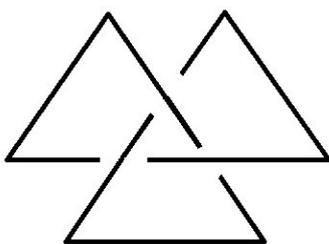


Рисунок 1. Трилистник

Звенное число – это наименьшее число отрезков, необходимых для его изображения. Чтобы найти звенное число, мы будем использовать  $\Delta$ -преобразования.

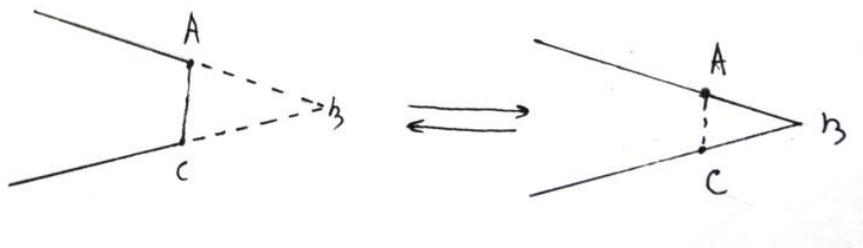


Рисунок 2.  $\Delta$ -преобразования

Узел  $K_{7,2}$  имеет плоскую диаграмму:



Рисунок 3. Плоская диаграмма

Построим полигональную диаграмму, обозначив отрезки буквами:

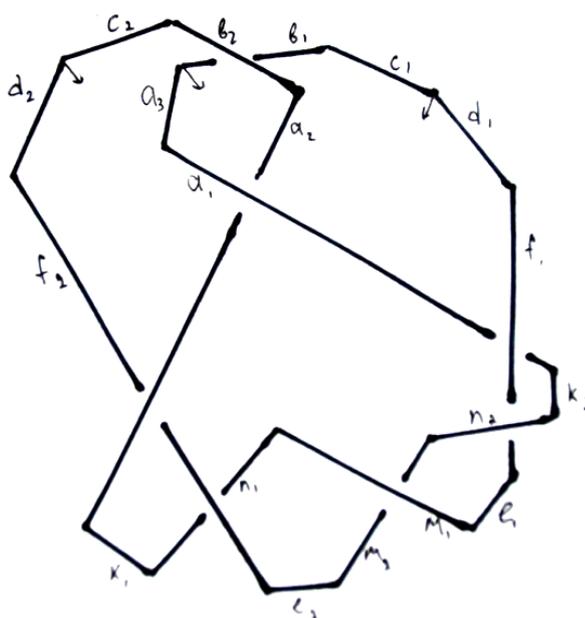


Рисунок 4. Полигональная диаграмма 1

Из рисунка 4 находим число звеньев. Оно равно 20.  
 Поставим задачу уменьшить это число.  
 Применив  $\Delta$ -преобразования к  $d_1c_1$  на рис.1, заменим на  $g_1$ ,  $d_2c_2$  – на  $g_2$ ,  $a_3b_1$  – на  $o_1$ .

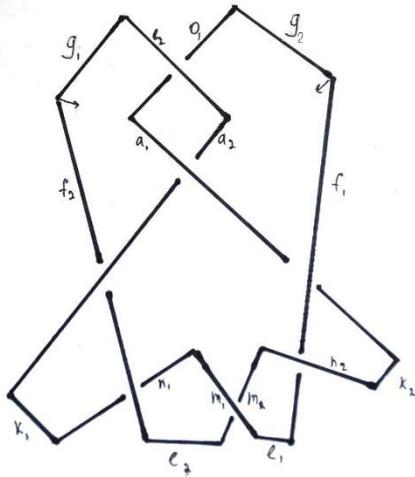


Рисунок 5. Полигональная диаграмма 2

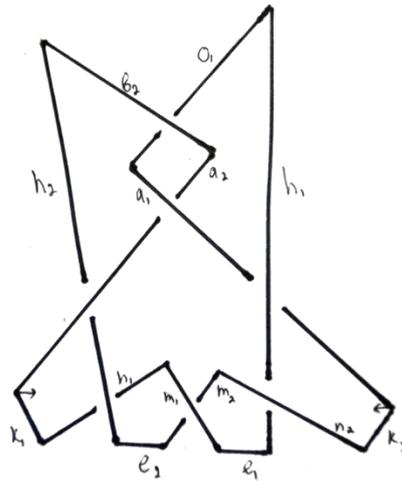


Рисунок 6. Полигональная диаграмма 3

Заменим  $g_1f_2$  на  $h_2$  и  $g_2f_1$  на  $h_1$  в рис.5. Заменим  $a_1k_2$  на  $j_1$  и  $a_2k_1$  на  $j_2$  в рис.6.

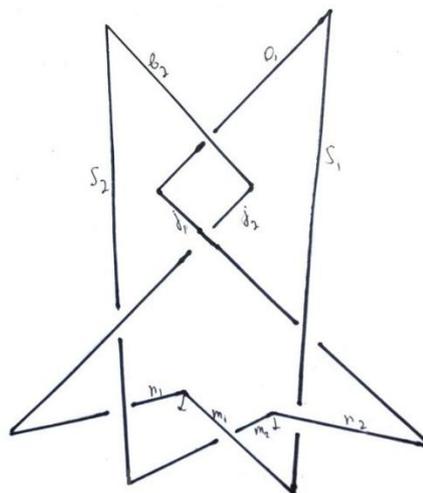
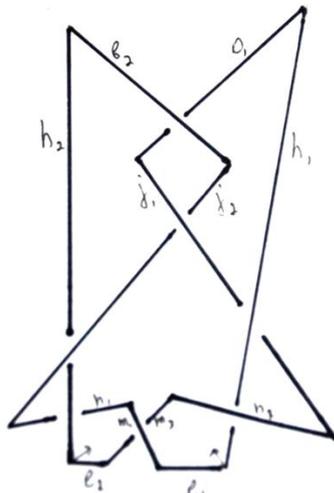


Рисунок 7. Полигональная диаграмма 4. Рисунок 8. Полигональная диаграмма 5

Заменим  $h_1e_1$  на  $s_1$  и  $h_2e_2$  на  $s_2$  в рис.7.  
 Заменим  $n_1m_1$  на  $t_1$  и  $n_2m_2$  на  $t_2$  в рис.8.  
 Узел  $K_{7,2}$  имеет полигональную диаграмму.

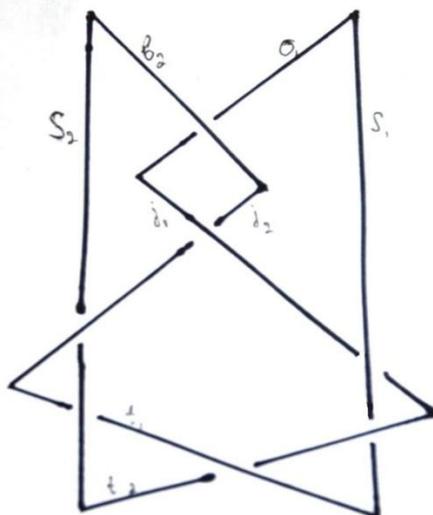


Рисунок 9. Полигональная диаграмма 6

Таким образом, доказано утверждение.  
Лемма. Звенное число равно 8.

#### Литература

1. Мантуров В. О. Теория узлов. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. - 512 с.
2. Мантуров В. О. Лекции по теории узлов и их инвариантов. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 304 с.

## ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ

**А. С. Шилин**

кандидат технических наук

*Аннотация: В статье показано, что принцип постоянства скорости света в специальной теории относительности противоречит данным опытов и мысленных экспериментов.*

*Даны определения физических понятий пространства, времени и независимости скорости материальных сигналов от скорости их источников, которые взаимодействуют посредством испускаемых ими этих сигналов в виде мельчайших весомых частиц.*

*На основе данных определений построена предельно простая, ясная по смыслу и логически безупречная единая теория взаимодействий движущихся тел, в которой нет сокращения движущихся метров, замедления хода движущихся часов, роста массы движущихся тел с ростом их скорости и которая согласуется со всеми опытными фактами и наблюдениями, предсказывает возможность открытия новых закономерностей, существующих в природе вещей.*

*Ключевые слова: пространство и время.*

*Единственный путь прогресса –  
опровержение существующей теории  
и создание альтернативной теории.*

**Роберт Фейнман**

### 1. Введение

Нужно сразу сказать, что допущение существования постоянства скорости света, не зависящей от скорости движения источника света, высказанное во вступлении статьи А. Эйнштейна (A. Einstein) “К электродинамике движущихся тел” [1], не является неправильным до того момента, пока в разъяснении физического смысла этого допущения, названного *принципом постоянства скорости света*, не сказано, что “Каждый луч света движется в “покоящейся” системе координат с определённой скоростью  $c$ , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом” в виде отношения числа метров к секунде времени, измеренной часами. Лишь после данного разъяснения этот принцип становится ошибочным, так как вступает в противоречие с данными опытов и мысленных экспериментов.

Сначала укажем на опыты, противоречащие принципу постоянства скорости света, затем рассмотрим мысленные эксперименты.

1. В статье “Радарные измерения относительной скорости света в космосе” [2] Б. Дж. Уоллес (B. G. Wallace) проанализировал результаты радиолокации Венеры и установил: “Опубликованные данные межпланетных радарных измерений представляют свидетельство того, что относительная скорость света равна  $c + v$ , а не  $c$ .”

2. Опыты С. Маринова (S. Marinov) [3] представляют собой измерения интенсивности двух параллельных лучей света, идущих навстречу друг другу от двух неподвижных источников. Эти измерения показали, что лучи света двигались относительно прибора с явно выраженными разными скоростями к некоторому центру масс во Вселенной, к которому солнечная система движется со скоростью  $v = 386 \pm 38$  км/с.

Теперь рассмотрим мысленные эксперименты.

3.1. Имеются два параллельных стержня  $A$  и  $B$  одинаковой длины, на середине каждого из них в точках  $C$  и  $D$  покоятся источники света, а на концах - синхронно идущие часы. Ход часов был пущен действием света, посланного источниками, покоящимися относительно часов, настроенных на пуск и остановку их хода действием света *определённой* частоты. Факт одновременного начала отсчёта времени часами на концах стержней  $A$  и  $B$  был подтвержден одновременным пуском часов в точках  $C$  и  $D$  действием света после его отражения зеркалами часов на концах стержней  $A$  и  $B$ .

Стержень  $B$  движется вправо относительно *неподвижного* стержня  $A$  вдоль их осей, и в момент “совпадения” точек  $C$  и  $D$  источник света, покоящийся в точке  $D$  стержня  $B$ , посылает к часам на концах стержня  $B$  сигналы света *определённой* частоты, которые, пройдя одинаковые расстояния со скоростью  $c$ , своим действием одновременно останавливают их ход. Однако, согласно *специальной теории относительности* (СТО), основанной на *принципе постоянства скорости света*, при наблюдении со стороны неподвижного стержня  $A$  эти сигналы приходят со скоростью  $c$  одновременно к часам на концах стержня  $A$ , но ход часов не останавливают, а к часам на концах стержня  $B$  они проходят разные расстояния относительно точки  $C$  со скоростями  $c + v$  и  $c - v$ , приходят к ним не одновременно и останавливают их ход. Чтобы убедить наблюдателей на стержне  $A$  в одновременном приходе света к часам на концах стержня  $B$ , этот стержень был остановлен и доставлен наблюдателям на стержне  $A$  для наблюдения одинаковых показаний времени неподвижными стрелками часов на концах стержня  $B$ . Видя одинаковые показания остановленного времени на двух часах стержня  $B$ , наблюдатели на стержне  $A$  вынуждены были признать, что утверждения специальной теории относительности о не одновременном приходе света к часам на концах стержня  $B$ , выводимые из принципа постоянства скорости света, ошибочны в своей основе.

3.2. То же самое имело место и тогда, когда источник света в точке  $C$  двигался со стержнем  $A$  влево относительно неподвижного стержня  $B$  и послал свет определенной частоты к часам на концах стержня  $A$  для остановки их хода. В этом случае, в отличие от СТО, требовавшей не одновременного прихода света к часам на концах стержня  $A$ , ход часов на концах стержня  $A$  был остановлен одновременно, в чём могли убедиться наблюдатели на стержне  $B$  после того, как к ним был доставлен стержень  $A$  с часами на его концах для наблюдения одинаковых показаний времени неподвижными стрелками.

3.3. Рассмотренные мысленные эксперименты дополним следующим рассуждением.

Пусть на серединах одинаковых стержней  $A$  и  $B$ , движущихся друг относительно друга, в точках  $C$  и  $D$  покоятся одинаковые часы, и в момент, когда точки  $C$  и  $D$  совпадают, эти часы шли синхронно и показывали одинаковое время. Когда часы  $D$  пришли к концу стержня  $A$ , ход часов  $D$  был остановлен; был остановлен и ход часов  $C$  в момент прихода к концу стержня  $B$ . После того, как ход часов был остановлен, стержни  $A$  и  $B$  с часами в точках  $C$  и  $D$  были приведены в неподвижное друг возле друга положение, при котором наблюдатели, покоящиеся возле часов  $C$  и  $D$ , сравнили показания этих часов и убедились в том, что показания часов одинаковы, а это значит, что во время движения друг относительно друга часы шли синхронно.

Из приведенных фактов и мысленных экспериментов хорошо видно, что в природе нет причин, чтобы соблюдался принцип постоянства скорости света в СТО. Однако ничто не запрещает нам сделать так, чтобы, в развитие 2-го закона Ньютона, лучи света и сигналы другой природы двигались с постоянными скоростями во всех системах координат, движущихся друг относительно друга. Всё зависит от разумного определения понятия времени.

Физика тогда и только тогда будет достоверной, когда все её первые понятия будут иметь четкие и ясные определения, то есть когда смысл понятий установлен с помощью уже осмысленных слов. Для физиков такими первыми понятиями являются понятия пространства и времени, которые в современной науке, к сожалению, всё ещё не имеют определений. В материалистической философии *пространством* называется форма существования материи, которая без материи не существует и представляет собой *воображаемое* вместилище, чистое *ничто*, а никак не *вещь*. А что такое *время*? В русском языке непосредственным предком слова *время* было древнерусское *веремья*, а более далеким - общеславянское *вермя* или *вертмя*. Индоевропейской основой им послужило слово *vartman*, которое означает *путь, колея, след колеса* [4] и отражает наблюдаемое периодическое движение Солнца по небосводу от восхода до восхода. Последовательное прохождение определённой звезды через данный меридиан Земли, вращающейся вокруг своей оси, фиксирует время звёздных суток. Часы служат для деления этого промежутка времени на 86400 секунд (число углов поворота Земли вокруг своей оси) и дают возможность использовать эту единицу времени вне обсерватории. В середине XX века было установлено, что вращение Земли не вполне равномерно, и найдена более стабильная секунда, равная 9 192 631 770 периодов излучения света атомом цезия-133, которые составляют 299792458 м –

*геометрический* смысл секунды. На основе атомной секунды созданы *эталонные* часы для измерения времени. С помощью эталонных часов и стандартных метров, *эталон* которых хранится в Международном бюро мер и весов во Франции, можно измерить скорость света на расстоянии между точками  $A$  и  $B$ . Скорость света относительно источника измерена и её стандартное обозначение  $c = 299792458$  м/с, а расстояние, проходимое светом в течение  $1/299792458$  доли секунды, называется *метром времени*. Очевидно, секундой можно называть движение любой другой материальной точки на другом отрезке пути, который она проходит за одну секунду эталонных часов без заметного воздействия на нее внешних сил. Но если единица времени определяется движением какой-либо материальной точки, свободной от внешнего воздействия, на том или ином определенном отрезке пути, который она проходит в течение эталонной секунды, то движение этой точки на таком определенном отрезке пути тоже можно и будем называть *секундой*. Такое расширенное определение понятия *секунды* требует и более расширенного определения *времени*. В новой физике *временем* называется *движение материальных сигналов (носителей электромагнитных, гравитационных и звуковых сил), выражаемое числом метрически равных отрезков пути во всех инерциальных системах координат, движущихся относительно друг друга, в которых посредством сигналов осуществляются взаимодействия материальных тел*.

Теперь на основе определений *секунды* и *времени* можно произвести синхронизацию часов в любых точках  $A$  и  $B$  инерциальной системы координат, расположенных на расстоянии  $l$  друг от друга. Пусть в точках  $A$  и  $B$  покоятся однотипные часы, и пусть источник света покоится на часах в точке  $A$ . В момент времени  $t_A$  по часам в точке  $A$  источник света посылает световой сигнал к часам в точке  $B$ , и когда сигнал достигает часов в точке  $B$ , их устанавливают так, чтобы они показывали время

$$t_B = t_A + l/c. \quad (1)$$

Таким способом можно синхронизировать любое количество однотипных часов, покоящихся во всех интересующих нас точках инерциальных систем координат, движущихся друг относительно друга.

Задача физики состоит в том, чтобы описать движения разных материальных точек с помощью понятия времени. Простейший способ описания движений материальных точек осуществляется в инерциальных системах декартовых координат, прямоугольные оси которых размечены одинаковыми единицами длины, например, метрами, сантиметрами и т. д. Эта разметка говорит о том, что пространство и время в инерциальных системах должны выражаться одинаковыми единицами длины. Отношение пути, пройденного материальной точкой, к единице времени называется *скоростью* материальной точки, а предел отношения приращения её скорости в некоторой координатной точке к приращению времени в той же точке, когда последнее стремится к нулю, называется *ускорением* материальной точки.

Чтобы вычислить скорость материальной точки на расстоянии между двумя координатными точками  $A$  и  $B$  в условно неподвижной декартовой системе координат, необходимо знать моменты времени, в которые движущаяся материальная точка находилась в  $A$  и  $B$ . Для этого в

каждой точке  $A$  и  $B$  должны находиться синхронно идущие часы, измеряющие время, выражаемое равными числами секунд.

**2. Галилеева кинематика движущихся тел**

В физике движения тел изучают в метрически равноценных инерциальных системах декартовых координат  $K$  и  $K'$ , движущихся друг относительно друга. У них оси  $x$  и  $x'$  совпадают, а оси  $y, z$  параллельны осям  $y', z'$ . Одну из двух таких систем условно принимают за неподвижную, исходную систему, в начале координат которой покоится источник света; вторая система движется относительно исходной системы равномерно и прямолинейно. При этом все однотипные часы, покоящиеся в  $K$  и  $K'$ , идут синхронно и показывают равные числа секунд времени  $t$  и  $t'$ , выраженные формулой

$$t = t' \tag{2}$$

после того, как любые одни часы системы  $K$  из всей совокупности покоящихся в ней часов сверены с какими-либо одними часами системы  $K'$  в общей для них точке, с которыми затем синхронизированы с помощью формулы (1) все другие часы, покоящиеся в системе  $K'$ .

Формула (2) служит основой классических формул преобразования координат движущейся материальной точки и времени от системы  $K'$  к системе  $K$  и обратно:

$$\begin{aligned} x &= x' + vt', \\ x' &= x - vt. \end{aligned} \tag{3}$$

где  $v$  - скорость систем  $K$  и  $K'$ , движущихся друг относительно друга.

Из этих формул следует, что движущиеся друг относительно друга инерциальные системы декартовых координат, покоящиеся в них метровые стержни и синхронно идущие часы соответственно идентичны. Все явления природы при одинаковых начальных условиях протекают в этих системах координат одинаково, в них справедлива геометрия Евклида. Движения тел, на которые действуют силы, изучают с помощью второго закона Ньютона – *закона движения*. Согласно этому закону, приложенная движущая сила есть действие движущегося тела в виде взаимосвязанной совокупности материальных точек на другое тело в виде другой совокупности материальных точек, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения. Материальные носители сил, действующие на тело, называются *сигналами*, которые идут от совокупности других тел, в простейшем случае - от одного другого тела. Идут - значит, движутся и имеют конечную скорость относительно источника, выраженную в стандартных единицах длины и времени. Но в законе Ньютона, кроме изменения скорости массы тела, никакой другой скорости нет. Это значит, что скорость сигналов относительно движимого тела, на которое они действуют, требуется определить, поскольку приложенная сила находится в прямой зависимости от скорости сигналов относительно тела, о чем будет сказано ниже. Применительно к электродинамике движущихся тел, сигналы являются носителями электромагнитных сил и иначе называются «светом», который, по Ньютону, представляет собой поток быстро движущихся корпускул с измеренной постоянной скоростью относительно источника, равной стандартному значению скорости света. Другими словами, в систе-

мах покоя источников света свет распространяется сферически симметрично с постоянной скоростью, но в системах координат, движущихся относительно источника, скорость света будет отличаться от исходной величины, подчиняясь формулам (3) преобразования Галилея. А нам нужно, чтобы требуемая законом Ньютона скорость света, несущего электромагнитные силы, всегда выражалась постоянной величиной, иначе мы будем иметь уравнение с двумя неизвестными. Оказывается, данное нами расширенное *определение времени* уже содержит в себе возможность определения *постоянства* скорости каждого луча света во всех инерциальных системах координат, движущихся относительно друг друга, при этом и классический закон сложения скоростей сохраняет свою силу. В самом деле, чтобы скорость каждого луча света сохранила свое постоянство по всем направлениям в системе координат, движущейся относительно системы покоя источника, в ней единица светового времени должна измеряться не часами, а отрезком пути, которым она измерена часами в системе покоя источника. При этом в движущейся системе координат световое время, источник которого покоится в неподвижной системе, уже не может измеряться эталонными часами, но оно должно быть вычислено математически в зависимости от исходного времени, измеренного часами в системе покоя источника, и от скорости движущейся системы. Для отличия времени, измеренного часами, от вычисленного времени, первое будем называть *исходным* временем, а второе - *метрическим*.

**3. Адекватное преобразование времени и координат движущегося тела**

Рассмотрим две инерциальные системы координат  $K$  и  $K'$ , которые движутся друг относительно друга и имеют ориентацию, указанную выше. Пусть в начале координат системы  $K$  покоится источник сигналов *любой* природы, от которого во все стороны распространяются сигналы сферически симметрично с какой-либо измеренной скоростью  $c$ , выраженной в стандартных единицах длины и времени. Будем рассматривать движение сигналов в системах  $K$  и  $K'$  с момента времени  $t = t' = 0$ , когда их начала координат  $O$  и  $O'$  совпадают. Тогда, согласно (3), обычная скорость этих сигналов в системе  $K'$  будет отличаться от  $c$ : она будет зависеть от их направления и от скорости  $v$  системы  $K'$  относительно  $K$ . Но если измерять единицу времени  $t'$  не часами, а расстоянием, которое проходят сигналы за секунду в системе покоя источника, называя  $t'$  *метрическим* временем, то скорость каждой точки фронтальной поверхности сигналов относительно точки  $O'$  будет равна  $c$  по всем направлениям, при этом длина метрического времени  $t'$  относительно точки  $O'$ , выраженная его отношением к длине исходного времени  $t$ , очевидно, будет отличаться от длины последнего. Другими словами, согласно (2) и (3), исходное время  $t$  и  $t'$  идёт с одинаковой скоростью, а скорость сигналов в  $K$  и  $K'$  разная; вместе с тем, согласно определениям исходного времени  $t$  и метрического времени  $t'$ , скорости сигналов в  $K$  и  $K'$  будут численно равны, а время  $t$  и  $t'$  будет идти с разной быстротой и выражаться разными отрезками пути. Выбрав единицу изме-

рения времени  $t$  и  $t'$  в  $K$  и  $K'$  длиной отрезка пути, равного метру или кратного метру, которым размечены оси координат наших систем, получим скорость сигналов, равную единице ( $c = 1$ ); при этом движение этих сигналов в  $K$  и  $K'$  можно будет описать уравнениями:

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = 0, \quad (4)$$

$$t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = 0 \quad (5)$$

В этих уравнениях метрическое время  $t'$  не является независимым от исходного времени  $t$ , так как длина секунды последнего может быть измерена лишь в системе покоя источника. По этой причине уравнение (5) также не будет независимым от (4). Это значит, что постоянство скорости сигналов любой природы в создаваемой новой теории не допускает существование расширяющейся сферы фронта рассматриваемых сигналов с центром в точке  $O'$  системы  $K'$  при любом определенном расстоянии между точками  $O$  и  $O'$ , если координаты каждой точки этой сферы в системе  $K'$  определяются с помощью часов и линеек. Она существует только в системе  $K$  с центром в точке  $O$ , в которой покоится источник сигналов.

Точно также и тогда, когда источник сигналов покоится в начале координат системы  $K'$ , распространение сигналов описывается уравнениями (4) и (5), при этом (4) не будет независимым от (5), а сферическая поверхность фронта сигналов при любом расстоянии между точками  $O$  и  $O'$  может существовать лишь в системе  $K'$  с центром в точке  $O'$ .

Одинаковые длины единиц измерения времени  $t$  и  $t'$  в (4) и (5) свидетельствуют об очевидной относительности его длин в отличие от независимых друг от друга равных длин исходного времени  $t$  и  $t'$  в (2) и (3).

При скорости  $v < 1$  движения системы  $K'$  относительно системы  $K$  из уравнений (4) и (5) составим равенство:

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 \quad (6)$$

Определим постоянную скорость  $v$  системы  $K'$  относительно системы  $K$  отношением

$$v = x/t. \quad (7)$$

где  $x$  определяет расстояние между точками  $O$  и  $O'$  и является одной из трёх координат  $x, y, z$  точки фронта потока сигналов, движущихся в плоскости  $y', O', z'$  системы  $K'$ . Для этой плоскости  $x' = 0, y' = y, z' = z$ , и из (6) получаем

$$t' = t\sqrt{1 - v^2} \quad (8)$$

Формула (8) показывает, что при равенстве длин единиц измерения времени в  $K$  и  $K'$  длина времени  $t'$  короче длины времени  $t$ : метрическое время  $t'$  идет медленнее хода исходного времени  $t$ , измеряемого часами.

Применим формулу (8) для описания движения сигналов вдоль осей  $x$  и  $x'$ . Для этого введем обозначение

γ = 1/√(1 - v²) и выразим из (8)  $t = t'\gamma$ , подставим в (7), получим  $x = vt'\gamma$  и дополним этот путь, пройденный точкой  $O'$ , отрезком  $\Delta x = x'\gamma$ , который в системе  $K$  определяет расстояние, пройденное сигналом в системе  $K'$ , и задается как функция времени  $t$  в формуле (8). В результате получим формулу

$$x = \gamma(x' + vt'). \quad (9)$$

Для удовлетворения равенства (6) нужно в формуле (9) заменить переменные  $x, x', t'$  соответственно на  $t, t', x'$ , поскольку  $x = t$  и  $x' = t'$ , по определению. Таким образом, получим следующую формулу:

$$t = \gamma(x' + vt') \quad (10)$$

Для сигналов, распространяющихся в произвольных направлениях относительно источника, формулы (9) и (10) нужно дополнить формулами  $y = y'$  и  $z = z'$ , которые вместе с формулами (9) и (10) составят искомые формулы адекватного преобразования времени и его координат:

$$x = \gamma(x' + vt'), y = y', z = z', t = \gamma(t' + vx') \quad (11)$$

Формулы обратного преобразования времени и его координат получаются из (6) таким же способом или непосредственно из (11):

$$x' = \gamma(x - vt), y' = y, z' = z, t' = \gamma(t - vx) \quad (12)$$

Полагая  $x = 0$  в последней формуле (12), получим

$$t = t'\sqrt{1 - v^2}. \quad (13)$$

Когда источник сигналов покоится в системе  $K'$ , то время  $t'$  будет исходным, а время  $t$  - метрическим. В этом случае в системе  $K$ , движущейся относительно  $K'$ , метрическое время  $t$ , согласно (13), будет идти медленнее исходного времени  $t'$ , измеряемого часами.

Длина метрического времени  $t'$  в (8) в сравнении с длиной исходного времени  $t$  характеризует замедление времени действия сигналов источника, неподвижного в точке  $O$  системы  $K$ , на частицу, покоящуюся в точке  $O'$  системы  $K'$ . Симметрично этому длина метрического времени  $t$  в (13) по сравнению с длиной исходного времени  $t'$  характеризует замедление времени действия сигналов источника, неподвижного в точке  $O'$  системы  $K'$ , на частицу, покоящуюся в точке  $O$  системы  $K$ . Выражения интервалов времени действия сигналов формулами (8) и (13) являются инвариантами адекватного преобразования исходного времени в метрическое и наоборот.

Очевидно, что формулы (11) и (12) справедливы не только для уравнений (4), (5) и (6), но также для уравнений

$$t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = (\Delta t)^2, \\ t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = (\Delta t')^2,$$

где  $\Delta t$  и  $\Delta t'$  - превышение длины времени над длиной пути частицы, а  $x, y, z$  и  $x', y', z'$  являются координатами частицы, движение которой в  $K$  и  $K'$  задается как функция времени  $t$  и  $t'$ . При этом компоненты скоростей  $u$  и  $u'$  частицы выражаются отношениями приращений ее координат к приращениям времени  $t$  и  $t'$  соответственно. С помощью формул (11) и (12) можно получить формулы сложения скоростей и преобразования углов для движущихся частиц.

Пусть  $u_x = dx/dt$  и  $u'_x = dx'/dt'$  - компоненты скоростей частицы в  $K$  и  $K'$ .

Из (11) имеем:

$$dx = \gamma(dx' + vdt'); dy = dy'; dz = dz'; dt = \gamma(dt' + vdx').$$

Разделив первые три формулы на четвертую, получаем преобразование скоростей:

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + u'_x v}; u_y = \frac{u'_y \sqrt{1 - v^2}}{1 + u'_x v}; u_z = \frac{u'_z \sqrt{1 - v^2}}{1 + u'_x v}.$$

Если  $u_x = u, u_y = u_z = 0$  и  $u'_x = u', u'_y = u'_z = 0$ , тогда получаем  $u = \frac{u' + v}{1 + u'v}$ .

Если частица движется в плоскостях  $xy$  и  $x'y'$  систем  $K$  и  $K'$ , то скорость частицы имеет компоненты  $u_x = u \cos \alpha, u_y = u \sin \alpha$  и  $u'_x = u' \cos \alpha', u'_y = u' \sin \alpha'$  соответственно. С помощью формул преобразования компонент скоростей находим

$$tg \alpha = \frac{u' \sqrt{1 - v^2} \sin \alpha'}{u' \cos \alpha' + v}.$$

Эта формула определяет изменение направления скорости частицы при переходе от одной ИСО к другой ИСО. Полагая  $u = u' = c = 1$ , последняя формула приводится к формуле, выражающей отклонение луча света и звука при переходе от одной ИСО к другой. Из формул, выражающих преобразование скоростей, можно получить аналогичную зависимость для  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$ :

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{1 - v^2} \sin \alpha'}{1 + v \cos \alpha'}, \cos \alpha = \frac{\cos \alpha' + v}{1 + v \cos \alpha'}.$$

С помощью формул (11) и (12) и следствий, вытекающих из них, можно получить все другие формулы, которые имеются в современной электродинамике и подтверждаются в опытах с высокой точностью. Полагая, что все они физикам известны, выводить их здесь нет необходимости. Отметим лишь, что истолкование опытных фактов в новой теории может существенно отличаться от их ныне общепринятого истолкования. Более того, ниже будет показано, что все эти формулы справедливы не только в электродинамике движущихся тел, но и во всех других областях физики, в которых взаимодействия между движущимися

телами осуществляются посредством материальных сигналов, несущих движущие силы с той или иной определенной постоянной скоростью. Это значит, что, например, явления гравитации могут описываться уравнениями, сходными с электродинамическими уравнениями Максвелла, в которых постоянная скорость гравитации может отличаться от постоянной скорости света. В свою очередь релятивистские формулы эффекта Доплера в излагаемой теории справедливы не только для света и гравитонов, но также для звуковых волн, распространяющихся в любой однородной среде с постоянной звуковой скоростью.

#### 4. Физический смысл формул адекватного преобразования

Согласно определениям понятий пространства и времени, декартовы координаты в формулах (11) и (12) имеют два назначения: первое – заключается в том, что они указывают точку фронта движущихся сигналов, отрезки пути которых до этой точки определяют длины времени  $t$  и  $t'$ ; второе – заключается в определении проекций радиусов-векторов частицы, движущейся под действием сигналов. В последнем случае отношения приращений радиусов-векторов частицы к приращениям времени  $t$  и  $t'$  определяют скорости этой частицы.

Формулы (11) и (12) говорят еще о том, какие соотношения расстояний, проходимых сигналами относительно точек  $O$  и  $O'$  в системах координат  $K$  и  $K'$ , можно получить путем измерения этих расстояний, находящихся в зависимости от времени  $t$  и  $t'$ .

Выражая значения текущих координат точек фронта потока сигналов, движущихся вдоль осей  $x$  и  $x'$ , как функции времени  $t$  и  $t'$  (8) и (13), получим

$$\text{соответственно соотношения: } x' = x \sqrt{1 - v^2}, \tag{14}$$

$$x = x' \sqrt{1 - v^2}. \tag{15}$$

В отличие от СТО, формулы (8), (13) и (14), (15) не приводят к замедлению времени в движущихся часах и к сокращению размеров движущихся тел и метров по осям  $x$  и  $x'$ .

Согласно определению единиц измерения исходного и метрического времени  $t$  и  $t'$ , требуемому равноправием систем координат и вторым законом Ньютона, разноместные события считаются одновременными, если они происходят на равных расстояниях от точки, из которой одновременно вышли сигналы, вызвавшие эти события. В этой точке не обязательно должен покоиться источник сигналов, он может и двигаться относительно нее и быть в ней только в момент посылки сигналов в направлениях к местам рассматриваемых событий.

Данное определение одновременности разноместных событий дает возможность описать в неподвижной системе  $K$  сигнальную сферу сигналов источника, покоящегося в движущейся системе  $K'$ . Для этого нужно мысленно перенести эту сферу из системы  $K'$  в систему  $K$  и определить в ней два одновременных события  $(x_1, t_1)$  и  $(x_2, t_2)$ , у которых метрическое время  $t_1 = t_2$ , а  $x_2 - x_1 = \Delta x$ . В системе  $K'$  эти события

$(x_1, t_1)$  и  $(x_2, t_2)$  при  $x'_2 - x'_1 = \Delta x'$  будут не одновременными. Применяя к этим событиям первую формулу (12), получим

$$\Delta x = \Delta x' \sqrt{1 - v^2}. \tag{16}$$

Так как поперечные размеры описываемой сферы не меняются при адекватном преобразовании, то объем  $V_0$  этой сферы, заполненный движущимися сигналами и измеренный в системе  $K'$ , после преобразования к системе  $K$  будет равен  $V$ :

$$V = V_0 \sqrt{1 - v^2}. \tag{17}$$

Пусть в объеме  $dV_0$  системы  $K'$  заряд  $q$  имеет плотность  $\rho_0 = q/dV_0$ , а в объеме  $dV$  системы  $K$  он имеет плотность  $\rho = q/dV$ . Из этих двух формул, согласно (17), находим

$$\rho = \rho_0 \gamma. \tag{18}$$

Таким образом, при помощи адекватного преобразования можно свести изучение сил потока сигналов, излучаемых движущимся электрическим и гравитационным зарядами, к случаю неподвижного заряда той или иной природы.

Далее коснемся лишь некоторых вопросов динамики тел и частиц, чтобы лучше понять применение второго закона Ньютона для описания их движения под влиянием электромагнитных и гравитационных сил материальных сигналов, создаваемых их неподвижными источниками.

**5. Динамика движущихся тел**

Представим себе в точке  $P(x, y, z)$  системы  $K$  неподвижную частицу, на которую действует сила  $\vec{F}$  потока сигналов, идущих от источника, покоящегося в начале координат данной системы. Сила  $\vec{F}$  выражается законами обратных квадратов Кулона и Ньютона. Представим себе далее, что в том месте, где частица покоится, теперь она движется со скоростью  $\vec{u} = d\vec{x}/dt$ , где  $d\vec{x} = (dx, dy, dz)$ . Пусть данная частица покоится в начале координат системы  $K^0$ , которая в данный момент времени  $t$  движется относительно  $K$  со скоростью  $\vec{u}$ . Тогда в системе  $K^0$  дифференциалу  $dt_0$  метрического времени  $t_0$  будет соответствовать дифференциал  $dt$  исходного времени  $t$  в системе  $K$ . При этом зависимость  $dt_0$  от  $dt$  при  $u < 1$  будет аналогична зависимости  $t'$  от  $t$  в (8):

$$dt_0 = dt \sqrt{1 - u^2}, \tag{19}$$

Так как дифференциалы времени  $dt$  и  $dt_0$  действия сигналов на неподвижную и движущуюся частицу различны, то и силы  $\vec{F}$  и  $\vec{f}$ , действующие соответственно на неподвижную и движущуюся частицу, будут находиться одна от другой в аналогичной зависимости:

$$\vec{f} = \vec{F} \sqrt{1 - u^2}. \tag{20}$$

Достоверность закона (20) хорошо видна из следующего примера.

Представим себе физика, который стоит на идеально гладкой горизонтальной плоскости спиной к ветру,

который действует на него с измеренной силой. Допустим, что трение между обувью и плоскостью отсутствует. От перемещения его удерживает нить, связывающая с неподвижной системой отсчета. Если нить перерезать, сила ветра начнет перемещать его по плоскости. При этом опыт говорит, что действующая на него сила ветра непрерывно уменьшается; его ускорение, максимальное в начале движения, с уменьшением силы ветра тоже уменьшается, а его скорость, равная нулю в начальный момент, с течением времени будет расти, но, очевидно, никогда не достигнет скорости ветра. Чтобы составить уравнение перемещения физика, необходимо использовать второй закон Ньютона и определение постоянства скорости ветра относительно физика на основе определения времени движением ветра. Для решения этой задачи другого пути нет, а требуемое уравнение можно написать лишь на основе формулы, в которой скорость  $\vec{u}$  может выражаться отношением скорости физика к постоянной скорости ветра. В самом деле, согласно второму закону Ньютона, изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. В рассматриваемом примере приложенной движущей силой является

сила  $\vec{f}$ , поэтому второй закон Ньютона

$$\vec{f} = m d\vec{u}/dt \tag{21}$$

нужно считать совершенно правильным законом физики при любой скорости  $\vec{u}$  частицы, вопреки выводу в современной электродинамике. Используя формулу (20) для (21), получим

$$\vec{F} = m d\vec{u}/dt \sqrt{1 - u^2}. \tag{22}$$

Здесь масса является мерой инертности частицы в точке, неподвижной относительно источника движущихся сил. Чем медленнее происходит время действия сигналов на движимую частицу, тем медленнее будет изменяться ее скорость под действием силы  $\vec{f}$ .

Сравнивая (21) и (22), убеждаемся в том, что с изменением скорости частицы изменяется не ее масса  $m$ , как считают в современной физике, а приложенная к ней сила  $\vec{f}$  вследствие замедления времени действия движущих сил на движимую частицу по сравнению с постоянной быстротой времени действия сигналов на неподвижную частицу. Тот факт, что масса частицы не увеличивается с увеличением её скорости, а приложенная сила уменьшается, показан на примере физика, движущегося под действием силы ветра.

Преобразование величин  $x, y, z, t$  по формулам (12) показывает, что их дифференциалы  $dx, dy, dz, dt$  можно рассматривать как приращения компонент 4-радиус-вектора  $x_i = (x, y, z, t)$ , на основе которых определяется дифференциал  $dt_0$  времени действия материальных сил на частицу в зависимости от ее скорости  $\vec{u}$  и времени  $t$ :

$$dt_0 = \sqrt{dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2} = dt \sqrt{1 - u^2}. \tag{23}$$

В свою очередь, с помощью компонент 4-радиус-вектора  $x_i$  и (23) можно определить векторы 4-скорости  $U_i$  и 4-ускорения  $a_i$ :

$$U_i = dx_i/dt_0; a_i = d^2x_i/dt_0^2 = dU_i/dt_0. \quad (24)$$

Сумма квадратов компонент 4-скорости выражается соотношением

$$U_t^2 - U_x^2 - U_y^2 - U_z^2 = 1. \quad (25)$$

Умножив 4-скорость  $U_i$  на массу частицы  $m$ , тем самым определим вектор 4-импульса частицы и потока сигналов формулой

$$P_i = mU_i = m\gamma_0 u_i, \quad (26)$$

где  $\gamma_0 = 1/\sqrt{1-u^2}$ .

Выпишем из (26) временную компоненту  $P_t$  и трехмерный импульс  $\vec{P}$ :  $P_t = mU_t = m\gamma_0$ ;

$$\vec{P} = m\vec{u}\gamma_0. \quad (27)$$

С помощью (27) получим соотношение:

$$P_t^2 - P^2 = m^2. \quad (28)$$

Умножив 4-ускорение  $a_i$  на  $m$ , определим 4-вектор силы Минковского  $M_i$ :

$$M_i = m\gamma_0 dU_i/dt. \quad (29)$$

Чтобы определить временную компоненту  $M_t$  этого 4-вектора, умножим (29) скалярно на  $u_i$ . Так как, согласно (25), сумма квадратов компонент 4-скорости постоянна и равна единице, мы убеждаемся, что

$$M_i = M_t u_t - M_\alpha u_\alpha = 0, \quad (30)$$

где индексами  $t$  и  $\alpha$  обозначены соответственно временная и три пространственных компоненты 4-векторов  $M_i$  и  $u_i$ . Из (30) получаем:

$$M_t = \gamma_0 (\vec{F}\vec{u}). \quad (31)$$

Зная выражение  $M_t$  формулой (31), из уравнения (30) можно взять выражение временной компоненты и написать в следующем виде:

$$\gamma_0 (\vec{F}\vec{u}) = m\gamma_0 dU_t/dt. \quad (32)$$

Сократив общие множители и учитывая, что  $U_t = \gamma_0$ , получим

$$(\vec{F}\vec{u}) = md\gamma_0/dt. \quad (33)$$

В силу сходства формул адекватного преобразования и формул преобразования Лоренца, ясно, что применение первых для преобразования электродинамических уравнений Максвелла от системы  $K$  к системе  $K'$  и обратно не может изменить их форму, которая остается одинаковой во всех инерциальных системах координат, при этом выражения физических величин после адекватного преобразования получаются точно такими же, как в современной физике. Вместе с тем, согласно излагаемой теории, все силы должны вести себя, благодаря адекватному преобразованию, точно так же, как электромагнитные силы. Это значит, что поведение тел под влиянием сил гравитации можно описать уравнениями, сходными с уравнениями Максвелла в той мере, в какой закон тяготения Ньютона сходен с законом Кулона.

При скоростях  $v > 1$  и  $u > 1$  начало отсчета движущейся системы координат и движущаяся частица находятся вне сферы действия на них движущих сил, вышедших из начала координат неподвижной системы в момент

и после момента времени  $t = t' = 0$ . На них могут действовать лишь те силы, сигналы которых были испущены раньше этого момента. Для указанного случая в левой части равенства (6) нужно поменять все знаки на противоположные и написать

$$x^2 + y^2 + z^2 - t^2 = t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2. \quad (34)$$

При этом так же, как получены формулы (11), с помощью (34) получаются следующие формулы адекватного преобразования:

$$x = \gamma(vt' + x'), y = iy', z = iz', \\ t = \gamma(vx' + t'), \quad (35)$$

где  $\gamma = 1/\sqrt{v^2 - 1}$ ,  $i = \sqrt{-1}$ .

Формулы обратного преобразования получаются из (35):

$$x' = \gamma(vt - x), iy' = y, iz' = z, \\ t' = \gamma(vx - t). \quad (36)$$

Из последней формулы (35) при  $x' = 0$  получаем

$$t' = t\sqrt{v^2 - 1}. \quad (37)$$

Из последней формулы (36) при  $x = 0$  получаем

$$t = -t'\sqrt{v^2 - 1}. \quad (38)$$

Так как поперечные размеры сферы не изменяются при адекватном преобразовании, то объем  $V'$  сферы сигналов в системе  $K'$  после преобразование к системе  $K$  равен  $V_0$ .

$$V' = -V_0\sqrt{v^2 - 1}. \quad (39)$$

Пусть в начале координат системы  $K$  в бесконечно малом объеме  $dV_0$  заряд

$q$  имеет плотность  $\rho_0 = q/dV_0$ . Тогда в объеме  $dV'$  системы  $K'$  плотность этого заряда  $\rho' = q/dV'$ .

Согласно (39), из двух последних формул находим  $\rho' = -\rho_0\gamma$ . (40)

Формула (40) говорит о том, что электрон, движущийся со скоростью  $v > 1$ , является позитроном.

Плотность  $\rho_0$  электрического заряда  $q$ , покоящегося в системе  $K$ , после преобразования к системе  $K'$  выражается формулой

$$\rho' = \gamma(vu_x - 1)\rho_0. \quad (41)$$

Полагая в (41) скорость  $u_x = 0$ , приходим к (40).

Для частицы, покоящейся в начале координат системы  $K^0$  и движущейся относительно  $K$  с мгновенной скоростью  $u > 1$ , получим формулу, аналогичную формуле (37):

$$dt_0 = dt\sqrt{u^2 - 1}. \quad (42)$$

При этом для силы  $\vec{f}$  получим формулу, аналогичную формуле (42):

$$\vec{f} = \vec{F}\sqrt{u^2 - 1}. \quad (43)$$

Заметим, что в формуле (43) сила  $\vec{f}$  может быть как угодно малой и как угодно большой. Последнее обстоятельство может свидетельствовать о том, что ядерные силы – это электромагнитные силы, действующие на частицы, которые движутся друг относительно друга по кру-

говым или эллиптическим орбитам со скоростями, значительно превышающими величину постоянной скорости света.

Подставляя в (21) вместо силы  $\vec{f}$  ее значение, выраженное формулой (43), получим

$$\vec{F} = m d\vec{u}/dt \sqrt{u^2 - 1}. \quad (44)$$

Применение излагаемой теории к явлениям гравитации становится возможным тогда, когда установлена скорость гравитационных сигналов относительно их источника. Зная величину этой скорости, можно определить длину гравитационной секунды — длину отрезка пути, проходимого гравитационными сигналами за одну эталонную секунду в системе покоя его источника. Эту скорость можно вычислить по достоверно установленному углу отклонения луча света неподвижных звезд, проходящего вблизи массивного тела, масса которого известна, или по известным движениям перигелиев планет, для чего нужно выбрать ту из них, движение перигелия которой надежно установлено средствами наблюдения. Планета Меркурий лучше других подходит для этой цели: после учета влияния на нее других планет смещение перигелия Меркурия под действием силы тяготения Солнца составляет 42,7 дуговых секунд за столетие с точностью 0,5% [5].

Требуемая формула, выражающая смещение перигелия планеты за один оборот вокруг Солнца и сходная с формулой, выражающей смещение перигелия электрона, движущегося вокруг ядра атома, была получена А. Зоммерфельдом (A. Sommerfeld) вскоре после опубликования первых работ по теории относительности и в наших обозначениях имеет следующий вид:

$$\Delta\varphi = 2\pi \left( \frac{1}{\omega} - 1 \right). \quad (45)$$

Здесь  $\Delta\varphi$  — угловое смещение перигелия, а  $\omega$  выражается формулой:

$$\omega = \sqrt{1 - \left( \frac{Gm_1m_2}{Mc^2} \right)}, \quad (46)$$

где  $G$  — гравитационная постоянная,  $m_1$  — масса Солнца,  $m_2$  — масса планеты,  $M$  — количество движения планеты,  $c$  — скорость света.

«Вычисления показывают, — писал Зоммерфельд, — что получаемое релятивистское смещение перигелия всё ещё занижено: для Меркурия получили бы 7 дуговых секунд за столетие» [6].

Согласно излагаемой теории, полученное заниженное смещение перигелия Меркурия говорит о том, что скорость гравитационных сигналов должна отличаться от скорости света, но преобразование Лоренца, на основе которого Зоммерфельд получил формулы (45) и (46), не допускает какого-либо отличия скорости гравитационных сил от скорости света. Лишь адекватное преобразование, выведенное путем отказа в существовании светоносного эфира Лоренца и постулата-принципа постоянства скорости света Пуанкаре — Эйнштейна, благодаря определению понятия метрического времени, ведущего к инвариантности скорости сигналов любой природы во всех систе-

мах координат, вносит полную ясность в понимание причины заниженного смещения перигелия Меркурия, полученного Зоммерфельдом.

Подставляя в (45) выражение  $\omega$  из (46) и вычисляя скорость  $c$  в зависимости от входящих в (45) величин и от наблюдаемого смещения перигелия Меркурия на 42,7 дуговых секунд за столетие, после вычислений получаем скорость гравитационных сигналов  $c = \sim 122\,420$  км/с, в которой длина гравитационной секунды равна  $\sim 122\,420$  км.

Используя эту скорость в формуле (46), мы вычислили углы поворота перигелиев других планет за столетие и нашли для Венеры  $\sim 8$  дуговых секунд, для Земли  $\sim 4$  дуговых секунд, для Марса  $\sim 1,35$  дуговых секунд, для Юпитера  $\sim 0,016$  дуговых секунд, что не противоречит наблюдаемым угловым смещениям перигелиев указанных планет.

Чтобы вычислить угол отклонения луча света неподвижных звезд, проходящего вблизи солнечного диска, необходимо знать силу  $\vec{f}$  гравитации Солнца, действующую на этот луч. В зависимости от силы  $\vec{F}$ , даваемой законом тяготения Ньютона, справедливым для масс тел, неподвижных друг относительно друга, сила  $\vec{f}$  определяется формулой (43), в которой скорость  $u$  выражается отношением постоянной скорости света к постоянной скорости гравитации и равна  $u = 2,4489$ . Вычисления по формуле (43) дают силу  $\vec{f} = 2,24\vec{F}$ , которая в 2,24 раза больше силы  $\vec{F}$  и должна отклонить световой луч, идущий от звезды мимо Солнца, на 1,96 угловых секунд.

Согласно [7], «отклонение световых лучей измерялось при солнечных затмениях в 1919, 1922, 1929, 1936, 1947 и 1952 гг. «Среднее взвешенное» значение для отклонения лучей света у края диска Солнца по этим измерениям составляет 1,93 угловых секунд». Последнее хорошо согласуется с нашим теоретическим значением, в то время как сила  $\vec{F}$  может отклонить луч света лишь на угол 0,875 секунды [8].

Если звезда или другой источник света будет удаляться от Солнца или приближаться к нему со скоростью  $v$ , то скорость света относительно Солнца будет равна  $c - v$  или  $c + v$ . В таких случаях отношение величины этой скорости света к скорости гравитации, представленное скоростью  $u$  в формуле (43), будет приводить к уменьшению силы  $\vec{f}$  в первом случае или к её увеличению во втором случае. Соответственно этому луч света будет отклоняться на меньший или больший угол по сравнению с углом отклонения луча света, идущего от источника, «неподвижного» относительно Солнца. Если скорость луча света  $c' = c - v$  будет равна скорости гравитонов, то, согласно (43), такой луч света не должен отклоняться силами Солнца и других массивных тел.

Наблюдаемое красное смещение спектральных линий радиолучей, идущих от квазаров 3C273 и 3C279, возникает из-за уменьшения их скорости под действием сил тяготения квазаров, и, как следствие этого, эти лучи, согласно (43), должны отклоняться у края диска Солнца на меньшие углы, по сравнению с нашим теоретическим углом, что как раз имеет место в действительности при измерениях этих углов. Зная измеренный угол отклонения

радиолуча, можно вычислить по формуле (43) его скорость относительно нашей лаборатории. Например, радиолучи, идущие от указанных квазаров, отклоняются Солнцем на 1,75 угловых секунд, что в 2 раза больше 0,875 угловых секунд, на которые отклоняется луч света под влиянием силы  $\vec{F}$ . Этих данных достаточно, чтобы с помощью формулы (44) вычислить скорость наблюдаемого радиолуча. Она получается равной  $c' = 273739$  км/с, то есть на 26053 км/с меньше стандартного значения скорости света.

Очевидно, сила  $\vec{F}$  должна приводить и к дополнительному сдвигу частоты света, идущего навстречу массивному телу или от него, по сравнению с тем, что может иметь место под влиянием силы  $\vec{F}$ . А это значит, что в пространстве системы координат, имеющем гравитацию удаленных масс, скорость света относительно его источника не может быть строго изотропной, как в пустых пространствах рассматривавшихся нами выше инерциальных системах координат. Следовательно, в реальном материальном мире идеальных инерциальных систем отсчета не существует. В силу этого факта, скорость хода стандартных часов тоже не может не зависеть от величины напряженности гравитационных сил в местах нахождения неподвижных и движущихся часов относительно массивных тел.

### 6. Заключение

В статье [9] Эйнштейн писал: «Привилегированные системы отсчета определяются как такие, в которых соблюдается принцип постоянства скорости света в пустоте. Можно не сомневаться в том, что этот принцип имеет фундаментальное значение; и всё же я не могу верить, что он выполняется точно. Мне кажется невероятным, чтобы ход какого-нибудь процесса (например, распространение света в пустоте) можно бы считать независимым от всех остальных процессов в мире. Но и не обращаясь к подобным аргументам, во всяком случае интересно задать вопрос: в какой мере можно построить теорию относительности, не содержащую в своих основах принцип постоянства скорости света?» Ответ на этот вопрос впервые дан в настоящей статье в виде *определений* постоянства скоростей света, гравитации и звука, на основе которых построена теория динамики движущихся тел.

Благодаря определениям физических понятий пространства, времени и постоянства скоростей сигналов разной природы, посредством которых осуществляются взаимодействия между материальными телами и частицами,

изложенная теория открывает возможность решать разнообразные задачи механики движущихся тел, находящиеся под влиянием центральных сил любой природы. При этом движения тел относительно друг друга не ограничены какой-либо величиной скорости. Простота и естественность исходных положений теории, исключающей всё принципиально ненаблюдаемое и недостоверное в рассматриваемых областях физики, свидетельствует об адекватном отражении исследуемых явлений природы.

Эйнштейн писал: «Из двух теорий, объясняющих совокупность достоверных опытных фактов в некоторой области, предпочтение следует отдать той, которая требует меньше независимых предположений» [10]. «Теория производит тем большее впечатление, чем проще ее предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область ее применения» [11]. С этой точки зрения изложенная здесь теория разительно отличается от двух ошибочных теорий относительности Эйнштейна строгой логикой и простотой и по этой причине именно ей следует отдать предпочтение перед ними.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 1, С. 10, (1965).
2. В. G. Wallage, Spectroscopy Letters, 1969, 2(12), p. 361-367.
3. S. Marinov. In. Progress in Space-Time Physics. 7712 Dlumberg, Germany. Benjamin Wesley, 1987, p. 1, 11.
4. А. Преображенский. Этимологический словарь русского языка, Госиздат, Москва (1959).
5. Уилл К. Теория и эксперимент в гравитационной физике. Энергоатомиздат, С. 13, (1985).
6. Зоммерфельд А. Строение атома и спектры в 2-х томах. ГИТТЛ, Москва, Т. 1, С. 227, (1956).
7. Гуревич Л. Э., Глинер Э. Б. Общая теория относительности после Эйнштейна. Знание, Москва, С. 41, (1972).
8. Лайтман А., Пресс В., Прайс Р., Тюкольски С. Сборник задач по теории относительности и гравитации. Мир, Москва, С. 507, (1979)
9. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 1, С. 319-320, (1965).
10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 1, С. 690, (1956).
11. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Наука, Москва, Т. 4, С. 270, (1967).

## ПОЛИГОНАЛЬНЫЕ ДИАГРАММЫ НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ

*Зайцева Елена Николаевна*

*студентка 2 курса, Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир*

*Козлов Владимир Анатольевич*

*доцент кафедры математики, физики и МП*

*Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир*

### POLYGONAL GRAPH OF THE SOME NODES

*Zaitseva Elena, 2nd year student, Armavir State Pedagogical Academy, Armavir*

*Kozlov Vladimir, associate Professor of mathematics, physics and MP, Armavir State Pedagogical Academy, Armavir*

### АННОТАЦИЯ

*Целью работы является построение полигональных диаграмм для некоторых табличных узлов.*

**ABSTRACT**

The aim of this work is the construction of polygonal diagrams for some tabular nodes.

Ключевые слова: построение, преобразование, диаграммы, теория узлов.

Keywords: construction, conversioncharts, the theory of knots.

1. Нашей целью является построение полигональной диаграммы и вычисление звенного числа узлов  $K_{6,3}$ ,  $K_{7,3}$  из таблицы диаграммных узлов[1].

Дадим вначале необходимые определения.

Под узлом мы понимаем гладкое вложение окружности  $S^1$  в ориентированное пространство  $R^3$ ; узлом также называют образ этого отображения[2].

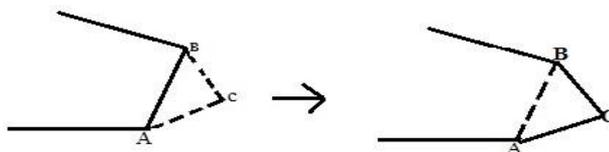
Узел, эквивалентный окружности  $S^1$ , будем называть тривиальным[1].

Узлы называются эквивалентными, если существует сохраняющие ориентацию гомеоморфизм  $h$ : Ориентированными, если сужение  $h|_L: L \rightarrow L'$  сохраняет ориентацию узла [1].

Вложение несвязного объединения  $n$  замкнутых ломаных линий в  $R^3$  называется полигональным  $n$ -компонентным узлом. Полигональный узел – это полигональное однокомпонентное зацепление.[1].

Два полигональных узла  $L$  и  $L'$  называются  $\Delta$ -эквивалентными, если существует конечная последовательность узлов  $L = L_0, L_1, \dots, L_n = L'$  в которой каждые два соседние узла получаются друг из друга  $\Delta$ -преобразованием.

Пусть  $[AB]$  – прямолинейный отрезок полигонального зацепления  $L \subset R^3$ , а  $T = ABC$  – такой треугольник в  $R^3$ , что  $L \cap T = [AB]$ . Тогда множество  $L' = (L \setminus [AB]) \cup [AC] \cup [CB]$  снова является полигональным зацеплением (рис. 1) при этом будем говорить, что  $L'$  получено из  $L$  с помощью  $\Delta$ -преобразования. Если  $L$  – ориентированное зацепление, то ориентация на  $L'$  индуцирована ориентацией на  $L \setminus [AB]$ [2].



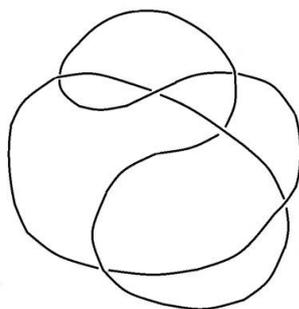
**Рисунок 1.  $\Delta$ -преобразование**

Звенное число – это наименьшее число отрезков, необходимых для его изображения.

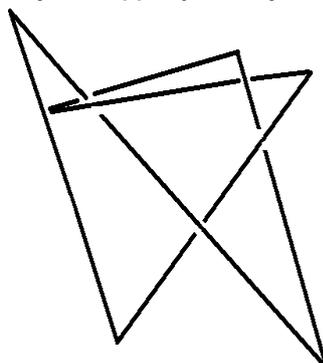
Известно, что первым не тривиальным узлом являются узлы  $K_{3,1}$ -трелистник и  $K_{4,1}$ -восьмерка.

Их полигональные диаграммы и соответственно звенные числа найдены и построены [2].

Полигональная диаграмма узла  $K_{6,3}$  имеет вид.



**Рисунок 2. Диаграмма узла  $K_{6,3}$**



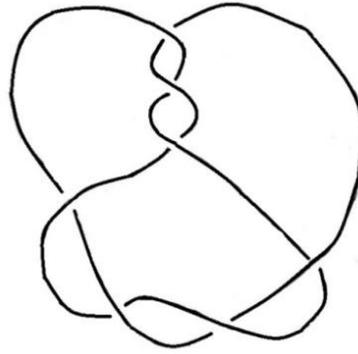
**Рисунок 3. Полигональная диаграмма узла  $K_{6,3}$**

Диаграмма построена с помощью  $\Delta$ -преобразований [2]. Звенное число узла  $K_{6,3}$ , очевидно, составляет 6 прямых линий.

2. Построим теперь полигональную дивграмму для узла  $K_{7,3}$ .

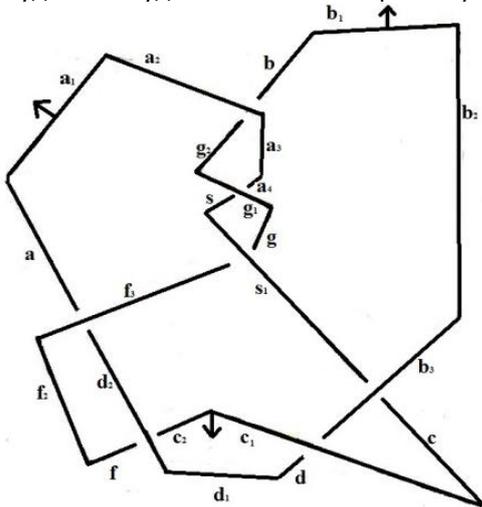
**Теорема:** узел  $K_{7,3}$  имеет звенное число равное 7 и полигональное изображение рис.7

**Доказательство:** Узел  $K_{7,3}$  в таблице классификации узлов имеет плоскую диаграмму (рис.4).

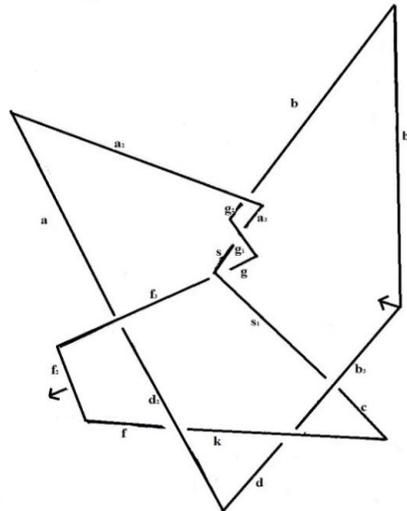


**Рисунок 4.**

Построим произвольную полигональную диаграмму этого узла. Применив  $\Delta$ -преобразование, будем уменьшать число звеньев. Для удобства будем обозначать стороны буквами.



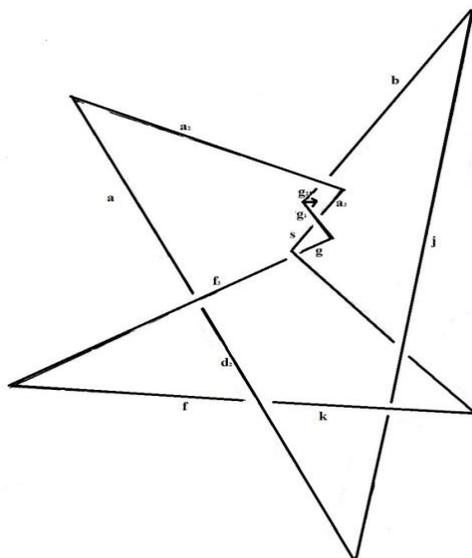
**Рисунок 5.**



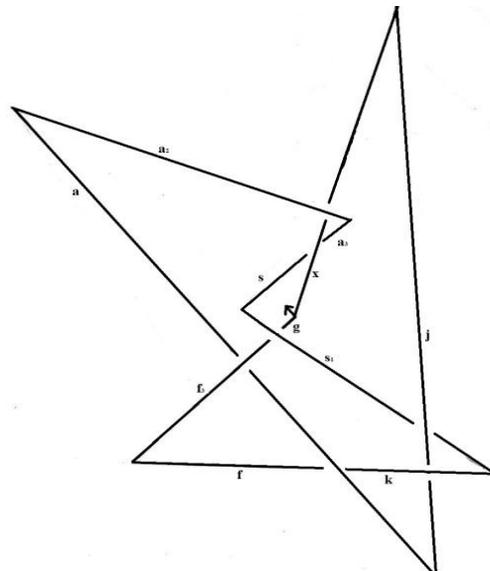
**Рисунок 6.**

Заменяем отрезки  $a_1, b_1, c_1, c_2, d_1$  на  $aa_2, bb_2, k, dd_2$  соответственно (в рис.5).

Заменяем отрезки  $b_2, b_3, d_1, f_1$  на  $aj, ff_2$  соответственно (в рис.6).



**Рисунок 7.**



**Рисунок 8.**

Заменяем отрезки  $bg_2g_1$ , на  $x$  (в рис.7).

Заменяем отрезки  $xgf_3$ , на  $p$  (в рис.8).

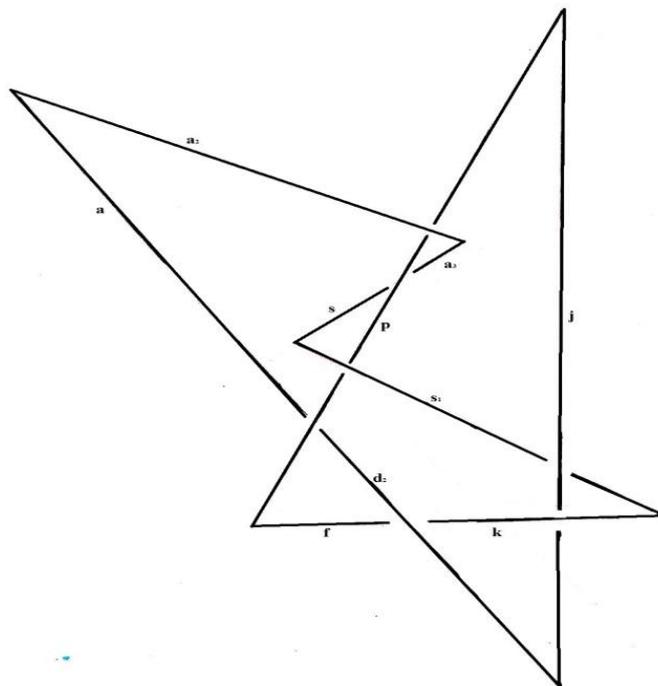


Рисунок 9.

Дальнейшие преобразования приводят только к увеличению звеногочисла. Следовательно, теорема доказана, минимальное число звеньев составило 7 прямых.

#### Литература

1. Мантуров В. О. Теория узлов. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. - 512 с.
2. Мантуров В. О. Лекции по теории узлов и их инвариантов. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 304 с.

## О ЗЕРКАЛЬНОСТИ ОДНОГО УЗЛА

**Залевская Светлана Олеговна**

студентка, Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир

**Козлов Владимир Анатольевич**

доцент кафедры математики, физики и МП, Армавирская Государственная Педагогическая Академия, г. Армавир

### THE SPECULARITY ONE KNOT.

Svetlana Zalevskaya, 2nd year student, Armavir State Pedagogical Academy, Armavir

Kozlov Vladimir, associate Professor of mathematics, physics and MP, Armavir State Pedagogical Academy, Armavir

#### АННОТАЦИЯ.

Целью работы является установление зеркальности узла  $K_{6,1}$ .

#### ABSTRACT.

Specularity of the knot  $K_{6,1}$  is main object of the research.

Ключевые слова: построение, преобразование, диаграммы, теория узлов.

Keywords: construction, conversion charts, the theory of knot.

Узел – это гладкое вложение окружности  $S^1$  в ориентированное пространство  $R^3$  [1].

Поставим задачу построения зеркального образа для узла  $K_{6,1}$  из таблицы узлов [2]. Прежде чем переходить к узлу приведем некоторые определения и факты.

**Определение.** Зеркальным образом зацепления  $L$  назовем зацепление, являющееся образом  $L$  при отражении  $R$  в плоскости, не пересекающей  $L$ , и будем обозначать его  $\bar{L} = R(L)$ . Зацепление  $L$  назовем зеркальным, если оно эквивалентно своему зеркальному образу  $\bar{L}$ .

**Лемма.** [3]. Узел  $K$  является зеркальным тогда и только тогда, когда существует сохраняющий ориентацию гомеоморфизм пространства  $R^3$  на себя, переводящий узел  $K$  в его зеркальный образ.

**Доказательство.** Если узел  $K$  зеркален, то композиция  $R \circ h$  сохраняет ориентацию и отображает узел  $K$  на его зеркальный образ. Обратно, если  $h'$  – сохраняющий ориентацию гомеоморфизм пространства  $R^3$ , отображающий узел  $K$  на его зеркальный образ, то композиция  $R \circ h'$  обращает ориентацию и  $R \circ h' (K) = \bar{K}$ .

**Пример 1.1.** Узел восьмерка является зеркальным. Указанная изотопия переводит его в зеркальный вид [4].



Рис. 1.

**Пример 1.2.** Так на примере рассмотрим зеркальность узла К 6,1 (Рис.2.).

1) Перенесем сторону узла А в А' (Рис. 3.).



Рис. 2.



Рис. 3.

2) Получим узел (Рис. 4.).

3) Также перенесем А' в положение А'' (Рис. 5.).



Рис. 4.

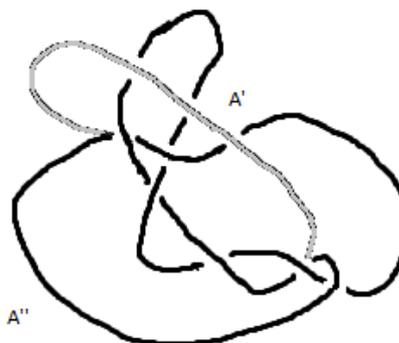


Рис. 5.

4) Повернем полученный узел на 270° вправо, получим (Рис. 6.).

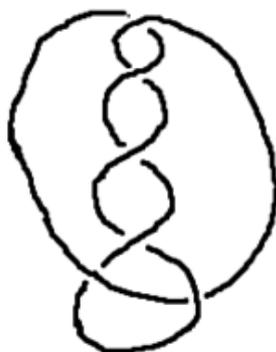


Рис. 6.

5) Если также перекручивать и перемещать стороны А и В (Рис. 7.),

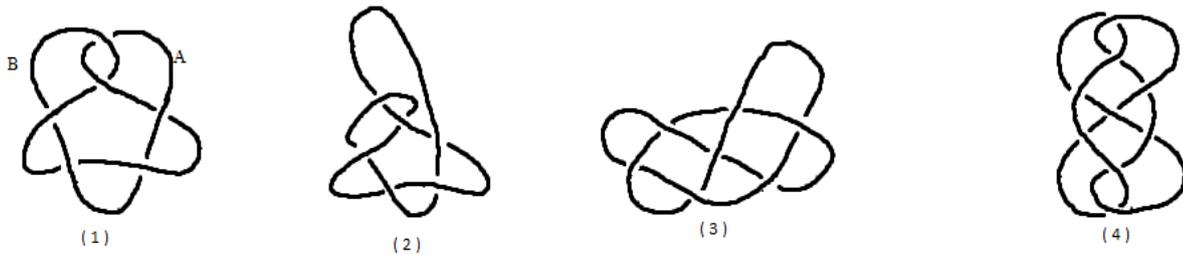


Рис. 7.

то мы так же не сможем получить зеркальность узла.

Таким образом, исходя из полученных результатов есть веские основания полагать, что узел К 6,1 не зеркален, т.е. изотопия не переводит его в зеркальный образ. Решение требует дальнейших усилий.

#### Литература

1. Мантуров В.О. Теория узлов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, ст. 4.
2. Мантуров В.О. Теория узлов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, ст.465 – 472.
3. Мантуров В.О. Лекции по теории узлов и их инвариантов: Едиториал УРСС, 2001, ст. 9.
4. Мантуров В.О. Лекции по теории узлов и их инвариантов: Едиториал УРСС, 2001, ст. 9.

## Биологические науки

### МАКЛЕЙЯ МЕЛКОПЛОДНАЯ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ КОСМЕТИКИ

**Букина Анастасия Александровна**

студентка, Кубанский Государственный Технологический Университет, г. Краснодар

**Тарасов Василий Евгеньевич**

доктор тех. наук профессор, Кубанский Государственный Технологический Университет, г. Краснодар

#### MACLEAYA MICROCARPA MATERIAL FOR COSMETIC

*Bukina Anastasiya Aleksandrovna, Student, Kuban State Techological University, City Krasnodar*

*Tarasov Vasili Evgenivich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuban State Techological University, City Krasnodar*

#### АННОТАЦИЯ

Актуальным сырьем, для косметических продуктов, является маклейя мелкоплодная (*Macleaya microcarpa*). Алкалоиды, содержащиеся в растении, обладают широким спектром антимикробной активности, характеризуются отсутствием раздражающего действия, поэтому могут служить антисептической добавкой в косметических средствах. В основе механизма антимикробного действия сангвиритрина лежит подавление бактериальной нуклеазы, нарушение процессов проницаемости клеточных стенок, перегоронок деления, строение нуклеотида. Предложено использование сырья, маклейи мелкоплодной, в качестве фитопрепарата для косметики.

#### ABSTRACT

*Macleaya microcarpa is actual raw material for cosmetic products. Alkaloids contained in the plant possess a wide range of anti-microbial activity, they are characterized by the absence of irritative effect, so they may serve as antiseptic additives in cosmetic preparations. The mechanism of anti-microbial effect of sanguirithrine is based on the suppression of bacterial nuclease, violation of the processes of cell walls permeability, of division partitions, nucleotide structure. Employing the raw material, i.e. macleaya microcarpa is offered as a phytopreparation for cosmetics.*

*Ключевые слова: маклейя мелкоплодная, сангвиритрин, разработка рецептов, косметика*

*Keywords: macleaya microcarpa, sanguirithrine, developing recipes, cosmetics.*

Последние годы во всем мире возросло внимание к использованию природного сырья растительного происхождения, которые безвредны и мало отличаются от синтетических, по действию на биохимические процессы человеческого организма. Фитокосметика, или косметика с применением лекарственных трав, является практической наукой, использующей активные составляющие растений для поддержания здоровья и красоты кожи. Это направление в косметике в настоящее время научно обосновано, т.к., подобно фармакологии, фитокосметика развивается на основе изучения действия биологически активных составляющих естественных лекарственных средств. Все в большей степени фитокосметика превращается в науку, изучающую взаимодействие биологически активных составляющих растений и живых клеток. Главный принцип создания косметических средств - это восстановление и поддержание главной функции кожи - защитной. Поэтому идеальный способ поддержания ее главной функции является введение в косметические препараты активных веществ, которые помогают коже сохранить и продлить свои собственные восстановительные системы.

До настоящего времени маклейю мелкоплодную использовали только для получения фармацевтического антимикробного препарата сангвиритрина, представляющего собой смесь гидросульфатов алкалоидов сангвинарина и хелеритрина, выделенных из высушенной наземной части маклейи. Технология производства препарата трудоемка, энергоемка, предполагает использование токсичных растворителей и характеризуется высоким материальным индексом (использованием больших количеств

сырья на единицу готовой продукции). Эти факторы отражаются на стоимости препарата, что делает его относительно дорогим для введения в косметические средства. Кроме того, ввиду низкого содержания действующих веществ, основная часть биомассы растения при производстве сангвиритрина остается неиспользованной. Решить эту проблему можно, прежде всего, путем комплексного использования сырья.

Маклейя мелкоплодная (*Macleaya microcarpa* (Maxim) Fedde) – многолетнее травянистое растение семейства маковых (Papaveraceae) высотой до 3 м, с ползучими корневищами и придаточными корнями темно-оранжевой окраски.

Исследованиями ряда авторов установлено наличие во всех частях растения алкалоидов. Алкалоиды неравномерно распределены по органам растения. К концу вегетации они накапливаются в зимующих частях, например, в корневой системе, семенах, коре, а в начале вегетации переходят из корней, семян, коры в ростки, а затем в листья. При этом меняется и алкалоидный состав, который зависит от места и времени заготовки, погодных условий и способов сушки растительного материала.

Маклейя является источником макро - (калий, кальций, магний, железо) и микроэлементов (марганец, цинк, молибден, хром, барий, медь). Отмечено высокое содержание селена (70 мкг/г). Все части маклейи мелкоплодной богаты алкалоидами: в наземной части их до 2,2 %, в корнях и корневищах – до 4 %. Среди алкалоидов маклейи обнаружены хелеритрин, сангвинарин, берберин, протопин, криптопин, аллокриптопин, коптизин.

Алколоиды маклей обладают разными свойствами. Хелеритрин и сангвинарин оказывают антимикробное и антихолинэстеразное действие. Протопин уменьшает реактивность вегетативной нервной системы, тонизирует гладкую мускулатуру матки. Аллокриптопин и криптопин способны обеспечивать местное обезболивание подобно кокаину или новокаину.

Сангвиритрин и хелеритрин являются фармакологически перспективными алколоидами. Они представляют собой четвертичные бензо[с]фенантридиососнованные алколоиды, относящиеся к изохинолиновому ряду. Кроме маклей эти алколоиды обнаружены в чистотеле, мацке желтом и других растениях.

Сангвинарин (C<sub>20</sub>H<sub>15</sub>NO<sub>5</sub> или C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>NO<sub>4</sub>OH) был получен (в нечистом виде) в 1829 г. химиком Дана из корней *Sanguinaria canadensis*. Позже он был найден также в *Chelidonium majus*, *Stylophorum diphyllum*, *Eschscholtzia californica*, *Bocconia microcarpa*, *Bocconia cordata*, *Glaucium luteum*. В совершенно чистом виде он был получен только в 1924 г. Гадамером и его сотрудниками.

Хелеритрин (C<sub>17</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>5</sub> или C<sub>17</sub>H<sub>16</sub>NO<sub>4</sub>OH) был открыт в корнях *Chelidonium majus* Пробстом в 1839 г. Однако только в 1890 г. Кенинг и Титц получили его в чистом виде. Строение его изучалось главным образом Гадамером и его сотрудниками, но было окончательно установлено только в самое недавнее время. Позже он был найден в *Stylophorum diphyllum*, *Eschscholtzia californica*, *Bocconia microcarpa*, *Bocconia cordata* и *Glaucium luteum*.

Несмотря на то, что сангвинарин и хелеритрин были известны еще в первой половине XIX в. (сангвинарин выделен в 1829 г., хелеритрин - в 1839 г.), практический интерес к ним появился сравнительно недавно в связи с открытием их противоопухолевой активности.

В 1968 г. В.А. Челомбитько впервые в качестве нового сырья для получения препарата «Сангвиритрин», представляющего собой смесь гидросульфатов алколоидов сангвинарина и хелеритрина, была предложена наземная часть маклей мелкоплодной. Сангвинарин и хелеритрин обладают высокой реакционной способностью. В основе механизма антимикробного действия сангвиритрина лежит подавление бактериальной нуклеазы, нарушение процессов проницаемости клеточных стенок, перегоронок деления, строение нуклеотида. При токсикологических исследованиях установлено, что сангвиритрин относится к умеренно токсичным веществам. У препарата отсутствуют кумулятивные свойства, не обладает мутагенным, тератогенным и канцерогенным эффектами. Сангвиритрин не обладает местораздражающими и общетоксическими свойствами, является активным антидепрессантом.

Сангвиритрин применяют для лечения инфицированных ран, профилактики и лечения поражений кожи, слизистых оболочек различной локализации, вызванных микробной флорой. В том числе антибиотико-резистентными штаммами, дрожжеподобными и мицелиальными грибами, а также смешанной флорой.

Область применения сангвиритрина — хирургия, стоматология, дерматология, гинекология, оториноларингология, неонатология, гастроэнтерология.

В лечебно-профилактических целях сангвиритрин можно использовать для снижения обсемененности кожных покровов, нательного и постельного белья в хирургиче-

ских, гематологических, кожно-венерологических, родовспомогательных и других медицинских учреждениях. Также в различных областях народного хозяйства, в том числе у горнорабочих угольных и других шахт, рабочих горячих цехов и работников, длительное время находящихся в герметично-замкнутых помещениях (подводные лодки, космические корабли и др.)

Как препарат антихолинэстеразного действия сангвиритрин применяется внутрь при миопатии у детей и взрослых, а также при различных чувствительных и двигательных нарушениях, связанных с заболеваниями и травматическими повреждениями нервной системы (полиомиелит, детские церебральные параличи и др.)

Препарат выпускается в трех лекарственных формах:

- сангвиритрин в таблетках по 0,005 г;
- линимент сангвиритрина 1%;
- водно-спиртовой раствор сангвиритрина 0,2 %.

Сангвиритрин входит в состав таких лечебно-профилактических средств, как:

- марля антимикробная «Золотистая», содержание сангвиритрина 1%;
- салфетки «Мимоза» размером 70x70 и 26x26 из марли антимикробной «Золотистая»;
- белье антимикробное постельное, комплект (чехол на матрац 1шт., чехол на одеяло 1шт., чехол на подушку - 2 шт.), содержание сангвиритрина 1%;
- губка коллагеновая с сангвиритрином.

Большинство клиницистов отметили хорошую переносимость лекарственных форм сангвиритрина, отсутствие раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки при пролонгированном использовании. В этой связи сангвиритрин использовался в производстве косметических продуктов, крем, зубная паста, в качестве антимикробной добавки с лечебно-профилактической целью.

К лечебно-профилактическим косметическим средствам, содержащим сангвиритрин, относятся:

- антимикробный крем «Сафари», в тубах по 20 г, содержание сангвиритрина 0,05%;
- антимикробный крем «Чистотел», в тубах по 20 г, содержание сангвиритрина 0,05%;
- зубная паста «Антимикробная», в тубах по 20 г., содержание сангвиритрина - 0,05%;
- зубной эликсир с сангвиритрином, содержание препарата - 0,05%;
- фитобальзам «Аптека Маклей», содержание препарата - 0,05%.

Запатентовано ранозаживляющее средство, содержащее коллаген, сангвиритрин, масло расторопши и глицерин в следующем соотношении компонентов, %:

- сангвиритрин 0,27-0,55;
- масло расторопши 0,05-0,55;
- глицерин 0,05-0,82;
- коллаген остальное.

Сангвиритрин является препаратом растительного происхождения, ингибирующим микроорганизмы. Такие ингибиторы по сравнению с синтетическими, обладают рядом преимуществ, как по действию (активность в отношении лекарственно-резистентных штаммов), так и по безвредности (отсутствие аллергизирующих, мутагенных, тератогенных, эмбриотоксических и других нежелатель-

ных свойств). Сангвиритрин отличается хорошей переносимостью. Кроме того, препарат экономичен в применении (при разведении в 40 раз терапевтический эффект сохраняется) и доступен по цене.

Основной целью данной работы является разработка технологии комплексной переработки лекарственного сырья маклей мелкоплодной, обеспечивающей рациональное использование сырья и получение новых косметических и биологически активных натуральных продуктов.

Косметология в наши дни – это целостная система знаний о строении кожи, о ее роли в процессах жизнедеятельности и общем обмене веществ в организме, о терморегуляторной, защитной, дыхательной, выделительной и других ее функциях, о механизмах поглощения ею различных, в частности биологически активных, веществ. И многие производители, отечественные и зарубежные, стремясь привлечь потребителей, стараются соответствовать этой новой тенденции.

Рассмотрим косметическое средство, скраб по уходу за телом, который пользуется спросом и наиболее эффективнее раскрывает практически все качества препарата сангвиритна.

Скраб – это многофункциональный продукт. Он может быть представлен в виде лосьона, геля, крема, пудры

или гранул для разведения и предназначены для регулярного применения в целях предотвращения появления прыщей или их удаление, уменьшения пористости кожи и улучшения цвета лица, очищают поры от грязи и отмерших клеток, и способствует клеточному обновлению эпидермиса.

Цель исследования предопределила следующие задачи:

- изучить химический состав маклей;
- исследовать метод извлечения БАВ из сырья;
- изучить влияние на кожу маклей как абразивное средство;
- разработать рецептуру косметических средств с использованием полученных фитопрепаратов маклей мелкоплодной;

Объектом исследования являлась маклейя мелкоплодная (*Macleaya microcarpa (Maxim.) Pedde*), культивируемая на территории Северо-Кавказской ЗОС ВИЛАР (Краснодарский край, ст. Васюринская).

Лекарственным сырьем согласно ФС 42-2666-89 является собранная в фазы бутонизации, порезанная и высушенная трава маклейи (смесь кусочков стеблей, листьев и бутонов).

Таблица – 1

Характеристика лекарственного сырья маклейи

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, %, не более	Соцветие – 10,3
	Стебель – 6,96
	Листья – 6,63
Массовая доля органической примеси, %, не более	1,0
Массовая доля минеральной примеси, %, не более	1,0
Массовая доля стеблей, %, не более	58,12
Массовая доля сангвинарина и хелеритрина (гидросульфатов), %, не менее	0,6
Золы общей, %, не более	13,0

Объектом исследования служили высушенные надземные части растений маклейи мелкоплодной урожая 2010, 2012 гг.

Методики оценки исследуемого материала  
Выделение сангвиритрина из сырья маклейи

Сырье маклейи измельчают до размера частиц 1-2 мм и обрабатывают аммиаком согласно варианту задания.

К обработанному сырью добавляют растворитель (соотношение масс сырья и растворителя 1:10) и проводят экстракцию в течение 3-х часов при постоянном перемешивании, после чего мешалку выключают и массу выдерживают в течение суток.

По истечении указанного времени содержимое колбы перемешивают 10 - 15 минут, сливают полученную мисцеллу, а сырье промывают трехкратным количеством растворителя, который объединяют с мисцеллой.

Полученную смесь упаривают, отгоняя 90 % растворителя.

Концентрированную мисцеллу переносят в делительную воронку и 3 - 4 раза обрабатывают раствором

серной кислоты с массовой долей  $H_2SO_4$  10 %, загружая на каждую обработку 20 - 25 % раствора от объема мисцеллы. Гидросульфаты алкалоидов выделяются в виде оранжевых кристаллов, образующих суспензию в растворе серной кислоты. Все порции суспензии объединяют и подвергают фильтрации.

Фильтрацию проводят под вакуумом с помощью воронки Бюхнера через предварительно взвешенный с погрешностью не более 0,0002 г бумажный фильтр. Осадок на фильтре дважды промывают растворителем. На каждую промывку берут 15 мл растворителя.

Полученный технический сангвиритрин высушивают на фильтре при температуре не более 60°C и взвешивают. По результатам взвешивания рассчитывают выход технического сангвиритрина в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Очистку технического продукта осуществляют, проводя те же операции, что и при выделении алкалоидов из сырья. Технический сангвиритрин растворяют в дистилли-

рованной воде при температуре 40 - 45°C, раствор переносят в делительную воронку и добавляют 10 мл концентрированного раствора аммиака NH<sub>3</sub>.

Полученную суспензию 3-4 раза экстрагируют органическим растворителем, чтобы извлечь алкалоиды-основания из водной фазы.

Экстракты объединяют и 3 - 4 раза обрабатывают раствором серной кислоты с массовой долей H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 5 %.

Суспензию гидросульфатов алкалоидов фильтруют, осадок сушат и взвешивают, как указано в выше.

#### Выводы

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Изучен состав сортов маклей мелкоплодной урочая 2010, 2012 гг. на содержание алкалоидов в листьях, стеблях и корне;
2. Проведена оптимизация процесса извлечения алкалоидов маклей мелкоплодной, органическим растворителем - этилацетатом. Предложено проведение экстракции в соотношении сырье растворитель 1:10, время экстракции 3 часа при t = 75°C.

3. Предложено использование сырья, маклей мелкоплодной, в качестве фитопрепарата для косметики.

#### Литература:

1. Тарасов В.Е. Технология эфирных масел и фитопрепаратов: учеб. пособие / Кубан. гос. Технолог. ун-т, - Краснодар.: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2013.-404с.: ил.
2. Кожевникова О. В. Комплексная переработка маклей с целью получения продуктов, рекомендуемых к применению в косметических средствах: Дис. ... канд. тех. наук – Краснодар, 2008.-177 с.
3. Тарасов В.Е., Мальцева В.А. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов. Анализ сырья и готовой парфюмерно-косметической продукции: учебно-методическое пособие/ Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2011.-220 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ СРЕДНЕГО УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Двуреченский Вадим Геннадьевич*

*кандидат биологических наук, научный сотрудник Института почвоведения и агрохимии СО РАН, доцент Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета*

### FEATURES OF SOIL FORMATION IN MAN-MADE LANDSCAPES OF THE MIDDLE URAL AND WESTERN SIBERIA

*Dvurechensky Vadim, Ph. D. in Biology, research scientist of Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, associate professor of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering*

#### АННОТАЦИЯ

*Почвообразование в техногенных ландшафтах Среднего Урала и Западной Сибири имеет сходство, но, в отличие от естественных экосистем обладает определенной спецификой. Групповой состав железа в профилях почв как естественных, так и техногенных ландшафтов имеет диагностическое значение, выражая различные внутрипочвенные процессы. Чувствительность железа к изменению окислительно-восстановительных условий, способность образовывать соединения с органическими кислотами и т.п., отражают различные стадии почвообразовательного процесса и его направленность.*

#### ABSTRACT

*Soil formation in man-made landscapes of the Middle Urals and Western Siberia is similar, but, in contrast to the natural ecosystem has a certain specificity. Group composition of iron in the soil profile, both natural and man-made landscapes is of diagnostic value, expressing the various subsurface processes. Sensitivity to change in the iron redox conditions, the ability of the compounds with organic acid, to reflect different stages forming process.*

*Ключевые слова: почвообразование; техногенные ландшафты; эмбриоземы; формы железа.*

*Keywords: soil formation; technological landscapes; embriozems; forms of iron.*

Изменение условий почвообразования сопровождается перераспределением и сменой соотношений различных форм железа в профилях почв естественных и техногенных ландшафтов.

Цель исследования: определение направленности и скорости почвообразования путем сопоставления группового состава железа в фоновых почвах с групповым составом железа в эмбриоземах техногенных ландшафтов.

Исследования проводились в 2002 и 2012 годах в эмбриоземах, формирующихся на внешних транспортных отвалах Красногорского и Ольжерасского углеразрезов. А также в 1998 и 2013 годах на отвалах Елизаветинского месторождения полиметаллических руд.

Красногорский углеразрез расположен в Горной Шории; Ольжерасский – в горах Кузнецкого Алатау. Возраст отвалов – 42 года. Субстрат отвалов в Сибири состоит из хаотичной смеси вскрышных (покровные глины и тяжелые суглинки) и вмещающих (песчаники, аргиллиты, алевролиты) пород. Отвалы Елизаветинского железорудного месторождения, возрастом 72 года, находятся в черте города Екатеринбург на территории Уктусского массива ультраосновных пород, где имеются выходы мезозойской коры выветривания.

Железо подразделялось на формы и фракции, согласно классификации С. В. Зонна [3]. Определялось сили-

катное и несиликатное железо, а также его окристаллизованные и аморфные формы. Общее (валовое) содержание железа, несиликатное или свободное железо, извлекаемое из почвы методом Мера и Джексона в модификации по Коффину, аморфные формы железа по Тамму, железо по Баскомбу определялись общепринятыми методами, что позволило произвести дифференцированное разделение свободного железа на сильно - и слабоокристаллизованные фракции, выделить аморфные органоминеральные и минеральные фракции железа [4].

Согласно классификации почв техногенных ландшафтов, почвенный покров в нарушенных экосистемах формируется сингенетично стадиям развития растительных сукцессий [5]. Типы эмбриоземов характеризуются определенным строением слабовыраженного почвенного профиля и различаются по степени развитости биологических и почвообразовательных процессов. В инициальных эмбриоземах органогенных горизонтов нет; в органо-аккумулятивных обязательно есть подстилка древесного и травяного опада; в дерновых – обязательно есть дернина; в гумусово-аккумулятивных – всегда присутствует гумусово-аккумулятивный горизонт.

Почвообразовательный процесс – есть совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще. Из этого следует, что важнейшим компонентом почвообразовательного процесса является превращение минералов почвообразующих пород, составляющих субстрат отвалов, а впоследствии и самих эмбриоземов посредством биологического, геологического и биохимического круговорота

энергии и вещества. Скорость преобразования минералов определяется основными факторами почвообразования.

Зональными почвами горно-таежного пояса Кузбасса являются дерновые глубокоподзолистые почвы. В пределах Красногорского разреза под вторичными листовыми лесами диагностируются бурые таежные почвы, которые определяются, как фоновые. Зональными почвами Уктусского лесопарка являются дерново-подзолистые почвы; фоновыми почвами в пределах п. Рудного являются бурые лесные почвы. В результате проведенных исследований выявлено, что за 10 лет групповой состав железа в бурых таежных и лесных почвах практически не изменился (табл.1, 2). Распределение железа в профиле осталось прежним. Несиликатное железо преобладает над силикатным. Выноса железа в растворах, и его осаждение не происходит.

Анализ группового состава железа эмбриоземов, формирующихся в техногенных ландшафтах Красногорского углеразреза, выявил следующие особенности. За 10 лет резких изменений в содержании групп и фракций железа не отмечается. Количество несиликатного железа несколько увеличилось, кроме эмбриоземов органо-аккумулятивных, в которых несиликатного железа стало меньше. Отмечается преобладание силикатного железа над несиликатным в профиле эмбриоземов инициальных и дерновых, преобладание несиликатного железа в профиле эмбриоземов гумусово-аккумулятивных и органо-аккумулятивных. Преобладание несиликатного железа над силикатным определяет степень выветривания субстрата. Чем выше содержание несиликатного железа, тем выше степень выветривания.

Таблица 1

Групповой и фракционный состав железа (Красногорский разрез, 2002 г.)

горизонт, глубина, см	валовое, %	силикатное, %	несиликатное, %	окристаллизованное, %			аморфное, %		
				общее	сильно -	слабо -	общее	органич.	неорганич.
Бурая горно-таежная почва									
A <sub>0</sub> (0 – 5)	10,24	4,56	5,68	4,10	0,69	3,41	1,58	0,87	0,71
A <sub>1</sub> (5 – 15)	8,76	4,33	4,43	2,60	0,23	2,37	1,83	0,78	1,05
B <sub>1</sub> (15 – 40)	8,03	4,67	3,36	2,15	0,44	1,71	1,21	0,42	0,79
BC (40 – 60)	8,08	6,08	2,00	1,36	0,73	0,63	0,64	0,19	0,45
C (> 60)	9,71	7,65	2,06	1,31	0,87	0,44	0,75	0,21	0,54
Эмбриозем инициальный									
C <sub>1</sub> (0 – 5)	2,40	1,46	0,94	0,75	0,45	0,30	0,19	0,11	0,08
C <sub>2</sub> (5 – 35)	2,60	1,70	0,90	0,75	0,48	0,27	0,15	0,04	0,11
Эмбриозем органо-аккумулятивный									
C <sub>1</sub> (3 – 6)	2,80	1,24	1,56	1,40	0,79	0,61	0,16	0,10	0,06
C <sub>2</sub> (6 – 15)	3,40	1,12	2,28	2,16	1,52	0,64	0,12	0,02	0,10
C <sub>3</sub> (15 – 55)	3,60	2,40	1,20	0,99	0,84	0,15	0,21	0,02	0,19
Эмбриозем дерновый									
A <sub>d</sub> (2 – 6)	2,80	1,82	0,98	0,84	0,14	0,70	0,14	0,12	0,02
C <sub>1</sub> (6 – 16)	3,00	1,76	1,24	1,11	0,35	0,76	0,13	0,09	0,04
C <sub>2</sub> (16 – 35)	3,00	1,97	1,03	0,85	0,47	0,38	0,18	0,04	0,14
C <sub>3</sub> (35 – 55)	3,20	2,64	0,56	0,49	0,40	0,09	0,07	0,02	0,05
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный									
A <sub>d</sub> (1 – 5)	2,00	0,74	1,26	1,00	0,25	0,75	0,26	0,21	0,05
A <sub>1</sub> (5 – 7)	2,20	0,96	1,24	1,00	0,71	0,29	0,24	0,19	0,05
C <sub>1</sub> (7 – 25)	2,60	1,24	1,36	1,22	1,00	0,22	0,14	0,08	0,06
C <sub>2</sub> (25 – 55)	3,00	2,61	0,39	0,30	0,25	0,05	0,09	0,02	0,07

В верхней части профиля эмбриоземов органо-аккумулятивных и гумусово-аккумулятивных, во всем профиле эмбриоземов дерновых слабоокристаллизованная фракция превышает сильноокристаллизованную фракцию. Подобное распределение происходит в профиле фоновой бурой таежной почвы. Внутрипочвенное распреде-

ление окристаллизованных фракций осталось без изменения, и имеет двучленную дифференциацию: содержание сильноокристаллизованной фракции увеличивается вниз по профилю, в то время как содержание слабоокристаллизованной фракции уменьшается, что указывает на некоторые черты псевдоподзоленности.

Таблица 2

## Групповой и фракционный состав железа (Красногорский разрез, 2012 г.)

горизонт, глубина, см	валовое, %	силикатное, %	несиликатное, %	окристаллизованное, %			аморфное, %		
				общее	сильное-	слабое-	общее	органич.	неорганич.
Буря горно-таежная почва									
A <sub>0</sub> (0 – 6)	10,51	4,71	5,80	4,20	0,51	3,69	1,60	0,95	0,65
A <sub>1</sub> (6 – 16)	8,94	4,59	4,35	2,55	0,34	2,21	1,80	0,81	0,99
B <sub>1</sub> (16 – 40)	8,35	4,78	3,57	2,20	0,67	1,53	1,37	0,59	0,78
BC (40 – 60)	8,48	6,46	2,02	1,24	0,84	0,40	0,78	0,17	0,61
C (> 60)	9,87	7,73	2,14	1,24	0,89	0,35	0,90	0,17	0,73
Эмбриозем инициальный									
C <sub>1</sub> (0 – 5)	2,50	1,54	0,96	0,84	0,49	0,35	0,12	0,08	0,04
C <sub>2</sub> (5 – 35)	2,75	1,85	0,90	0,80	0,54	0,26	0,07	0,02	0,05
Эмбриозем органо-аккумулятивный буроземоподобный									
C <sub>1</sub> (5 – 8)	2,90	0,90	2,00	1,89	0,85	1,04	0,11	0,08	0,03
C <sub>2</sub> (8 – 15)	3,65	1,75	1,65	1,58	1,04	0,54	0,07	0,02	0,05
C <sub>3</sub> (15 – 55)	3,70	2,35	1,35	1,28	1,10	0,18	0,07	0,02	0,05
Эмбриозем дерновый									
A <sub>д</sub> (3 – 7)	2,90	1,74	1,16	1,00	0,17	0,83	0,16	0,15	0,01
C <sub>1</sub> (7 – 16)	3,20	1,80	1,40	1,26	0,31	0,95	0,14	0,10	0,04
C <sub>2</sub> (16 – 35)	3,20	1,92	1,28	1,24	0,55	0,69	0,04	0,02	0,02
C <sub>3</sub> (35 – 55)	3,20	2,71	0,49	0,45	0,40	0,05	0,04	0,02	0,02
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный									
A <sub>д</sub> (2 – 6)	2,20	0,85	1,35	1,11	0,22	0,88	0,24	0,20	0,04
A <sub>1</sub> (6 – 8)	2,40	0,89	1,51	1,31	0,79	0,52	0,20	0,17	0,03
C <sub>1</sub> (8 – 25)	2,80	1,33	1,47	1,41	1,06	0,35	0,06	0,04	0,02
C <sub>2</sub> (25 – 55)	3,10	2,84	0,26	0,22	0,20	0,02	0,04	0,01	0,03

Содержание аморфного железа в эмбриоземах за 10 лет несколько сократилось, что свидетельствует о снижении подвижности железа, а значит и скорости почвообразования во всей толще всех типов эмбриоземов. В условиях высокой влажности, слабокислых значений pH железо комплексируется с гумусовыми веществами (в основном с фульвокислотами) и накапливается в верхних горизонтах почв. Внутрипрофильное распределение фракций аморфного железа осталось без изменения. Преобладание железа неорганического над железом органическим в нижней части профиля эмбриоземов отражает процессы оглинивания. Аморфное железо накапливается в верхних горизонтах и уменьшается вниз по профилю по мере ослабления интенсивности выветривания и почвообразования, то есть имеет аккумулятивный характер, что свойственно буроземообразованию.

Групповой состав железа эмбриоземов и фоновых бурых таежных почв в горно-таежном поясе Кузбасса и южной таежной подзоне Урала имеет некоторое генетическое сходство. Это проявляется в следующем: а) преобладание силикатного железа над несиликатным свидетельствует о слабой степени выветрелости пород, зависящей от каменистости субстрата и времени почвообразования; б) аморфное железо накапливается в органогенных горизонтах, где представлено, в основном, железоорганической фракцией. Это не случайно, так как в горно-таежном поясе происходит биогенное накопление железа в результате преобразования растительного опада путем интенсивной аккумуляции, минерализации и гумифика-

ции органического вещества вследствие большого количества опада и благоприятными для этих процессов климатическими условиями. Вниз по профилю содержание аморфного железа снижается, т.е. подвижность железа падает; в) процесс перехода аморфных фракций в окристаллизованные имеет обратимый характер. При избыточном увлажнении из окристаллизованных фракций могут образовываться аморфные закисные формы, то есть подвижные фракции железа, в основном, литогенного происхождения. При осушении и аэрации они вновь кристаллизуются.

Преобладание в эмбриоземах слабоокристаллизованной фракции железа и уменьшение с глубиной сильноокристаллизованной, снижение содержания аморфного железа указывает на то, что процессы почвообразования в техногенных ландшафтах носят фоновый характер и идут в сторону буроземообразования с признаками псевдоподзоленности и оглинивания.

Исследование группового и фракционного состава железа эмбриоземов органо-аккумулятивных, формирующихся под искусственными и самосевными посадками древесных растений в Кузбассе и на Урале, показало наиболее выраженные изменения, по сравнению с другими типами эмбриоземов. Во-первых, в верхней части профиля увеличилось содержание несиликатного железа; во-вторых, изменилось распределение несиликатного железа; в-третьих, увеличилось содержание окристаллизованных фракций в верхних слоях почвы; в-четвертых, сократилось содержание аморфного железа. Таким обра-

зом, резкое изменение в групповом составе железа в период с 2002 по 2012 год диагностирует эволюцию почвы, которая отличается от эволюции эмбриоземов органо-аккумулятивных [1,2].

Проведенные исследования показали, что в почвах техногенных ландшафтов бореальных экосистем фоновый характер направленности процессов почвообразования прослеживается достаточно четко. В течение 10 лет резких количественных и качественных изменений в групповом составе железа эмбриоземов не произошло, за исключением эмбриоземов органо-аккумулятивных. Отмечается снижение скорости почвообразования. Динамика группового состава железа указывает на то, что эмбриоземы, как и 10 лет назад, находятся в метастабильном состоянии [2]. Известно, что техногенный ландшафт в горно-таежном поясе входит в эоклин за 10 – 12 лет с момента образования, с формированием в конечном итоге эмбриоземов гумусово-аккумулятивных [1]. Тем не менее, после 42 лет развития техногенной экосистемы в ее почвенном покрове присутствуют все типы эмбриоземов, что определяет неоднородность почвенного покрова.

Сколько времени ландшафт будет находиться в метастабильном состоянии, неизвестно. Изменения произойдут в том случае, если изменятся условия или хотя бы один фактор почвообразования. На месте формирования эмбриоземов органо-аккумулятивных на данном этапе развития ландшафта произошла смена сукцессий биоценоза – сформировался трехъярусный биоценоз, состоящий из хвойных и лиственных растений с подростом и таежным разнотравьем. Другими словами, изменился биотический фактор.

Учитывая эти данные, можно определить, как минимум, два направления развития почвенного покрова. На открытых, выложенных участках техногенного ландшафта смена сукцессий фитоценоза, а значит, развитие почв происходит от инициальной стадии до органо-аккумулятивной и далее до дерновой и самой генетически

развитой – гумусово-аккумулятивной. Под искусственными посадками древесных пород и в местах, где путем самозарастания образовался лес, а также на склоновых поверхностях развитие почвенного покрова происходит от инициальной стадии до органо-аккумулятивной. При благоприятных условиях, учитывая, что почвообразование происходит по типу буроземообразования, под лесной растительностью прогнозируется формирование нового подтипа почв техногенных ландшафтов – эмбриоземов органо-аккумулятивных буроземоподобных. Так как в нарушенных ландшафтах горно-таежной зоны восстановление биоценоза происходит по зональному типу с образованием вторичных лиственных лесов и, в конечном итоге, черневой тайги, эволюция почв тоже должна идти по зональному типу. Таким образом, до образования черневой тайги в почвенном покрове предполагается наличие всех типов эмбриоземов. На Кузбассе и Урале прогнозируется также образование атипичных дерновых подзолоподобных почв, которые по своим свойствам должны быть максимально приближены к дерново-подзолистым почвам.

#### Список литературы

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
2. Двуреченский В.Г. Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2011. – 19 с.
3. Зонн С.В. Железо в почвах. М.: Наука, 1982. – 208 с.
4. Зонн С.В., Рукака А.Н. Методы определения несиликатных форм железа в почвах. // Почвоведение, 1978. – №2. – С. 89–101.
5. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов. // Сиб. экол. журн. 2002. – №3. – С. 255-261.

## ОНТОГЕНЕЗ СИНЕГОЛОВНИКА ПЛОСКОЛИСТНОГО И СИНЕГОЛОВНИКА КАВКАЗСКОГО СЕМЕЙСТВА СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ (APIACEAE) В УСЛОВИЯХ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

**Щербакowa Екатерина Александровна**

специалист по аспирантуре и докторантуре

Пятигорский медико-фармацевтический институт, филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

**Елизеева Людмила Михайловна**

кандидат фармацевтических наук

Пятигорский медико-фармацевтический институт, филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

**Коновалов Дмитрий Алексеевич**

профессор, доктор фармацевтических наук

Пятигорский медико-фармацевтический институт, филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

ONTOGENESIS FEWERWEED PLOSKOLISTNOGO AND SINEGOLOVNI KAKAVKAZSKOGOSEMEYSTVA CELERY (APIACEAE) UNDER CAUCASIAN MINERAL WATERS

Shcherbakova Ekaterina, Specialist postgraduate and doctoral Piatigorsky Medical and Pharmaceutical Institute, a subsidiary of SEI HPE VolgGMU Russian Ministry of Health, Pyatigorsk

Eliseeva Ludmila, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Piatigorsky Medical and Pharmaceutical Institute, a subsidiary of SEI HPE VolgGMU Russian Ministry of Health, Pyatigorsk

Dmitri Kononov professor, Doctor of Pharmacy, Piatigorsky Medical and Pharmaceutical Institute, a subsidiary of SEI HPE VolgGMU Russian Ministry of Health, Pyatigorsk

#### АННОТАЦИЯ

Изучался онтогенез синеголовника плосколистного и синеголовника кавказского в условиях Кавказских Минеральных Вод. Цель исследования: установление возможности введения данных видов в культуру. Основные методы

исследования: полевой и наблюдения. Полный цикл развития растений проходит за два года. В первый год формируется розетка листьев, на второй год растения цветут и плодоносят. Семена лучше высевать поздно осенью или рано весной.

#### ABSTRACT

*Studied the ontogeny of holly and holly ploskolistnogo Caucasian under the Caucasian Mineral Waters. Objective: to establish the possibility of the introduction of these species into the culture. Basic research methods and field observations. Full cycle of plant development extends beyond two years. In the first year rosette of leaves is formed, the second year the plants flower and bear fruit. Seeds are best sown in late autumn or early spring.*

*Ключевые слова: онтогенез; синеголовник; фаза развития; розетка листьев; головка; плоды.*

*Keywords: ontogeny; holly; phase of development; rosette of leaves; head; fruit.*

В семействе сельдерейные преобладают травы однолетние и многолетние. В некоторых родах, в том числе *Eryngium*, редко встречаются древовидные формы и кустарники. Всего в семействе сельдерейные около 3 тыс. видов. Распространены они почти по всей суше земного шара, наиболее многочисленны в умеренных и субтропических областях северного полушария, в тропических странах приурочены к горным районам. Стебли синеголовников обычно прямостоячие, могут достигать в высоту 3 м, междоузлия часто полые. В стебле и других органах растения имеются секреторные каналы, содержащие эфирные масла и смолистые вещества. Листья простые, разделены на черешок, листовую пластинку и влагалище. Листовая пластинка цельная или расчленённая. У некоторых видов синеголовника листья ланцетные или линейные, есть жёсткие листья, есть сильно мясистые и есть сильно колючие. У большинства представителей семейства соцветие сложный зонтик, есть простые зонтики и есть головкообразные соцветия (у синеголовников). В головкообразных соцветиях каждый цветок имеет прицветники. Прицветники краевых цветков увеличены и образуют обёртку. Цветки обычно актиноморфные, 5-членные, венчик беловатый, желтоватый или синеватый. Гинецей из 2-х плодолистиков, завязь нижняя. Плод сухой – вислоплодник, обычно распадается на 2 мерикарпия [2, с.302-309]. В мезокарпии плодов имеются масляные каналы, обычно 5 больших и много мелких [1, с.18].

Синеголовник плосколистный (*Eryngium planum* L.) имеет многочисленные прикорневые листья. Головки соцветий яйцевидные, около 15 мм длины. Листочков обёртки 5 – 8. Высота растений 50 – 80 см. Цветёт в июне – августе. Встречается на степях и сухих лугах от низменного до среднего горного пояса [4, с. 257]. Стебли прямые, наверху ветвистые. Всё растение голубое или синеватое. Нижние листья на черешках, овальные или продолговатые с сердцевидным основанием. Стеблевые листья сидячие, цельные или трёхраздельные, колючезубчатые.

Прицветные плёнки шиловидно – ланцетные, наружные часто с колючими щетинками по бокам [1, с. 21].

Синеголовник кавказский (*Eryngium caucasicum* Trautv.) высотой до 80 см, наверху растопыренно ветвистый. Прикорневые листья травянистые, рано отмирающие, перистые. Стеблевые листья сидячие, кожистые, колючезубчатые. Головки около 1 см длины. Листочков обёртки 5 – 7, линейно – ланцетные, сильно отклонённые, в 2 – 4 раза длиннее головки. Встречаются на лесных полянах, на сухих травянистых склонах от нижнего до среднего горного пояса [1, с. 22].

Синеголовник плосколистный и синеголовник кавказский являются стержнекорневыми травянистыми многолетниками, гемикриптофитами [8, с. 175]. По данным А.

Л. Тахтаджяна *Eryngium caucasicum* это синоним *Eryngium caeruleum* и *Eryngium biebersteinianum* Nevski [3, с. 56].

Растения семейства сельдерейные имеют большое хозяйственное значение в качестве пищевых, лекарственных, кормовых и технических растений [2, с. 308]. Для лекарственных целей используют траву синеголовника плосколистного. Собирают траву во время цветения. Трава содержит сапонины, таниды, эфирное масло, дубильные вещества. В научной медицине применяется как эффективное средство при коклюше или сильном кашле. В народной медицине используют как отхаркивающее средство при хроническом бронхите, как успокаивающее при испуге, как болеутоляющее при зубной боли, при болезнях сердца [6, с. 161 – 162]. В синеголовнике кавказском содержатся: эфирное масло, терпеноиды, углеводы, флавоноиды, жирное масло в плодах. Это растение используется как тонизирующее, при геморрое, как диуретическое, при анемии, при кожных заболеваниях [7, с. 107].

Нами изучался онтогенез в культуре двух видов синеголовника (*Eryngium planum* L. и *Eryngium caucasicum* Trautv.) в условиях Кавказских Минеральных Вод. По литературным данным установлено, что онтогенез синеголовников изучался в Средней полосе России [5, с. 33 – 43]. Размножаются синеголовники семенами. Латентный этап онтогенеза проходит в форме семян. Плод – двусемянна, серовато-белого цвета, сжато-яйцевидной формы, покрыт полупрозрачными плёнчатymi чешуйками, в верхней части плод расширен. При плодах сохраняются чашелистики, они более тёмные, колючие. У изучаемых видов в условиях КМВ плоды созревают в первых числах августа. Плоды распаляются на два полуплодика. Их внутренняя сторона плоская, коротко опушённая. Наружная сторона выпуклая, покрыта чешуйками. С каждого растения можно получить до 16 тыс. семян. Семена 3 – 4 мм длиной и 1,8 – 2,0 мм шириной. Они прорастают сразу после сбора без периода покоя. В чашках Петри семена прорастают на 7 – 15 день. Вначале появляется корешок со стороны зубчиков семени. При пересадке проросших семян в почву большая часть их продолжает развиваться. Семядольные листочки выносятся на поверхность почвы. При посеве семян в почву всходы появляются на 14 – 20 день. Проростки имеют высоту до 1 см. Семядольные листочки овальной формы длиной до 1,3 см, шириной до 0,7 см. Корень длиной до 2 см. В стадии проростка растения находятся 7 – 10 дней. Ювенильные растения высотой 1,3 – 1,5 см имеют листочки в количестве 2 – 3, овальной или округлой формы, черешковые, цельные или расчленённые, с волнистыми краями. Длина листьев до 3 см, черешок почти равен длине пластинки, ширина пластинки 0,8 – 1,1 см.

Имматурные (полувзрослые) растения характеризуются появлением настоящих листьев на 9 – 12 день после ювенильных листочков. Высота растений около 2 см. Длина листьев составляет 2,5 – 4,9 см, ширина листовой пластинки 1,1 – 1,5 см, край её волнистый. Черешок длиной 1,5 – 2,8 см. В дальнейшем у синеголовника плосколистного появляются более крупные листья, длина которых может достигать 9 – 13 см, ширина до 3,5 – 4 см. Листовая пластинка у синеголовника кавказского тройчато – раздельная. Все листья находятся в прикорневой розетке, расположены параллельно поверхности почвы. Количество настоящих листьев от 12 – 15 до 30 – 45. У некоторых растений листьев образуется более 60.

Первый год вегетации заканчивается развитием розетки листьев. За вегетационный период происходит накопление питательных веществ в корнях растения, за счёт которых на следующий год развиваются цветоносные побеги. К осени часть листьев отмирает, а за зимний период отмирают почти все.

Генеративный период развития проходит на 2-й год жизни растения. Рано весной, как только создаются благоприятные условия, образуются розетки листьев, количество листьев меньше, чем в первый год развития, в основном 8 – 12 шт. Затем формируются цветоносные побеги в количестве 1 – 5, это зависит от степени развития корня. На побегах нижние листья в количестве 1 – 2 цельные черешковые, верхние сидячие, изрезанные. Средние стеблевые листья расположены по одному, а верхние образуют мутовку в основании цветоносов. Стебли развиваются достаточно быстро. В условиях КМВ фаза бутонизации начинается в середине мая и продолжается до начала июня. Высота побегов в фазу бутонизации достигает 47 – 50 см. Затем наступает фаза цветения. Цветение продолжается в течение 40 – 50 дней. К этому времени стебли и соцветия приобретают синий оттенок. Растения приобретают декоративный вид. Цветки мелкие. Тычинки и рыльце пестика длиннее околоцветника. Рыльце пестика двуллопастное. Цветки посещают пчёлы, мухи, жуки в разное время суток. Высота растений в фазу цветения достигает 60 – 70 см. Цветоносные побеги в верхней части сильно ветвятся. Соцветие в диаметре достигает 60 см. Верхушечные соцветия располагаются ниже, чем боковые. Прикорневые листья к моменту цветения все отмирают. Стеблевые листья отмирают постепенно, часть их сохраняется до созревания плодов и семян. Созревание

плодов начинается в конце июля. В период созревания плодов соцветия приобретают бурю окраску. Первыми созревают верхушечные головки, затем боковые. Эта фаза продолжается 16 – 20 дней. В первой декаде августа созревание плодов заканчивается. Стебли с листьями в дальнейшем отмирают. Наблюдения за развитием растений на следующий год будет продолжено.

Таким образом, в результате проведённых наблюдений, было установлено, что синеголовник плосколистный и синеголовник кавказский проходят все фазы развития за два года. В первый год формируются розетки листьев, на второй год растения цветут и плодоносят. Семена лучше высевать поздно осенью или рано весной, чтобы растения не погибли за зимний период и успели сформировать хорошую розетку листьев в первый год развития. В условиях КМВ созревание плодов и семян заканчивается в первой декаде августа на второй год онтогенеза. Результаты наблюдений показывают, что данные виды синеголовников можно выращивать в условиях КМВ.

#### Список литературы

1. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. Т. VIII. Л.: Наука, 1967. С. 18-22.
2. Жизнь растений в 6-ти т./ Под ред. акад. А. Л. Тахтаджяна. Т. 5. ч. 2. М.: Просвещение, 1981. С. 302 – 309.
3. Конспект флоры Кавказа/ отв. ред. А. Л. Тахтаджян. Товарищество науч. изд. КМК: СПб – М., 2008. С. 55 – 57.
4. Косенко И. С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. С. 248 – 257.
5. Олейникова Е. М. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Eryngium campestre* (Ariaceae) бассейна Среднего Дона (Воронежская область) // Раст. ресурсы. – 2010. – Т. 46, вып. 3. С. 33 – 43.
6. Попов А. П. Лесные целебные растения. М.: Лесная промышленность, 1973. С. 161 – 162.
7. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав и использование. Семейства Rutaceae – Elaeagnaceae. Л.: Наука, 1988. С. 106 – 109.
8. Шильников Д. С. Конспект флоры Карачаево-Черкессии. Ставрополь: АГРУС, 2010. С. 175.

## РЕЗУЛЬТАТЫ БИОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВИ ЛЕБЕДЕЙ, УСТАНОВЛЕННЫЕ ПРИ ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ ПТИЦ В ИВАНОВСКОМ ЗООЛОГИЧЕСКОМ ПАРКЕ

Л.В. Клетикова, Н.Н. Якименко, В. В. Пронин, В.А. Пономарев

*Актуальность исследования.* Особое величие отличает лебедей от других птиц. Люди не только восхищались красотой лебедей, но также вели на них охоту. В средние века лебедь считался пищей аристократов, поэтому их добывали для подачи к столу знатных особ. В результате массового истребления почти все виды лебедей стали редкими. В соответствии с научной классификацией лебеди относятся к отряду Гусеобразные, семейство Утиные, подсемейство Гусиные, отряд Лебеди [1].

Лебеди принадлежат к числу крупнейших птиц, способных летать и развивать скорость до 65–80 километров в час. Живая масса тундрового (малого) лебедя в среднем составляет 5–7 кг, а масса лебедя-шипуну может достигать 22,5 кг, длина крыла от 530 до 630 мм, размах крыльев – 1400–2500 мм, длина тела у одного из наиболее часто встречающихся видов – лебедя-шипуну достигает 1700 мм. Шея у черного лебедя наиболее длинная среди лебедей, благодаря 31 шейному позвонку он

может охотиться под водой в более глубоких водоемах [6].

Отличает лебедей широкий и уплощенный клюв, короткие лапы с плавательными перепонками, хвост небольшой, сравнительно короткий, над ним расположена копчиковая железа. Эта железа выделяет жир, которым птица смазывает оперение. Такая смазка делает оперение лебедя водонепроницаемым, что позволяет птице длительное время находиться в воде и улучшает терморегуляцию. Оперение лебедей густое и пышное за счет хорошо развитого пухового слоя, а сами перья очень мягкие.

Кормом для птиц помимо мелких водяных животных, служат и водяные растения. Корм собирается обычно по утрам и вечерам.

Лебеди – умные, понятливые птицы, проявляют много сообразительности и находчивости, редко утрачивают свойственные им пугливость и осторожность. Из-за крупных размеров практически не имеет врагов среди пернатых и водных хищников. Однако тундровые (малые) лебеди чувствительны к фактору беспокойства и включены в Красную книгу России. Черный лебедь легко приручается к человеку и одомашнивается.

В городе Иваново можно встретить лебедей на реке Уводь. Этим птиц активно используют в качестве декора парка, сада, пруда, они являются любимцами посетителей в зоопарках.

В литературе отечественных и зарубежных авторов приведены сведения о внешнем виде, анатомо-физиологических особенностях, ареале обитания, особенностях питания, размножения и содержания в неволе, но отсутствуют данные биохимических показателей сыворотки крови, что крайне важно при оценке состояния здоровья птиц во время диспансеризации.

*Целью работы* было проведение биохимического исследования крови в рамках диспансеризации птиц у лебедей, обитающих в МБУК «Ивановский зоопарк».

*Материалы и методы исследования.* Материалом для исследования послужила кровь клинически здоровых птиц, полученная из локтевой вены. Анализ состава сыворотки крови выполняли на биохимических анализаторах BioChem BA и BA-88A (mindray) Semi-auto-chemistry Analyzer в лечебно-диагностическом центре «Ветасс» при кафедре акушерства, хирургии и незаразных болезней животных ФГБОУ ВПО «ИГСХА им. акад. Д.К. Беляева».

*Результаты и их обсуждение.*

Исследование крови выполнено у всех видов лебедей, содержащихся в зоопарке. Данные белкового обмена представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели белкового обмена у лебедей

Показатель	Черный лебедь, ♀, 4 года	Лебедь кликуна, ♂, 4 года	Лебедь шипун, ♀, 5 лет	Лебедь шипун, ♂, 3 года	Лебедь тундровый, ♂, 2 года
Общий белок, г/л	48,9	52,9	69,1	55,4	53,3
Альбумин, г/л	14,2	18,6	24,3	17,8	17,7
Глобулин, г/л	34,7	34,3	44,8	37,6	35,6
Креатинин, мкМ/л	100,14	41,17	54,07	47,48	44,46
Мочевина, ммМ/л	0,68	3,78	0,75	2,0	1,54

Средняя концентрация общего белка в сыворотке крови составила 55,92 г/л. Однако у черного лебедя этот показатель наименьший, у взрослого лебедя-шипунна наиболее высокий и превышает среднее содержание белка на 23,6%.

Альбуминовая фракция имеет значительные колебания: от 14,2 г/л у черного лебедя до 24,3 г/л у самки лебедя-шипунна. Что касается глобулиновой фракции протеинограммы, то ее уровень составил 34,4—37,6 г/л. У пятилетнего лебедя-шипунна уровень глобулинов выше в среднем на 26%, что вероятно связано с физиологическими особенностями птицы.

Альбумино-глобулиновый коэффициент составил у черного лебедя 0,41, у лебедя-кликуна и пятилетней самки лебедя-шипунна – 0,54, у трех годовалого лебедя-шипунна – 0,47, тундрового лебедя – 0,50. По нашим данным [7] альбумино-глобулиновый коэффициент у птиц варьирует от 0,48 до 1,8 в зависимости от возраста, физиологического состояния, сезона года, уровня кормления и особенностей содержания. Поэтому, полученные результаты можно считать физиологическими.

Креатинин продуцируется и поступает в кровь с постоянной скоростью, поэтому его концентрация в сыворотке крови относительно стабильна и, в основном, определяется общим объемом мышечной массы. Также уровень креатинина зависит от возраста: чем моложе организм, тем его концентрация ниже [3]. У лебедя-кликуна, двух годовалого лебедя-шипунна и тундрового лебедя количество креатинина изменяется незначительно – от 41,17 до 47,48 мкМ/л, у пяти годовалого лебедя-шипунна содержание креатинина больше среднего показателя на 22,69%. У черного лебедя уровень креатинина не превышает пороговое значение, характерное для данного показателя у птиц, однако значительно выше, чем у других видов лебедей, что возможно, обусловлено особенностями питания черного лебедя.

При определении концентрации мочевины в сыворотке крови обращает внимание тот факт, что у четырех- и пяти годовалых лебедей показатель наиболее низкий (0,68 и 0,75 ммМ/л), а у более молодых птиц изменяется в пределах 30—145%.

О интенсивности энергетического обмена можно судить по содержанию в крови триглицеридов, холестерина и глюкозы (табл. 2).

Таблица 2

## Показатели энергетического обмена у лебедей

Показатель	Черный лебедь, ♀, 4 года	Лебедь кликуна, ♂, 4 года	Лебедь шипун, ♀, 5 лет	Лебедь шипун ♂, 3 года	Лебедь тундровый, ♂, 2 года
Триглицериды, мМ/л	1,13	0,75	2,27	0,76	1,01
Холестерол, мМ/л	4,30	7,29	5,80	4,03	6,27
Глюкоза, мМ/л	9,70	10,00	9,10	5,30	9,50

У птиц содержание триглицеридов находится в пределах 0,16—3,25 мМ/л [4; 10]. Наши исследования показали, что в сыворотке крови лебедей концентрация триглицеридов составила в среднем 1,18 мМ/л.

Наиболее высокая концентрация холестерина отмечена у самца лебедя-кликуна и самца тундрового лебедя (7,29 и 6,27 мМ/л, соответственно), у самок этот показатель ниже. Так же следует отметить и тот факт, что с возрастом количество холестерина у птиц увеличивается: у двухгодовалого лебедя-шипун 4,03 мМ/л, против 5,80 мМ/л у пятигодовалой птицы.

У птиц уровень глюкозы, по сравнению с млекопитающими, значительно выше и изменяется с возрастом [5; 9], что подтверждается нашими исследованиями – у трехгодовалого лебедя-шипун уровень глюкозы меньше на 43,9%, чем у пятигодовалого. В среднем концентрация глюкозы у лебедей составила 8,72 мМ/л, амплитуда колебаний – от 5,30 до 10,00 мМ/л.

Для оценки концентрации глюкозы в крови необходимо учитывать активность амилазы. Амилолитическая активность наиболее выражена у самца лебедя-кликуна – 3426,2 Ед/л, что обусловлено высоким содержанием глюкозы – 10,00 мМ/л. У остальных птиц активность амилазы находилась в пределах 2076,90—2713,20 Ед/л. Незначительное увеличение амилолитической активности, как правило, наблюдается при стрессовых состояниях, как, например, взятие крови.

Немаловажное значение для оценки состояния здоровья и воспроизводства потомства имеет содержание минеральных веществ в сыворотке крови. При оценке количества кальция отметили, что наиболее высокий показатель у пятилетней самки лебедя-шипун – 3,79 мМ/л, самый низкий – у тундрового лебедя – 1,68 мМ/л. Следует подчеркнуть, что содержание кальция повышается с возрастом птиц: у трехгодовалого лебедя-шипун меньше, чем у пятигодовалого на 51,18%.

Содержание фосфора в сыворотке крови варьирует в широких пределах – от 0,40 мМ/л у пятилетнего лебедя-шипун до 1,47 мМ/л у черного лебедя.

Кальций- фосфорное соотношение у черного лебедя, лебедя-кликуна и трехгодовалого лебедя-шипун составляет 1,8:1,0, что является нормой для диких (декоративных) птиц. Для того чтобы оценить степень изменения минерального обмена необходимо провести ревизию активности щелочной фосфатазы. В среднем активность щелочной фосфатазы составила 101,78 Ед/л. Но у пятигодовалой самки лебедя-шипун активность данного фермента составила 250,2 Ед/л, что значительно выше, чем у остальных птиц и может быть обусловлено стероидной индукцией [2], так как нельзя исключить стрессовое состояние у птицы, содержащейся в неволе. Другой, возможной причиной, повышенной активности щелочной фосфатазы и кальция при одномоментном снижении уровня

фосфора в крови, являются остеодистрофические процессы в организме.

С целью исключения болезней печени, холестаза, травм скелетных мышц у птиц проводят исследование активности трансаминаз и определяют коэффициент де Ритиса. Диапазон трансаминаз у птиц очень широк. У лебедей верхняя граница активности аланинтрансаминазы (АЛТ) достигла 146,7 Ед/л (у черного лебедя), нижняя – 32,3 Ед/л (у пятигодовалого лебедя-шипун). Активность аспартаттрансаминазы (АСТ) располагается в рамках 11,0—289,5 Ед/л. Соотношение активности АСТ и АЛТ позволяет оценить интенсивность ката- и анаболических процессов в организме птиц [8]. Коэффициент де Ритиса у черного лебедя составил 1,97; у лебедя-кликуна – 0,32; у пятигодовалой самки лебедя-шипун – 0,49; у трехгодовалого лебедя-шипун – 0,99; у двухгодовалого тундрового лебедя – 0,86. Повышение коэффициента де Ритиса указывает на усиление процессов катаболизма, что присутствует у черного лебедя, снижение данного коэффициента – о доминировании анаболических процессов, что наиболее выражено у лебедя-кликуна и самки лебедя-шипун.

## Заключение.

По итогам проведенной диспансеризации лебедей в Ивановском зоопарке были установлены видовые, возрастные и индивидуальные особенности биохимических показателей и выявлены субклинические признаки нарушения обмена веществ:

1. изучение белкового обмена показало, что содержание в крови общего белка составило 48,9—69,1 г/л, альбуминов – 14,2—24,3 г/л, креатинина – 41,17—100,14 мкМ/л, мочевины – 0,68—3,78.
2. при оценке энергетического обмена выявлен уровень глюкозы, триглицеридов и холестерина, находящиеся в пределах 5,3—10,0 мМ/л; 0,75—2,27 мМ/л и 4,03—7,29 мМ/л соответственно.
3. в минеральном обмене концентрация общего кальция 1,68—3,79, а неорганического фосфора – 0,40—1,47 мМ/л.
4. анализ энзиматической активности показал субклиническую форму остеодистрофических процессов у пятилетней самки лебедя-шипун, и усиление катаболических процессов у черного лебедя.

## Список литературы:

1. Все о птицах: Атлас-справочник. – Вильнюс: Атлас-справочник: UAB "Bestiary", 2013. – 128 с., ил.
2. Джексон, М. Ветеринарная клиническая патология. Введение в курс / Перевод с англ. Т. Лисициной. – М.: Аквариум-Принт, 2009. – 384 с.: ил.
3. Инвитро диагностика. Лабораторная диагностика / Под ред. Е.А. Кондрашевой, А.Ю. Островского, В.В. Юрасова. – М.: Медиздат, 2009. – 560 с.: ил.

4. Кашпаров, А.А. Реабилитация ястребов-тетере-  
вятников (*ACCIPITER GENTILUS*) в Окском био-  
сферном государственном заповеднике // Успехи  
современного естествознания. – 2005. - №10.- С.  
79-80.
5. Клетикова, Л.В. Особенности обмена белка, глю-  
козы и триглицеридов при введении в рацион  
цыплят пробиотических кормовых добавок/ Л.В.  
Клетикова, Б.Ф. Бессарабов // Научный поиск. –  
2012. - №1(3). – С.60-64.
6. Колосов, А.М. Биология промыслово-охотничьих  
птиц СССР. Учеб. пособие для студентов с.-х. вузов  
и биол./ А.М. Колосов, Н.П. Лавров, А.В. Михеев.  
– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа,  
1983. – 311 с.: ил.
7. Пономарев, В.А. Клинические и биохимические  
показатели крови птиц. Монография./ В.А. Поно-  
марев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова, Л.В. Мало-  
вичко. Н.Н. Якименко. – Иваново: ООО «Прес-  
Сто», 2014. – 288 с.
8. Рослый, И.М. Правила чтения биохимического  
анализа. / И.М. Рослый, М.Г. Водолажская. – М.:  
Медицинское информационное агентство. - 2010.  
– 96 с.: ил.
9. Фролова, Л.В. Влияние йодказеина на биохими-  
ческий статус крови гусей владимирской глини-  
стой породы /Л.В. Фролова, В.В. Пронин, С.П. Фи-  
сенко// Известия Самарской ГСХА. – 2013. - №1. –  
С. 23-26.
10. Шацких, Е.В. Физиологическое обоснование ис-  
пользования разных форм селена, йода и цинка в  
кормлении цыплят-бройлеров: автореф. ... д-ра  
биолог. наук /Е.В. Шацких. – Боровск, 2009. – 42 с.

## ВЛИЯНИЕ КОНСТИТУТИВНОЙ ЭКСПРЕССИИ РНК-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ИНВЕРТИРОВАННЫМИ ПОВТОРАМИ ГЕНА 4CL (4-КУМАРАТ-КОА-ЛИГАЗЫ) НА ФЕНОТИП ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОСИНЫ

**Ковалицкая Юлия Андреевна**

*Кандидат биологических наук, научный сотрудник,*

*Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской Академии наук, г. Пушкино Московской области*

**Даянова Люция Кутузовна**

*Магистр биологии, инженер-исследователь,*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской Академии наук, г. Москва*

**Шестибратов Константин Александрович**

*Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,*

*Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской Академии наук, г. Пушкино Московской области*

*THE INFLUENCE OF CONSTITUTIVE EXPRESSION OF RNA- INTERFERENCE DESIGN WITH INVERTED REPEATS GENE 4CL (4-COUMARATE-COA-LIGASE) ON THE PHENOTYPE OF THE TRANSGENIC ASPEN PLANTS*

*Kovalitskaya Yulia Andreevna, PhD, Research Fellow, BRANCH of SHEMYAKIN and OVCHINNIKOV INSTITUTE of BIOORGANIC CHEMISTRY RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, Pushchino, Moscow Region*

*Lutsia Kutuzovna Dayanova, Master of Biology, Research Engineer, SHEMYAKIN and OVCHINNIKOV INSTITUTE of BIOORGANIC CHEMISTRY RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, Moscow*

*Schestibratov Konstantin Aleksandrovich, PhD, Senior Researcher, BRANCH of SHEMYAKIN and OVCHINNIKOV INSTITUTE of BIOORGANIC CHEMISTRY RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, Pushchino, Moscow Region*

### АННОТАЦИЯ

*Нами получены трансгенные растения осины, содержащие РНК-интерференционную конструкцию с инвертированными повторами гена 4CL (4-кумарат-КоА-лигаза). Был проведен анализ клонов трансгенных растений: изучены биометрические показатели растений, адаптированных к условиям защищенного грунта в возрасте 6 месяцев (высота растений, количество междоузлий, длина черешка и центральной жилки), химический состав древесины (содержание лигнина, целлюлозы, пентозанов), эффективности укоренения *in vitro* и *ex vitro*. На основании этих данных выделено две фенотипические группы трансгенных клонов и два клона, отличающихся от этих групп.*

*Ключевые слова: Populus tremula; РНК-интерференция; 4CL (4-кумарат-КоА-лигаза); лигнин; окраска древесины; высота растений; укоренение.*

### ABSTRACT

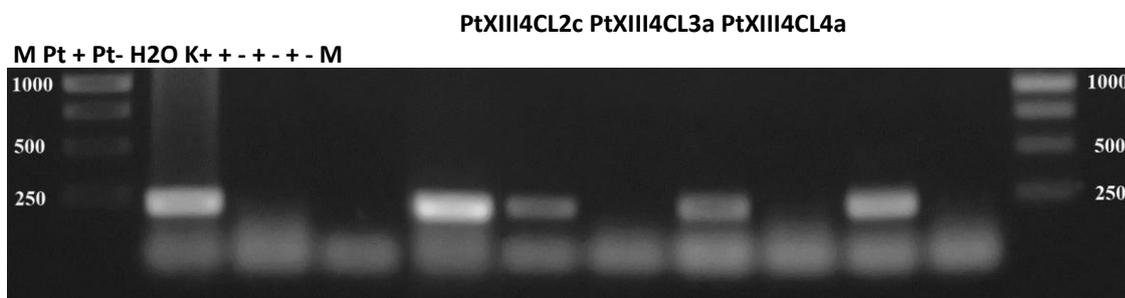
*We obtained transgenic aspen containing RNA interference structure with inverted repeats gene 4CL. We have analyzed transgenic aspen clones by biometrics parameters (on plants adapted to the greenhouse conditions in the age of 6 months - plant height, number of internodes, length of the petiole and midrib), chemical composition of wood (lignin content, cellulose, pentozans), the effectiveness of rooting *in vitro* and *ex vitro*. On the basis of these data is allocated two phenotypic groups transgenic clones and two clones different from these groups.*

*Keywords: Populus tremula; RNA interference; 4CL (4-coumarate-CoA ligase); lignin; color of wood; plant height; rooting.*

Высокая доля лигнина в древесине хвойных и лиственных пород затрудняет получение сырья для нужд целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) и биоэнергетики. Технический лигнин, который получается в виде отходов работы ЦБП сложно утилизировать. Решением данной проблемы может быть получение древесных растений с пониженным содержанием лигнина с помощью методов генной инженерии [2]. Подавление экспрессии гена 4CL (4-Кумарат-КоА-лигаза) может привести к некоторому снижению содержания лигнинов, а в некоторых случаях к изменению качественного соотношения лигнинов в растениях [4, 5]. Однако у полученных растений наблюдаются различные морфологические изменения, например, потемнение древесины и отставание в росте от исходных генотипов [3, 6 - 8]. Поэтому изучение влияния подавления экспрессии гена 4CL на процесс лигнификации растений и на фенотип растения в целом до настоящего времени остается актуальным научным исследованием.

Цель настоящей работы - исследовать влияние конститутивной экспрессии РНК-интерференционной конструкции с инвертированными повторами гена 4CL на фенотип трансгенных растений осины.

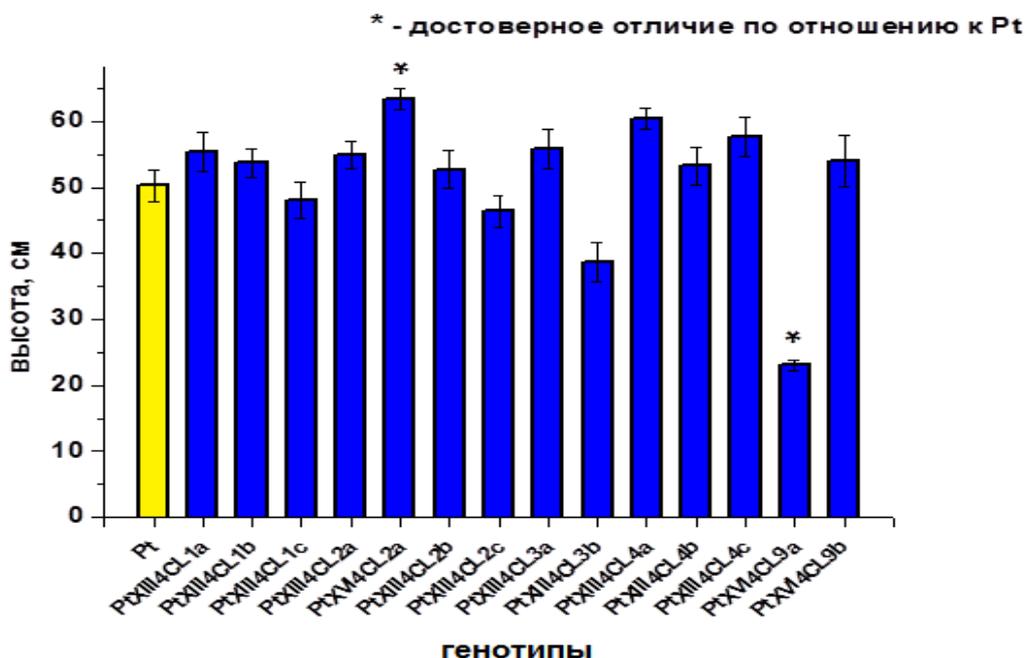
Мы разработали дизайн конструкции на основе бинарного вектора pBI, содержащий РНК-интерференционную конструкцию с инвертированными повторами гена 4CL и провели агробактериальную трансформацию междуузлий *in vitro* осины генотипа *Populus tremula L.* В качестве селективного гена был использован ген устойчивости к канамицину - *nptII*. В результате было получено 14 клонов трансгенных растений. Из всех клонов была выделена тотальная ДНК и проанализирована с помощью метода ПЦР. В результате было показано, что в 14 линиях произошла встройка целевой конструкции, селективный ген *nptII* присутствует во всех линиях, агробактериальная контаминация отсутствует. Анализ тотальной РНК, выделенной из полученных клонов, обработанной обратной транскриптазой, показал уменьшение сигнала транскрипта в ряде клонов (рис. 1).



**Рисунок 1. ОТ-ПЦР анализ экспрессии гена 4CL в трансгенных растениях осины. «+» препараты РНК после обработки обратной транскриптазой; «-» без обработки ферментом; K+ - плазида pBI-4CL, Pt – растения исходного генотипа, M – молекулярный маркер 1 kb.**

Биометрические исследования клонов трансгенной осины, адаптированных к условиям защищенного грунта в возрасте 6 месяцев, показали небольшую тенденцию к снижению высоты ряда клонов по сравнению с кон-

трольным генотипом (рис.2), достоверных различий в количестве междуузлий, длины черешка и центральной жилки 3 и 4 листьев не обнаружено. Статистическую обработку проводили с помощью критерия *Kruskall – Wolles (Multiple Comparisons)*.



**Рисунок 2. Изменение показателей высоты трансгенных растений осины в возрасте 6 месяцев по сравнению с контрольным показателем.**

Химический анализ древесины [1] показал, что в трансгенных кломах осины снижается содержание общего лигнина на 17-25% по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1.

Удельное содержание лигнина, целлюлозы и пентозанов в древесине трансгенных клонов осины в возрасте 6 месяцев.

Генотип	Кислото растворимый лигнин, %	Кислото нерастворимый лигнин, %	Общий лигнин, %	Снижение количества лигнинов, %	Целлюлоза, %	Пентозаны, %
Pt	2,2758	22,55859	24,83	-	38,82	22,47
PtXIII4CL1a	2,2315	21,7618	23,99	3,39	40,06	18,92
PtXIII4CL1b	1,992	21,2145	23,21	6,55	38,67	16,66
PtXIII4CL1c	1,6506	23,1658	24,82	0,07	37,25	17,52
PtXIII4CL2a	1,919	22,553	24,47	1,46	39,26	17,28
PtXVI4CL2a	1,6	23,45	25,05	-	41,18	19,29
PtXIII4CL2b	2,2171	23,7759	25,99	-	36,06	18,38
PtXIII4CL2c	2,0459	16,3683	18,41	25,85	40,61	18,45
PtXIII4CL3a	2,658	21,8146	24,47	1,46	38,98	18,29
PtXIII4CL3b	1,7421	18,3585	20,10	19,06	38,48	20,35
PtXIII4CL4a	1,6589	18,9353	20,59	17,07	40,89	17,47
PtXIII4CL4b	1,8879	22,4244	24,31	2,10	37,57	18,34
PtXIII4CL4c	1,9038	21,1799	23,08	7,05	39,88	17,66
PtXVI4CL9a	0,6433	22,1005	22,74	8,42	36,66	21,54
PtXVI4CL9b	0,188	18,8941	19,08	23,16	42,60	17,34

Максимальное снижение лигнина наблюдалось в древесине клона PtXIII4CL2c, для которого показано снижение уровня экспрессии транскрипта 4CL. При оценке корреляции между количеством общего лигнина и цветом древесины трансгенных растений осины был подсчитан коэффициент по методу Spearman. Он составил -0,586, что свидетельствует об обратной связи двух признаков. Отмечена тенденция, что увеличение глубины красного цвета древесины и площади её распространения на стволе коррелирует с уменьшением лигнина в древесине

Нами впервые было изучено укоренение *in vitro* и *ex vitro* трансгенных клонов осины с пониженным содержанием лигнина. Мы измеряли процент укоренившихся растений и подсчитывали среднее количество корней и среднюю длину корней одного растения на 6, 9, 12 и 15 сутки эксперимента. Мы обнаружили, что в условиях *in vitro* снижается средняя длина корней и увеличивается количество корней у одного растения (рис.3).

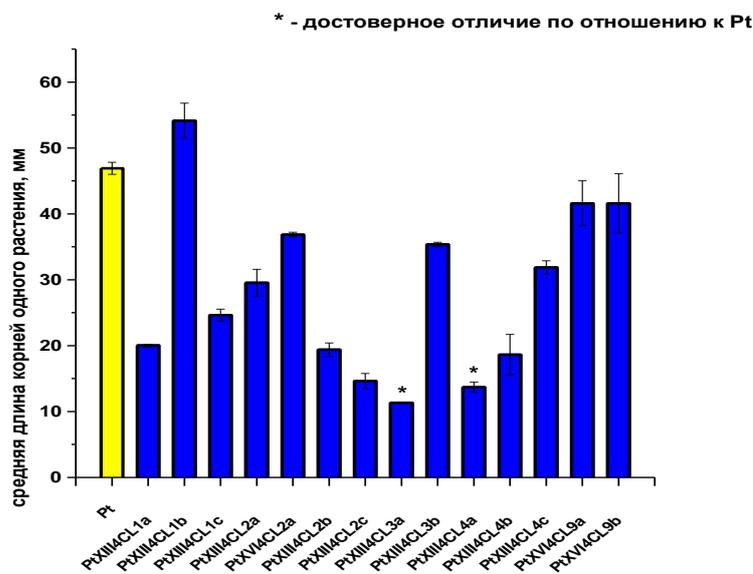


Рисунок 3. Изменение средней длины корней трансгенных растений осины в возрасте 15 дней в экспериментах *in vitro*.

Исследования укоренения *ex vitro* трансгенных клонов осины проводили на 14, 21 и 28 сутки эксперимента, оценивая те же показатели. Мы обнаружили обратную тенденцию: средняя длина корней одного растения была меньше, сравнима с контрольными значениями или превышала их (рис.4). У ряда клонов имеющих минимальные

значения *in vitro*, *ex vitro* наблюдалось улучшение эффективности укоренения и увеличение длины корней.

Полученные нами результаты по снижению содержания лигнина, появлению окраски древесины трансгенных клонов совпадают с данными авторов, применявших другие методы для подавления экспрессии гена 4CL [4-6, 9].

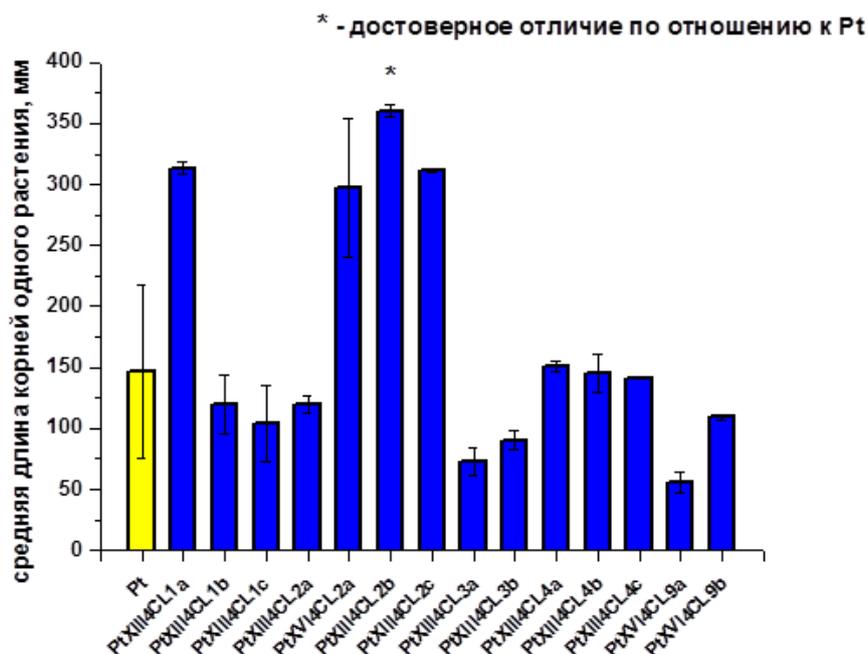


Рисунок 4. Изменение средней длины корней трансгенных растений осины в возрасте 4 недель в эксперименте *ex vitro*.

После обработки данных изучения фенотипа трансформантов нами были выделены две основные группы клонов и 2 клон исключения (табл.2).

Таблица 2.

**Фенотипические группы трансгенных клонов осины**

Генотипы	Характеристика
<b>1 группа:</b> («меньше лигнина – больше корней») PtXIII4CL2c, PtXIII4CL3b, PtXIII4CL4a, PtXVI4CL9b	Максимальное снижение удельного содержания общего лигнина (до 25,85%); Максимальное соотношение целлюлоза/лигнин (до 2,23). Высота растений, длины черешков и жилок 3-го и 4-го листа, количество междоузлий достоверно не отличаются от контрольных значений этих параметров. Показатели средней длины корней достоверно снижаются, а показатели среднего количества корней достоверно увеличиваются по сравнению с контрольным генотипом при культивировании <i>in vitro</i> . Показатели средней длины корней и среднего количества корней достоверно почти не отличаются по сравнению с контрольным генотипом при культивировании <i>ex vitro</i> . Древесина генотипов PtXIII4CL4a и PtXIII4CL2c имеет наиболее глубокую красную окраску, древесина генотипов PtXVI4CL9b и PtXIII4CL3b также имеет красную окраску, но не распространённую вдоль всего ствола
<b>2 группа:</b> («подобны контролю») PtXIII4CL1a, PtXIII4CL1b, PtXIII4CL1c, PtXIII4CL2a, PtXIII4CL2b, PtXIII4CL3a, PtXIII4CL4b, PtXIII4CL4c	Удельное содержание общего лигнина на уровне контрольного генотипа. Соотношение целлюлоза/лигнин принимает средние показатели близкие к контрольному генотипу. Высота растений, длины черешков и жилок 3-го и 4-го листа, количество междоузлий достоверно не отличаются от контрольных значений этих параметров. Показатели средней длины корней достоверно снижаются, а показатели среднего количества корней достоверно увеличиваются в отдельных случаях по сравнению с контрольным генотипом при культивировании <i>in vitro</i> . Показатели средней длины корней и среднего количества корней достоверно увеличиваются в отдельных генотипах по сравнению с контрольным генотипом при культивировании <i>ex vitro</i> . Древесина большинства генотипов имеет неизменную окраску по сравнению с контрольным генотипом.
PtXVI4CL2a («выше рост»):	Среди всех генотипов имеет максимальные показатели высоты растений (есть достоверное увеличение высоты растений по сравнению с контролем).
PtXVI4CL9a (бурый карлик):	Единственный карликовый генотип, показатели высоты растений ниже контрольного генотипа в 2,4 раза. Кроме того, для генотипа характерно самое мало число междоузлий, что вероятно связано с карликовостью.

Таким образом, подавление экспрессии гена 4CL в трансформированных линиях может вызывать изменение высоты растений, влиять на эффективность укоренения и

элонгацию корней в условиях *in vitro*, уменьшать содержание лигнина и вызывать изменение окраски древесины.

**Список литературы**

1. Химия древесины и синтетических полимеров. В.И. Азаров, А. В. Буров, А.В. Оболенская; СПб 1990г. – 324 с.
2. Boerjan, W., Ralph, J., and Baucher, M. Lignin biosynthesis. *Annu. Rev. Plant Biol.* 54: 2003, 519–546.
3. Hu, W.-J., Harding, S.A., Lung, J., Popko, J.L., Ralph, J., Stokke, D.D., Tsai, C.-J., and Chiang, V.L. Repression of lignin biosynthesis promotes cellulose accumulation and growth in transgenic trees // *Nature Biotechnol.* 1999. V 17. P. 808–812.
4. Kajita, S., Katayama, Y., and Omori, S. Alterations in the biosynthesis of lignin in transgenic plants with chimeric genes for 4-coumarate: coenzyme A ligase // *Plant Cell Physiol.* 1996. V. 37. P. 957–965.
5. Kajita, S., Hishiyama, S., Tomimura, Y., Katayama, Y., and Omori, S. Structural characterization of modified lignin in transgenic tobacco plants in which the activity of 4-coumarate: coenzyme A ligase is depressed // *Plant Physiol.* 1997. V. 114. P. 871–879.
6. Lee, D., Meyer, K., Chapple, C., and Douglas, C.J. Antisense suppression of 4-coumarate: coenzyme A ligase activity in Arabidopsis leads to altered lignin subunit composition // *Plant Cell.* 1997. V 9. P. 1985–1998.
7. Li, L., Zhou, Y., Cheng, X., Sun, J., Marita, J.M., Ralph, J., and Chiang, V.L. Combinatorial modification of multiple lignin traits in trees through multigene cotransformation // *Proc Natl Acad Sci USA.* 2003. V. 100. P. 4939–4944.
8. Tsai C.-J., Harding S., Tschaplinski T., Lindroth R. and Yuan Y. Genome-wide analysis of the structural genes regulating defense phenylpropanoid metabolism in Populus. *New Phytol.* 172: 2006, 47–62.
9. Wagner A., Donaldson L., Kim H., Phillips L., Flint H., Steward D., Torr K., Koch G., Schmitt U., Ralph J. Suppression of 4-Coumarate-CoA ligase in the coniferous gymnosperm *Pinus radiata* // *Plant Physiol.* 2009. V. 149. P. 370–383.

**ПЧЕЛИНЫЙ ЯД. ПОЛУЧЕНИЕ. СТАНДАРТИЗАЦИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ.****Лаврентьев Б.Ф.***к.т.н., проф.***Лебедева А.А.***студент 4-го курса радиотехнического факультета***Красильникова Э.М.***к.м.н; директор***Красильников В.С.***специалист по промышленной безопасности.**ООО «Институт системных исследований»; (ООО ИнСИ)*

Пчеловодство – одна из древнейших и уникальных отраслей агропромышленного комплекса. Продукты пчеловодства - мед, воск, прополис, перга, маточное молочко, пчелиный яд и другие уникальные по своему составу технологическим и лечебным свойствам продукты используются в пищевой, фармацевтической промышленности, в медицине. В современных условиях на пасаеках страны преобладает производство меда, что является недостаточно экономически обоснованным. Наиболее перспективными являются пчеловодческие хозяйства, производящие несколько видов продукции пчеловодства.

В числе многочисленных продуктов пчеловодства, активно используемых в медицинской практике, можно выделить пчелиный яд. Пчелиный яд – это ядовитый секрет, выделяемый специальными железами рабочих медоносных пчел и маток. Он используется пчелами для активной защиты пчелиной семьи. Сложный химический состав пчелиного яда, ингредиенты которого имеют строгую специализацию, во взаимодействии дополняют друг друга. В состав пчелиного яда входят биологически активные вещества (ферменты, гормоны, аминокислоты, сахара). Существующие в настоящее время приборы для сбора пчелиного яда мало приспособлены для эксплуатации на пасаеках, для переноски и транспортировки, они не имеют в своем составе проводных линий связи с ульями.

В Поволжском государственном технологическом университете (ПГТУ) работы по созданию приборов для

пчеловодства ведутся с 1993 года. В настоящее время сотрудниками университета впервые в стране разрабатывается система сбора пчелиного яда, включающая в себя устройство сбора пчелиного яда, транспортные устройства для проводных линий связи и ядоприемников, а также техническая документация для их серийного изготовления. Система прошла лабораторные испытания, защищена 3 патентами и при ее использовании значительно повышается эффективность сбора пчелиного яда. Одновременно разработана программа полевых испытаний системы на пасаеках. Исследованы состояния пчелосемей, их продуктивность на различных этапах развития при сборе пчелиного яда при различных режимах работы прибора (временных интервалов, погодных условий, времени суток, сезона).

Особенностью системы является введение автоматического изменения режима работы прибора с изменением параметров выходных сигналов. Этот режим позволяет исключить привыкание пчел к раздражающим воздействиям и тем самым повысить производительность процесса сбора пчелиного яда. Второй особенностью прибора является введение защиты от коротких замыканий в проводных линиях связи или в ядоприемниках, а также визуальный контроль работы системы в процессе сбора пчелиного яда. Питание прибора производится от внутреннего аккумулятора емкостью 10 А/ч., автономность

работы составляет более 50 часов. Прибор имеет два режима работы, четыре уровня фиксированных выходных напряжений и автоматически отключается через заданное время.

В 2015 году предполагается исследовать состояния пчелосемей на различных этапах их развития при сборе пчелиного яда с использованием двух режимов работы прибора, различных временных интервалов, погодных условий, времени суток, сезона работы. В результате обработки полученной информации планируется разработать «Рекомендации по сбору пчелиного яда».

Использование предлагаемой системы сбора пчелиного яда позволяет значительно облегчить процесс сбора пчелиного яда, повысить производительность труда, исключить замыкания в линиях связи и в ядоприемниках, контролировать процесс сбора яда, уменьшить потери яда при сборе и исключить возможность отравления ядом пчеловодов.

В процессе работы над проектом были проведены экономические расчеты при использовании «Системы сбора пчелиного яда». При стоимости «Системы сбора пчелиного яда Мукш- 2» порядка 30 -50 тыс. руб. и обслуживании 8 пасек за сезон можно получить до 2 - 2,5 кг пчелиного яда. В республике Марий Эл имеется приблизительно 35 000 пчелосемей, с которых можно теоретически собирать ежегодно до 70 килограммов яда.

Разработка препаратов на основе продукции пчеловодства идет достаточно интенсивно, но из-за отсутствия приемлемой нормативно-технической документации не выдерживает испытаний на клиническом и нередко законодательном уровнях. В настоящее время в Фармакопее имеются два отечественных препарата на основе пчелиного яда «Апифор» и «Унгапивен». Препараты разработаны в Нижегородском университете совместно с кафедрой технологии лекарств Латвийской медицинской академии (А.С. СССР № 1547104, с приоритетом от 21.10.84). Препараты утверждены Фармакопейным комитетом МЗ СССР в 1989-90 г., фармакопейной статьей ВС 42-2683089 «Яд пчелиный» и ВФС 42-1935-89 «Мазь Унгапивен». Препараты прошли клиническое испытание, отмечено отчетливое терапевтическое действие в 60-80% случаев.

Фармакопейным препаратом, разработанным на основе пчелиного яда и успешно применяемым в России, является Апифор. Препарат выпускается в виде таблеток для приготовления раствора для электрофореза и мазей для наружного применения. Перечисленные препараты могут быть использованы в условиях физиотерапевтических кабинетов, здравпунктов промышленных предприятий по назначению врача. Для успешного и юридически

корректного использования этих препаратов необходимо разработать и утвердить в установленном порядке "Стандарт на лекарственные средства с использованием пчелиного яда", «Стандарт медицинской помощи уровня субъекта Федерации рабочим промышленного производства с производственно обусловленными болезнями костно-мышечной системы».

В аптечной сети реализуются препараты на основе пчелиного яда производства Германии, Чехии, Румынии, России. В России успешно работают компании по производству и реализации продуктов пчеловодства: ООО Медовые технологии» г. Уфа; пчеловодческая компания «Тенториум» г. Пермь; СПС «Мелитей» - объединение пчеловодов Сибири (г. Новосибирск); объединение «Рязанская пчела»; племенное пчеловодческое хозяйство «Красная поляна» Адлерского района и другие. Вышеуказанные организации предлагают обобщенные схемы лечения некоторых заболеваний, демонстрируют примеры из практики по характеристике механизмов воздействия всех известных продуктов пчеловодства на течение того или иного заболевания. Таким образом, в России имеется достаточная сырьевая и техническая база для сбора пчелиного яда. Однако отсутствие достаточной нормативно-правовой базы сдерживает разработку отечественной фармацевтической промышленностью лекарственных препаратов на основе пчелиного яда.

#### Список литературы

1. Лаврентьев Б.Ф., Петухов И.В., Белов Д.А «Устройство для сбора пчелиного яда». Патент RU № 128962 U1 Опубликовано 20. 06.2013
2. Лаврентьев Б.Ф., Красильникова Э.М., Харунжин В.В. «Устройство для сбора пчелиного яда». Патент RU № 104821 U1 Опубликовано 27. 05.2011
3. Лаврентьев Б.Ф. Создание комплекса средств для повышения рентабельности пчеловодства в России. Труды ПГТУ. Изд –во ПГТУ. 2014 г.
4. Красильников В.С., Красильникова Э.М. Харунжин В.В. Использование продукции пчеловодства при оказании медицинской помощи рабочим с производственно обусловленными заболеваниями костно-мышечной системы – Актуальные вопросы современной медицины/Сборник научных трудов по итогам межвузовской ежегодной заочной научно – практической конференции с международным участием –Екатеринбург, 2014.- 311 с.
5. Крылов В.Н. Пчелиный яд. Свойства, получение, применение.- Нижний Новгород, 1995.
6. Хисматуллина Н.Р. Практическая апитерапия.- Пермь: Экслибрум, 2012.

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРА

*Рябуха Анатолий Васильевич  
аспирант, Нижневартковский Государственный университет, г. Нижневартовск*

## АННОТАЦИЯ

*Техногенная нагрузка на территорию Ханты-Мансийского автономного округа – Югры обусловлена развитием нефтегазодобывающего комплекса и расширением инфраструктуры городов автономного округа. Анализ проведенных исследований в области экологии региона иллюстрирует основные направления научных исследований, а также позволяет выделить перспективные направления для дальнейших изучений.*

## ABSTRACT

*Anthropogenic impact on the area of Khanty-Mansiysk autonomous okrug - Ugra due to the development oil and gas complex and expansion of urban infrastructure autonomous okrug. Analysis of the realized research in ecology of the region illustrates the main destinations of researches scientists and will clarify the promising areas for further study.*

*Ключевые слова: ХМАО-Югра, экология, исследование.*

*Key words: KMAO-UGRA, ecology, research.*

Благодаря освоению и эксплуатации богатой природно-ресурсной базы Ханты-Мансийский автономный округ – Югра занимает лидирующую позицию среди субъектов Российской Федерации по добычи нефти, производству электроэнергии и объему промышленного производства.

Ведущую роль в экономике региона занимает нефтегазодобывающий комплекс, являющийся одним из основных загрязнителей окружающей среды. На сегодняшний день разведку и добычу углеводородного сырья в автономном округе ведут более 80 компаний [6, стр.171]. В последние годы наблюдается сокращение объемов добычи нефти и газа. Так, например, в 2012 году на территории округа было добыто 259 938,0 тыс. тонн нефти, что на 1,0% меньше добычи за 2011 год [6, стр.171].

Очень важным фактором, влияющим на экологию региона, является переработка попутного нефтяного газа, которая в 2012 году увеличилась на 3,8 % по сравнению с 2011 годом. На сегодняшний день переработка добываемого попутного газа на газоперерабатывающих заводах Югры составляет 76 % (24,3 млрд. м<sup>3</sup>) от всего объема, который ранее приходилось сжигать [6, стр.171].

Отмечается увеличение роли негативного воздействия на окружающую среду объектов жилищно-коммунального комплекса. Указанные воздействия приводят к загрязнению водных объектов, несанкционированному размещению отходов производства и потребления, обусловленному недостаточными мощностями объектов размещения отходов, несоответствием их обустройства требованиям природоохранного законодательства, низкой экологической культурой населения [5, стр.6].

Состояние окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа находится под постоянным контролем, как со стороны государственных органов, так и различных научно-промышленных организаций (коллективов исследователей).

Рассмотрим результаты научно-исследовательских работ, которые проводились с целью выявления основных особенностей и закономерностей влияния антропогенного воздействия на окружающую среду региона.

В 1993-1995 гг. по договору с администрацией Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО), институтом экологии растений и животных Уральского отделения Российской Академии наук (ИЭРиЖ УрО РАН) была разработана Программа «Экология ХМАО». Результаты работ были представлены в формате многотомной машинописной рукописи, к сожалению, доступной лишь для узкого круга специалистов. В дальнейшем коллектив авторов решил переработать полученные материалы и представить их в форме монографии [11, стр.5]. Так в 1997 году в свет

выходит «Экология Ханты-Мансийского автономного округа» под редакцией В.В. Плотникова.

Данная монография является наиболее полной работой, в которой обобщены представления о природных условиях и ресурсах, об экологических проблемах, а также о перспективах технико-экономического освоения обширного и влиятельнейшего региона. Дана всесторонняя характеристика его растительного покрова и животного мира. Авторы проанализировали воздействие новейших техногенных факторов на жизнедеятельность различных экосистем.

Вопросом радиационного режима и его влияние на климат и экологию ХМАО занимался коллектив авторов Л.В. Воронина, А.Г. Федосеева, С.В. Солодкина в 2004 году [3]. Была сделана попытка получения комплексной характеристики климатических условий и радиационного режима округа применительно к его экологическим проблемам. Климатическая характеристика в данной работе рассматривается в тесной взаимосвязи с процессами обмена веществ, а также рельефом территории.

В 2008 году П.В. Большаник [1] исследует уровни антропогенной нагрузки территории ХМАО-Югры. Автор предлагает методику определения уровня антропогенной нагрузки на геосистемы территории. На основе методически обоснованных критериев разработана модель эколого-географического районирования территории; выделены основные факторы, влияющие на уровень антропогенной нагрузки.

Вопросы экологической емкости, техноемкости и техногенной нагрузки на ландшафты Нижневартовского района отражены в работе Н.Р. Яхиной [12].

Сибирским научно-исследовательским и проектным институтом рационального природопользования (Ю.Ф. Вершинин, А.А. Зубайдуллин [2]) совместно с институтом экологии Швеции в 2009 году по гранту Евросоюза разработан проект «Управление экологическими рисками при загрязнении болот». В рамках проекта рассматриваются основные проблемы в области нормативного и методического обеспечения, технологии проведения рекультивационных работ на нефтезагрязненных и засоленных землях в ХМАО-Югре. Разработаны методологические подходы решения существующих проблем на основе ведущего европейского и отечественного опыта.

В 2011 году Ю.В. Казанцев [7] поднимает вопрос касательно принципов, методов и результатов составления регионального атласа экологической и природно-ресурсной направленности.

Современную картину водообеспеченности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры иллюстрируют работы Е.Н. Козелковой [8]. Водный баланс – это количественная характеристика водного цикла, который может

показать правильность использования поверхностных и подземных вод для потребностей человечества.

Исследования по влиянию подтоварной воды на функциональные особенности растений: биологическую продуктивность, структуру биомассы и интенсивность фотосинтеза проводятся на кафедре экологии Нижневартского государственного университета. Так, Мальгиной С.П. [9] проведено изучение некоторых функциональных особенностей растений, на участке, подвергнутом загрязнению буровыми растворами в 2007 году на территории Самотлорского месторождения.

В 2014 году выходит коллективная монография (С.Е. Коркин, Е.А. Коркина, Т.В. Сторчак, Г.К. Ходжаева [4]) по результатам геоэкологического мониторинга на территории природного парка «Сибирские Увалы» за период 2002-2011 гг. В монографии представлены результаты геоэкологических исследований, результаты гидрологических, геохимических наблюдений поверхностных вод, донных отложений и подземных вод, мониторинга береговых деформаций, почвенного и растительного покрова, дана оценка природно-климатических условий, а также анализ состояния природных объектов в сравнении с предыдущими годами по результатам наблюдений.

Вопросом нефтяного загрязнения поверхностных вод на территории ХМАО-Югры занимался коллектив авторов Д.В. Московченко, А.Г. Бабушкин, С.А. Алешин, Ю.В. Казанцев, С.В. Пикунов, и в 2014 году в монографии представлены данные мониторинга химического состава поверхностных вод, проводимого на месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа в 2009-2011 гг. [10]. Авторами проведен анализ содержания нефтяных углеводородов в различных водных объектах, включая крупнейшие реки (Обь, Вах, Аган, Пим, Тромъеган). Результаты мониторинга гидросферы на распределенном фонде недр ХМАО - Югры в целом не подтверждают устоявшуюся точку зрения о повсеместном и хроническом загрязнении. В последнее трехлетие уровень нефтяного загрязнения был низок, причем при сопоставлении с предшествующим периодом наблюдений наблюдается тенденция к дальнейшему снижению. Наибольшее число случаев поступления нефти в гидросеть, приводящее к значительному превышению ПДК, наблюдалось в последнее трехлетие на месторождениях, разрабатываемых ОАО «Роснефть-Юганскнефтегаз». Максимальная загрязненность характерна для рек с небольшими расходами воды, протекающими по территории месторождений с большим числом источников поступления загрязнителей.

Вопросы экологической безопасности территории Ханты-Мансийского автономного округа не остаются без внимания и со стороны государства. На сегодняшний день на территории округа в нормативно-правовом поле выполняется реализация Концепции экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства автономного округа от 10.04.2007 № 110-рп в рамках которой была утверждена целевая программа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа - Югры в 2011-2013 годах и на период до 2015 года» (постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 09.10.2010 № 248-п), а также Государственная программа Ханты-Мансий-

ского автономного округа – Югры «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2014-2020 годы» (постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 09.10.2013 № 426-п).

В программе предусмотрены мероприятия, направленные на решение проблем по охране атмосферного воздуха, охране земельных ресурсов, в области обращения с отходами, по охране водных объектов и защите населенных пунктов от наводнений, по сохранению типичных и уникальных экосистем и биологического разнообразия, по экологическому образованию и просвещению населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

На территории нефтедобычи округа организована и действует система наблюдения за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков согласно Постановлению № 485-п Правительства Ханты-мансийского автономного округа – Югры от 23 декабря 2011 г.

Результаты государственного мониторинга окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры были опубликованы в информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2006-2007 годах», информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды в 2008-2009 годах», а также докладах об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре за 2010, 2011, 2012 года. Информация, представленная в бюллетенях и докладах основана на официальных материалах, полученных, от территориальных специально уполномоченных природоохранных государственных органов, также предприятий, научных организаций, деятельность которых так или иначе связана с природопользованием и охраной окружающей среды.

Важно отметить, что вопросам охраны окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа, территории на которой интенсивно ведется разработка месторождений нефти и газа, уделяется пристальное внимание ученых разных направлений – экологов, биологов, географов, гидрологов, геологов, химиков и т.д.

За годы исследований накоплен значительный объем фактического (полевого и экспериментального) материала, который при единой систематизации позволяет проследить временные изменения в экосистеме под воздействием антропогенеза. Данный аспект является основой для выполнения прогноза дальнейших изменений и разработки рекомендаций по снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

#### Список литературы:

1. Большаник П.В. Уровни антропогенной нагрузки и эколого-географическое районирование территории ХМАО-Югры / Вестник Томского государственного университета. Томск, 2008. № 317. С. 253-257.
2. Вершинин Ю.А., Зубайдуллин А.А. Оценка экологических рисков при загрязнении болот и их рекультивации // Вестник Нижневартского государственного гуманитарного университета. Нижневартск, 2009. № 1. С. 53-57.
3. Воронина Л.В., Федосеева А.Г., Солодкина С.В. радиационный режим, климат и экология Ханты-

- Мансийского автономного округа (ХМАО) // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. Новосибирск, 2004. № 9. С. 220-223.
4. Геоэкологический мониторинг на территории природного парка «Сибирские Увалы»: Коллективная монография // Отв. ред. С.Е. Коркин. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. Гос. Ун-та, 2014. – 175 с.
  5. Государственная программа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2014-2020 годы» // Экологический портал Югры: URL: <http://www.ecougra.ru/data/files/2076.pdf>
  6. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2012 году // Департамент экологии ХМАО – Югры, 2013. – 175 с.
  7. Казанцев Ю.В. Атлас «Экология, природные ресурсы и социально- демографическое развитие ХМАО - Югры» - обобщающая региональная информационная система // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2011. Т. 13. № 1-6. С. 1334-1337.
  8. Козелкова Е.Н. Водообеспеченность территории ХМАО – Югры на современном этапе // Вестник Югорского государственного университета. 2012. № 3 (26). С. 21-26.
  9. Мальгина С.П. Влияние подтоварной воды на функциональные особенности растений // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург, 2013. № 6 (155). С. 103-105.
  10. Московченко Д.В., Бабушкин А.Г. Нефтяное загрязнение поверхностных вод на территории ХМАО-Югры // Экология и промышленность России. М., 2014. № 4. С. 34-38.
  11. Экология Ханты-Мансийского автономного округа // Под ред. В.В. Плотникова. – Тюмень: СофтДизайн, 1997. – 288 с.
  12. Яхина Н.Р. Экологическая емкость, техноёмкость и техногенная нагрузка в ландшафтах нижневартковского района // Проблемы региональной экологии. М., 2008. № 1. С. 98-101.

## ФОСФАТМОБИЛИЗИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Смирнова Ирина Эльевна**

*доктор биологических наук, Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан*

**Галимбаева Рамиля Шариповна**

*научный сотрудник, Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан*

**Сабденова Айдана**

*магистрант, Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан*

**Султанова Айша**

*магистрант, Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан*

### FOSFATMOBILIZING BACTERIA, PERSPECTIVE FOR USING IN AGRICULTURE

*Smirnova Irina, Doctor of Biological Sciences, Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan*

*Galimbayeva Ramilya, research, Institute of Microbiology and Virology*

*Sabdenova Aidana, undergraduate, Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan*

*Sultanov Aisha, undergraduate, Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan*

#### АННОТАЦИЯ

*Из ризосферы культурных растений, собранных на полях Юга и Юго-востока Казахстана, были выделены фосфатмобилизирующие бактерии. Из них было отобрано пять штаммов фосфатмобилизирующих бактерий, характеризующихся способностью активно утилизировать фосфаты почв и одновременно стимулировать всхожесть и развитие сельскохозяйственных культур (пшеница, кукуруза). Эти штаммы являются перспективными для применения в сельском хозяйстве.*

*Ключевые слова: ризосфера; почва; фосфатмобилизирующие бактерии; отбор; штамм.*

#### ABSTRACT

*From the rhizosphere of agricultural plants, collected in the fields of the South and South-east of Kazakhstan, fosfatmobilizing bacteria were isolated. Five strains of fosfatmobilizing, bacteria with high activity to dispose of phosphates from soil and growth promotion activity of agricultural plants (wheat, corn) were selected. This strains are perspective for use in agriculture.*

*Keywords: rhizosphere; soil; fosfatmobilizing bacteria; selection; strain.*

Фосфор является одним из важнейших минеральных элементов в жизни растений, по своему влиянию на развитие растений он занимает второе место после азота. Недостаток фосфора сильно сдерживает рост и развитие растений, усиленное снабжение растений фосфором позволяет получать более ранний урожай с высоким качеством продукции [5, с. 94]. Растения способны поглощать

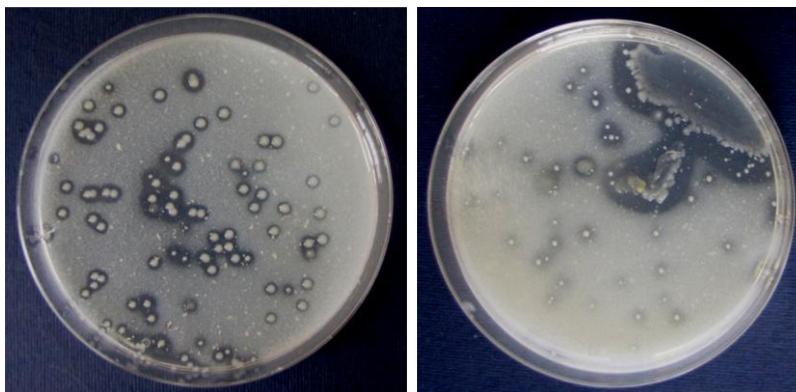
этот минеральный элемент только в неорганической форме, преимущественно в виде фосфат-анионов [7, с. 694]. Содержание фосфора в почвах достигает 0,05-0,15%, а в метровом слое почвы в зависимости от типа составляет от 3,8 до 22,9 т/га. Несмотря на высокое содержание общего фосфора в почве, его биодоступность является лимитирующей

тирующим фактором развития и продуктивности растений, это явление называется многими авторами как «фосфорный парадокс» [1, с. 216; 2, с. 3]. Степень использования фосфора растениями из почвы составляет только 3-5%.

В сельском хозяйстве как основной отрасли, потребляющей фосфорные соединения, проблема дефицита доступного фосфора в почве решается путем регулярного внесения минеральных удобрений. Однако только 10-30% вносимых фосфорных удобрений ассимилируются растениями, а большая часть их переходит в труднодоступную для растений форму или вымывается с грунтовыми водами. Альтернативой чрезмерного использования фосфорных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур является мобилизация фосфатов из нерастворимых соединений за счет использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов, способных переводить нерастворимые фосфаты из удобрений и почвы в растворимую форму. Существует большое количество исследований, посвященных проблеме повышения доступности труднорастворимых фосфатов путем использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов и созданию на их основе биопрепаратов для сельского хозяйства [3; 6, с. 48-55; 8, с. 5].

Однако применение импортных биопрепаратов в условиях Казахстана часто не приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Это объясняется тем, что эффективность препаратов зависит, прежде всего, от приживаемости в почвах микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, их антагонистического или другого взаимоотношения с микрофлорой почв и природно-климатических условий региона. На сегодняшний день отечественных биопрепаратов на основе фосфатмобилизирующих бактерий не разработано, а существующие импортные биопрепараты, из-за их неприспособленности к типам почв и природно-климатическим условиям Республики малоэффективны.

Поэтому выделение и отбор активных фосфатмобилизирующих бактерий, получение штаммов, положительно влияющих на развитие растений и приспособленных к почвенно-климатическим условиям Республики Казахстан, является актуальной задачей. Это и послужило целью исследования.



**Рисунок 1. Зоны растворения фосфатов (гало) фосфатмобилизирующими бактериями**

В результате проведенной работы было установлено, что содержание фосфатмобилизирующих микроорганизмов в ризосфере сельскохозяйственных культур было не высоким и составляло 5-15% от общей численно-

### Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили фосфатмобилизирующие бактерии, выделенные из ризосферы сельскохозяйственных культур, таких как пшеница и кукуруза.

Сбор образцов почв проводили в южных и юго-восточных областях Казахстана. Почву для выделения микроорганизмов отбирали с соблюдением правил асептики. Выделение и отбор активных вариантов фосфатмобилизирующих бактерий проводили на среде Муромцева в модификации Сэги [4, с.153-154]. Для оценки влияния фосфатмобилизирующих бактерий на растения использовали семена пшеницы и кукурузы. Поверхность семян стерилизовали 10% раствором гипохлорита натрия в течение 20 мин, после чего семена промывали 70% этанолом и трижды стерильной дистиллированной водой [9, с.1378].

Исследуемые культуры микроорганизмов выращивали в колбах емкостью 250 мл, при 28°C до достижения титра  $1 \times 10^6$ - $1 \times 10^8$  кл/мл. Для обработки семян использовали культуральную жидкость бактерий с клетками из расчета 10 мл на 20 семян, длительность обработки составляла 2 часа. В качестве контроля использовали семена, замоченные в стерильной воде. Инокулированные семена раскладывали на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри.

### Результаты и их обсуждение

Из ризосферы растений, собранных на полях Юга и Юго-востока Казахстана, провели выделение фосфатмобилизирующих бактерий. Для получения накопительной культуры бактерий использовали среду Муромцева. Культивирование проводили на качалке при 28°C и 180 об/мин, в течение 72 часов. По окончании культивирования из полученной накопительной культуры готовили разведения и проводили высев на плотные питательные среды. Посевы инкубировали при 28°C, в течение 72-120 часов. При растворении микроорганизмами солей фосфора, содержащихся в среде Муромцева, происходило образование зон просветления (зон гало) на изначально мутной среде, что свидетельствовало о наличии фосфатмобилизирующих бактерий (рисунок 1).

сти микрофлоры. Всего было получено 36 культур фосфатмобилизирующих бактерий. Эти культуры микроорганизмов были отсеяны на пробирки со средами, проведена проверка их чистоты и получены отдельные культуры. Дальнейшее исследование способности выделенных

культур к мобилизации нерастворимых фосфатов показало наличие среди них активных штаммов бактерий. В результате проведенных исследований было отобрано 19 штаммов с высокой способностью к утилизации фосфатов. Так как, в дальнейшем планируется практическое применение бактерий в сельском хозяйстве, провели изучение

ростостимулирующей активности штаммов на культурах пшеницы и кукурузы. При детальном изучении установлено, что из 19 культур только несколько штаммов характеризовались способностью повышать всхожесть семян и стимулировать рост и развитие растений (рисунок 2).



слева - контроль; справа - инокуляция семян бактериями  
Рисунок 2. Влияние фосфатмобилизирующих бактерий на развитие проростков кукурузы

В таблице 1 приведены данные по влиянию наиболее эффективных штаммов фосфатмобилизирующих бактерий на проростки пшеницы, контролем служили семена, замоченные в стерильной водопроводной воде.

Таблица 1

**Влияние обработки семян яровой пшеницы сорта «Наз» фосфатмобилизирующими бактериями**

Варианты опыта	Всхожесть, %	Средняя длина проростка, см	Средняя длина корня, см
Контроль	75,0	20,5±1,5	4,7±0,5
K2	94,0	39,5±1,4	14,6±1,3
Сар	98,0	36,4±1,4	12,8±1,0
Б1	93,0	38,9±1,5	15,3±1,0
K1	84,0	26,5±1,2	6,3±0,5
K5	65,0	29,7±1,5	6,8±0,4

Как видно из данных таблицы 1, при обработке семян фосфатмобилизирующими бактериями происходит повышение всхожести и отмечается стимуляция роста стеблей и корней проростков пшеницы практически во всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Установлено, что лучшими являются варианты со штаммами K2 и

Б1. В тоже время, максимальное повышение всхожести (98%) отмечено при использовании штамма Сар.

Результаты влияния фосфатмобилизирующих бактерий на всхожесть и ростовые показатели кукурузы, приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Влияние предпосевной обработки семян кукурузы сорта «Будан» фосфатмобилизирующими бактериями**

Варианты опыта	Всхожесть, %	Средняя длина проростка, см	Средняя длина корня, см	Число корней
Контроль	74,00	43,0±1,1	17,0±1,5	1,9
K2	86,00	54,0±1,8	21,0±1,1	3,4
Сар	82,00	43,5±1,2	21,0±1,2	2,8
Б1	100,00	42,0±1,7	22,0±1,6	2,6
K1	80,00	58,0±1,6	24,0±1,2	3,6
K5	82,00	49,0±1,1	19,0±1,0	2,2

Из данных таблице 2 хорошо видно, что все штаммы исследуемых бактерий повышали всхожесть семян кукурузы по сравнению с контролем. Установлено, что инокуляция семян кукурузы также стимулировала

рост проростков кукурузы, при этом длина стебля увеличивалась в 1,13-1,35 раза по сравнению с контролем. Исключение составляли штаммы Сар и Б1, которые не влияли на длину стебля. Максимальное увеличение стебля

отмечали в варианте со штаммом K1. Отмечено, что инокуляция семян бактериями положительно влияла на рост корней кукурузы, их длина увеличилась в 1,1-1,4 раза по сравнению с контролем, а число корней возросло в 1,2-2 раза.

Таким образом, из ризосферы культурных растений, собранных на полях Юга и Юго-востока Казахстана, провели выделение штаммов фосфатмобилизирующих бактерий и получили 36 культур, них отобрали 19 штаммов с высокой фосфатмобилизирующей активностью. Изучение их способности положительно влиять на рост пшеницы и кукурузы показало, что только пять штаммов фосфатмобилизирующих микроорганизмов (K2, Саp, Б1, K1, K5) характеризовались способностью активно утилизировать фосфаты и одновременно стимулировать всхожесть семян и развитие сельскохозяйственных культур. Эти штаммы являются перспективными для разработки биопрепаратов для сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Вильдфлуш И. Р., Цыганов А. Р., Лапа В. В., Персикова Т. Ф. Рациональное применение удобрений: Пособие. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. – 324 с.
2. Дунайцев И.А. Выделение фосфатмобилизирующих микроорганизмов и изучение возможности их использования в промышленности и сельском хозяйстве: автореф. ... дисс. канд. биол. наук: 03.02.03; 03.01.06. – Оболонск: Наука. – 2010. – 29 с.
3. Сельское хозяйство, фосфатмобилизирующие препараты: <http://selo-delo.ru>
4. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. -1983. -М.: Колос. - 162 с.
5. Чумаченко И.Н., Янишевский Ф.В. Совершенствование методологии исследования фосфатного режима почв, оптимизация питания растений и баланса фосфора в экосистемах // Агрехимия. - 1999. -№1. -С.94-96.
6. Khan A.A, Jilani G., Akhtar M.S., Naqvi S., Rasheed M. Phosphorus Solubilizing Bacteria: Occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production // J. Agric. Biol. Sci. 2009. - Vol.1(1). P. 48-58.
7. Lambers H., Shane M.W., Cramer M.D., Pearse S.J., Veneklaas E.J. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits // Ann. Bot. - 2006. - Vol. 98. 693-713.
8. Pérez-García A., Romero D., de Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological application of *Bacillus* in agriculture. // Curr. Opin. Biotechnol. - 2011. - Vol. 22. - P. 1-7.
9. Schroth M.N., Hancock J.G. Disease - suppressive soil and root-colonizing bacteria //Science. - 1982. - Vol.21. - P.1376-1381.

## SIMULTANEUS AXOPLASMIC BIDIRECTIONAL STREAMING IN NEURITES

<sup>3</sup>*Sotnikov Oleg, Sergeeva Svetlana, Fomina Nadezhda, Laktionova Alexandra.*

*Laboratory of Functional Morphology and Physiology of the Neuron*

*Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, Nab. Makarova 6, St.-Petersburg, Russia*

*Bidirectionality of axonal flow of organelles and molecules in nerve fibers was repeatedly proved. However, mechanism of this phenomenon have remained non-elucidated. There is used model of living single molluscan neurons. Axoplasm was proven to have mechanical straining that is realized in the form of retraction. The change of geometry of the living axon was considered as shifts of masses of its neuroplasm. The direction of axoplasm masses turned out to depend on localization of its adhesion points. It is always simultaneous, bidirectionally opposite, as this happens in contractile muscle.*

*Key words: axoplasmic streaming; neuron movement; neurite retraction; neurite adhesion.*

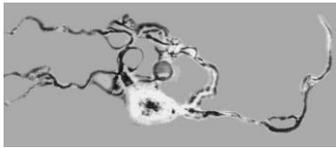
At present, owing to Lubińska's [4, 5, 6] discovery, the concept of bidirectional flow of axoplasm have obtained the common recognition. Mechanism of simultaneous "flow of neuroplasm" of the same fiber in opposite direction was discussed in many reviews [2, 9, 10]. There became traditional the morphological method of study of neurons with aid of horseradish peroxidase, based on cellulopetal transport of neuroplasm [3]. The combined anterograde and retrograde translocation of viruses in axons currently is widely investigated by virusologists in connection with development of gene therapy of degenerative nervous diseases [1, 2, 8]. It is quite natural that retraction of neurites simultaneously represents retrograde transport of neuroplasm. Paul Weiss [14] thought that movement of "stack" of axon together with the liquid layer of neurolemma this was what is the flow of axoplasm. Neuroplasm is translocated in the composition of growing or reacting neurite [12]. In the composition of cultural nerve plexuses the bidirectional transport of

neuroplasm reflects elongation and contraction of fibers of the formed nerve plexuses [7, 11, 13]. In spite of the high number of convincing data on bidirectional flow of axoplasm, hypotheses of mechanisms of this unique phenomenon remain non-proven.

#### Materials and Methods

The investigations were carried out on 194 living isolated neurons of 52 molluscs *Limnaea stagnalis* with preserved neurite fragments. The cells were isolated from supraesophageal ganglia by their incubation for 40 min in the Ringer salt solution for molluscs containing 0.4% pronase (Serva, USA) (Fig. 1). Then ganglia were dissociated. The damaged nerve and glial cells were removed of repeated washing of the obtained suspension with the indicated salt solution. Cells were placed into a microcamera (about 1 cm<sup>3</sup> in volume). The studies were performed with aid of an inverted phase-contrast microscope (BIOMED-3I, Russia).

<sup>3</sup> Correspondence should be addressed to O. Sotnikov. Email: ossotnikov@mail.ru Received.....2014, accepted



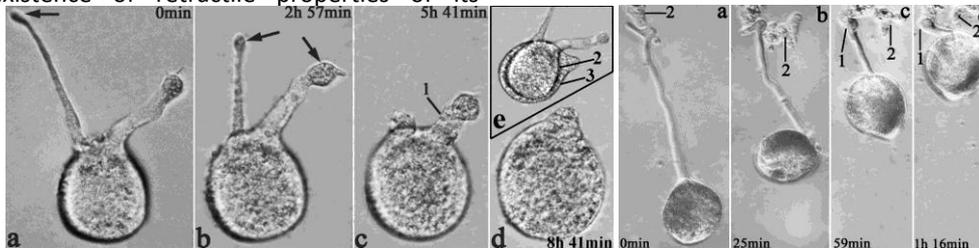
**Figure 1.** Neuron with partially preserved neurites, which is isolated from molluscan peripharyngeal ganglia. Supravital microscopy. Phase contrast. Ob. 40 Ph, eyep. 10.

As the natural points of adhesion of preparation in these experiments served additional groups of non-nervous cells located at the end of fiber, neuronal body or the middle part of the contracting neurite.

### Results and Discussion

At any way of dissection of conductor, its slow contraction is developing (Fig. 2, a-d). This unanimously indicates the existence of retractile properties of its

axoplasm. In the light microscope, contraction of neurite, a change of its length or mass represents translocation of its axoplasm (the "axonal flow").



**Figure 2.** Slow contraction of neurite to the direction of the neuronal body where there are present the adhesion point and the main mass of the contractile axoplasm.

a-d – stages of the process; arrow – retraction flask; 1 – an increase of the neurite diameter; e – the degree of increase of neuroplasm volume of the neuronal soma prior to (2) and after (3) invagination in it of retracting axons (computerized superposition of optical body contours). Time – from the beginning of observation.

Supravital microscopy. Phase contrast. Ob. 40 Ph, eyep. 10.

**Figure 3.** Movement of neuronal body into the reverse, side at translocation of adhesion point into the area of the fiber end, the axoplasm mass is translocated into the neuron soma. a-d – stages of process; 1 – retraction flask; 2 – additive cells providing a new adhesive point of preparation. Time – from the beginning of observation. Supravital microscopy. Phase contrast. Ob. 40 Ph, eyep. 10.

The contractile movement of axoplasm is also noted both in the proximal and in the distal stump of the transected neurite. Already this first phenomenon of cutting of the living neurite shows the same axoplasm of the same sectioned fiber to be able in stumps to be retracted into opposite sides. Hence, the "axonal flow", in principle, can indeed be opposite. Usually at cutting and contraction of fiber, its end urges toward the stable point of adhesion of preparation. The neurite usually rushes cellulopetally to the head end of preparation (Fig. 2, a-d). Not simply its tail part is moving. If to analyze attentively a change of geometry of the contracting fiber, it will turn out that the main axoplasm, by moving cellulopetally, replenishes the cell soma volume (compare the body volume before and after retraction of its neurites (Fig. 2, e). Sometimes under the microscope well seen is dynamics of the axoplasm layers entering into the body and translocating the neuronal pigment (Fig. 3 b, d). Another part of axoplasm moves into the proximal part of the contracted neurite by increasing its diameter (Fig. 2, a-d) and, accordingly, by partially translocating in sides, in the transverse direction. The most initial stage of axon deformation is retraction of its peripheral end. A small part of axoplasm retracts here locally and bidirectionally by forming a small bulge (tumour), like in contusion of muscle (Fig. 2, a, b). We call this structure at the fiber the retraction flask, as it usually accompanies the contractile function of the interrupted neurite.

To change completely direction of movement of axoplasm, it is sufficient to change the point of adhesion of preparation. If the accidental additional cells remaining from preparation of ganglia are adjacent to the neurite end by providing a new point of its adhesion, the direction of movement of the preparation end is completely changed to the opposite one. Now the neuronal body is translocating to

the fiber end (Fig. 3). This preceding direction becomes opposite, but mass of the neurite axoplasm keeps to be streaming toward the higher and contractible mass of the neuronal body. Such experiments imitate situation with a strained band of expanded rubber, in which the cut end will inevitably stream toward the point of rest. In numerous studies of isolated neuron with preserved neurite its similarity with the expanded rubber band becomes sufficiently convincing. This can be checked if both ends of preparation are deprived of adhesion by removing the neuronal soma and by observing the completely isolated neurite fragment. It turned out that such fiber behaved in the same way as a rubber band. By forming two retraction flasks, its both ends are contracted toward the center, to each other, i.e. bidirectionally (Fig. 4). This similarity means that the nerve fiber has an initial straining, tone and somewhat reminds a slowly contracting muscle fiber. Such conclusion has important consequences for neurons, as any muscle contraction is so far the only example when two fiber points or their organelles during functioning are moving regularly and necessarily in the cytoplasm simultaneously and toward to each other, i.e., in opposite directions. If this similarity indeed is close, the principles of translocation of axoplasm into the opposite sides become understandable, natural, and should be revealed in the case of microscopy of kinetics of the process of retraction in nerve fibers.

Thus, at videomicroscopical observation of retraction of fragment of isolated fiber it is detected that its different parts experience complex pathways of translocation of axoplasm. fraction of isolated nerve outgrowth is clearly seen to be shortened (Fig. 4, a, c). Meanwhile, it is clear that the peripheral parts of the axoplasm mass is translocated in the direction from periphery of the fragment simultaneously thinned (Fig. 4, a-c). This indicates that the central part of



2. Kramer T, Greco TM, Taylor MP, Ambrosini AE, Cristea IM, Enquist LW (2012) Kinesin-3 mediates axonal sorting and directional transport of alphaherpesvirus particles in neurons. *Cell Host. Microbe.* 12(6): 806-814.
3. Kristenson K, Olsson J (1971) Retrograde transport of protein. *Brain Res* 29(2): 363-365.
4. Lubinska L, Niemierko S, Oberfeld B (1961) Gradient of cholinesterase activity. *Nature* 189: 122-123.
5. Lubinska L, Niemierko S, Oberfeld B, Szwarc L, Zelena J (1963) Bidirectional movements of axoplasm in peripheral nerve fibres. *Acta Biol Exp (Warsz)* 23: 239-247.
6. Lubinska L (1964) Axoplasmic streaming in regenerating and in normal nerve fibres. *Prog. Brain Res.* 13: 1-71.
7. Luo L, O'Leary DD (2005) Axon retraction and degeneration in development and disease. *Annu Rev. Neurosci.* 28: 127-156.
8. Salegio EA, Samaranch L, Kells AP, Mittermeyer G, San Sebastian W, Zhou S, Beyer J, Forsayeth J, Bankiewicz KS (2013) Axonal transport of adeno-associated viral vectors is serotype-dependent. *Gene Ther.* 20(3): 348-352.
9. Salinas S, Bilsland LG, Henaff D, Weston AE, Keriell A, Schiavo G, Kremer EJ (2009) CAR-associated vesicular transport of an adenovirus in motor neuron axons. *PLoS Pathog* 5(5): e1000442.
10. Skibo GG (1980) Current concepts of the mechanisms of axonal transport. *Neurofiziologija* 12(4): 432-443. (in Rus)
11. Sotnikov OS (2008) Statics and structural kinetics of living asynaptic dendrites. St.-Petersburg, Nauka: 398 Rus.
12. Sotnikov OS, Vasyagina NYu, Sergeeva SS (2013) Traumatic retraction of living neural processes and its inhibition. *Axon New York Nova*: 1-94.
13. Tanaka M, Yanagawa Y, Obata K, Marunouchi T (2006) Dendritic morphogenesis of cerebellar Purkinje cells through extension and retraction revealed by long-term tracking of living cells in vitro. *Neuroscience.* 141(2): 663-674.
14. Weiss P, Hiscoe HB (1948) Experiments on the mechanism of nerve growth. *J Exp Zool* 107(3): 315-395.

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ОПИСАНИЕ ИЗОТЕРМ ЭКСТРАКЦИИ ЛАНТАНОИДОВ ЦЕРИЕВОЙ И ИТТРИЕВОЙ ГРУПП РАСТВОРОМ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

*Литвинова Татьяна Евгеньевна* кандидат тех. наук, доцент  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург,  
*Луцкий Денис Сергеевич* кандидат тех. наук, доцент  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург,  
*Хрускин Станислав Владимирович*, аспирант  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург,

#### EXTRACTION ISOTHERMS OF CERIUM AND YTTRIUM GROUP LANTHANIDES BY OLEIC ACID SOLUTION

*Tatiana Litvinova, Phd, associate professor, National University of mineral resources, St. Petersburg,  
Luckii Denis Phd, associate professor, National University of mineral resources, St. Petersburg,  
Hruskin Stanislav, a graduate student, National University of mineral resources, St. Petersburg,*

#### АННОТАЦИЯ

Экспериментально полученные изотермы экстракции показывают возможность применения олеиновой кислоты в качестве экстрагента для извлечения РЗМ из водных растворов. Лантаноиды цериевой группы можно извлечь в органическую фазу с извлечением не менее 99 % за 3 ступени экстракции при соотношении объемов  $V_{aq}/V_{org}$  от 6 до 18. Для иттриевой группы для достижения аналогичного извлечения потребуется до 4 ступеней экстракции при соотношении  $V_{aq}/V_{org}$  от 9 до 15.

Так, для каждого лантаноида определена предельная емкость экстрагента, показывающая в свою очередь способность прохождения нескольких циклов на стадии разделения лантаноидов. Предельная емкость олеиновой кислоты для лантана составляет 0,113 моль/л, для церия – 0,146 моль/л, для самария – 0,164 моль/л, для гадолиния – 0,164 моль/л, для тербия – 0,124 моль/л, для эрбия – 0,266 моль/л и для гольмия – 0,104 моль/л.

#### SUMMARY

The experimentally obtained extraction isotherms demonstrate the possibility of using oleic acid as an extractant for extracting rare-earth metals from aqueous solutions. Cerium group lanthanoids could be extract to the organic phase with extraction of at least 99% for 3 extraction stage at a volume ratio  $V_{aq}/V_{org}$  from 6 to 18 for the yttrium group to achieve similar extraction stages required to four extraction ratio  $V_{aq}/V_{org}$  from 9 to 15.

Thus, for each lanthanide defined maximum capacity of the extractant, showing in turn the ability of going through several cycles in the separation stage of the lanthanides. Reserve capacity of oleic acid to lanthanum is 0.113 mol/l, for cerium - 0.146 mol/l, for samarium - 0.164 mol/l, for gadolinium - 0.164 mol/l, for terbium - 0.124 mol/l, for erbium - 0.266 mol/l and for holmium - 0.104 mol/l.

**Ключевые слова:** Экстракция; олеиновая кислота; РЗМ; термодинамическое равновесие  
**Keywords:** Extraction; oleic acid; REM; thermodynamic equilibrium

#### Введение и актуальность

Перспективным источником редкоземельных металлов являются эвдиалитовые руды, крупнейшее месторождение которых расположено на территории Ловозерского щелочного массива. Эвдиалит легко разлагается кислотами и содержит редкоземельные элементы как цериевой, так и иттриевой групп. Переработку растворов кислотного выщелачивания эвдиалитового концентрата предложено вести экстракционными методами [1 – 2]

Для переработки эвдиалитового концентрата, который является бедным сырьем, требуются более дешевые реагенты, чем вещества, традиционно используемые в гидрометаллургии редкоземельных металлов (трибутилфосфат или Д2ЭГФК) [3 – 4].

Применимость карбоновых кислот для выделения катионов РЗМ из нитратных сред отмечена в работах [5 – 6].

Для описания основных показателей экстракционных рабочих сред, среди прочего, необходимо точно знать количество ступеней экстракции, необходимое для полноценного извлечения индивидуального лантаноида, количественно определить необходимое число каскадов

экстракторов, а также определить возможность и параметры разделения близких по свойствам лантаноидов.

#### Цель работы

Данная работа направлена на изучение поведения лантаноидов и описание экстракционных равновесий с участием олеиновой кислоты. Определении предельной емкости экстрагента для каждого лантаноида, необходимого количества ступеней экстракции для полного выделения редкоземельного металла в экстракт и оптимального для этого соотношения объемов водной и органической фаз.

#### Методика эксперимента

Экстракцию РЗМ раствором олеиновой кислоты в инертном разбавителе (ксилол) вели из нитратных сред.

Контакт фаз осуществляли при помощи Parallel Auto-MATE® Reactor System производства компании HEL с автоматическим поддержанием заданного значения pH. Расслаивание фаз выполнено на центрифуге производства Koebler K61002. Отмечено, что увеличение pH приводит к росту продолжительности разделения фаз. Анализ концентрации ионов лантаноидов в водном растворе до

и после экстракции выполнен методом комплексонометрического титрования трилоном Б в присутствии индикатора с арсеназо (III) при помощи автоматического титратора Mettler Toledo T70 с фоточувствительным электродом Mettler Toledo DP 5 Phototrode.

#### Результаты эксперимента

На рисунке 1 представлен предел насыщения олеиновой кислоты при экстракции РЗМ цериевой подгруппы.

Предел насыщения олеиновой кислоты происходит при концентрации металла в равновесной водной фазе равной 0,04 моль/л. До этого наблюдается активное извлечение металла в органическую фазу при единичном контакте водной фазы со свежей порцией экстрагента. Предельная емкость олеиновой кислоты для лантана составляет 0,113 моль/л, для церия – 0,146 моль/л, для самария – 0,164 моль/л.

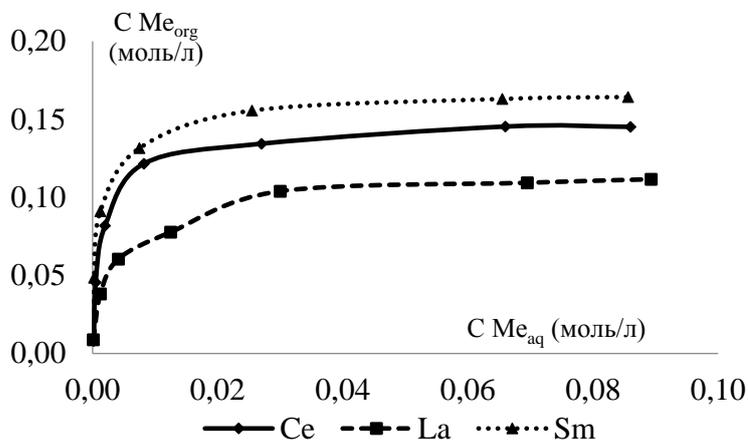


Рисунок 1. Изотермы экстракции РЗМ цериевой группы

Предельная емкость олеиновой кислоты при экстракции РЗМ иттриевой группы также различна для каждого отдельного лантаноида в связи с различным количе-

ством экстрагирующихся гидроксогрупп. Рисунок 2 отображает предел насыщения экстрагента при экстракции РЗМ иттриевой группы.

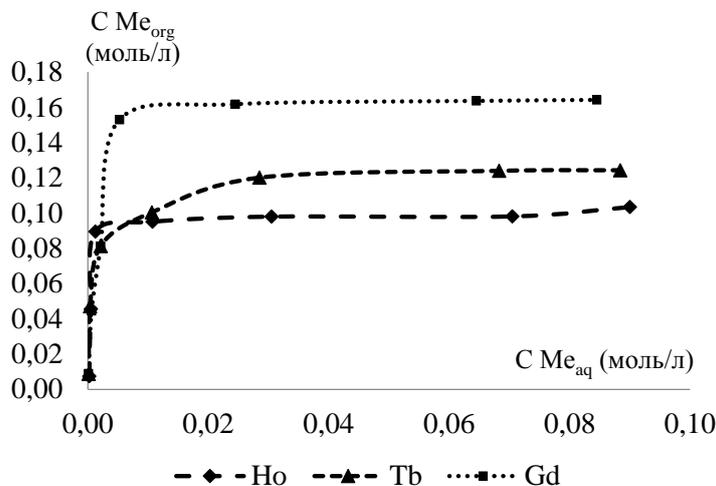


Рисунок 2. Изотермы экстракции РЗМ иттриевой группы

Предел насыщения олеиновой кислоты наступает при концентрации металла в равновесной водной фазе 0,02 моль/л. Предельная емкость олеиновой кислоты для гадолиния – 0,164 моль/л, для тербия – 0,124 моль/л, для эрбия – 0,266 моль/л и для гольмия – 0,104 моль/л.

С учетом того, что растворы, поступающие на экстракционное разделение редкоземельных элементов, содержат порядка 0,01 моль/л индивидуального лантаноида, а то и меньше, раствор олеиновой кислоты может участвовать в нескольких циклах экстракции при извлечении индивидуального лантаноида.

При проектировании экстракционного каскада требуется определить точное количество ступеней экстракции, за которое будет достигаться требуемая степень из-

влечения металла в экстракт. Для разделения и извлечения металлов из гидрометаллургических растворов был выбран метод многоступенчатой противоточной экстракции. Данный метод широко используется на производстве благодаря простоте исполнения конструкции экстракционных каскадов, низкой себестоимости, высокой эффективности разделения элементов и непрерывности процесса.

Расчет теоретического числа ступеней экстракции проводили графическим методом [3, 6, 7], исходя из данных построения изотерм экстракции.

Прямую линию, соединяющую точку на диаграмме с координатами, отвечающими началу экстракции и точкой изотермы экстракции, отвечающей завершению процесса, называют рабочей линией данной теоретической

ступени экстракции. Наклон рабочей линии определяет полноту извлечения целевого компонента из исходного раствора и степень концентрирования его в экстракте. Тангенс угла наклона рабочей линии равен объемному отношению водной и органической фаз. При малом расходе экстрагента достигается высокое концентрирование и невысокое извлечение на одной ступени экстракции; при

большом расходе экстрагента – наоборот, низкое концентрирование и высокое извлечение. Выбор положения рабочей линии определяется конкретными техническими задачами.

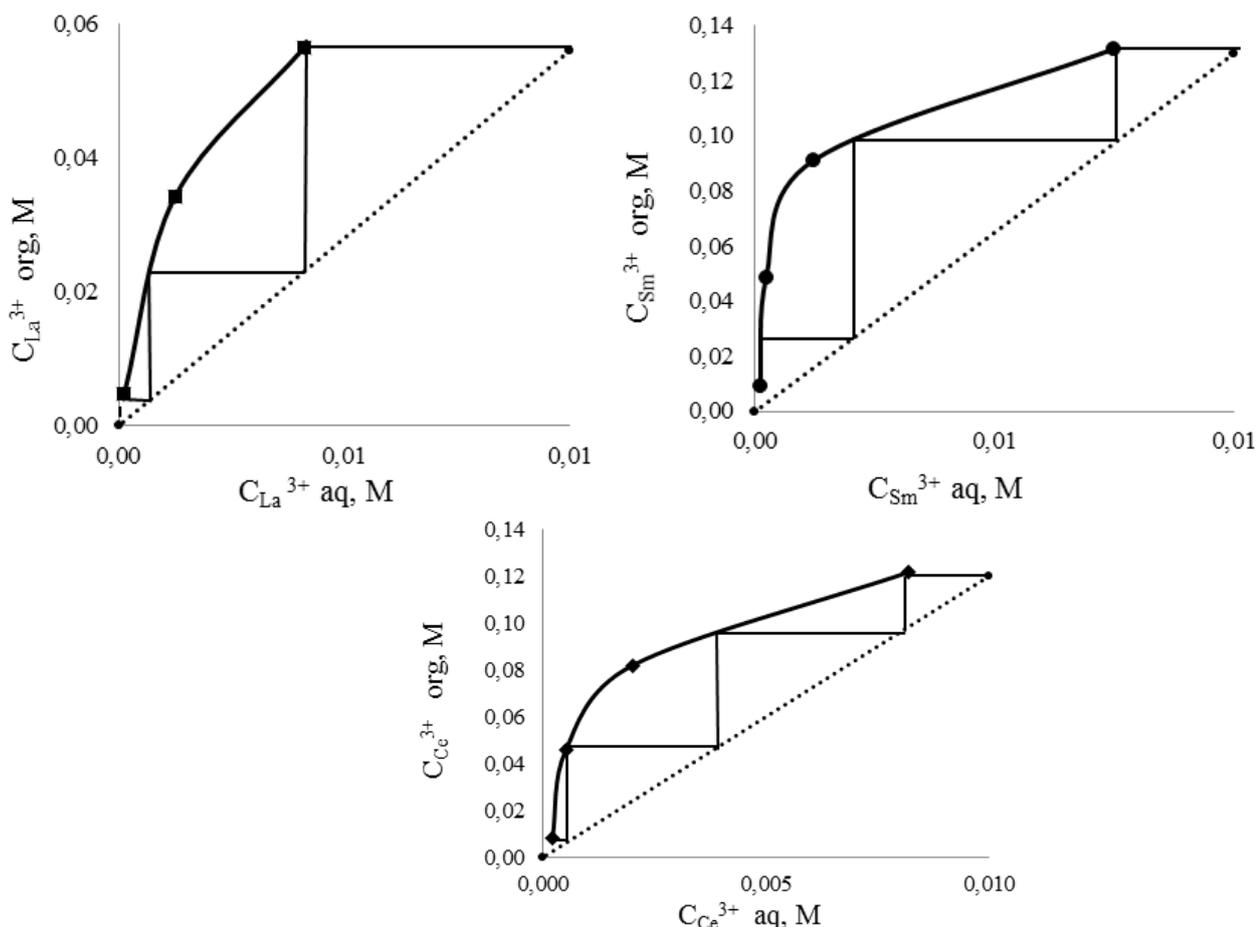
Рабочая линия, выражающая связь между концентрациями металла в водной и органической фазах, описывается уравнением:

$$C_{Me(org)} - C_{Me(org)}^0 = \frac{V_{aq}}{V_{org}} \cdot (C_{Me(aq)} - C_{Me(aq)}^0) \quad (1)$$

где  $C_{Me(org)}$  - концентрация металла в экстракте, моль/л;  $C_{Me(org)}^0$  – исходная концентрация металла в органической фазе, моль/л;  $V_{aq}/V_{org}$  – отношение объемов водной и органической фаз;  $C_{Me(aq)}$  – концентрация металла в исходном растворе, моль/л;  $C_{Me(aq)}^0$  – концентрация металла в рафинате, моль/л.

На рисунке 3 представлены изотермы экстракции лантана, церия, самария 0,5 М раствором олеиновой кислоты в додекане.

Угол наклона рабочей линии (линейная функция) соответствует соотношению объемов водной и органической фаз. Лантан на 99% извлекается в органическую фазу за 3 цикла экстракции, при соотношении  $V_{aq}/V_{org}=6$ . Церий на 99% переходит в органическую фазу за 3 ступени экстракции, при соотношении  $V_{aq}/V_{org}=12$ . Самарий полноценно можно извлечь из рафината за 3 ступени экстракции при соотношении  $V_{aq}/V_{org}=13$ .



**Рисунок 3.** Изотермы экстракции лантана (III), самария (III) и церия (III) 0,5 М раствором олеиновой кислоты в додекане

Изотермы экстракции гадолиния, тербия, эрбия и гольмия представлены на рисунке 4.

При извлечении гадолиния потребуется 4 ступени экстракции с соотношением водной и органической фаз  $V_{aq}/V_{org}=15$ . Тербий извлекается из водного раствора за 2 ступени экстракции при соотношении  $V_{aq}/V_{org}=9$ . При дву-

кратном контакте органической фазы и рафината возможно полноценно извлечь эрбий. Соотношение водной и органической фаз в данном случае составит  $V_{aq}/V_{org}=16$ . На заключительном этапе разделения РЗМ гольмий возможно извлечь из раствора за 2 ступени экстракции, при соотношении  $V_{aq}/V_{org}=10$ .

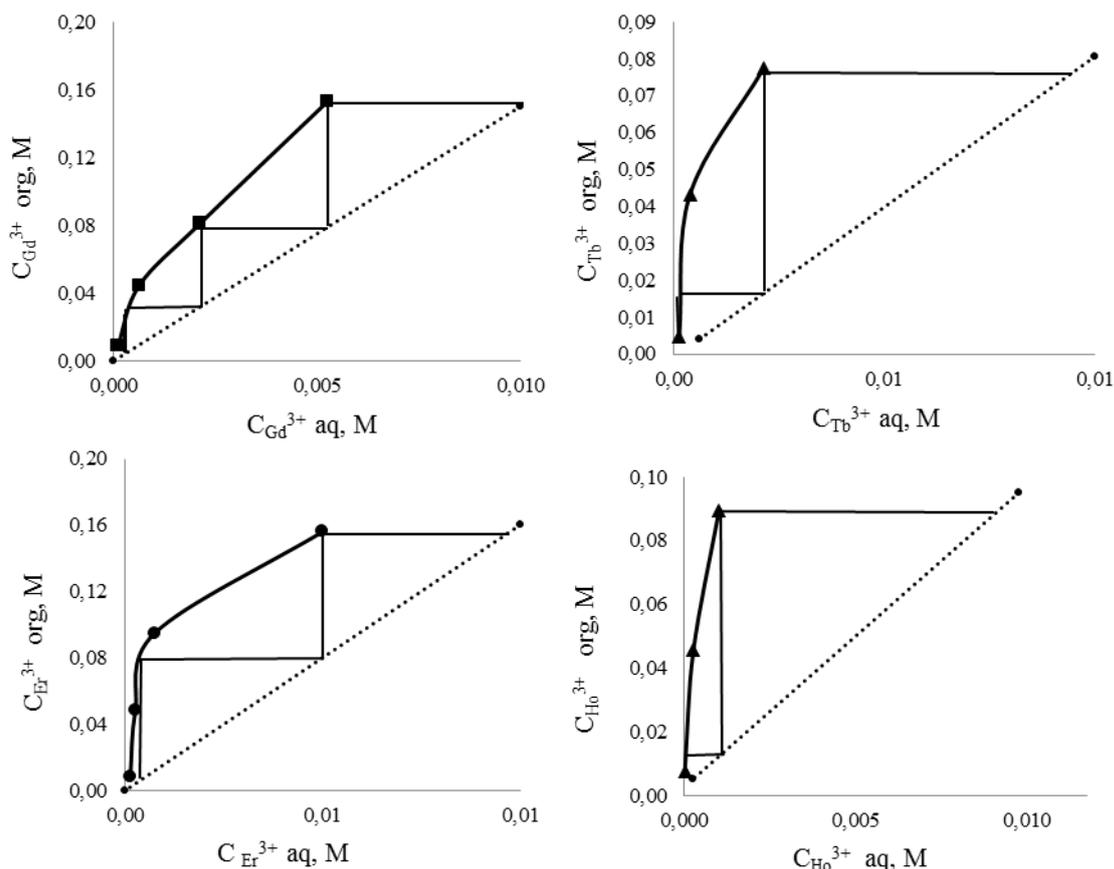


Рисунок 4.

**Изотермы экстракции гадолиния (III), тербия (III), эрбия (III) и гольмия (III) 0,5 М раствором олеиновой кислоты в додекане**

Рассмотрение изотерм экстракции лантаноидов позволяет дать количественную характеристику для описания процесса. Так, для каждого лантаноида определена предельная емкость экстрагента, показывающая в свою очередь способность прохождения нескольких циклов на стадии разделения лантаноидов. Также экспериментально рассчитано необходимое количество ступеней экстракции для полного выделения редкоземельного металла в экстракт и оптимальное для этого соотношение объемов водной и органической фаз.

**Заключение**

Экспериментально полученные изотермы экстракции показывают возможность применения олеиновой кислоты в качестве экстрагента для извлечения РЗМ из водных растворов. Лантаноиды цериевой группы можно извлечь в органическую фазу с извлечением не менее 99 % за 3 ступени экстракции при соотношении объемов  $V_{aq}/V_{org}$  от 6 до 18. Для иттриевой группы для достижения аналогичного извлечения потребуется до 4 ступеней экстракции при соотношении  $V_{aq}/V_{org}$  от 9 до 15.

Таким образом, применение олеиновой кислоты позволяет не только снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, но и сократить количество оборудования и расхода дорогостоящего реагента, что позитивно влияет на экологическую и экономическую составляющую технологии извлечения РЗМ из растворов выщелачивания бедного минерального сырья.

Соответствующие результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № 982 «Развитие термодинами-

ческой и кинетической теории межфазного ионного обмена применительно к природным и промышленным объектам» от 11.06.2014 г.

**Литература**

1. Маслобоев В.А., Лебедев В.Н. Редкоземельное сырьё Кольского полуострова и проблемы его комплексной переработки. Апатиты, изд. КНЦ АН СССР, 1991 г. 152 с.
2. Захаров В.И., Воскобойников Н.Б., Скиба Г.С., Соловьев А.В., Майоров Д.В., Матвеев В.А. Разработка солянокислотной технологии комплексной переработки эвдиалита. //Записки Горного института. Т. 164. С. 102–105.
3. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. М.: Наука. 1984. 144 с.
4. Flett D.S. Solvent extraction in hydrometallurgy: the role of organophosphorus extractants. //Journal of Organometallic Chemistry. 2005. V. 690. P. 2426-2438.
5. Miller F. Carboxylic acids as metal extractants. //Talanta rev. 1974. V. 2. P 685-703.
6. Ритчи, Г.М. Экстракция. Принципы и применение в металлургии / Г.М. Ритчи, А.В. Эшбрук. – М.; Металлургия, 1983. – 480 с.
7. Набойченко, С. С. Расчеты гидрометаллургических процессов Учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" и спец. "Металлургия цв. металлов" / С.С. Набойченко, А. А. Юнь. - М. МИСИС, 1995. - 427 с.

## МЕХАНИЗМ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО РАСТВОРЕНИЯ МИЛЛЕРИТА В РАСТВОРАХ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА

*Пичугина Анна Игоревна*

*старший преподаватель, кафедра Химии, Тверской государственный технический университет, г. Тверь*

*Луцик Владимир Иванович*

*доктор хим. наук, профессор, зав. каф. Химии, Тверской государственный технический университет, г. Тверь*

### THE MECHANISM OF OXIDATION DISSOLUTION OF MILLERITE IN HYDROGEN PEROXIDE SOLUTIONS

*Pichugina Anna I., Senior lecturer, Department of Chemistry, Tver State Technical University, Tver*

*Lutsik Vladimir I., Doctor in Chemistry, professor, head of the department of Chemistry, Tver State Technical University, Tver*

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены механизмы взаимодействия миллерита в растворах пероксида водорода для областей высоких и низких концентраций. Приведены результаты исследования состава и структуры синтетического миллерита ( $\alpha$ -NiS). Дан сравнительный анализ влияния концентрации, температуры, частоты вращения диска и продолжительности взаимодействия на удельную скорость перехода никеля в раствор пероксида водорода. Показано, что необходимой стадией взаимодействия является протонизация гидратированной поверхности сульфида никеля.

#### ABSTRACT

The mechanisms of the interaction of millerite in hydrogen peroxide solutions for areas of high and low concentrations are proposed. The results of the investigation of the composition and the structure of synthetic millerite ( $\alpha$ -NiS) are presented. The comparative analysis of the influences of acid's concentration, temperature, disc rotation frequency and durations of measurements on the specific rate of nickel dissolution in the hydrogen peroxide is carried out. It is shown that a necessary stage of interaction is protonation of hydrated surface of nickel sulfide.

Ключевые слова: сульфид никеля (II), скорость растворения, полиномиальная модель, эффективная энергия активации.

Keywords: Nickel sulfide (II), dissolution rate, polynomial model, apparent activation energy.

В настоящее время, при получении никеля из сульфидных и окисленных руд используют пирометаллургические технологии. С учетом современных требований экологической безопасности, высокой производительности и низкой энергоемкости самым рациональным способом является гидрометаллургическое извлечение из руд и концентратов.

Для разработки и усовершенствования таких технологий необходимо всестороннее изучение процессов растворения, а именно определение важнейших кинетических параметров и механизмов взаимодействия.

При изучении особенностей механизма окислительного растворения в пероксиде водорода в качестве объекта исследования взяли синтезированный миллерит ( $\alpha$ -NiS), как один из наиболее богатых никелем минералов.

По данным рентгенофазового анализа синтезированный сульфид никеля (II), полученный осаждением [1, с.130; 3, с.82], по составу и строению соответствует природному минералу с ромбоэдрической кристаллической решеткой  $R\bar{3}m$  структурой типа арсенида никеля, с параметрами ячейки:  $a=9,6080 \text{ \AA}$ ;  $b=9,6080 \text{ \AA}$ ;  $c=3,1710 \text{ \AA}$ ;  $\alpha$ - $\beta$ -углы  $90^\circ$ ,  $\gamma=120^\circ$ , объем  $253,51 \cdot 10^6 \text{ pm}^3$ .

На основании полученных ранее данных [2, с.173; 3, с.83] по кинетике растворения миллерита в кислых средах, методом вращающегося диска и полного факторного эксперимента [5, с. 44] выдвинуты гипотезы о механизме его взаимодействия в растворах пероксида водорода.

По результатам опытов опубликованных в работах [2, с. 173], получена модель процесса растворения в области концентраций пероксида водорода ( $C$ , г-экв/дм<sup>3</sup>) от

0,25 до 2,5 г-экв/дм<sup>3</sup>, в диапазоне температур ( $T$ , К) 323 - 293 К, при частоте вращения диска ( $\omega$ , с<sup>-1</sup>) 1,6 и 10 с<sup>-1</sup>:

$$W = 9,12 \cdot 10^{-7} \cdot c^{0,1} \cdot e^{-1226/T} \cdot \omega^0 \quad (1)$$

Уравнение 1 позволяет получить трехмерный график для наглядного представления о совместном влиянии концентрации пероксида водорода и температуры на скорость растворения сульфида никеля (рисунок 1а).

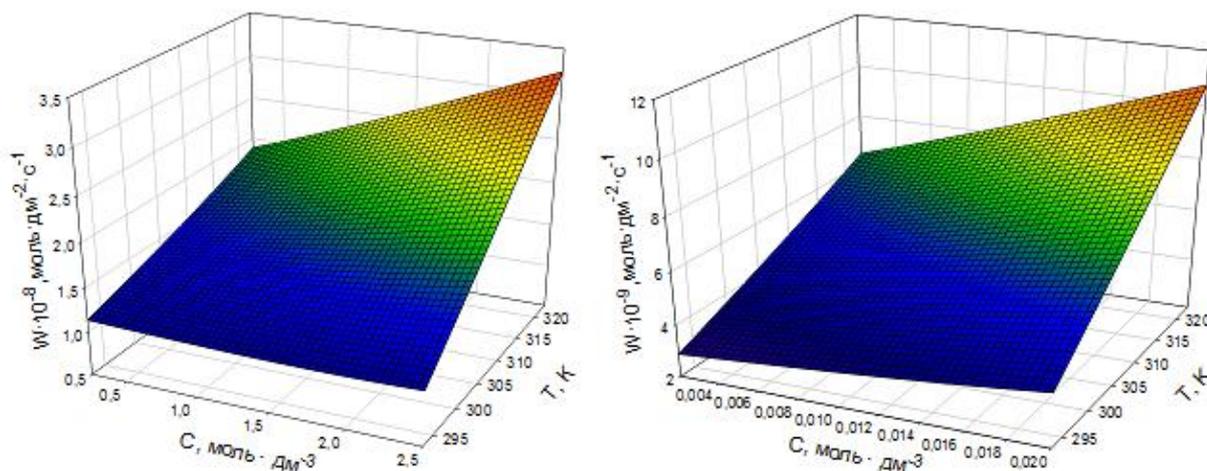
В области низких концентраций (при  $C = 0,002 - 0,02$  г-экв/дм<sup>3</sup>, кинетическая модель процесса растворения сульфида никеля имеет вид:

$$W = 8,31 \cdot 10^{-7} \cdot c^{0,1} \cdot e^{-1405/T} \omega^0 \quad (2)$$

Данной модели соответствует трехмерный график на рисунке 1б, показывающий совместное влияние важных параметров процесса.

Из рисунка 1 видно, что увеличение концентрации, а так же увеличение температуры приводит к монотонному росту скорости, при этом температура является более интенсивным фактором, чем концентрация пероксида водорода.

В изученных условиях скорость растворения не зависит от интенсивности перемешивания и продолжительности взаимодействия. Наблюдается кинетический режим протекания процесса растворения. Порядок по пероксиду водорода близок к нулю. Следовательно, наиболее вероятной лимитирующей стадией является гидратация поверхности сульфида, предшествующая его взаимодействию с пероксидом водорода.

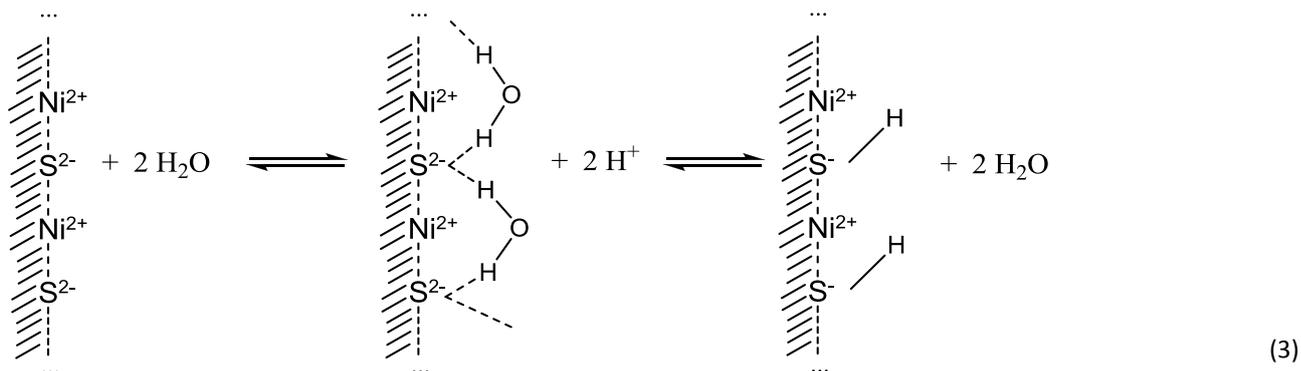


при C=0,25- 2,5 г-эquiv/дм³; б) при C = 0,002 - 0,02 г-эquiv/дм³

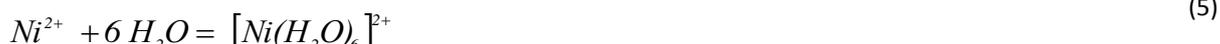
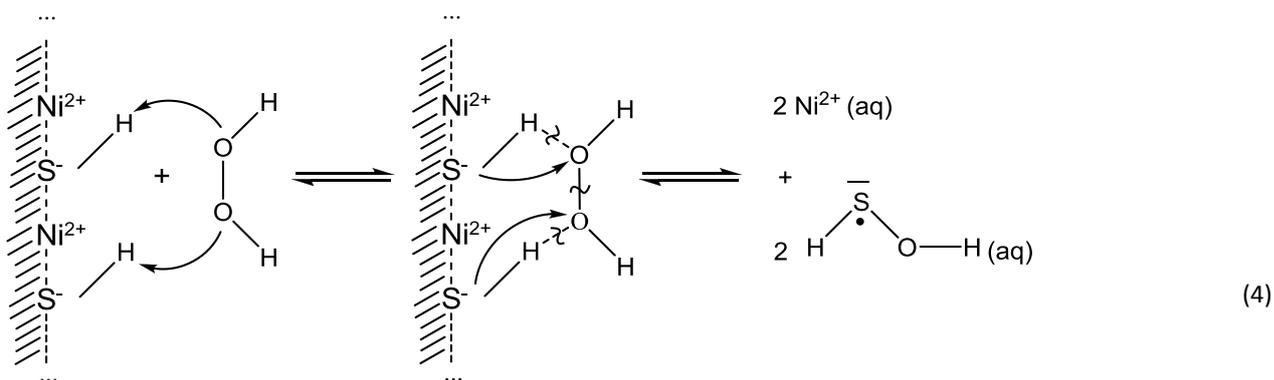
а)

**Рисунок 1. Зависимость окисления сульфида никеля NiS от концентрации пероксида водорода и температуры T**

Поэтому, необходимой стадией взаимодействия является протонизация гидратированной поверхности сульфида никеля по схеме:



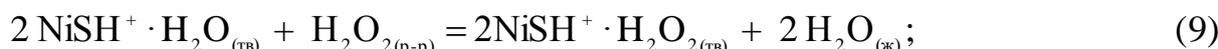
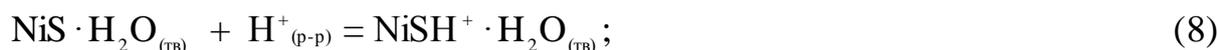
Окисление протонизированной поверхности сульфида никеля протекает через стадию адсорбции молекул H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> с образованием неустойчивых гидроксилгидросульфидных ион-радикалов:



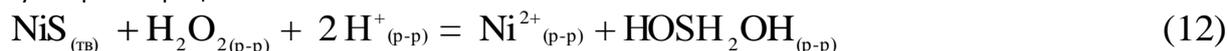
Исходя из данной схемы (4) видно, что на одну молекулу H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> приходится два катиона никеля, извлеченных из кристаллической решетки миллерита. Вероятно, что при недостаточном количестве ионов H<sup>+</sup> данная стадия будет являться самой медленной, наблюдаемый порядок скорости реакции по пероксиду принимает дробное значение равное 0,1. Все остальные стадии окисления будут

более быстрыми, поэтому среди продуктов взаимодействия по данным рентгенофотоэлектронной спектроскопии образцов обнаружены ионы Ni<sup>2+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Механизм растворения сульфида никеля так же можно представить в виде следующих уравнений:

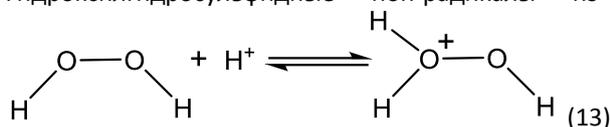


Суммарный процесс:



Рассчитанное значение энергии Гиббса принимает отрицательное значение (-181,55 кДж), что свидетельствует о термодинамической возможности протекания её при T=298K по предложенному механизму взаимодействия.

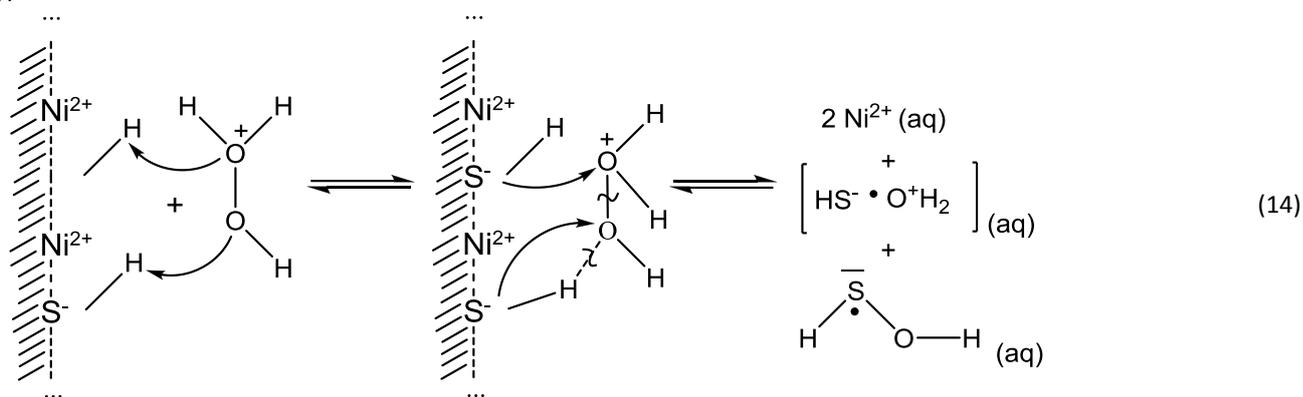
Гидроксилгидросульфидные ион-радикалы из



уравнения 11 претерпевают дальнейшее окисление, связываясь в кислой среде с ионами H<sup>+</sup> [5, с. 101].

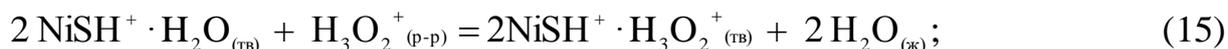
В условиях сильноокислой среды при pH < 3 механизм взаимодействия сульфида никеля отличается тем, что пероксид водорода подвергаются протонизации с образованием ионов гидроксилгидроксония:

Взаимодействие протонизированной поверхности сульфида никеля с ионами гидроксилгидроксония представлено уравнением:

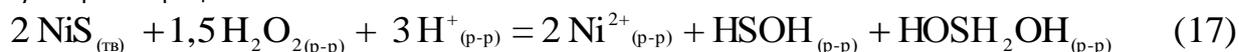


Из уравнения (14) видно, что одному иону водорода, вступающему во взаимодействие с молекулой пероксида водорода, соответствует два иона никеля и два окисленных сульфид-иона, извлекаемых из кристаллической решетки синтетического миллерита.

Механизм взаимодействия сульфида никеля в сильноокислой среде с учетом стадии протонизации поверхности, показанной в уравнении 3 выглядит следующим образом:

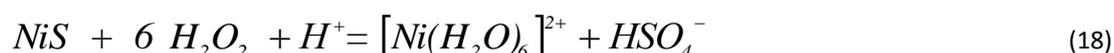


Суммарный процесс:



Стандартное изменение энергии Гиббса в реакции оценено значением  $\Delta G^{\circ}_{298} = -255,81$  кДж, что указывает на термодинамическую возможность ее протекания при 298 К.

Суммарное уравнение процесса окисления сульфида никеля в сильноокислой среде (pH < 3) имеет вид:



Рассмотренные механизмы взаимодействия миллерита с растворами пероксида водорода и результаты рентгенофотоэлектронной спектроскопии не противоречат наблюдаемым кинетическим закономерностям с лимитирующей стадией протонизации поверхности (3), без которой окисление синтетического миллерита невозможно.

#### Литература:

1. А.И. Пичугина, В.И. Луцки. Скорость взаимодействия сульфида никеля (II) с азотной кислотой // Вестник Тверского государственного технического университета № 20. – 2012. с. 130-134.
2. А.И. Пичугина, В.И. Луцки. Кинетика растворения сульфида никеля (II) в растворах пероксида водорода // Вестник Тверского государственного университета. Серия "Химия" № 14. – 2012. с. 173-179
3. Пичугина А.И., Луцки В.И., Епифанова Н.А. Кинетика гидролитического и окислительного растворения сульфида никеля (II) в кислой среде // Вестник Тверского государственного университета. Серия "Химия" № 2. – 2014. с. 82-88.
4. Руководство по неорганическому синтезу / под ред. Г.Брауэра в 6 томах, Т.5, перевод с нем. М.: Мир, 1985. 360 с.
5. Луцки В.И. Кинетика гидролитического и окислительного растворения сульфидов металлов / В.И. Луцки, А.Е. Соболев. Тверь.: ТГТУ, 2009. 140 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИЧИНАХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

**Реформатская Ирина Игоревна**

*доктор химических наук, старший научный сотрудник, заведующая кафедрой, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва*

**Подобаев Александр Николаевич**

*доктор химических наук, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва*

**Чибышева Виктория Дмитриевна**

*аспирант, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва*

**Константинов Андрей Геннадиевич**

*аспирант, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г. Москва*

### MODERN REPRESENTATIONS ABOUT THE REASONS OF ELECTROCHEMICAL CORROSION

*Reformatskaya Irina Igorevna, Professor, Chief of department of Moscow state university of mechanical engineering (MAMI), Moscow*

*Podobaev Alexandr Nikolayevich, Professor of Moscow state university, of mechanical engineering (MAMI), Moscow*

*Chibysheva Viktoriya Dmitrievna, the post-graduate student, Moscow state university of mechanical engineering (MAMI), Moscow*

*Konstantinov Andrey Gennadievich, the post-graduate student, Moscow state university of mechanical engineering (MAMI), Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*Необходимой и достаточной причиной протекания любых коррозионных процессов является термодинамическая неустойчивость в геосфере большинства технически значимых металлов и сплавов. Для коррозии нет необходимости в создании каких-либо дополнительных условий, в том числе микро- и макро- гальванических элементов.*

#### ABSTRACT

*The necessary and sufficient reason of any corrosion processes is thermodynamic instability in a geosphere of the majority of technically significant metals and alloys. For corrosion there is no necessity for creation of any additional conditions, including micro- and makro - galvanic cells.*

*Ключевые слова: коррозия; окисление; термодинамика; гальванопара.*

*Keywords: corrosion; oxidation; thermodynamics; galvanic pair.*

Первая теория электрохимической коррозии металлов была сформулирована в работах Г.В. Акимова [1, 2] в 40-ых годах XX-го века и активно поддерживалась рядом ведущих коррозионистов-электрохимиков того времени [3-7]. До настоящего времени указанная теория широко известна как теория локальных коррозионных элементов и часто используется для описания коррозионно-электрохимических процессов. Основным постулатом теории является необходимость существования коррозионных элементов (макро- или микро-) для протекания коррозионно-электрохимических процессов: коррозионные процессы протекают вследствие химической или структурной неод-

нородности поверхности металла, представляющей собой систему электродов (гальванических элементов). Скорость протекания и морфология коррозионного процесса определяется скоростями растворения микроэлектродов, соотношением их площадей и сопротивлением между ними.

Несмотря на кажущуюся простоту, делавшую ее популярной в среде коррозионистов, теория не позволяла объяснить целый ряд несомненных экспериментальных фактов (например, коррозию особо чистых металлов, растворение амальгам, рост химической стойкости некоторых материалов при повышении степени их гетерогенности и др.).

Почти одновременно с теорией гальванических элементов в работах Я.М. Колотыркина и А.Н. Фрумкина были впервые получены экспериментальные данные, позволившие сформулировать основы современной электрохимической теории коррозии [8, 9], согласно которым не слишком большая поверхность металла, корродирующего в растворе электролита, микроскопически эквипотенциальна независимо от степени ее фазовой гетерогенности. Развитие электрохимической теории коррозии позволило не только качественно объяснить все наблюдающееся разнообразие проявлений коррозионных процессов, но и выявить количественные закономерности, характерные для тех или иных видов коррозионных процессов. Приложение теории к растворению фазово гетерогенных металлов - подавляющему большинству конструкционных материалов (фазово гетерогенных металлов) [10, 11], открыло возможность оценить роль их структурной неоднородности при иницировании и развитии локальных коррозионных процессов [12-15].

Постулируя возможность самопроизвольного растворения металлов и сплавов при воздействии коррозионных сред, электрохимическая теория коррозии основывается на термодинамической природе любых коррозионных процессов, независимо от механизма их протекания. Практически все технически значимые металлы в природных условиях находятся в окисленном состоянии (в виде солей, оксидов, гидроксидов и др.). В процессе выплавки металлических конструкционных материалов происходит переход составляющих их компонентов из их термодинамически устойчивого окисленного состояния в состояние с нулевой степенью окисления. Свободная энергия Гиббса металлов при этом возрастает, что является основной причиной их последующего неизбежного окисления, то есть развития процесса коррозии. Механизм и скорость окисления (коррозии) металлических конструкционных материалов будет зависеть от условий их эксплуатации, однако в результате всегда будет происходить возврат компонентов сплавов в термодинамически устойчивое (окисленное) состояние.

Таким образом, процесс коррозии конструкционных металлических материалов является неизбежным, а необходимость существования гальванических элементов для его протекания отсутствует. Применение различных средств противокоррозионной защиты может лишь искусственно замедлить скорость окисления металла, однако его предотвращение невозможно. Образование гальванических элементов при контакте разнородных металлов в электропроводной среде, в том числе использование так называемой гальванической защиты, приводит лишь к изменению скорости окисления ее составляющих (как в сторону снижения, так и в сторону увеличения), не вызывая принципиального изменения характера процесса.

#### Список литературы:

1. Акимов Г.В. / Теория и методы исследования коррозии. // М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1945. 414 с.
2. Акимов Г.В. / Основы теории коррозии металлов. // М.: Metallurg-издат. 1946. 463с.
3. Томашов Н.Д., Чернова Г.П., Маркова О.Н./ Коррозия металлов и сплавов.// М.: Metallurgиздат. 1963. 73 с.
4. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. / Коррозия и коррозионно-стойкие сплавы. // М.: Metallургия. 1973. 232 с.
5. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. / Теория коррозии и коррозионно-стойкие конструкционные сплавы. // М.: Metallургия. 1986. 359 с.
6. Рейзин Б.Л., Стрижевский И.В., Шевелев Ф.А. / Коррозия и защита коммунальных водопроводов. // М.: СТРОЙИЗДАТ. 1979. 397 с.
7. Стрижевский И.В./ Подземная коррозия и методы защиты.// М.: Metallургия. 1986. 112 с.
8. Колотыркин Я.М., Фрумкин А.Н. / Перенапряжение водорода и растворение металлов. I. Растворение свинца в кислотах. // ЖФХ. 1941. Т.15. № 1. С. 346-358.
9. Колотыркин Я.М., Фрумкин А.Н. / Растворение никеля в кислотах. // ДАН СССР. 1941. Т.33. №7-8. С.446-450.
10. Колотыркин Я.М. / Механизм анодного растворения гомогенных и гетерогенных металлических материалов. // Защита металлов. 1983. Т.19. №5. С. 675-685.
11. Колотыркин Я.М. / Металл и коррозия. // М.: Metallургия. 1985. 88 с.
12. Флорианович Г.М., Реформатская И.И., Ащеулова И.И. и др. / Закономерности пассивации высококичестных сплавов Fe-Cr и Fe-Cr-Si. // Фізико-хімічна механіка матеріалів. Спеціальний випуск № 2. 2001. С.159-162.
13. Колотыркин Я.М., Княжева В.М. / Свойства карбидных фаз и коррозионная стойкость нержавеющей сталей. В сб. Итоги науки и техники. Сер. Коррозия и защита от коррозии. // М.: ВИНТИ. 1974. Т.3. С.5-83.
14. Реформатская И.И., Завьялов В.В., Подобаев А.Н. и др. / Влияние структурно-фазовых неоднородностей углеродистых и низколегированных трубных сталей на развитие локальных коррозионных процессов. // Защита металлов.1999. Т.35. № 5. С.472-480.
15. Реформатская И.И., Подобаев А.Н., Ащеулова И.И., Артамонов О.Ю., Шишлов Д.С., Афонькин А.Е. / Локальная коррозия металлов в условиях эквипотенциальности поверхности. // Практика противокоррозионной защиты. 2011. № 3 (61). С. 55-62.

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

### ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

**Бизяев Алексей Алексеевич**

канд. мед. наук, ассистент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава РФ, г. Саратов

**Поспелов Андрей Николаевич**

канд. мед. наук, доцент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава РФ, г. Саратов

**Кречетов Сергей Александрович**

канд. мед. наук, ассистент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава РФ, г. Саратов

**Поспелова Ангелина Андреевна**

студентка 1-го курса стоматологического факультета, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава РФ, г. Саратов

#### THE USE OF OZONE IN PROSTHETIC DENTISTRY

*Bizyaev Alexei, candidate. honey. Sciences, Assistant, SEI Saratov State Medical University. VI Razumovsky Health Ministry Saratov*

*Pospelov Andrei, candidate. honey. Sciences, Associate Professor, SEI Saratov State Medical University. VI Razumovsky Health Ministry, Saratov*

*Krechetov Sergey, candidate. honey. Sciences, Assistant, SEI Saratov State Medical University. VI Razumovsky Health Ministry Saratov*

*Pospelova Angelina, student 1st year Faculty of Dentistry, SEI Saratov State Medical University. VI Razumovsky Health Ministry Saratov*

#### АННОТАЦИЯ

*Цель работы. Повышение качества лечения несъемными ортопедическими конструкциями. Материал и методы. Клиническое использование современного генератора озона «Prozone». Результаты. В результате анализа пациентов второй группы выявлены ассоциации бактериальной флоры. При исследовании материалов полученных от пациентов первой группы выявлено значительное снижение, а в ряде случаев и полное удаление бактериальной флоры. Выводы. Использование озона приводит к значительному снижению обсемененности бактериальной флорой поверхности зуба и ортопедической конструкции.*

#### ABSTRACT

*The purpose of the work. Improving the quality of treatment fixed prosthetic constructions. Material and methods. Clinical use of modern ozone generator «Prozone». Results. The analysis of the second group of patients revealed the association of bacterial flora. In the study materials obtained from patients of the first group showed a significant decrease, and in some cases, the complete removal of the bacterial flora. Conclusions. Using ozone leads to a significant reduction in contamination of the bacterial flora of tooth surface and the prosthesis.*

*Ключевые слова: озон; бактериальная флора; несъемные ортопедические конструкции.*

*Keywords: ozone; bacterial flora; fixed prosthetic design.*

**Актуальность.** Антибактериальные свойства озона широко используются в общемедицинской практике. Принцип и механизм обеззараживающего действия озона основан на том, что отрицательно заряженный ион кислорода, выделяющийся при контакте озона с атмосферным воздухом, является сильнейшим окислителем, который уничтожает большинство известных вирусов и бактерий, что делает его одним из эффективнейших антибактериальных средств, применяемых в медицине [3, с. 47], [4, с. 5].

Внедрению озонотерапии препятствовало отсутствие озон-резистентных материалов, что надолго задержало применение озона в практической медицине. Сложность доставки его к объекту обработки, контроль концентрации, скорости подачи и времени воздействия, вносили свои ограничения в применение данной технологии при стоматологическом лечении [1, с. 25], [2, с. 20]. В комплексе лечения различных стоматологических заболеваний асептическая обработка крайне необходима, но не

всегда доступна, и поэтому разработка аппарата для применения озона, специально в стоматологии, решает многие проблемы.

**Цель работы.** Повышение качества лечения несъемными ортопедическими конструкциями.

**Материал и методы.** Широкое внедрение озонотерапии стало осуществимо благодаря изобретению озонорезистентных материалов и технологии выработки озона на примере современного генератора озона «Prozone». Безопасное использование аппарата обеспечено запатентованным датчиком, который не допускает превышения необходимого объема и времени подачи озона, а доставка озон-воздушной смеси обеспечивается специальными насадками. В аппарате предусмотрены 4 режима: 6, 12, 18 и 24 секунды, сопровождающиеся звуковым сигналом, что дает возможность контролировать начало и окончание обработки.

Каждый режим имеет свои показания для использования:

– 6 секундный режим – предназначен для обработки кариозных полостей и поверхностей коронки зуба перед реставрацией;

– 12 секундный режим – применяется для обработки несъемных ортопедических конструкций перед наложением и фиксацией;

– 18 секундный режим – используется для дезинфекции пародонта и слизистой оболочки;

– 24 секундный режим – позволяет проводить дезинфекцию корневых каналов.

Первой группе пациентов озонотерапия была применена с целью обеззараживания культи отпрепарированных зубов под коронки и вкладки, а также самих несъемных ортопедических конструкций перед их постоянной фиксацией. Также, проводили обработку озонотерапией десневой манжеты на этапах получения оттиска, примерки и фиксации абатмента на втором этапе дентальной имплантации. Вторую, контрольную группу составили пациенты, которым обработка зубов и несъемных ортопедических конструкций проводилась по стандартной схеме (70% спирт, «Ангидрин»).

У здоровых людей десневая бороздка содержит ограниченное количество матрикса зубной бляшки. В частности, зубная бляшка здоровых людей представлена палочко- и кокковидными бактериями, а у больных гингивитом и пародонтитом она содержит плотные агрегаты нитевидных грамположительных бактерий, кокки и бактериоиды.

С целью определения эффективности антибактериального воздействия озона проводились бактериологические исследования мазков препарированных зубов и несъемных ортопедических конструкций на клинических этапах лечения. Всего проведено 42 дезинфекции озонотерапией с насадкой «Сога» в 6-ти, 12-ти и 18-ти секундном режиме воздействия соответственно.

Эффективность озонирования ортопедических конструкций и тканей протезного ложа, проводилась под контролем бактериологического и бактериоскопического анализов. По результатам исследования судили об эффективности выбранного метода обработки протезного ложа и несъемных ортопедических конструкций перед постоянной фиксацией.

**Результаты.** В результате бактериологического и бактериоскопического анализа материала полученного от пациентов второй группы выявлены ассоциации палочко- и кокковидных бактерий 56%, и у 44% были выделены актиномицеты в ассоциации с грамположительными бактериями. Также были выделены ассоциации с аэробными бактериями — *S. aureus*,  $\alpha$  гемолитические стрептококки, *Neisseria spp.*, *C. albicans*, *Micrococcus spp.*, *A.*

*actinomycetemcomitans*, из анаэробных — грамположительные анаэробные кокки, *P. gingivalis*. При снижении местной и общей иммунологической активности, а также при действии других неблагоприятных факторов представители данной микрофлоры могут являться причиной развития местных воспалительных процессов.

При исследовании материалов полученных от пациентов первой группы выявлено значительное снижение до 17% содержания *P. gingivalis*, 14% — *B. forsythus*, 12,5% — *T. denticola* и *A. actinomycetemcomitans*, а также к полному удалению *P. Intermedia*; до 85% *S. mutans* и *S. aureus* было инактивировано в результате озонотерапии ( $p > 0,05$ ). Применение озона на этапах ортопедического лечения приводит к практически полной элиминации данных возбудителей с протезного ложа и ортопедических конструкций.

#### **Выводы.**

На основании проведенных исследований можно сделать выводы:

1. Использование озона на этапе постоянной фиксации ортопедических конструкций приводит к значительному снижению обсемененности бактериальной флорой поверхности зуба и ортопедической конструкции от 17% до 12,5%.
2. Традиционные способы обработки культи зуба и поверхности ортопедической конструкции перед постоянной фиксацией не приводят к полному удалению пародонтопатогенной и кариесогенной флоры.
3. Применение новых технологий, в частности озонотерапии, на клинических этапах ортопедического лечения способствует повышению качества стоматологической помощи пациентам за счет снижения риска развития кариеса или его рецидива, так и благоприятного воздействия на краевую пародонт.

#### **Список литературы.**

1. Безрукова И.В., Петрухина Н.Б., Дмитриева Н.А., Снегирев М.В. Применение медицинского озона в эндодонтической практике. // *Стоматология*. — 2008. — №6. — С. 24 – 26.
2. Дмитриев Л.А., Геблочева М.М. Особенности изменения микрофлоры пародонтального кармана при использовании озонотерапии. // *Пародонтология*. — 2004. — №4. — С. 20 – 24.
3. Макеева М.К. Применение озона в комплексном лечении стоматологических заболеваний. // *Маэстро стоматологии*. — 2012. — №4. — С. 46 – 48.
4. Lynch E., Smith E., Baysan A., Silwood C. J., Mills B., Grootveld M. Salivary oxidizing activity of a novel antibacterial ozone-generating device. *J Dent Res* 2001; 80; 13.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕР – АССОЦИИРОВАННЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ СОЛИДНЫХ УЗЛОВ В ЛЕГКИХ У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ.**

**Блинов Владислав Сергеевич**

*Свердловский областной онкологический диспансер, врач - рентгенолог, г. Екатеринбург*

**Карташов Максим Викторович**

*к.м.н., доцент, Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, кафедра лучевой диагностики ФПК и ПП, г. Екатеринбург*

**Рубцова Наталья Алефтиновна**

*д.м.н., Московский научно – исследов. онкологический институт им. П. А. Герцена Минздрава России, г. Москва*

*COMPUTER - AIDED DIAGNOSTIC SYSTEMS IN DIFFERENTIAL DIAGNOSTIC SOLID NODULES OF ONCOLOGICAL PATIENT'S.*

*Аннотация. Цель: оценка компьютер - ассоциированных диагностических систем в дифференциальной диагностике солидных узелков в легких у онкологических пациентов. Оценка времени удвоения метастазов была проведена с помощью КАД системы Nodules Lung Assessment (Philips). КАД системы помогают в дифференциальной диагностике неопределенных легочных узелков у онкологических больных, оценивая скорость роста и время удвоения объема образований. Выявленное среднее время удвоения объема метастазов при различных локализациях первичной опухоли составляет  $123 \pm 37$  дней. Оптимальный интервал наблюдения за неопределенными легочными узелками в зависимости от локализации первичного онкологического процесса колеблется от 1 до 2 месяцев.*

*Ключевые слова: компьютер - ассоциированные диагностические системы, легочный узелок, метастаз, время удвоения объема.*

*Abstract. The purpose of this study was to estimate computer - aided diagnostic systems in differential diagnostic solid nodules of oncological patient's. The rate estimation of metastases growth in the lungs was conducted by means of the open computer - aided diagnostic system Nodules Lung Assessment (Philips). The computer - aided diagnostic systems help in differential diagnostics of pulmonary nodules of oncological patient's estimating the growth rate and the volume double time. Revealed mean volume double time of metastases has made  $123 \pm 37$  days. The time estimation of metastases' duplication allows determining time slices to observe obscure pulmonary nodules of oncological patients. The detected optimal time slice to observe obscure pulmonary nodules depending on the site of a primary oncologic process varies from 1 to 2 months, subject to apply computer - aided diagnostic systems.*

*Key words: computer-aided diagnostic systems, lung nodules, metastasis, volume double time.*

Онкологические заболевания являются одной из острейших медицинских и социальных проблем современности. По данным Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена в 2012 г. в Российской Федерации впервые в жизни выявлено 525 931 случай злокачественных новообразований, в том числе 240 938 и 284 993 у пациентов мужского и женского пола соответственно. Прирост данного показателя по сравнению с 2011 г. составил 0,7%. Показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100 000 населения России составил 367,9, что на 0,7% выше уровня 2011 г. и на 18,0% выше уровня 2002 г. [1]. Лучевая диагностика занимает ведущее место в диагностике, в том числе и дифференциальной диагностике, онкологических заболеваний. На современном этапе развития онкологии невозможно представить себе стадирование онкологического процесса без компьютерной томографии (КТ). Широкое распространение КТ привело к визуализации гораздо большего количества информации, по сравнению с классическими рентгеновскими методиками. Ярким примером повышенного количества получаемой информации при КТ является выявление легочных периферических образований, в отечественной литературе обозначаемых как очаги, а в иностранной литературе как узелки [2].

Из программ по скринингу рака легкого известно, что от 35 до 50% исследованных неонкологических пациентов имеют, по крайней мере, один легочный узелок [5]. Из этих же программ известно, что с увеличением диаметра узелка, возрастает вероятность его злокачественности. Так, вероятность злокачественности для узелка диаметром до 6 мм составляет 1%, для узелка от 8 до 20 мм – 18%, а для узелка более 20 мм – 50%. У онкологических пациентов при КТ так же выявляются узелки, требующие дифференциальной диагностики. В некоторых случаях даже у онкопациентов множественные узелки могут иметь доброкачественный характер. При невозможности верификации диагноза и выявления природы узелков другими инвазивными и неинвазивными методиками, у неонкологических пациентов, предложен способ динамического наблюдения. Часть принципов наблюдения, например, таких как принципы Флейшнера, основываются на определенных временных интервалах в зависимости от размеров узелков [3]. Часть основано на времени

удвоения объема узелков. Все существующие на настоящий момент принципы разработаны для неопределенных легочных узелков у неонкологических больных.

Исследования в области скрининга рака легкого показали, что узелки в легких при КТ пропускаются рентгенологами в 26 % случаев [4]. При этом в большинстве случаев (62 %) случаях пропускаются узелки до 6 мм. Ошибки при восприятии маленьких узелков зачастую обусловлены наличием рядом расположенных нормальных анатомических структур легких, таких как легочные сосуды и интерстиций. Кроме того, при использовании спирального метода сбора данных при КТ, значительно уменьшается толщина среза, и, соответственно, увеличивается количество полученных срезов. Так, в современных условиях, количество сканов КТ органов грудной клетки может достигать 250 – 300. Такое большое количество сканов значительно увеличивает нагрузку на врача - рентгенолога. Для помощи рентгенологам в выявлении и диагностике легочных узелков предложены алгоритмы компьютер - ассоциированной диагностики (КАД). Системы КАД позволяют обнаружить легочные узелки, оценивать изменения размеров узелков в динамике на последующих томограммах.

Общепризнанным критерием отличия доброкачественного процесса от злокачественного является скорость роста. В практической деятельности важно точно оценить размеры и объем узелка с точностью в несколько миллиметров. От этих результатов будет зависеть тактика ведения пациента с образованием, и зависеть прогноз. Удвоение объема опухолевого очага размером 5 мм приводит к увеличению его диаметра на 1,5 мм, до 6,5 мм. Для оценки такого минимального изменения объема необходимо использование компьютера.

Большинство современных исследований в области КАД остановилось на изучении использования КАД систем у не онкологических пациентов и солитарных поражений. Возможности КАД систем в оценке характера многофокусных поражений, особенно при наличии экстрапульмональной опухоли, недостаточно освещены в современной литературе. Не освещен вопрос о времени удвоения объема метастазов. Соответственно, по данной причине не разработаны алгоритмы наблюдения за неопределенными легочными узелками у онкологических больных.

Таким образом, **целью** нашего исследования является оценка компьютер - ассоциированных диагностических систем в дифференциальной диагностике солидных узелков в легких у онкологических пациентов. Для выполнения данной цели были поставлены следующие **задачи**: 1. Оценить время удвоения объема метастазов в зависимости от локализации первичного онкологического процесса, 2. Разработать схему наблюдения за неопределенными легочными узелками у онкологических больных.

#### **Материалы и методы**

В основу настоящей работы положены результаты КТ легких с верифицированными онкологическими заболеваниями различной локализации, обследованных в Свердловском областном онкодиспансере за период с января 2012 г. по декабрь 2013 г. Исследование времени удвоения объема метастазов включало в себя 174 человека с 289 метастазами. В исследование включено 102 мужчины, 72 женщины, средний возраст  $57 \pm 25,5$  лет.

Первичная и повторная КТ органов грудной клетки проводилась на шестнадцатисрезовом спиральной компьютерном томографе Brilliance Big Bore (Philips). Коллимация срезов при сканировании составляла  $16 \times 0,75$  мм. Сканирование проводилось при 120 кВ, 300 мА, при полной задержке дыхания. Аксиальные изображения восстанавливались с толщиной срезов 1 мм. Матрица изображения  $512 \times 512$ . На столе пациент находился в положении на спине с запрокинутыми за голову руками. Движение стола осуществлялось головой вперед. После выполнения сканограммы определялся уровень сканирования. Верхним уровнем сканирования являлись верхушки легких, нижним – синусы легких. По клиническим показаниям проводилось внутривенное болюсное введение контрастного вещества с помощью автоматизированного шприц - инъектора, работа которого синхронизирована с работой компьютерного томографа. Коммерчески доступное неионное йодсодержащее контрастное вещество вводилось после предварительной катетеризации периферической вены. Полученные в результате исследования топограммы и серии аксиальных сканов передавались по сети на рабочую станцию томографа, где производилась вся необходимая обработка изображения, включая метрические и денситометрические измерения, мультипланарные реформации (МПР), трехмерные реконструкции, использование специализированной программы компьютер - ассоциированной диагностики: Nodules Lung Assessment.

В программе КАД сегментация узелков начиналась со щелчка мыши на узелке. Информацию об узелке выводилась на экран рабочей станции в виде таблицы, содержащей информацию: объем в  $\text{мм}^3$ , три размера (x, y, z) в миллиметрах, максимальный размер, минимальный размер, плотность в единицах Хаунсфильда и стандартное отклонение. Узелки выделялись тонкой линией (оверлей), ограничивающей объем узелка. Данная функция позволяет вручную исправлять неполные или избыточные сегментации.

В исследование времени удвоения объемов метастазов были включены только узелки, с явными признаками метастазов. Такими признаками являлись: множественность узелков (более 5), увеличение плотности узелка более чем на 15 ед.Х. при контрастном усилении йодсодержащим контрастным веществом, диаметр более 10 мм, однородная структура (отсутствие кальцинатов). В исследование включались только солидные узелки. С помощью программы КАД проводилась оценка изменения размеров объема выявленных метастазов. Оценивались такие параметры, как объем узелков, скорость роста в

процентах и время удвоения. Критерием роста узелка считалось изменение его объема более чем на 25%. Неудовлетворительные сегментации узелков (неполный охват объема узелка) исправлялись вручную с помощью расширения или уменьшения оверлея до того момента, когда весь объем узелка был включен в сегментацию. При множественном узелковом поражении произвольно выбирались 3 – 4 метастаза разного размера, проводилась их сегментация и оценка времени удвоения.

#### **Результаты и их обсуждение**

Выявленное время удвоения метастазов при различных локализациях первичной опухоли колебалось от 31 до 282 дней. Наименьшее время удвоения определялось в метастазах меланомы и опухолей прямой кишки – 31 день. Наибольшее время удвоения – при опухолях молочной железы и легких – 282 и 275 дней соответственно. В связи с очень большой разнородностью групп метастазов из различных первичных очагов и без учета гистологического вида опухоли и степени дифференцировки, которые определяют фактор прогноза, данные сроки не могут точно отражать время удвоения для каждой конкретной опухоли. Поэтому были вычислены усредненные величины времени удвоения. Наименьшее среднее время удвоения метастазов определялось при опухолях ЖКТ – 92 – 98 дней. Наибольшее среднее время удвоения – при опухолях легкого и молочной железы – 145 и 171 день соответственно. Среднее время удвоения метастазов для всех исследованных локализациях опухолей составило  $123 \pm 37$  дней.

При среднем времени удвоения объема узелка 123 дня, увеличение узелка на 25% произойдет примерно через 39 дней. То есть, через 1,5 месяца может быть зафиксирован убедительный рост узелка. То есть, при наличии у пациента с известной опухолью неопределенных легочных узелков при первичной КТ, контрольная КТ через 1,5 – 2 месяца может выявить рост узелка более чем на 25%, что позволит судить о его злокачественности. Если через 1,5 месяца изменение размеров не было зафиксировано, или оно находится в пределах погрешности метода (0–25%), при отсутствии химиотерапии, которая может тормозить размножение клеток опухоли, значит, время удвоения метастаза составляет более 200 дней. При таком времени удвоения контрольная КТ через 3 месяца может зафиксировать рост узелка. Для метастазов с более длительным временем удвоения увеличение узелка может быть зафиксировано через 2 месяца. И, при отсутствии изменения размера более чем на 25%, следующую КТ для оценки роста необходимо провести через 2 – 4 месяцев.

#### **Выводы**

КАД системы являются важным и перспективным инструментом для выявления и характеристики легочных узелков. КАД системы обеспечивают рентгенолога более точной информацией по объему и характеристикам легочного узелка. КАД системы более чувствительны к изменениям размеров узелков. Это позволяет рентгенологу провести более раннюю дифференциальную диагностику и выявить большее количество злокачественных узелков. КАД системы позволяют вычислять время удвоения метастазов, что, в свою очередь, позволяет определить интервалы наблюдения за неопределенными легочными узелками у онкологических больных. Так же, КАД системы позволяют точно сопоставлять локализацию и оценивать динамику метастазов в легких при проведении химиотерапии. Выявленное среднее время удвоения метастазов с помощью КАД систем составляет  $123 \pm 37$  дней. На выявленном времени удвоения предложены интервалы

наблюдения за неопределенными легочными узелками. Для наблюдения за неопределенными легочными узелками при известной локализации первичной опухоли интервалы первой повторной КТ могут колебаться от 1,5 до 2 месяцев. Проводить контрольную КТ для оценки природы неопределенных легочных узелков ранее указанных сроков нецелесообразно. Данные сроки наблюдения впервые позволяют определиться с интервалами наблюдения за неопределенными узелками в легких у онкологических больных. Интервалы значительно короче предложенных до настоящего времени руководящих принципов наблюдения за неопределенными узелками у неонкологических пациентов.

#### Список литературы

1. Каприн А.Д., Старинский А.Д., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2012 году. М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России. 2013. илл.- 232 с.
2. Austin J.H., Muller N.L., Friedman P.J. Glossary of terms for CT of the lungs: recommendations of the Nomenclature Committee of the Fleischner Society // Radiology. 1996. № 200. P. 327–331.
3. Gould Fletcher. Evaluation of patients with pulmonary nodules: when is it lung cancer?: ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition) // Chest. 2007. № 132 (3, sup.). P. 108S – 130S.
4. Sprindzuk M.V., Kovalev V. A., Snezhko E. V., Kharuzhyk S. A. Computer-Aided Differential Diagnosis of the Pulmonary Nodule: Towards an Understanding of the Medical Imaging Basics and Experiences in the Field. J. Lung Cancer. 2009. N. 8 (2). P. 78 – 91.
5. The Early Lung Cancer Action Program Investigators. Computed tomographic screening for lung cancer. The relationship of disease stage to tumor size // Arch. Intern. Med. Feb. 2006. № 166. P. 321 – 325.

## ХАРАКТЕР ПИТАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ НАХОДЯЩИХСЯ НА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

**Брыксина Евгения Юрьевна**

*Кандидат медицинских наук, врач-неонатолог*

*Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, Воронеж*

**Брыксин Владислав Серафимович**

*Врач анестезиолог-реаниматолог, неонатолог*

*Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, Воронеж*

### NATURE OF FOOD OF THE NEWBORNS EXPOSED TO ARTIFICIAL PULMONARY VENTILATION

*Bryksina Evgenia Yurevna, Candidate of medical sciences, neonatologist, The Voronezh state medical academy of N.N. Burdenko, Voronezh*

*Bryksin Vladislav Serafimovich, Anaesthesiologist and resuscitation specialist neonatologist, The Voronezh state medical academy of N.N. Burdenko, Voronezh*

#### АННОТАЦИЯ

*В целях оптимизации нутритивной тактики у новорожденных детей с микроаспирацией желудочного содержимого нами был проанализирован максимальный уровень активности пепсина в зависимости от вида применяемой смеси. Выявлено, что у детей, получавших антирефлюксную смесь, значения экстинкции были достоверно ( $p < 0,005$ ) меньше в сравнении с пациентами, получающими энтерально исключительно стандартную адаптированную смесь.*

#### ABSTRACT

*For optimization of nutritive tactics at newborn with microaspiration of gastric contents we analysed a maximum level of activity of pepsin depending on a type of the enteralimentation. It is revealed that the children receiving anti-reflux food, had values of an extinction authentically ( $p < 0,005$ ) less in comparison with the patients receiving exclusively standard adapted food.*

*Ключевые слова: микроаспирация, энтеральное питание, антирефлюксное питание.*

*Keywords: microaspiration, enteralimentation, anti-reflux food.*

Микроаспирация желудочного содержимого у новорожденных детей, находящихся на искусственной вентиляции легких усугубляет негативное действие факторов, ассоциированных с респираторной терапией, повышая риск развития хронической бронхолегочной патологии – бронхолегочной дисплазии (БЛД). Бронхолегочной патологией, сочетающейся с микроаспирацией в неонатальном периоде, являются аспирационные пневмонии, бронхоспастические состояния, возможно нарушение ритма дыхания и развитие апноэ. Микроаспирация сопровождается повреждением слизистой оболочки дыхательных путей на всем протяжении, а также эпителия альвеол. В па-

тологический процесс вовлекается эндотелий микроциркуляторного русла легких, с повышением проницаемости сосудов и развитием интерстициального отека, скоплением жидкости в полости альвеол, что приводит к нарушению функции газообмена [2, 6, 7, 8].

Широкий спектр патологических факторов неонатального периода, способствующих развитию БЛД, делает необходимым комплексный подход в решении диагностических и лечебно-реабилитационных вопросов, одним из которых является разработка адекватной, индивидуально подобранной нутритивной тактики, соответствующей функциональному состоянию желудочно-кишечного

тракта, обеспечивающей повышенные энергетические потребности и уменьшающей выраженность гастроэзофагеальной регургитации у новорожденных, получающих респираторную терапию.

**Материалы и методы.** В исследование включено 276 детей в возрасте от 1 дня до 4 месяцев жизни, находившихся на искусственной вентиляции легких в неонатальном периоде и имевших микроаспирацию желудочного содержимого. Диагностика микроаспирации желудочного содержимого проводилась посредством выделения пепсина в трахеобронхиальном аспирате (ТБА) гель-фильтрацией на сефадексах, с определением активности пепсина по величине экстинкции [5]. ТБА собирали на 1, 3, 10, 14 и 21 дни исследования, что соответствовало, через интубационную трубку, в ходе санации верхних дыхательных путей новорожденного через 2 часа после кормления.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Statistica 6» (USA, 2001).

**Результаты и их обсуждение.** Учитывая тяжесть состояния включенных в исследование новорожденных, с наличием широкого спектра патологических факторов негативно сказывающихся на функциональной активности желудочно-кишечного тракта и снижающих толерантность к энтеральной нагрузке, основная масса пациентов в неонатальном периоде находилась на полном или частичном парентеральном питании, длительность которого определялась гестационным возрастом, массой тела при рождении, клинической динамикой с оценкой функции не только гастроинтестинальной, но и бронхолегочной системы, гемодинамики, показателей КОС, активностью и локализацией инфекционно-воспалительного процесса. Показаниями к полному парентеральному питанию у включенных в исследование детей были: декомпенсированный метаболический ацидоз, патологические изменения, нестабильность центральной гемодинамики, полиорганная недостаточность, судорожный синдром, геморрагический синдром с поражением слизистой желудочно-кишечного тракта (желудочное, кишечное кровотечение), парез кишечника, НЭК.

В связи с важной ролью раннего энтерального введения нутриентов в морфологическом (созревание слизистой оболочки кишечника посредством гормональной и местной стимуляции) и функциональном (повышение толерантности к энтеральной нагрузке) становлении желудочно-кишечного тракта, при отсутствии противопоказаний, энтеральное питание начинали в первые 72 часа жизни. Однако стоит отметить, что в ряде случаев раннее начало энтерального питания, в последующем, на этапе расширения объема трофического питания с соблюдением всех норм объема и кратности введения нутриентов, сопровождалось ухудшением функциональной активности гастроинтестинальной системы в виде снижения активности перистальтики, вздутия живота с накоплением патологического объема остаточного содержимого в желудке, что требовало не только ограничения объема энтеральной нагрузки, но и перехода на полное парентеральное питание. Данная ситуация имела место преимущественно у детей со сроком гестации 32 недели и менее,

что очевидно, было связано с незрелостью желудочно-кишечного тракта, усугубляемой действием перинатальных гипоксических, ишемических, инфекционных факторов, негативное влияние которых сохранялось даже на фоне стабилизации состояния в неонатальном периоде с обеспечением адекватной респираторной, метаболической поддержки и антибактериальной терапии.

При контроле остаточного содержимого желудка у пациентов, получающих трофическое питание, в ряде случаев определялось дуоденальное содержимое, что свидетельствовало о наличии дискинезии стенки желудочно-кишечного тракта на фоне патологических влияний инфекционно-токсического, гипоксического, ишемического генеза и/или гестационной незрелости. Данная ситуация расценивалась как патологическая, но при положительной общей клинической и лабораторной динамике не являлась противопоказанием к расширению энтеральной нагрузки.

детей, находящихся на частичном энтеральном питании, в период расширения энтеральной нагрузки патологическим считалось остаточное содержимое, превышающее 1/3 разового объема кормления, что, в комплексе с показателями экстинкции в ТБА превышающими 1,2, требовало ограничения энтерального питания на 8-10 мл/кг/сут. При уменьшении выраженности дискинетических расстройств и микроаспирации желудочного содержимого объем энтерального питания увеличивали на 10 мл/кг/сут у недоношенных детей и на 15-20 мл/кг/сут у доношенных.

Кормление осуществлялось дробно – от 8 до 12 раз в сутки, либо непрерывно с дотацией смеси через перфузор. Вид и кратность энтерального введения нутриентов определялась индивидуальными особенностями с учетом толерантности к энтеральной нагрузке.

Позиционная терапия включала расположение головного конца кровати под углом 30°, кормление в приподнятом на 40°-50° положении, вертикальное положение ребенка после кормления в течение 10-15 минут.

Энтеральная нутритивная терапия включала использование в комплексе грудным молоком, или, при его отсутствии, с адаптированными по сроку гестации и состоянию ребенка смесями, специализированных антирефлюксных смесей, доля которых в разовом объеме кормления определялась клиническим эффектом и составляла от 1/4 до 1/2 на первом месяце жизни и от 1/2 до 2/3 в возрасте старше 1 месяца жизни, в ряде случаев имел место полный переход на антирефлюксную смесь.

Следует отметить, что рутинное применение антирефлюксных смесей у всех детей, находящихся на искусственной вентиляции легких без достоверного подтверждения наличия патологической гастроэзофагеальной регургитации необоснованно. Это связано с тем, что ряд антирефлюксных смесей, содержащих камедь для сгущения пищевого комка, затрудняет всасывание ряда нутриентов, таких как белки, жиры, электролиты, кроме того недоношенные дети, а также доношенные дети с риском формирования бронхолегочной дисплазии нуждаются в высококалорийном питании, содержащим повышенный уровень белка, а переход на антирефлюксную смесь (частичный

или полный) неотъемлемо сопровождается снижением как калорийности, так и уровня содержания белка в составе питания. Таким образом, применение антирефлюксной смеси должно быть четко аргументировано.

В процессе настоящего исследования была оценена эффективность применения антирефлюксных смесей посредством анализа динамики активности пепсина в

Длительность применения антирефлюксной смеси в стационаре составила от 1,5 до 4 месяцев, на амбулаторном этапе - до 6 месяцев. Из общего количества детей, получавших антирефлюксную смесь, 39 детей к 1,5 месяцам

ТБА, а также кратности и объема срыгиваний. Антирефлюксную смесь получали 128 детей (46 доношенных детей и 82 ребенка, рожденных преждевременно) с верифицированной микроаспирацией желудочного содержимого в неонатальном периоде.

жизни перешли на нее полностью, при этом 27 из них продолжали получать данную смесь после выписки из стационара в полном объеме.

Таблица 3

Средние значения экстинкции в зависимости от срока гестации и вида энтерального питания в первый месяц жизни

Смесь	Срок гестации, недели			
	38 и более	37-35	34-29	менее 29
Экстинкция (M+n)				
Антирефлюксная (m=21)	(n=14) 0,617±0,024	(n=4) 0,412±0,008	(n=3) 0,956±0,005	-
Антирефлюксная + стандартная адаптированная (или грудное молоко) (m=107)	(n=32) 0,655±0,018	(n=7) 0,437±0,011	(n=57) 0,962±0,025	(n=11) 1,285±0,027
Стандартная адаптированная (m=148)	(n=54) 0,716±0,035	(n=10) 0,504±0,036	(n=48) 1,029±0,017	(n=36) 1,533±0,014

*n* – количество детей в зависимости от срока гестации;

*m* – количество детей в зависимости от вида энтерального питания.

Нами проведен сравнительный анализ средних показателей экстинкции у детей, получавших антирефлюксные и стандартные адаптированные смеси. Согласно полученным результатам, представленным в таблице 3, наибольшую активность пепсина в ТБА при всех степенях гестации имели дети, получающие стандартную адаптированную смесь.

Различия в значениях экстинкции у пациентов, находящихся полностью на антирефлюксной смеси и у пациентов, получающих антирефлюксную смесь в составе энтерального питания стандартной адаптированной смесью, были наиболее выраженными у доношенных детей, по мере снижения срока гестации отмечалось уменьшение значимости различий в значениях экстинкции.

По результатам исследования проведена сравнительная оценка средних значений экстинкции в зависимости от применяемой смеси. Следует отметить, что при всех видах антирефлюксных смесей и подходах к энтеральному питанию (антирефлюксная смесь или антирефлюксная смесь в комплексе со стандартной адаптированной смесью) значения экстинкции были достоверно ( $p < 0,005$ ) меньше в сравнении с пациентами, получающими энтерально исключительно стандартную адаптированную смесь.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о значимом клиническом эффекте применения антирефлюксных смесей в составе энтерального питания у детей, получавших респираторную терапию в неонатальном периоде.

#### Список литературы.

1. Брыксина Е.Ю. Патогенетические аспекты перинатальных поражений центральной нервной системы недоношенных детей // Вестник Тамбовского Университета. Сер. Естественные и технические науки. – Тамбов, 2013. – Т.18. – Вып.6. – С. 3312-3315.
2. Брыксина Е.Ю. Частота развития и особенности течения бронхолегочной дисплазии у детей с микроаспирацией желудочного содержимого // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы медицины XXI века». – Уфа, 2014. – С.6-8.
3. Давыдова И.В. Клинико-функциональные особенности течения бронхолегочной дисплазии в первом полугодии жизни / И.В. Давыдова, Г.В. Яцык, О.Ф. Лукина [и др.] // Российский педиатрический журнал. - М. - 2008. - №6. - С. 10-13.
4. Овсянников Д.Ю. Частота бронхолегочной дисплазии в структуре респираторных заболеваний на различных этапах оказания медицинской помощи детям и современные показатели летальности // Педиатрия. – 2009. – Т. 88. - №3. – С. 155.
5. Патент РФ №2012112393/15, 02.04.2012 Почивалов А.В., Брыксина Е.Ю., Брыксин В.С., Василенко Д.Ю. Способ рогнозирования тяжести течения бронхолегочной патологии на фоне гастроэзофагеального рефлюкса у детей, находящихся на искусственной вентиляции легких // Патент России №2480753, МПК G 01 N 33/483.

## СОЧЕТАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И СУСПЕНЗИИ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ИНФИЦИРОВАННЫХ РАН В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Добрейкин Е.А., Урусова А.И., Андреев Д.А.

ГБОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

COMBINED COPPER LOW-INTENSITY LASER APPLICATION AND SUSPENSION NANOPARTICLES' IN THE TREATMENT OF INFECTED WOUNDS IN SURGICAL EXPERIMENT

Dobrejkin E.A., Urusova A.I., Andreev D.A. ? Saratov State Medical Universitet yn.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

### АННОТАЦИЯ

Определены особенности течения смоделированного раневого процесса при инфицировании ожоговой раны кожи, выраженность антибактериального эффекта различных концентраций наночастиц меди и параметров лазерного излучения. Сочетанное местное применение (НИЛИ) и наночастиц меди у экспериментальных животных группы наблюдения к 7-м суткам обеспечивало прекращение высеваемости патогенной микрофлоры, появлению к 4-м суткам грануляций, а к 14-м суткам лечения эпителизацию раны. Полученные данные экспериментальных исследований с применением планиметрических и микробиологических методов исследования указывают на достаточно высокую эффективность сочетанного применения наночастиц и лазерного излучения, по срокам и полноценности эпителизации раны превосходящую применение стандартных способов лечения.

Ключевые слова: эксперимент, моделирование, наночастицы меди, низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ), сочетанное лечение.

### ABSTRACT

Peculiarities of the simulated wound process development in skin burn wound infection, markedness of antibacterial effect of various copper nanoparticles' concentrations and laser radiation parameters were detected. Combined local application of LILR and copper nanoparticles in experimental animals of the group under observation provided by the 7<sup>th</sup> day of treatment discontinuation of pathogenic microflora inoculation, by the 4<sup>th</sup> day – appearance of granulations, and by the 14<sup>th</sup> day of treatment-wound epithelization. The obtained findings of experimental studies with the use of planimetric and microbiological methods of investigation suggest rather high efficiency of combined application of copper nanoparticles and laser radiation, the effect surpassing that of standard methods of treatment in duration and adequacy of wound epithelization.

Key words: experimental simulation, copper nanoparticles, low-intensity laser radiation (LILR), combined application.

**Введение.** В настоящее время научно обоснована антимикробная активность наночастиц ряда металлов, в частности серебра, меди, железа и др. [6]. Высоко оценивается эффективность применения НИЛИ в комплексном лечении гнойных ран [1,2,3]. Применение НИЛИ способствует: более быстрому очищению ран от гнойно-некротических масс, раннему образованию грануляций, эпителизации раневых дефектов и сокращению сроков лечения. [2,10]; стимулирует макрофагальную реакцию, активирует биосинтетическую функцию фибробластов, оптимизирует процессы ангио- и фибриллогенеза; способствует более быстрому созреванию грануляционной ткани и её фиброзной трансформации, которая завершается к 7-8 суткам [3]. Сочетанное применение нанотехнологий и лазерного излучения нашло применение в экспериментальной онкологии [9,10]. В работах В.В.Алипова и соавт. [4,5] сообщалось о потенцирующем действии НИЛИ и наночастиц при ожоговых ранах кожи. Таким образом, актуальным направлением в экспериментальной хирургии является моделирование инфицированной раны, применение наночастиц металлов, поиск усиления их бактерицидного действия в сочетании с лазерным воздействием на рану.

**Цель работы** - экспериментальное обоснование эффективности сочетанного применения наночастиц меди и низкоинтенсивного лазерного облучения при хирургическом лечении инфицированных ран кожи.

**Материал и методы.** Исследования выполнялись в оперблоке кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии СГМУ им. В.И.Разумовского. В ходе работы использования «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложения к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г. № 755) и Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N 123), г. Страсбург, 18.03.1986 г. Исследование имеет рекомендацию и положительное заключение комитета по этике ГОУ ВПО Саратовского ГМУ им. В.И.Разумовского (протокол № 1 от 5 сентября 2011 года). При выполнении всех манипуляций животным использовали внутримышечный наркоз (Sol. Zoletili 0,5 %) и его сочетание с местным введением 0,5% раствора новокаина в дозировках, рассчитанных по массе животного.

**Моделирование раны кожи.** Нами в эксперименте на 50 белых лабораторных крысах массой 190-200 г. разработан и запатентован новый способ моделирования ожоговой раны кожи [8]. В результате высокоинтенсивного лазерного воздействия создается ожоговая рана последовательно всех слоев кожи до подкожной клетчатки (ожог III Б степени) площадью, соответствующей площади медной пластинки площадью 400 кв.миллиметров. В экспериментах при послеоперационном лечении ран пользовались аппаратом АЛТ «Матрикс», тип МЛО1КР (режимы: частота – 80 Гц, мощность излучения - 15 мВт, длина волны - 630 нм). Сеансы проводили через день по

2 минуты каждый в течение 14 дней. Ультрадисперсный порошок меди получали термоллизом в токе оксида углерода оксалата меди. Последний синтезировали из ацетата меди и щавелевой кислоты. Таким способом удаётся получить ультрадисперсный порошок меди, состоящий из её кластеров, включающих фрагменты от 60 до 80 нм, и обладающих повышенной устойчивостью на воздухе. Наночастицы меди помещали в стерильные пробирки известной массы для удобства дальнейшего получения стерильных суспензий заданных концентраций. Суспензию наночастиц меди получали при соединении 0,8 мл стерильного подсолнечного масла с 1 мг наночастиц меди с конечной концентрацией 1 мкг/мл. Данное раневое покрытие наносилось на поверхность инфицированной раны в указанной дозе ежедневно каждому животному.

Нами изучено влияние сочетанного применения наночастиц меди и низкоинтенсивного лазерного излучения на ожоговую рану в эксперименте на 150 белых лабораторных крысах массой 190-200 г. В целях оценки влияния сочетанного применения наночастиц меди и низкоинтенсивного лазерного излучения на процессы заживления ожоговой раны проведен эксперимент, в ходе которого животным после создания инфицированной раны [7], в течение 14-ти дней проводили лечение низкоинтенсивным лазерным излучением (серия 1), масляной эмульсией наночастиц меди (серия 2), сочетанным воздействием лазера и наночастиц меди (серия 3), левомиколем, как препаратом сравнения (серия 4). Контролем (серия 5) служили животные, которым проводили только хирургическую обработку раны, включающую эвакуацию гноя, удаление некротической ткани и промыванием ее антисептиком. На 3-и сутки после создания ожоговой раны выполняли хирургическую некрэктомию.

Модель гнойной ожоговой раны создавали следующим образом. Под комбинированным наркозом инфицировали рану лабораторными штаммами *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*. Для этого из суточных агаровых культур по оптическому стандарту мутности МакФарланда готовили суспензию в физиологическом растворе хлорида натрия в конечной концентрации  $3 \times 10^7$  КОЕ/мл и суспензией в объёме 0,1 мл взвеси однократно орошали рану. Для комплексной оценки течения раневого процесса в исследовании использовали методы планиметрического и микробиологического, исследования ран, которые осуществляли на 3-и, 5-е, 7-е, 10-е, 14-е сутки, ежедневно оценивали общее состояние животных. Бактериологическое исследование гнойных ран включало изучение качественного состава микробных возбудителей и количественный учет микроорганизмов. Учитывались следующие параметры течения раневого процесса: наличие и характер воспалительной реакции, состояние краев и дна раны, сроки очищения раны от некротических тканей и появления грануляций, характер грануляционной ткани, сроки начала эпителизации ран. Через 14 дней лечения, что соответствовало 17-м суткам после воспроизведения ожога, животных взвешивали и выводили из эксперимента передозировкой эфирного наркоза. У животных забирали фрагменты кожи из центра и периферии ожоговой раны, (окраска парафиновых срезов Гематокси-

лином-Эозином и Пикрофуксином). Статистическую обработку результатов проводили с учётом принципов доказательной медицины, с использованием параметрических и непараметрических методов.

**Результаты и их обсуждение.** При исследовании гистологических препаратов через сутки эксперимента во всех сериях экспериментов в зоне термического воздействия были обнаружены изменения, характерные для ожога IIIБ степени. Анализ процессов формирования и заживления инфицированных ожоговых ран показал, что на 3- и сутки моделированной инфицированной ожоговой раны в межлопаточной области у животных формировалась гнойная рана со всеми характерными признаками гнойного воспаления. Отмечался отек и гиперемия кожи в области нанесения раны, припухлость, у некоторых животных между швами выделялся гной. При пальпации определялась местная гипертермия и флюктуация. Наличие инфицированности подтверждалось бактериологическим посевом раневого содержимого. В среднем перед началом лечения обсеменённость ран *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus* составляла  $4300 \pm 512$  КОЕ/мл раневого отделяемого. Площадь ран во всех сериях с лечением была статистически значимо меньше ( $p < 0.05$ ), чем без лечения.

На 7-ой день комбинированного хирургического и специального лечения планиметрические характеристики инфицированных ран в сериях 1-2 свидетельствует о том, что раневое покрытие суспензией наночастицами меди обладает более эффективным лечебным действием, чем действие изолированное действие НИЛИ. Динамика уменьшения площади ран к 14-м суткам при сочетанном применении НИЛИ и суспензии наномеди была наиболее заметной, наблюдалось в более ранние сроки наблюдения, чем в сериях 1,2,4. Анализ сроков очищения раны, появления грануляций и эпителизации выявил следующее. В серии животных, не получавших лечение лишь к 10-м суткам наметилось очищение раны, а к 14-м суткам появление редких грануляций. Сопоставимыми являются результаты серий 2 и 4 с применением наносуспензий меди и левомиколя: частичная эпителизация констатирована на 13-14 сутки лечения. Очищение раны, появление грануляций и эпителизация в экспериментах 3-ей серии зарегистрированы соответственно на 5-е, 7-е и 10-е сутки, т.е. на 4 дня раньше, чем в сериях 1,2,4. Важным показателем заживления инфицированной ожоговой раны является динамика обсеменённости микроорганизмами. Бактериологическое исследование отделяемого из ран животных показало, что при сочетанном лечении (3-я серия) происходит постепенное линейное снижение количества микроорганизмов в ране, максимально выраженное по сравнению с другими группам. Наиболее приближены к данной динамике показатели в группе животных, которым проводили лечение суспензией наномеди, что подтверждает выявленный в экспериментах *in vitro* факт усиления лазерным излучением бактерицидного действия наночастиц меди.

На 14-е сутки лечения у животных 3-ей серии (лазер + наномедь) отмечен четкий переход фазы воспаления в фазу регенерации и эпителизации раны. Визуально

к этому времени отмечалась полная или частичная эпителизация раны без признаков рубцевания. Струп на месте ожога уже отошел, отмечено восстановление всех слоев эпидермиса. Поверхностный слой грануляционной ткани был диффузно инфильтрирован лейкоцитами, среди которых преобладали лимфоциты и нейтрофилы, в более глубоком слое наблюдалось обширное пропитывание грануляционной ткани эритроцитами. Сама грануляционная ткань состояла из большого количества формирующихся сосудистых петель и тонкой сети коллагеновых волокон с большим количеством фибробластов. Сосуды тонкостенные и в большинстве полнокровные. В пограничной зоне наблюдалось частичное отслоение эпидермиса от собственной кожи, при этом в целом сохраняются все слои эпидермиса.

**Заключение.** При изолированном применении лазерного излучения по сравнению с группой контроля площадь инфицированной раны сократилась на 20%, отмечено раннее появление грануляций, хотя полная эпителизация не наступила даже к 14-м суткам лечения. Бактериальная обсемененность при местном лечении раны ликвидирована лишь к 11-м суткам применения НИЛИ. Наночастицы меди в применяемых концентрациях вызывают резкое сокращение количества микробных клеток *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*. Бактериальная обсемененность инфицированной раны при местном применении наночастиц меди исчезла к 9-м суткам, тогда как в группе контроля она сохранялась и после 14-ти суток наблюдения. Частичная эпителизация раны при использовании раневого покрытия с суспензией наномеди наступала через 13-14 суток лечения. Сочетанное применение НИЛИ и наночастиц меди в концентрации 1 мг/мл обладает терапевтическим эффектом без оказания токсического действия на организм и позволяет проводить лечение без определения типа возбудителя. У экспериментальных животных третьей серии сочетанное лечение давало максимально быстрое и выраженное линейное снижение микробной обсемененности раны по сравнению с другими сериями наблюдений. При сочетанном применении НИЛИ и наномеди переход процесса гнойно-воспалительных явлений в регенераторный период наблюдался на четверо суток раньше, чем во 2-ой и 4-ой сериях экспериментов, тем самым сокращался срок эпителизации раны в 1,5 раза, а в сравнении с контрольной серией - в 2 раза.

### ВЫВОДЫ

1. Местное применение суспензии наночастиц меди превосходит эффективность лазерного воздействия и лечения мазью «Левомиколь», а сочетание использования НИЛИ и суспензии наномеди позволяет ускорить купирование инфекционно-воспалительных процессов в ране за счет синергизма антимикробного воздействия на 6,2±0,5 суток.
2. Сочетанное местное применение НИЛИ и суспензии наночастиц меди у животных сокращает очищения раны, в 1,5 раза ускоряет появление грануляций и эпителизацию раны, которая отмечена к 11,8±1,0 суткам лечения.

3. Сочетанное применение НИЛИ и суспензии наночастиц меди при хирургическом лечении инфицированных ожоговых ран кожи позволяет сократить сроки лечения экспериментальных животных на 21,8%

### Список литературы

1. Алипов В.В. Результаты сочетанного применения наночастиц меди и НИЛИ при инфицированных ожоговых ранах кожи в хирургическом эксперименте / В.В. Алипов, Е.А. Добрейкин, А.И. Урусова, П.А. Беляев // *Фундаментальные исследования*.- 2013. № 9.- С. 272-275.
2. Алипов В.В. Результаты сочетанного применения наночастиц меди и НИЛИ при инфицированных ожоговых ранах кожи в хирургическом эксперименте / В.В. Алипов, Е.А. Добрейкин, А.И. Урусова, П.А. Беляев // *Фундаментальные исследования*.- 2013. № 9.- С. 272-275.
3. Алипов В.В. Экспериментальное обоснование сочетанного применения наночастиц меди и низкоинтенсивного лазерного облучения при хирургическом лечении моделированных инфицированных ожоговых ран кожи / В.В. Алипов, Е.А. Добрейкин, А.И. Урусова, П.А. Беляев // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2013.- № 4.- С. 411-417.
4. Alipov V.V. Lazer nanotechnology in experimental surgery. International Kongress «EuroMedica 2012».- Hannover.- 2012.- С.22-23
5. Alipov V.V. Evaluation of antimicrobial effect of copper nanoparticles' and low-intensity laser radiation and their combined application in experiment / Alipov V.V, Dobrejkin E.A, Urusova F.I., Belaev P. // *Westwood-Canada*.-2014.- P.- 279-280.
6. Николенко В.Н., Алипов В.В. Фомичева О.А. Лебедев М.С., Цацаев Х.М. Перспективные нанотехнологии в области экспериментальной медицины. // *Нанотехника*.- 2009.- № 19.- С. 66-68.
7. Патент РФ № 2475251 от 06.02.2012 г. «Способ комбинированного лечения абсцессов в эксперименте» Авторы: Алипов: В.В., Лебедев М.С., Доронин С.Ю., Шаповал О.Г., Алипов Н.В., Лебедева Е.А.
8. Патент РФ № 2472232 от 24.03.2011 г. на изобретение «Способ моделирования термической ожоговой раны кожи у лабораторных животных». Авторы Колсанов А.В., Алипов, В.В., Добрейкин Е.А. Terentyuk G.S., Maksimova I.L.,
9. Tuchin V.V., Zharov V.P., Bogatyrev V.A., Dykman L.A. N. G. Application of gold nanoparticles to x-ray diagnostics and photothermal therapy of cancer. Saratov Fall Meeting: Coherent Optics of Ordered and Random Media VII Ed. D.A..- 2007.- P. 6536: 6537.
10. Tuchin V. V., Terentyuk, G., S., Maslyakova, G. N., Suleymanova, L. V., Khlebtsov N. G. and Khlebtsov, B. N. Laser-induced tissue hyperthermia mediated by gold nanoparticles: toward cancer phototherapy // *J. Biomed. Optics*.- 2009.-№ 14(2), 021016(1-9).

## РЕДКИЕ DE NOVO МУТАЦИИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

**Филиппова Наталья Валерьевна**

кандидат мед. наук, ассистент, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава России, г. Саратов

**Барыльник Юлия Борисовна**

доктор мед. наук, зав.кафедрой Саратовский государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Минздрава России, г. Саратов

### RARE DE NOVO MUTATION ASSOCIATED WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Filippova Natalia, Candidate of med. Science, assistant professor of Saratov State medical University, Saratov

Baryl'nik Julia, Dr. of med. Sciences, Head of the Department of Saratov State medical University, Saratov

#### АННОТАЦИЯ

Многочисленные исследования последних десятилетий посвящены изучению генетической предрасположенности при расстройствах аутистического спектра (РАС). Авторы проанализированных в данном обзоре исследований провели изучение геномных вариаций в большой когорте семей, в которых хотя бы один ребенок страдает аутизмом. Установлено, что редкие De Novo мутации встречаются гораздо чаще у детей с аутизмом, чем у их родителей или психически здоровых братьев и сестер.

**Ключевые слова:** расстройства аутистического спектра, генетические факторы, De Novo мутации, семейные исследования.

#### ABSTRACT

Numerous studies in recent decades devoted to the study of genetic predisposition with autism spectrum disorders (ASD). The authors analyzed in this review of the research conducted to study genomic variation in a large cohort of families in which at least one child is autistic. It has been established that the rare De Novo mutation are much more common in children with autism than their parents or mentally healthy siblings.

**Keywords:** autism spectrum disorders, genetic factors, De Novo mutation, family studies.

Проведенные в последние годы исследования, анализирующие генетические данные семей, в которых хотя бы один ребенок страдает аутизмом, продемонстрировали убедительные доказательства того, что редкие De Novo мутации ассоциированы с развитием аутистических расстройств [1, 2, 3].

В данных исследованиях были использованы новые мощные скрининговые инструменты для поиска генетических аномалий детей с аутизмом, а также их родителей, братьев и сестер. На сегодняшний день они представляют собой крупнейшие генетические исследования (так называемые «симплексные» семейные исследования), охватывающие около 4 000 человек из более чем 1 000 семей.

Исследователи искали редкие мутации De Novo, которые происходят в организме спонтанно, а также редкие варианты, передающиеся от родителей к ребенку. Для того, чтобы вариант мутации можно было бы определить как редкий, он должен наблюдаться у менее чем 1 % популяции. Общие варианты, напротив, могут присутствовать у 5 % и более от общей численности населения.

В 2007 г. M. Wigler и его коллеги из лаборатории Cold Spring Harbor в Нью-Йорке сообщили, что у детей с аутизмом обнаруживается больше De Novo вариаций в количестве копий (CNVs), чем у их братьев и сестер [4]. CNVs представляют собой делеции и дупликации в участках ДНК. Частота De Novo мутаций среди страдающих аутизмом детей в симплексных семьях в данном исследовании составила 10 % по сравнению с 1 % в контрольной группе. В следующем исследовании M. Wigler обнаружил De Novo мутаций у 8 % детей с аутистическими расстройствами по сравнению с 2 % в группе их здоровых братьев и сестер.

Другое исследование, проведенное в Йельском университете под руководством M. State [3], выявило подобные мутации у 5,8 % среди страдающих аутизмом детей по сравнению с 1,7 % у их здоровых братьев и сестер.

В третьем исследовании команда, проведенном на кафедре биомедицинской информатики в Колумбийском университете, во главе с биологом D. Vitkup [1] проводила сетевой анализ генов, выявленных в работах M. Wigler. Ученые обнаружили, что около 40 % из данных генов, определенных как CNVs, являются частью функциональной сети, необходимой для формирования синапсов, движения нейронов или образованием аксонов, несущих электрические импульсы от клетки.

В результате проведенного анализа была отмечена вовлеченность в патологический процесс нескольких путей, в том числе пути «neurexin 1-neuroiglin 3», который отвечает за формирование постсинаптической плотности, ключевой для нормального функционирования синапса.

По мнению D. Vitkup, при аутизме мутации отдельных генов не являются столь значимыми, как повреждение синаптических сетей. Клиническая картина заболевания определяется не отдельными, пусть даже часто встречающимися мутациями, а большим количеством мутаций, обеспечивающим фенотипическое проявление болезни.

Исследовательские группы M. Wigler и M. State обнаружили, что De Novo CNVs у страдающих аутизмом лиц встречаются более часто, чем у их братьев и сестер, и охватывают большее число генов. Исследования точно определили несколько ассоциированных с аутизмом хромосомных областей, в том числе 16p11.2, 7q11.23 и 15q13.2-q13.3.

Следует отметить, что 7q11.23 область связана как с аутизмом, так и синдромом Вильямса, который характе-

ризуется гиперсоциальным поведением в сочетании с интеллектуальной недостаточностью. Это большой участок 7 хромосомы, охватывающий 25 генов, у пациентов с синдромом Вильямса подвергается делеции, а при аутизме – напротив, дупликации. По мнению исследователей Йельского университета, именно этот участок играет важную роль в реализации социального функционирования на уровне мозга.

Все исследования опирались на образцы из Simons Simplex Collection, хранилища генетических образцов и клинических данных симплексных семей. Данная генетическая база финансируется Фондом Simons, головной организации SFARI. Хотя в настоящее время она включает 2 712 семей, проведенные исследования основаны на первых примерно 1 000 семей, вошедших в нее.

Другое исследование, проведенное на выборке из 20 детей и их родителей из этой базы данных, обнаружило четыре новых точечных De Novo мутации - изменения, в которых один нуклеотид добавлен, удален или заменен на другой у детей с аутизмом [5]. У двоих из четверых детей в этом исследовании перенос данного нуклеотида был расценен как наследственный вариант мутации, и именно эти дети имели более серьезные аутистические проявления.

M. Wigler и M. State использовали два различных платформных массива (Nimble Gen и Illumina соответственно) для сканирования последовательности практически у одних и тех же лиц, хотя группа, изученная M. State, была несколько больше (1 174 семей), чем у M. Wigler. Именно тот факт, что две исследовательские группы независимо друг от друга провели сходные исследования на одном и том же генетическом материале и пришли к аналогичным выводам, говорит о высокой степени достоверности полученных результатов.

Команда M. Wigler обнаружила 75 De Novo мутаций у 68 страдающих аутизмом лиц по сравнению с 19 мутациями у их 17 здоровых братьев и сестер в 915 семьях.

Большинство из этих мутаций появляются в уникальных местах, однако некоторые неоднократно встречаются в обследованных популяциях. Так, подчеркивается важность 16p11.2 области в развитии аутистических проявлений, поскольку именно мутации в данной области наиболее часто выявляются при аутистических расстройствах: десять дупликаций или делеций в этом регионе, и все, кроме одной из них, выявляются у лиц мужского пола.

Ученые также обнаружили две возникших De Novo и две унаследованных дупликации в 16p13.2, дупликации в 16p13.11 и в 7q11.23 в нескольких семьях как у страдающих аутизмом, так и у здоровых детей.

Эти данные свидетельствуют о том, что CNVs, по крайней мере, в 300 областях потенциально связаны с риском развития аутизма. По мнению авторов работы, это говорит о том, что развитие аутистических проявлений обусловлено целым рядом причин.

Кроме того, исследование M. Wigler предоставляет убедительные доказательства того, что лица женского пола более устойчивы к появлению аутистических симптомов - даже при условии наличия у них аналогичных генетических повреждений, клинические проявления заболевания у женщин развиваются далеко не всегда. На данном этапе развития представлений об аутизме нет объяснения феномену, когда при наличии в семье мальчика и девочки с одинаковыми генами, только мальчик страдает

аутизмом. Более того, исследовательская группа M. Wigler обнаружила, что девочек ассоциированных с аутизмом De Novo CNVs обычно больше, чем у мальчиков.

Исследователи также обнаружили один вариант делеции 16p11.2, унаследованный от матери, хотя в целом не выявилось более частой передачи редких мутаций от матерей, чем отцов. Другие исследования продемонстрировали наследование делеции в области 16p11.2, но это одно из немногих свидетельств наследуемых делеций в данном локусе.

Поскольку мутации, выявленные в исследованиях CNVs по определению редки и наблюдаются лишь у нескольких представителей популяции, а в случае «ультра-редких» мутаций - у одного человека или в одной семье, представляется трудно доказуемым, что именно эти мутации являются причиной развития аутизма, однако исследования в этой области продолжаются.

Одной из ведущих проблем в исследованиях CNVs мутаций является малая вероятность повторного обнаружения редкой De Novo мутации в том же самом месте в геноме более чем у двух лиц с аутистическими расстройствами. По мнению M. State, это более сложное измерение, чем просто подсчет количества редких CNVs, наблюдаемых в случаях заболевания по сравнению с контрольной группой.

Поскольку число потенциальных CNVs в геноме человека настолько велико, - даже здоровые люди могут быть носителями 10 000 или больше вариантов мутаций - исследователям сначала нужно определить геномные области, которые с большей вероятностью могут быть ассоциированы с аутизмом. На основании этой оценки в дальнейшем вычисляется статистическая вероятность наблюдения рецидивов CNVs в этих регионах.

M. State и его коллеги предложили метод, который устанавливает статистический порог для значимых De Novo мутаций. Авторы стремятся к разработке методологически выверенного стандарта, базирующегося на более четких ассоциациях с аутизмом, чем просто общие наблюдения.

Используя эту технику, авторы определили две области, мутации в которых четко преобладают при аутизме - семь делеций и четыре дупликации в регионе 16p11.2 и четыре дупликации в 7q11.23, хотя вероятность обнаружения одинаковых CNVs у более чем двух человек составляет менее 5 %. Исследователи определили также четыре других региона, в которых с большей вероятностью обнаруживаются ассоциированные с аутизмом De Novo мутации: 1q21.1, 15q13.2-q13.3, 16p13.2 и 16q13.3.

Исследование M. State не демонстрирует никаких прямых доказательств половых различий в количестве или клинических проявлениях CNVs, однако обнаруживает, что у лиц мужского пола крупные мутации связаны с более низким коэффициентом интеллекта (IQ). Данные параллели у женщин отсутствуют, что, по мнению авторов, может свидетельствовать в пользу их большей защищенности от фенотипического проявления мутаций.

Тем не менее, результаты исследования противоречат распространенному мнению о том, что крупные CNVs чаще встречаются среди лиц с более низким уровнем IQ, поскольку согласно полученным в ходе исследования данным, CNVs довольно равномерно распределены по всей изученной выборке.

Авторы также ставят под сомнение убеждение, что крупные CNVs могут генетически детерминировать неполноценность мозговой деятельности в целом, а не только аутистические симптомы, поскольку результаты исследования свидетельствуют о достоверной взаимосвязи данных мутаций с риском развития именно аутистических проявлений.

Таким образом, проведенные исследования не только подтвердили определенную роль редких De Novo мутаций (делеций и дупликаций) в этиопатогенезе аутистических расстройств, но и продемонстрировали доказательства влияния мутаций, унаследованных больными детьми от родителей. Результаты исследований свидетельствуют о том, что при наличии аналогичного генетического материала лица женского пола имеют большую устойчивость к фенотипическому проявлению аутизма. Проводимые в последние годы исследования продолжают увеличивать количество потенциально связанных с аутизмом De Novo вариаций, что указывает на большое разнообразие генетических причин сходных клинических проявлений.

#### Список литературы.

1. Gilman S.R., Iossifov I., Levy D., Ronemus M., Wigler M., Vitkup D. Rare de novo variants associated with autism implicate a large functional network of genes involved in formation and function of synapses. // *Neuron*. – 2011. – 70 (5): 898-907.
2. Levy D., Wigler M., Ronemus W., Yamrom B., et al. Rare De Novo and Transmitted Copy-Number Variation in Autistic Spectrum Disorders. // *Neuron*. – 70 (5): 886-897.
3. Sanders S.J., State M.W., Ercan-Sencicek A.G., et al. Multiple recurrent de novo CNVs, including duplications of the 7q11.23 Williams syndrome region, are strongly associated with autism. // *Neuron*. – 2011. – 70 (5): 863-85.
4. Sebat J., Lakshmi B., Malhotra D., et al. Strong association of de novo copy number mutations with autism. // *Science*. – 2007. – 316 (5823): 445-9.
5. O'Roak B.J., Deriziotis P., Lee C., et al. Exome sequencing in sporadic autism spectrum disorders identifies severe de novo mutations. // *Nat. Genet.* – 2011. – 43 (6): 585-9.

## МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ С БРУКСИЗМОМ

**Расима Рашитовна Хайбуллина, Лариса Павловна Герасимова, Зульфия Рашитовна Хайбуллина**

*Кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии с курсом ИПО Государственное бюджетное образовательное учреждение Башкирский государственный медицинский университет Минздрава РФ, г. Уфа*

*доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии с курсом ИПО Государственное бюджетное образовательное учреждение Башкирский государственный медицинский университет Минздрава РФ, г. Уфа*

*доктор медицинских наук, Городская клиническая больница №1, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак*

### MICROCIRCULATION OF THE PERIODONTIUM IN PATIENTS WITH BRUXISM

*Rasima Rashitovna Khaibullina, Larisa Pavlovna Gerasimova, Zulfiya Rashitovna Khaibullina*

*Candidate of medical Sciences, associate Professor of dentistry, with a course of IEP State budgetary educational institution of Bashkir state medical University of Ministry of health of the Russian Federation, Ufa*

*doctor of medical Sciences, Professor, head. Department of therapeutic stomatology course TPI State budgetary educational institution of Bashkir state medical University of Ministry of health of the Russian Federation, Ufa*

*doctor of medical Sciences, City clinical hospital №1, Republic of Bashkortostan, Sterlitamak*

#### Аннотация

*В статье представлены результаты обследования 177 пациентов, страдающих хроническим генерализованным пародонтитом. Дана характеристика клиническим, функциональным особенностям этих больных. Рассмотрены вопросы нарушений гемодинамики тканевого кровотока в тканях пародонта у пациентов данной группы.*

#### Annotation

*The article presents the results of a survey of 177 patients with chronic generalized periodontitis. The characteristic clinical features of these patients. Issues of hemodynamic tissue blood flow in the tissues of the periodontium in patients of this group.*

*Ключевые слова: хронический генерализованный пародонтит; ультразвуковая доплерография; бруксизм.*

*Key words: chronic generalized periodontitis; Doppler ultrasound; bruxism.*

#### Актуальность

Заболевания пародонта и сопутствующие при этом нарушения регионарного кровообращения, включая микроциркуляцию, требуют применения достаточно чувствительных методов диагностики. Объективная регистрация состояния кровотока возможна методом ультразвуковой доплерографии (УЗДГ), широко используемой в различных областях медицины [1,2] и в последнее время в оте-

чественной стоматологии [3,4]. Метод УЗДГ позволяет доступным неинвазивным способом исследовать параметры кровотока - линейную и объемную скорости.

Использование амплитудно-частотного анализа ультразвуковой доплерографии позволяет исследовать состояние как артериального, так и венозного отделов микроциркуляторного русла, что дает возможность иссле-

дования механизмов регуляции тканевого кровотока. Однако данные о состоянии микроциркуляции в тканях пародонта при бруксизме недостаточно изучены.

#### Материалы и методы

Для определения функционального состояния тканей пародонта проведено исследование состояния микроциркуляции у 177 человек в возрасте 25-35 лет с хроническим генерализованным пародонтитом и бруксизмом, методом ультразвуковой доплерографии. Контрольная группа 30 человек, с интактным пародонтом, для уточнения параметров нормы.

Пациенты предъявляли жалобы на зубной налет, кровоточивость десны при чистке зубов, болезненность при приеме пищи и при открывании и закрывании рта.

Для установления наличия у пациентов бруксизма, им изготавливались вакуумные каппы, которые они одевали на ночь. После определенного срока ношения, на каппах появлялись трещины, что свидетельствовало о наличии бруксизма.

Исследование состояния гемодинамики тканевого кровотока в системе микроциркуляции тканей десны было проведено методом ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) с помощью отечественного прибора «Минимакс-Доплер-К» (ООО «СП-Минимакс») с помощью датчика частотой 25 МГц в области переходной складки десны.

Количественный анализ доплеровских кривых включал расчет индексов пульсации (PI) (Гослинга), отражающего упруго-эластические свойства сосудов и индекс периферического сопротивления (RI) кровотоку, дистальнее места измерения.

#### Результаты исследований

Анализ данных ультразвуковой доплерографии состояния микроциркуляции пародонта у пациентов с бруксизмом, показал ряд существенных сдвигов. Так, уровень капиллярного кровотока был снижен на 23-49% по сравнению с нормой, активность тканевого кровотока была

снижена на 28%, коэффициент вариаций (Kv) был снижен на 37,2 %, что свидетельствовало о падении вазомоторной активности микрососудов. Следует отметить, что вазомоторная активность микрососудов крайне важна для поддержания нормального функционирования системы микроциркуляции, так как она обеспечивает активную модуляцию тканевого кровотока и его адаптацию к локальным метаболическим потребностям. Эффективность регуляции системы микроциркуляции по индексу ИМФ также была снижена на 21%.

Таким образом, у пациентов с бруксизмом, отмечается ряд существенных микроциркуляторных сдвигов, которые могут влиять на метаболические процессы в пародонте, его реактивность и процессы адаптации.

#### Список литературы

1. Белоусов Н.Н. изменение показателей микроциркуляции во время стресса у пациентов с заболеваниями пародонта с различными типами личности.
2. Воложин А.И. с соавт. Изменения состояния микроциркуляторного русла при воспалительно-дистрофических заболеваниях пародонта//Материалы научной конференции, 2008 г., с. 10-11.
3. Козлов В.А., Н.К., Артюшенко, О.В. Шалак, А.В. Васильев, М.Б. Гирина, И.И. Гирин, Е.А. Морозова, А.А. Монастыренко – Ультразвуковая доплерография в оценке состояния гемодинамики в тканях шей, лица и полости рта в норме и при некоторых патологических состояниях. Руководство - атлас, Санкт-Петербург 2000 г., с.55.
4. Кучумова Е.Д. Доплерография- метод диагностики нарушений микроциркуляции пародонта. Материалы научно-практической конференции//Санкт Петербург, 2001, с. 42-44.
5. Хватова В.А. Классификация видов окклюзии с учетом состояния височно- нижнечелюстного сустава: Часть 5 (окончание) /В.А. Хватова // Новое в стоматологии. - 1998. - № 7. - С. 49-55.

## ХРАНЕНОТО НА СТУДЕНТИТЕ: МОДА И РИСКОВЕ

*Теодора Димитрова Момчилова*

*преподавател Медицински университет, гр. Пловдив*

*Елена Василева Михайлова*

*Преподавател, Медицински университет, гр.Пловдив*

*Софка Николова Кутрянска*

*Преподавател, Медицински университет, гр. Пловдив*

### THE STUDENTS' NUTRITION: FASHION AND RISKS

*Teodora Dimitrova Momchilova, Professor, Medical University, Plovdiv*

*Elena Vasileva Mihaylova, Professor, Medical University, Plovdiv*

*Sofka Nikolova Kutryanska, Professor, Medical university, Plovdiv*

#### АНОТАЦИЯ

*Питание для студентов – мода и риск*

*Здоровье это результат от взаимодействие на различные эндогенные и экзогенные факторы, а питание одно из тех, которое человек может контролировать. Ключ к здоровому питанию скрыт способом балансирования количества и вида различных хранительных компонентов в дневном режиме. Это настроит наше исследование к питательным привычкам и разнообразию хранительных групп, преобладающие в меню студентов.*

#### ABSTRACT

*Health is a result of the interaction of various factors and nutrition is amongst the most effective and accessible ones a man disposes of and can control. The key to healthy nutrition lays in the way of balancing and the quantity of each of the*

*nutrition groups in the daily regimen. This leads us to the study of the nutritional habits and the types of the nutritional habits and the types of the nutritional groups dominating in the students' menu.*

*Ключови думи: Хранене, Студенти, Хранителни навици*

*Key words: Nutrition, Students, Nutrition habits*

## INTRODUCTION

Healthy nutrition occupies a place amongst the factors which determine human health. It is assumed that the lifestyle and the optimal physical activity are crucial for the good condition of health.

Under healthy, we mean that kind of nutrition which corresponds adequately to the metabolic needs of the organism, which guarantees good health and active longevity. Its main principles require it to be balanced, to provide an optimal variety of food and an energy adequacy and to include at least three times food intake per day. Through the principle of balance, the organism is provided with an optimal satisfaction with nutritional and biological active substances in strictly defined qualitative and quantitative proportions. The provision of a normal vital activity becomes possible if the organism gets supplied not only with adequate quantities of energy and proteins, but if considering the strict relations between the numerous nutritional factors, each of them playing a specific role in the process of metabolism.

One of the studies on the rational nutrition is to observe the regimen of diet. It includes: the number of the intakes, the intervals between them, the hours of nutrition, the volume and the mass of food per day, the distribution in energy value, the qualitative and the quantitative content through the separate intakes.

The adherence to a rational regimen of diet provides a normal operation of the digestive system, a more complete digestion of food, an uniform supply and a timely filling of the metabolic reservoir of the organism with nutritional substances during the day. The regimen of diet has to be made in accordance with the feelings of hunger and satiety. There need to be considered the age, the character of the work activity, the local costumes, the individual particularities and the influence of the regimen on the digestion of the nutritional substances as well. The work regimen also has a crucial significance. The long intervals between the separate intakes can lead to an excitation of the appetite centre and an ingestion of great amounts of food and the short ones- to disturbances of the food digestion and a dysfunction of the digestive system.

The irregular nutrition supports the hyperphagia and it leads to an adaptive storage of more nutritional substances in reserve. The sumptuous meal that one has at one or two intakes is a reason for the bad digestion of proteins. Those which are well-digested are the fat and the carbohydrates which the organism fails to metabolize and stores as a reserve fat. The sumptuous dinner meal is particularly unhealthy, immediately before going to bed with food rich in fat. It is determined that after such nourishment, the processes of precipitation of cholesterol in the vascular wall are more intensified during sleep.

The students are exposed to an intensive intellectual work combined with high neuro-emotional tension and hypokinesia which leads to a number of unfavourable changes in the metabolism and it heightens the risk of many contemporary diseases.

The nourishment has to be adequate, with a daily provision of essential biologically active nutritional ingredients, as the five time regimen of diet is appropriate.

The age limit of the youth who turn to steroids drops. Their use by the professional sportsmen is regulated. However, nobody controls the fitness gyms, the sport centres. The nutritional supplements with steroids are sold freely. Big part of them are an illegal production. The indiscriminate and systematic use of stimulants leads to problems with the kidneys, the black liver and the heart. The children and the young people do not have to use these remedies without a doctor's prescription and control because they cut both ways- on the one hand they increase the muscle growth /the effect which they seek /, on the other hand they damage the whole organism. There are even described death cases of young men at the age of 25-26 and cases of heart attacks and strokes after the use of steroids. Young people are not acquainted with these dangers. Mislead by the wide campaigns for strength, speed, for volume of the muscles, they think that these preparations are harmless. The desire for an immediate effect makes them take steroids, at the expense of the inadequate and unbalanced nourishment. This problem is related to another, not less important one- the addiction and the reception of preparations of a questionable quality.

It is familiar that the regimen of diet of the majority of our population is unhealthy, as in most of the cases breakfast is symbolic or it is skipped, lunch is insufficient and dinner is sumptuous and one of high energy. The unbalanced nutrition at young age is a reason for disease outbreaks at mature age.

This directed us to the study of the nutritional habits and the types of nutritional groups dominating the students' menu from the department of "Nurse and midwife cares", Medical University- Plovdiv.

**Purpose** Through the present study we strive to provide information about the nutritional status and the nutritional mode of the students from the department of "Nurse and midwife cares" so that it could serve as a base for recommendations referring to their nutritional habits and the nutritional policy of the educational institution.

### Tasks

Studying the factors which are related to the nutrition and the nutrition status of the students from the department.

Studying the social-economic factors influencing the nutrition of the students. Resuming recommendations and priorities for an improvement of the nutrition of the students.

**Methods** The study is carried out through an anonymous inquiry with open, multiple choice type and yes/no questions referring to the physical activity; the sick rate of chronic non-infectious illnesses; referring to nutritional and acute respiratory disorders; smoking and use of alcohol; social- economic characteristics of the parents; religious and ethnic belonging of the students.

The rest of the data is collected by using the method of restoring the nutrition habits in 24 hours. The nutritional status is rated through the indicators of height and weight. The results are worked up by variational, alternative and correlational analysis.

**Results** The study includes 80 students from the department of "Midwife and Nurse cares" of Medical faculty, Medical university of Plovdiv. The results reveal the following:

- there is no data about an inadequate reception of proteins
- the relative energy portion of the daily average reception of common carbohydrates is comparatively high
- there is a shortage of the reception of vitamins, mostly of vitamin "C"
- the consumption of fat is over the recommended dose
- there is an excess of the reception of pastry-75 percent
- the consumption of fruit and vegetables, fish and dairy is under the recommended dose
- the relative part of the students suffering from obesity is comparatively low
- there are no students with proved chronic non-infectious disorders related to the nutrition (diabetes, hypertension)
- The students suffering from acute respiratory illnesses are these pointing out a low reception of vitamin "C", fruit, vegetables, proteins.
- the physical activity of the students is comparatively low due to the lack of time as a result of the great work load at the university
- there is a tendency in the use of alcoholic drinks while being in a pleasant company-21.25 percent have between 100 and 200 ml.(concentrate)
- 43.75 percent of the students smoke
- 28.75 percent of the students have more than two cups of coffee a day
- 22.5 percent prefer the energy drinks
- the social-economic crisis influence negatively the nutrition of the students-there is a high rate of the reception of carbohydrates and pastry at the expense of the low rate of reception of fruit and vegetables

- 63.75 percent define their nutrition as unhealthy, 21.25 percent amongst them point out the financial shortage as a reason for this.
- 67.5 percent do not have breakfast, have lunch quickly or repleat with food at dinner.
- 23.75 percent have and prefer meals such as junk food
- 76.25 percent prefer a made dish but they cannot afford it.

#### Conclusions and recommendations

- working on the education of the students as well as providing them with information regarding the healthy regimen of nutrition
- creating conditions for an increase of the physical activity of the students by:
- \*diminishing or at least considering their weekly work load for with the purpose of increasing the time for a physical activity
- \*increasing the reception of the fruit and the vegetables and the dairy
- including the students in making up the weekly menu in the canteens

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балабански Л. Хранене и диетика.- София: Мед и физкултура, 1988.
2. Боцов Д. Хигиена на храните и хранително законодателство.- София: изд. „Матком“, 2003.
3. Нестерова. В. Хигиена на храненето и хранително законодателство. – София: изд. „Торнадо-НВ“, 2001.
4. Попов. Б. Хигиена, хранене и професионални болести.- София: 2009.
5. Цветков. Д. Хигиена и екология I том. –София: изд. „Климент Охридски“, 2005.

## АНАЛИЗ ОКАЗАНИЯ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ПОМОЩИ ПОДРОСТКАМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

**Нагаев Ринат Явдатович**

кандидат мед. наук, доцент, заведующий кафедрой,

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

**Ахмерова Светлана Герценовна,**

доктор мед. наук, профессор, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

**Семенова Зухра Ханифовна**

заведующая республиканским подростковым центром,

Республиканская клиническая больница им. Г.Г. Куватова, г.Уфа

### ANALYSIS OF SOCIO-MEDICAL CARE FOR ADOLESCENTS PERSPECTIVES AND ITS DEVELOPMENT

*Nagaev Rinat Yavdatovich, Candidate med. Sciences, Associate Professor, Head of Department, Bashkir State Medical University, Ufa*

*Akhmerova Svetlana Gertsenovna, Dr. med. Sciences, Professor, Bashkir State Medical University, Ufa*

*Semenova Zohra Hanifovna, Head of the Republican teen center, Republican Clinical Hospital G.G. Kuvatova, Ufa*

#### АННОТАЦИЯ

На региональном уровне проведен анализ организации медико-социальной помощи (МСП) подросткам. Выявлены различия в приоритетах деятельности отделений и кабинетов МСП при детских поликлиниках, Центрах здоровья и Клиниках, дружественных к молодежи. Анкетный опрос врачей-педиатров и подростков выявил существо-

ющую потребность в создании специального комплексного центра, на базе которого могли бы быть решены проблемы медицинского, педагогического, социального, психологического, юридического профиля, связанные со специфическими особенностями развития и медико-социальными потребностями подростков.

#### ABSTRACT

*At the regional level the analysis of medical and social assistance adolescents. The differences in the priorities of the departments and offices of medical and social assistance, children's hospitals, health centers and clinics, youth-friendly. A questionnaire survey of paediatricians and adolescents identified a need to provide special complex center, on the basis of which could be solved the problem of medical, educational, social, psychological, legal profile associated with specific characteristics of the development and the health and social needs of adolescents.*

*Ключевые слова. Подростки, подростковая служба, медико-социальная помощь, клиники, дружественные к молодежи.*

*Keywords. Adolescents and teenagers, office, medical and social care, clinics, youth-friendly.*

Организация охраны здоровья и медицинского обслуживания детей и подростков носит приоритетный характер. В современных условиях развитие специализированной подростковой службы должно идти в направлении обеспечения адекватного пубертатного развития и решения широкого спектра медико-социальных проблем [1, 2, 3, 7].

В соответствии с современным законодательством, в структуре детской поликлиники предусматривается наличие отделения/кабинета медико-социальной помощи (МСП) [5, 6].

На заседании Координационного совета при Президенте по реализации Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012–2017 годы было подчеркнута, что по сравнению с 2011 годом, почти в два раза увеличилось количество кабинетов медико-социальной помощи. Эта мера способствовала снижению числа детей с психическими и эмоциональными расстройствами и уменьшению в два раза за пять лет числа подростковых суицидов. По итогам диспансеризации 2013 года среди детей 15–17 лет число абсолютно здоровых подростков увеличилось на 6%, на 5% стало меньше подростков, имеющих хронические заболевания [4].

**Цель исследования:** провести анализ показателей, характеризующих деятельность и ресурсное обеспечение отделений МСП детских поликлиник/амбулаторий Республики Башкортостан за три года и выявить наиболее оптимальные модели деятельности подобных подразделений в амбулаторно-поликлинических условиях.

**Материалы и методы.** Анализ показателей, характеризующих деятельность и ресурсное обеспечение отделений МСП детских поликлиник/амбулаторий РБ за три года, проводился по данным ежегодных статистических отчетов подростковой службы, отчетным формам № 30, № 31, ежегодным статистическим сборникам.

По специально разработанной «Анкете для врачей по проблемам организации медико-социальной помощи подросткам и молодежи» было проведено социологическое исследование среди врачей учреждений первичного звена, обслуживающих детское и подростковое население. В исследовании приняло участие 208 врачей, из них 69,7% - участковые педиатры, 14,4% - педиатры отделений МСП, 12,9% - узкие специалисты.

Для изучения мнения подростков относительно перспектив развития медико-социального направления подростковой службы была разработана «Анкета для подростков для изучения потребности в медико-социальной помощи». В исследовании приняло участие 2240 подростков. Из них 1508 подростков в возрасте 10-14 лет (736 мальчиков и 772 девочки) и 1152 подростков в возрасте 15-17 лет (352 юношей и 380 девушек).

Обработка результатов опроса проведена по стандартной схеме. Статистическая обработка результатов

проводилась посредством статистической программы STATISTICA 6.0.

**Результаты и обсуждение.** В настоящее время в Республике Башкортостан на 29 территориях организованы медико-социальные отделения и кабинеты, 5 специализированных Центров здоровья для детей, шесть Клиник, дружественных к молодежи. Анализ кадрового обеспечения показывает, что, несмотря на увеличение числа кабинетов и отделений МСП для детей и подростков, происходит сокращение ставок как медицинских работников (врачей и среднего медицинского персонала), так и психологов и социальных работников. За три года данный показатель снизился со 198,5 до 175 ставок (на 11,8%).

Снижается занятость специалистов. Коэффициент совмещения среди медицинских работников составляет 1,1, среди психологов – 1,05, среди социальных педагогов – 1,01. Следует отметить, что в штате кабинетов и отделений МСП отсутствуют ставки юриста (юрисконсульта). При необходимости на договорной основе необходимую консультативную помощь оказывает юрист детской поликлиники.

Анализ работы различных структур, оказывающих медико-социальную помощь подросткам, выявил различия в приоритетах деятельности отделений и кабинетов МСП при детских поликлиниках, центрах здоровья и Клиник, дружественных к молодежи.

Отделения и кабинеты МСП при детских поликлиниках основной акцент делают на медико-социальном патронаже неблагополучных семей, детей, находящихся в трудных жизненных условиях и детей-сирот, выявлении поведенческих нарушений и различных форм проявления социального неблагополучия в семьях, профилактику суицидальных тенденций у детей и подростков. Во всех кабинетах и отделениях МСП ведется регистр семей и детей, попавших в неблагоприятные условия жизни, проводится обеспечение межведомственного взаимодействия по охране жизни и здоровья детей. В ряде отделений подростки могут записаться на консультацию к подростковому акушеру-гинекологу, урологу-андрологу.

Основными задачами Центров здоровья для детей является выявление факторов риска развития соматической патологии, проведение скрининговых обследований, информационная поддержка мер, направленных на формирование потребности в здоровом образе жизни.

Специалистами Клиник, дружественных к молодежи, особое внимание уделяется проблемам репродуктивного здоровья подростков, планирования семьи, подготовке к осознанному родительству. На базе КДМ подростки могут пройти обследование у врача акушера-гинеколога, врача детского уролога-андролога, получить консультацию по гигиене пола, контрацепции, профилактике заболеваний, передающихся при половых контактах, ВИЧ-

инфекции. Психологами проводятся тренинги по решению проблем в семейных отношениях, повышению коммуникативных навыков.

Таким образом, практически нереализованным остается такой пласт работы с подростками, как формирование здорового образа жизни, врачебно-профессиональное консультирование, включая определение профпригодности и медицинское обеспечение профессиональной ориентации подростков, организация социально-правовой работы, медицинское обеспечение приписки и призыва юношей на воинскую службу, обеспечение адекватного лечения и поддержки подросткам с хроническими заболеваниями и инвалидностью, профилактика, раннее выявление потребления психоактивных веществ и др.

Нами по специально разработанной анкете был проведен социологический опрос врачей медицинских организаций, обслуживающих детское и подростковое население. В исследовании приняло участие 208 врачей.

Исследование показало, что в совершенствовании сегодня нуждается система оздоровления подростков (62,4%), реабилитация (43,2%), система их профилактических осмотров (37,4%). 98,4% респондентов считают, что в детских поликлиниках необходимо создать центр подростковой медицины или медико-социальную службу по работе с подростками.

По мнению 73,8% респондентов создание отделений профилактической работы и медико-социальной реабилитации необходимо для улучшения качества медицинской помощи и уменьшения нагрузки на участковых врачей. 86,9% респондентов считают необходимым введение в подростковую службу детской поликлиники представителей военкоматов, психологов, специалистов по социальной работе, юристов, наркологов. В данном центре должны быть предусмотрены ставки: психолога (отметили 84,3% респондентов), социального педагога (81,3%), социального работника (78,6%), подросткового гинеколога (96,9%), подросткового нарколога (82,4%), юриста (72,6%).

Большинство врачей считают, что после профилактических осмотров подростков дальнейшие лечебные и реабилитационные мероприятия либо не проводятся (на данный факт указало 43,2% врачей), либо, по мнению 26,4% врачей, проводятся не в полном объеме. Поэтому оздоровительные и реабилитационные мероприятия, рекомендованные подростку по итогам медицинских осмотров, наши респонденты предлагают организовывать на базе подростковых центров. 37,2% врачей считают, что на специалистов подростковых центров можно возложить информирование родителей о состоянии здоровья подростка.

Анкетирование подростков в возрасте 10-17 лет относительно перспектив развития медико-социального направления подростковой службы выявило, что наиболее заинтересованными в открытии центров подростковой медицины оказались подростки в возрасте 15-17 лет. Среди них заинтересовано в посещении такого центра 82,4% подростков, среди подростков в возрасте 10-14 лет – 56,4% респондентов.

Среди подростков 10-14 лет 84,6% считают, что участковый педиатр занимается только лечением имеющих заболевания и не уделяет должного внимания медико-социальным и психологическим проблемам подростков. Кроме того, 46,2% подростков данной возрастной категории указали на то, что в поликлинике врачи

больше прислушиваются к родителям, а подростки в присутствии взрослых не всегда могут озвучить свои проблемы.

Большинство подростков 15-17 лет (86,8%) считают, что требования, которые предъявляет к ним общество, их образ жизни, поведение и потребности соответствуют особенностям взрослого человека. 72,4% подростков считают, что в их возрасте в большей степени нужна не лечебно-оздоровительная помощь, а медико-социальная, консультации и коррекция образа жизни и поведения. Поэтому им предпочтительнее было бы решать медико-социальные и психологические проблемы в отдельном центре.

**Выводы.** В современных условиях перспективным направлением оптимизации системы медицинского обеспечения и медико-социальной помощи подросткам и молодежи, увеличения объема и придания приоритетного характера превентивным мерам, могло бы стать создание на базе детских амбулаторно-поликлинических организаций специальных подростковых центров. Данные центры, объединив в себя функции отделения медико-социальной помощи детской поликлиники и подразделения по типу модели «Клиника, дружественная к молодежи», могли бы оказывать подросткам комплекс медико-профилактической и медико-социальной помощи.

#### Список литературы

1. Альбицкий В.Ю., Устинова Н.В., Куликов О.В., Ким А.В. и др. Порядок организации работы отделения медико-социальной помощи детской поликлиники. // Вопросы современной педиатрии. – 2013. - №4. – С. 12-16.
2. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю., Устинова Н.В. Состояние, проблемы и перспективы организации медико-социальной помощи детям. // Российский педиатрический журнал. – 2013. - № 3. – С. 4-6.
3. Мурзабаева С.Ш., Байтурина А.Т. Законодательное регулирование вопросов охраны здоровья детей в Российской Федерации. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2013. - № 3. С. 4-15.
4. Охрана и укрепление здоровья подростков – залог стабильного развития общества и государства: материалы заседания Координационного совета при Президенте по реализации Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012-2017 гг. 27 мая 2014 г. Москва. – режим доступа к изд.: <http://state.kremlin.ru/council/36/news/21101> (Дата обращения 9 июня 2014 г.).
5. Приказ Минздрава РФ от 05.05.1999 № 154 (ред. от 05.05.1999) «О совершенствовании медицинской помощи детям подросткового возраста». - режим доступа к изд.: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130620/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130620/) Консультант Плюс, 1992-2014 (Дата обращения 26 мая 2014).
6. Приказ Минздравсоцразвития России от 16.04.2012 № 366н (ред. от 16.04.2012) «Об утверждении Порядка оказания педиатрической помощи». - режим доступа к изд.: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_130620/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130620/) Консультант Плюс, 1992-2014 (Дата обращения 26 мая 2014).
7. Чичерин Л.П. Пути дальнейшего развития и внедрения принципов социальной педиатрии. // Российский педиатрический журнал. – 2013. - № 6. – С. 28-30.

## ДЕКОМПЕНСИРОВАННЫЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКИЙ ШОК, И ПОПЫТКИ ОПТИМИЗАЦИИ ТАКТИКИ ОКАЗАНИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В ОПЕРАТИВНОЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ГИНЕКОЛОГИИ

Александр Валентинович Проноза<sup>1</sup>, Владимир Терентьевич Долгих<sup>2</sup>,  
Ольга Васильевна Коржук<sup>1</sup>, Сергей Степанович Степанов<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Городская клиническая больница № 8, главный врач – Г.В. Степанова, Омск; <sup>2</sup>Омская государственная медицинская академия, ректор – д.м.н., проф. А.И. Новиков, кафедра патофизиологии, зав. – д.м.н. В.Т. Долгих.

DECOMPENSATED HEMORRHAGIC SHOCK, SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE SYNDROME END OPTIMIZATION TACTICS PROVIDE ANESTHESIOLOGICAL ASSISTANCE IN OPERATIONAL NON-INFECTIOUS GYNECOLOGY.

A.V. Pronoza<sup>1</sup>, V.T. Dolgikh<sup>2</sup>, O.V. Korshuk<sup>1</sup>, S.S. Stepanov<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Omsk Municipal Hospital N 8, <sup>2</sup>Omsk State Medical Academy, <sup>3</sup>Omsk Municipal Clinical Hospital of First Aid N 1)

*Summary. For optimization tactics provide anesthesiological assistance in operational non-infectious gynecology studied peculiarities of the course of decompensated hemorrhagic shock. Materials and methods. Have been examined and treated 88 women with decompensated haemorrhagic shock, which developed as a consequence of acute прервавшейся tubal pregnancy, broken up into two groups. In women of the first group (n=31), the time of onset of the pain syndrome before surgery was less than 3 hours, and it was autohaemotransfuceon, and in 57 patients (group II) prior to the start of the operation - more than 6 hours; they were transfusion only donor blood. All the groups conducted a standardized of anesthesia. Studied in the dynamics of the parameters of Central hemodynamics and hemostasis system, the indicators of a SWOT, indicators point out response of the body to the total stress damage as a pathological factor, and surgical intervention.. Results: the obtained the treatment of decompensated hemorrhagic shock.*

*Key words: operational noninfectious gynecology, effective anesthetic, systemic inflammatory response syndrome, post-operative stress, non-steroidal anti-inflammatory drugs, decompensated hemorrhagic shock.*

*Резюме.*

*Для оптимизации тактики оказания анестезиологической помощи в оперативной неинфекционной гинекологии изучены особенностей течения декомпенсированного геморрагического шока. Материалы и методы. Обследовано и пролечено 88 женщин с декомпенсированным геморрагическим шоком, развившимся вследствие остро прервавшейся трубной беременности, разбитых на две группы. У женщин I группы (n=31) время от появления болевого синдрома до оперативного вмешательства было менее 3 часов, и им проводилась аутогемотрансфузия, а у 57 пациентов (группа II) до начала операции – более 6 часов; им осуществлялась трансфузия только донорской крови. Всем группам проводили стандартизованное анестезиологическое пособие. Исследовали в динамике параметры центральной гемодинамики и системы гемостаза, показатели ССВО, показатели манифестирующие ответ организма на суммарное стрессовое повреждение как патологическим фактором, так и оперативным вмешательством.. Результаты: получены протоколы лечения декомпенсированного геморрагического шока.*

*Ключевые слова: оперативная неинфекционная гинекология, эффективное анестезиологическое пособие, синдром системного воспалительного ответа, послеоперационный стресс, геморрагический шок.*

Согласно концепции R.C. Bone [14] и M. Levy et al. [18], изначально здоровый пациент после возникновения критической ситуации до развития сепсиса должен пройти стадию III системного воспалительного ответа (ССВО) – стадию генерализованного и неконтролируемого выброса медиаторов воспаления. Для некоторых пациентов это заканчивается гибелью при развернутой клинической картине сепсиса и синдрома полиорганной недостаточности (ПОН), хотя при аутопсии очаги инфекции не выявляются. При проведении современной дезэскалационной терапии предполагаемого сепсиса это встречается довольно часто [13, 15, 16].

Лечение больных с массивной кровопотерей является одной из актуальных проблем анестезиологии и реаниматологии, поскольку кровотечение часто возникает внезапно и приводит к развитию декомпенсированного геморрагического шока (ДГШ), а развитие ПОН – к сепсису, часто трактуемого как присоединение внутрибольничной (нозокомальной) инфекции [3]. Течение ДГШ в оперативной неинфекционной гинекологии зависит от времени начала кровотечения до его устранения и темпа потери крови [7]. Публикаций по сравнительному анализу способов восстановления основных функций организма при различных сроках и способах устранения потерянного объема крови недостаточно для принятия тактических решений при коррекции ДГШ в остром послеоперационном периоде [2, 6, 8].

**Цель работы:** выявить особенности течения декомпенсированного геморрагического шока для оптимизации тактики оказания анестезиологической помощи в

оперативной неинфекционной гинекологии с задачей предотвращения развития синдрома полиорганной недостаточности у оперируемых пациентов.

### Материал и методы

Объектом ретроспективного исследования послужили 88 женщин, оперированных в Омской городской больнице № 8 и Больнице скорой медицинской помощи № 1 в 2005-2012 годах по поводу остро прервавшейся трубной беременности с развитием ДГШ (кровопотеря более 50% расчетного объема циркулирующей крови). Кроме основного заболевания, иных соматических заболеваний пациентки исследуемых групп не имели.

В группе I (n=31) от появления болевого синдрома до начала оперативного вмешательства проходило менее 3 часов, что позволяло пациенткам этой группы инфузироать отмытые аутоэритроциты. В группе II (n=57) от появления болевого синдрома до начала оперативного вмешательства проходило более 6 часов. Это существенно осложняло получение у них необходимых объемов эритроцитов для инфузии. В результате дефицит циркулирующих эритроцитов замещался исключительно трансфузией донорской эритроцитарной массы, либо взвесью фильтрованных эритроцитов.

Объем кровопотери определяли гравиметрическим методом (взвешиванием салфеток и тампонов), измерением объема собираемого реинфузата и сгустков крови, извлекаемых из брюшной полости. Сбор и подготовку эритроцитов для их трансфузии осуществляли с использованием в качестве консерванта раствора гепарина (500 ЕД на 1000 мл 0,9% раствора хлорида натрия).

В качестве группы сравнения (группа III, n=95) служили женщины, которым экстренно производилась операция тубэктомии лапаротомическим доступом с объемом кровопотери не более 200 мл и временем от появления первичного болевого синдрома до хирургической остановки кровотечения не более 3 часов.

У всех женщин при поступлении и в послеоперационном периоде измеряли артериальное (АД), а у пациенток группы I и II – центральное венозное (ЦВД) давление. Тетраполярную реограмму регистрировали, используя аппараты «РЕОКОМ-профессионал» и «Мицар-РЕО» с пакетами прикладных программ для персонального компьютера, и рассчитывали сердечный индекс (СИ), общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) [12]. Стандартизованными методами определяли показатель гематокрита, содержание гемоглобина, глюкозы в крови, время свертывания и время кровотечения венозной и капиллярной крови, сатурацию крови кислородом [9, 10]. Для оценки нарушений системы гемостаза исследовали время свертывания и время кровотечения венозной и капиллярной крови, содержание в сыворотке крови фибриногена, растворимых фибринмономерных комплексов (РФМК), протромбиновый индекс и частичное антитромбиновое время (АЧТВ), уровень Д-димеров [5]. Кроме того, в сыворотке крови определяли активность панкреатической диастазы, уровень прокальцитонина, избыток оснований (BE), а в моче – содержание адреналина иммуноферментным методом (Adrenaline ELISA Fast Track) и кетоновых тел [17].

Базовое анестезиологическое пособие оказывали по стандартным схемам. Остановку абдоминального кровотечения осуществляли не позднее 30 мин с момента поступления пациентки в клинику. К началу оперативного вмешательства объем инфузии составлял не менее 1500 мл. Гемодилюция достигалась за счет внутривенного введения гелофузина (1000 мл), стерофундина (500 мл) с метилпреднизолоном (500 мг). При снижении систолического артериального давления доза метилпреднизолона увеличивалась до 1500 мг, либо требовалась адекватная волемическая и инотропная поддержка гемодинамики. Инотропная поддержка гемодинамики проводилась только в группе II по витальным показаниям в течение 36 час с использованием инфузоматов. Общий объем необходимой инфузии определялся кровопотерей и интраоперационным диурезом. К стандартной волемической нагрузке добавлялась трансфузия свежезамороженной плазмы не менее 1000 мл. Растворы глюкозы не применялись. Гемотрансфузия проводилась по показаниям. Респираторная поддержка осуществлялась респираторами типа «Dräger», «Фаза 7-9», «Фаза- 21», МК 1-2 в режимах CMV-управляемая ИВЛ, CMV+PEEP+5-7 mmHg-ИВЛ с положительным давлением в конце выдоха, PLV-ИВЛ с ограничением давления на вдохе; CPAP-самостоятельное дыхание с постоянным положительным давлением (в послеоперационном периоде). Индивидуально выбирался режим ИВЛ, не влиявший на гемодинамические показатели. В первые сутки послеоперационного периода у пациенток всех групп общий объем инфузии не превышал расчетного объема циркулирующей крови пациентки (0,75% массы тела) с вынужденным добавлением объема на выходяемый диурез и расчетную перспирацию.

Применялись препараты гексаэтилкрахмала (РеохЕС 0,6-130, стабизол 6%, волювен) в среднесуточных дозировках со 2-х- 3х суток послеоперационного периода. Раннее энтеральное питание начинали с конца первых суток послеоперационного периода в дозе 35-40 ккал/кг. Со вторых суток общий объем инфузий не превышал 30-40 мл/кг в зависимости от восстановления функции кишечника и эффективности энтерального питания. Заместительную терапию метилпреднизолоном продолжали до третьих суток послеоперационного периода: в группе I по 150 мг/сут, а в группе II – по 500 мг/сут.

Пациенткам всех групп, начиная с интраоперационного периода, производилась неспецифическая терапия неспецифическими блокаторами циклооксигеназы – парацетамолом для внутривенных инъекций (перфалган) в максимальных суточных дозировках. Профилактику стрессовых повреждений слизистых желудка и кишечника осуществляли ингибиторами протонной помпы (лосек 40 мг/сут).

Антибактериальная терапия в группах I и II осуществлялась меропенемом в максимальных суточных дозировках и метронидазолом – по показаниям (эмпирическая деэскалационная терапия). В группе III с профилактической целью использовали фторхинолоны II + метронидазол; цефалоспорины III поколения + метронидазол по показаниям и/ или аминогликозиды по показаниям в среднесуточных дозировках.

Профилактика дисбактериоза кишечника производилась во всех группах. Нейровегетативная защита в раннем послеоперационном периоде так же осуществлялась во всех группах.

Реинфузия отмытых эритроцитов в группе I осуществлялась с помощью реинфузоматов Cell Saver 5, COBE BRAT-2, Agat, а при необходимости ультрацентрифугированием с последующей плазмозэкстракцией и ресуспензией с получением эритроцитарной взвеси до достижения показателя свободного гемоглобина ресуспензата менее 0,01 г/л по показателям бензидиновой пробы для малого количества свободного гемоглобина в приготовленной порции реинфузата при показателе гематокрита 0,4 л/л.

Статистический анализ осуществляли с помощью программы STATISTICA 8.0. В зависимости от характера распределения и равенства дисперсий для проверки статистических гипотез использовали непараметрические критерии (Вилкоксона и Колмогорова-Смирнова) и параметрические t-критерии Стьюдента для зависимых и независимых выборок. Количественные данные (основные статистики) представлены как медиана (нижний и верхний квартили) – Me (QL; QH), а так же как средняя ± стандартное отклонение – M±s. Нулевая гипотеза отвергалась при p<0,05.

**Результаты и обсуждение**

Между группами I и II имелись статистически значимые различия практически по всем лабораторным показателям, которые свидетельствовали об отрицательном влиянии более длительного предоперационного периода на нарушение системной гемодинамики и параметры системы гемостаза (табл. 1).

Таблица 1

Параметры системной гемодинамики и гемостаза при поступлении, Me (QL; QH)

Показатели	Группы	
	I (n=31)	II (n=57)
Систолическое АД, мм рт. ст. (САД)	72 (68; 75)	86 (83; 88)**
ЦВД, мм вод. ст.	-2,8 (-2,9; -2,5)	2,6 (2,2; 3,0)
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	136 (131; 138)	121 (116; 122)*
ЧД, мин <sup>-1</sup>	26 (23; 30)	15 (12; 20)*
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3,7 (3,1; 3,9)	0,9 (0,8; 1,2)***

Показатели	Группы	
	I (n=31)	II (n=57)
ОПСС, дин·с·см <sup>-5</sup>	6015 (5850; 6240)	871 (842; 1025)***
SpO <sub>2</sub> ,%, пульсоксиметрия	52 (47; 57)	34 (31; 39)**
Гемоглобин (капилляры), г/л	101 (96; 108)	46 (43; 52)***
Гематокрит (капилляры), л/л	0,27 (0,25; 0,29)	0,15 (0,11; 0,17)**
Время свертывания венозной крови, мин	14 (12; 15)	22,5 (20; 24)***
Гемоглобин вены, г/л	54 (52; 58)	41,3 (40; 44)**
Время свертываемости капиллярной крови, мин	0,9 (0,7; 1,2)	8,1 (6,8; 8,7)***
Время кровотечения капиллярной крови, мин	1,2 (0,8; 1,4)	более 20***
Фибриноген, г/л	0,66 (0,60; 0,72)	1,1 (0,8; 1,4)*
Д-димеры (венозная кровь), нг/мл	223 (201; 242)	962 (921; 998)***
ЧАТВ, сек	79 (70; 83)	55 (51; 58)**
РФМК, мг/100 мл	41 (38; 45)	5,2 (4,8; 6,0)***
Глюкоза, ммоль/л	5,9 (5,2; 6,1)	8,2 (7,8; 8,3)***
Кетоновые тела (моча), г/л, проба Ротеры	0,05 (0,03; 0,06)	0,07 (0,06; 0,09)
Адреналин (моча), нмоль/л	3007 (2560; 3215)	1000 (954; 1255)***

Примечание: \* – различия статистически значимые в сравнении с контролем при  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$  и \*\*\* – при  $p < 0,001$  (критерий Колмогорова-Смирнова). В таблицах 1-3 количественные данные представлены как медиана (нижний; верхний квартили).

У пациенток группы I после активной волемиической поддержки и инфузии отмытых эритроцитов показатели системной гемодинамики оставались более стабильными во время операции и в послеоперационном периоде (табл. 2), но манифестировался ДВС-синдром в фазах

гиперкоагуляции и коагулопатии потребления. Интраоперационная кровоточивость у них успешно купировалась трансфузией свежезамороженной плазмы и введением 24,8-51,6 мг раствора этамзилата.

Таблица 2

Параметры системной гемодинамики и гемостаза к окончанию оперативного вмешательства, Me (Q1; Q3)

Показатели	Группы	
	I (n=31)	II (n=57)
САД, мм рт. ст. (без инотропной поддержки)	120 (117; 124)	67 (65; 69)***
Инотропная поддержка	Не нужна	+
ЦВД, мм вод. ст.	10 (9; 11)	18 (17; 20)**
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3,2 (3,0; 3,4)	1,5 (1,4; 1,8)***
ОПСС, дин·с·см <sup>-5</sup>	4012 (3805; 4140)	760 (755; 865)***
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	108 (105; 119)	144 (142; 148)***
ЧД, мин <sup>-1</sup>	ИВЛ	ИВЛ
Инфузия аутокрови, мл	1250 (1150; 1430)	Нет
Гемотрансфузия эритроцитарной массы, мл	270 (256; 295)	960 (915; 980)***
Гемоглобин (капилляры), г/л	84 (81; 86)	78 (76; 84)
Гематокрит (капилляры), л/л	0,26 (0,24; 0,32)	0,20 (0,18; 0,23)*
SpO <sub>2</sub> капиллярной крови при ИВЛ 70% O <sub>2</sub> , %	99 (98; 100)	99 (97; 100)
Фибриноген, г/л	2,1 (1,8; 2,3)	1,8 (1,5; 2,0)
Время свертывания капиллярной крови, мин	3,2 (3; 3,3)	8,6 (8,4; 9)**
Время кровотечения капиллярной крови, мин	3,8 (3,5; 4,1)	9,9 (9,5; 10,1)**
Протромбиновый индекс, %	88 (82; 90)	66 (64; 70)*
ЧАТВ, сек	45 (41; 49)	68 (65; 71)*
РФМК, мг/100 мл	43 (41; 50)	6,1 (5,5; 8,3)***
Д-димеры (венозная кровь), нг/мл	223 (208; 245)	1051 (790; 1250)***
Глюкоза, ммоль/л	5,6 (5,2; 5,8)	7,1 (6,9; 7,4)**
Кетоновые тела (моча), г/л, проба Ротеры	0,05 (0,05; 0,07)	0,3 (0,25; 0,31)**
Адреналин (моча), нмоль/л	3006 (2550; 3105)	955 (905; 1245)***

Примечание: \* – различия статистически значимые в сравнении с контролем при  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$  и \*\*\* – при  $p < 0,001$  (критерий Колмогорова-Смирнова).

У пациенток группы II кровь, излившаяся в брюшную полость, приобрела свойства, которые не позволяли использовать ее для инфузии. Содержание свободного гемоглобина в плазме крови, определяемого бензидиновым методом, было более 4 г/л, объем фибриновых сгустков –  $1770 \pm 20,2$  мл при общем объеме кровопотери не менее 3 л, минимальная осмотическая резистентность отмытых эритроцитов в приготовленном инфузате – более 0,6%. Показатели агрегации отмытых эритроцитов определяемые агрегометром LA НПФ "Биола" (Россия) – максимальное светопропускание > 75,8%, средний радиус эритроцитарных агрегатов > 22 условных единиц. Отсутствовала и техническая возможность приготовления необходимого объема для проведения инфузии отмытых

эритроцитов. После индукции в наркоз при активной волемиической поддержке у пациенток этой группы наблюдалась артериальная гипотензия, требовавшая коррекции системной гемодинамики добутамином на фоне высокого ЦВД; отчетливо выявлялись признаки перехода ДВС в фазу генерализованного фибринолиза (табл. 2), поэтому интраоперационная кровоточивость не купировалась только инфузией свежезамороженной плазмы и введением растворов этамзилата.

До 2004 года для решения этой проблемы нами проводилась дополнительная инфузия ингибиторов протеаз (контрикал до 100000 ЕД, либо гордокс 500-750000 ЕД). С 2004 года успешно применяется инфузия транекса-

мовой кислоты – 500 мг (с последующей поддерживающей дозой 1,5 г/сут в течение двух суток). Кроме того, в критических ситуациях для активации антитромбина свежезамороженной плазмы используем гепарин (0,5 ЕД на 1 мл инфузируемой плазмы).

Респираторная поддержка в группе I прекращалась через 8 часов после операции, а во второй группе для достижения таких же клинических результатов требовалось

до 36 часов респираторной и инотропной поддержки системной гемодинамики, а к четвертым суткам послеоперационного периода требовалась заместительная гемотрансфузия эритроцитарной массы (250-270 мл).

Динамика показателей стрессовой гипергликемии и кетонурии в группах I и II в послеоперационном периоде отличалась незначительно (табл. 3).

Таблица 3

Ключевые лабораторные показатели, контролируемые в раннем послеоперационном периоде в группах I и II, Me (QL; QH)

Показатели	Послеоперационный период, сут		
	1	2	3
Прокальцитонин, нг/мл I (n=31) II (n=57)	90 (88; 91) 92 (90; 93)	90 (87; 92) 90 (89; 93)	91 (89; 93) 92 (90; 95)
Глюкоза, ммоль/л I (n=31) II (n=57)	15,7 (16,1; 15,5) 16,8 (15,7; 18,2)	10,3 (10,8; 11,1) 11,2 (10,2; 12,1)**	6,1 (5,7; 5,9) 6,2 (5,8; 6,6)***
Адреналин (моча), нм/л I (n=31) II (n=57)	240 (225; 246) 121 (115; 128)^^^	278 (267; 274)* 101 (95; 112)*^^^	321 (314; 338)** 34 (31; 57)***^^^
Кетоновые тела (моча), г/л, проба Ротеры I (n=31) II (n=57)	0,7 (0,8; 0,7) 0,8 (0,7; 0,9)	0,6 (0,7; 0,6) 0,7 (0,6; 0,8)	0,1 (0,05; 0,1) 0,11 (0,05; 0,15)***
СИ, л/мин/м <sup>2</sup> I (n=31) II (n=57)	3,2 (3,1; 3,3) 0,8 (0,6; 1,2)^^^	3,4 (3,1; 3,7) 1,2 (1,0; 1,6)^^	3,1 (2,8; 3,5) 2,2 (2,0; 2,6)**^
ОПСС, дин·с·см <sup>-5</sup> I (n=31) II (n=57)	5015 (4870; 5124) 821 (760; 895)^^^	2700 (2556; 2854)** 1000 (987; 1108)*^^^	1800 (1765; 1906)** 1160 (865; 1258)^^
Диастаза сыворотки крови, ед. I (n=31) II (n=57)	770 (745; 784) 1750 (1665; 1905)^^^	250 (225; 268)*** 960 (895; 1126)**^^	124 (107; 132)*** 534 (501; 543)**^^^
Основания (BE), мэкв/л I (n=31) II (n=57)	-12,6 (-14,5; -12,1) -17,4 (-19,8; -15,7)^	-7 (-8,0; -6,5)*** -7,7 (-8,6; -6,9)***	-4,3 (-4,9; -3,6)** -7 (-8,4; -4,2)^^

Примечание: \* – различия статистически значимые в сравнении с предыдущим сроком  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$  и \*\*\* – при  $p < 0,001$  (критерий Вилкоксона). ^ – различия статистически значимые в сравнении с группой I при  $p < 0,05$ , ^^ – при  $p < 0,01$  и ^^ ^ – при  $p < 0,001$  (критерий Колмогорова-Смирнова).

Показатели системной воспалительной реакции представлены в таблице (табл. 4).

Таблица 4

Проявления синдрома системного воспалительного ответа у пациентов групп I-II и III, (M±s)

Группы	Послеоперационный период, сутки				Наличие ССВО по R.C.Bone
	1	2	3	4	
1. Температура тела, °C					
I-II (n=88)♣ III (n=95)	38,6±0,7 37,7±0,8	39,7±0,6* 38,5±0,8	39,6±0,5 37,5±0,7	37,1±0,5* 37,3±0,9	>38 или <36
2. Содержание лейкоцитов, ×10 <sup>9</sup> /л					
I-II (n=88)♣ III (n=95)♣	18,2±1,3 9,3±1,8^^	22,9±1,1* 13,0±1,3*^^	16,3±1,3** 10,5±1,5*^^	9,9±0,9** 8,0±1,1^	>12 или <4
3. Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ), усл.ед.					
I-II (n=88) III (n=95)	9,4±0,5 4,6±0,6^^	17,3±0,7** 8,4±0,8*^^	10,2±0,8** 3,4±0,6*^^	3,1±0,1** 3,0±0,5	Незрелых форм >10%
4. Частота сердечных сокращений, мин <sup>-1</sup>					
I-II (n=88)♣ III (n=95)♣	122,6±6,2 94,2±4,2^^	98,8±5,3** 99,6±5,5	88,8±8,1* 89,6±6,2*	79,1±8,5 82,7±6,1	> 90
5. Частота дыхания, мин <sup>-1</sup>					
I (n=31) III (n=95)♣	19,2±1,4 14,9±1,5^	20,8±1,1 12,5±1,2*^^	16,6±1,4* 12,9±1,9^	16,0±1,4 11,1±1,8*^^	> 20

Примечание: \* – различия статистически значимы в сравнении с предыдущим сроком при  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$  (t-критерий Стьюдента для зависимых выборок); ^ – различия статистически значимы в сравнении с основными группами I и II при  $p < 0,05$ , ^^ – при  $p < 0,01$  (t-критерий Стьюдента для независимых выборок); ♣ – использован максимальный суточный показатель. Количественные данные представлены как среднее ± стандартное отклонение.

Полученные в настоящем исследовании и ранее [4, 11] данные свидетельствуют о наличии у пациентов основных групп I-II высокого риска возникновения септических осложнений и необходимости проводить им эмпирическую дезэскалационную терапию для профилактики вероятного сепсиса (особенно в группе II), а в группе III – антибактериальную терапию. Через 5 суток показатели в сравниваемых группах нормализовались (табл. 4).

Показатели коагуляционного звена системы гемостаза пациенток I и II групп в послеоперационном периоде неуклонно снижались, что потребовало заместительной трансфузии свежезамороженной донорской плазмы «по потребности» в течение 4 суток послеоперационного периода общим объемом, полностью замещавшим кровопотерю, что превышало рекомендованные нам объемы плазмозамещения [1]. Метаболический ацидоз сохранялся в течение трех суток послеоперационного периода.

В группе III показатели, не входящие в систему оценки ССВО, соответствовали физиологической норме, респираторная поддержка прекращалась по окончании оперативного вмешательства.

У пациенток сравниваемых групп I и II в течение трех суток послеоперационного периода сохранялись статистически значимые различия между ключевыми лабораторными показателями (табл. 3). При сравнении с контрольной группой III показатели ССВО имеют значительные различия (табл. 4).

Таким образом, нами выявлены особенности течения ДГШ при разной продолжительности предоперационного периода от момента появления болей до оперативной остановки кровотечения у пациенток с остро прервавшейся внематочной беременностью. С учетом анализа полученных результатов была проведена оптимизация тактики анестезиологической службы при этой патологии за счет своевременной мощной, но щадящей волемической, респираторной и инотропной поддержки. Наиболее сложным было лечение пациенток группы II с ДГШ, развившимся на фоне предельного напряжения/истощения компенсаторных механизмов после продолжительного предоперационного периода и невозможности использовать аутокровь для инфузии. (это способствовало развитию у них иммунологических конфликтов, не возможных к рассмотрению в рамках этой работы) У пациенток этой группы наиболее уязвимой мишенью при ДГШ была система гемостаза, дисфункция которой, в свою очередь, была основной причиной декомпенсации механизмов восстановления гемодинамики у пациенток этой группы. У пациентов этой группы имелись характерные для развития септического шока показатели: ДВС-синдром в фазе генерализованного фибринолиза, ССВО, синдром малого выброса, снижение ОПСС, реакция симпатoadреналовой системы, свидетельствующая об истощении механизмов компенсации. Тем не менее, развития синдрома полиорганной недостаточности и сепсиса нам удастся избежать, благодаря применяемым нами протоколам диагностики и лечения. Все пациентки благополучно излечиваются и выписываются из стационара без повреждения легких, миокарда, центральной нервной системы, печени, почек. Возможно, в нашей многотрудной и многоуровневой задаче мы нашли правильные решения. Мы используем показатели групп I-III при проведении стандартизованного анестезиологического пособия и мониторинга как протоколы благоприятного течения послеоперационного периода. Любые отклонения от этих протоколов заставляют нас относить этих пациентов в группу высокого риска септических осложнений и проводить дополнительные лечебные и диагностические мероприятия. Существенную поддержку нам в поиске наиболее уязвимых органов и систем оказывает анализ амбулаторных карт наших пациентов.

Заключение.

1. В зависимости от времени начала кровотечения до его хирургической остановки выявлено наличие двух вариантов течения декомпенсированного геморрагического шока.

2. Реинфузия отмытых аутоэритроцитов, осуществляемая любым доступным аппаратным методом, существенно снижает риски трансфузионных осложнений и системную воспалительную реакцию в раннем послеоперационном периоде.

3. Эмпирическая дезэскалационная терапия по-прежнему остается актуальной.

4. Возможность реинфузии отмытых аутоэритроцитов должна дополняться возможностями контроля показателей свободного гемоглобина в пробах реинфузата, pH реинфузата, и, хотя бы, показателем осмотической резистентности инфузируемых эритроцитов. В любом слу-

чае, реинфузию аутокрови при предполагаемом нахождении ее в брюшной полости более 6 час производить не стоит, несмотря на последующие риски трансфузии донорской крови от нескольких доноров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Баринов С.В., Лукач В.Н., Шевлягина Л.С. и др.* Экстренная медицинская помощь в акушерской практике. Учебно-методическое пособие. – Омск, 2009. – 88 с.
2. *Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С., Шихляров А.И.* Антистрессорные реакции и активационная терапия. Часть II. – Екатеринбург, РИА Филантроп, 2003. – 246 с.
3. *Гельфанд Б.Р.* Анестезиология и интенсивная терапия: справочник практикующего врача. – М.: Литерра, 2005. – 544 с.
4. *Долгих В.Т., Степанов С.С., Проноза А.В. и др.* Критерии R.C. Bone и ятрогенный стресс (ретроспективный анализ) // Омский научный вестник. – 2002. – Т. 20. – С. 161-164.
5. *Заболотских И.Б., Синьков С.В., Шапошников С.А.* Диагностика и коррекция расстройств системы гемостаза. Руководство для врачей. – М: Практическая медицина, 2008. – 333 с.
6. *Кулаков В.И., Савельева Г.М., Манухин И.Б.* Гинекология – национальное руководство. – М., 2009. – 1088 с.
7. *Куликов А.В., Казаков Д.П., Кузнецов Н.Н.* Анестезиология и интенсивная терапия в акушерстве и неонатологии. – Новгород, 2001. – 236 с.
8. *Ланцев Е.А., Абрамченко В.В.* Анестезия, интенсивная терапия и реанимация в акушерстве: Руководство для врачей. 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2011. – 624 с.
9. *Меньшикова В.В.* Клиническая лабораторная аналитика. Том III. – М: Лабпресс, 2000. – 384 с.
10. *Мошкин А.В., Долгов В.В.* Обеспечение качества в клинической лабораторной диагностике. – М: Медиздат, 2004. – 216 с.
11. *Проноза А.В., Долгих В.Т., Лукач В.Н.* Системная воспалительная реакция в оперативной гинекологии // Общая реаниматология. – 2008. – Т. 4, №5. – С. 65-69.
12. *Тищенко М.И.* Измерение ударного объема крови по интегральной реограмме тела человека // Физиологический журнал СССР. – 1973. – Т. 8. – С. 409-457.
13. *Усенко Л.В., Царев А.В., Яровенко В.В.* Постреанимационная болезнь: далеко не реализованный потенциал. Современное состояние проблемы // Медицина неотложных состояний. – 2008. Т. 4, № 7. – С. 36-51.
14. *Bone R.C.* Sepsis: A New Hypothesis for Pathogenesis of the Disease Process // Chest. – 1997. – V. 112. – P. 235-243.
15. *Cerchiari E.L.* Postresuscitation syndrome // Cardiac Arrest: The science and practice of resuscitation medicine / Ed. by N.A. Paradis, A.R. Halperin, K.B. Kern, V. Wenzel, D.A. Chamberlaine. – 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – P. 817-828.
16. *Embeyer U., Katz L.M., Ward K.R., Neumar R.W.* Bringing all together: brain-oriented post-resuscitation critical care // Cardiac Arrest: The science and practice of resuscitation medicine / Eds. by N.A. Paradis, A.R. Halperin, K.B. Kern, V. Wenzel, D.A. Chamberlaine. – 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – P. 902-918.
17. *Kwang S. R., Jong S. Y.* The simultaneous determination of HVA, VMA and 5-HIAA by GC/MS //

Seoul Clinical Laboratory. – 1996. – V. 1. – P. 1121-1125.

18. Levy M., Fink M.P., Marshall J.C. et al. SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis

Definitions Conference // Crit.Care Med. – 2003. – V. 31, N4. – P. 1250-1256.

## ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ИНСТИТУТА ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ТАБАКА

**Сартаков Павел Геннадьевич**

*старший преподаватель кафедры обеспечения служебно-боевой деятельности, Новосибирский военный институт внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России, г. Новосибирск*

**Новосёлов Владимир Павлович**

*доктор медицинских наук, профессор, Новосибирский военный институт внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России, г. Новосибирск*

**Захарова Мария Александровна**

*доктор социологических наук, кандидат медицинских наук  
Государственное казённое учреждение здравоохранения Новосибирской области  
«Региональный центр медицинской профилактики», г. Новосибирск*

**Беликова Марина Шариповна**

*кандидат медицинских наук, Государственное казённое учреждение здравоохранения  
Новосибирской области «Региональный центр медицинской профилактики», г. Новосибирск*

### ASSESSMENT OF HEALTH RISK OF SMOKING CADETS OF MILITARY INSTITUTE

*Sartakov Pavel, a senior lecturer in providing service and combat activities, Novosibirsk Military Institute of Internal forces of the Army General IK Yakovlev Russian Ministry of Internal Affairs, Novosibirsk*

*Novoselov Vladimir, the doctor of medical sciences, professor, Novosibirsk Military Institute of Internal forces of the Army General IK Yakovlev Russian Ministry of Internal Affairs, Novosibirsk*

*Zakharova Mariya, doctor of sociology, candidate of medical Sciences, the Regional center of medical prevention, Novosibirsk  
Belikova Marina, candidate of medical Sciences, the Regional center of medical prevention, Novosibirsk*

#### ABSTRACT

*The purpose of this paper is to examine the problem of smoking among cadets at the Military Institute. The methodological basis of the prominence of the studies of medicine, pedagogy and psychology. The main methods in the course of the work were:*

*analysis, synthesis, comparison, analogy, the method of deduction, induction method, the dialectical method, synthesis, etc. The results of the study are theoretical positions that can be used in modern medicine and educational practice.*

*Keywords: healthy lifestyle; military institute; cadets; health; smoking.*

#### АННОТАЦИЯ

*Целью данной работы является рассмотрение проблемы табакокурения среди курсантов в военном институте. Методологической основой работы выступали положения исследований медицины, педагогики и психологии. Основными методами в ходе проведения работы были: анализ, синтез, сравнение, аналогия, метод дедукции, метод индукции, диалектический метод, обобщение и другие. Результатами исследования являются теоретические положения, которые можно использовать в современной медицине и образовательной практике.*

*Ключевые слова: здоровый образ жизни; военный институт; курсанты; здоровье; табакокурение.*

Принимая во внимание распространённость курения среди молодёжи и актуальность данной проблемы для Новосибирской области, было проведено исследование на базе Новосибирского военного института внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России, целью которого явилась оценка степени распространённости курения среди курсантов военного института и его влияния на состояние здоровья учащихся, с учётом показателей заболеваемости.

На 1 этапе исследования участвовало 1075 курсантов – учащихся 1-5 курсов. Данный контингент представляет собой однородную группу мужчин возрастной группы от 17 до 22 лет, находящихся в относительно одинаковых профессионально-бытовых условиях.

По результатам проведённого исследования была установлена негативная динамика, свидетельствующая о повышении распространённости курения у курсантов с 26,0% на 1 курсе до 38,0% на 5 курсе.

При сравнительной оценке заболеваемости по трём классам и распространённости потребления табака среди курсантов разных курсов была выявлена негативная закономерность, свидетельствующая о том, что у лидеров по количеству курящих (на втором, третьем и четвёртом курсах – цифры выделены полужирным шрифтом) отмечалась более высокая заболеваемость органов дыхания и

органов пищеварения, которая была в 2 раза выше, чем на 1 курсе.

Здоровый образ жизни, по мнению курсантов, сводится, согласно значимости полученных корреляционных связей, к борьбе с курением (слабая корреляционная связь) и употреблением алкоголя (очень слабая корреляционная связь). При этом курение, по мнению курсантов, фактически не влияет на состояние здоровья.

Для наглядной демонстрации риска курения для здоровья было проведено дополнительное анкетирование среди «наиболее беспечных» по отношению к своему здоровью групп курсантов (2-3 курсов) – второй этап. Был произведён расчёт возможного риска возникновения заболеваний, связанных с потреблением табака, который проводился на основе методических рекомендаций «Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения» (МР 2.1.10.0033–11) [1, с. 52].

Методика. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения, осуществляется в соответствии со следующими этапами:

1. Идентификация опасности: выявление, сбор и анализ исходной информации о факторах риска, связанных с образом жизни индивидов/группы на исследуемой территории. Основной задачей

этапа идентификации опасности является выбор приоритетных, индикаторных факторов риска, изучение которых позволяет с достаточной надёжностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья населения. Основной метод идентификации факторов образа жизни – проведение медико-социологического исследования. Реализация исследования предполагает применение опросных методов – формализованного интервью или анкетирования.

- Оценка зависимости «фактор-эффект» – процесс количественной характеристики информации об уровне действия (выраженности) факторов риска, связанных с образом жизни, и установления связи между воздействующим фактором и вероятностью возникновения вредного эффекта. Зависимости «фактор-эффект», полученные на основе эволюционных детерминированных моделей, описывают связь факторов образа жизни, как с отдельными, так и агрегированными ответами, учитывая при этом процессы естественного старения организма.
- Характеристика риска: количественная и качественная оценка риска, выявление и анализ сравнительной значимости существующих проблем для здоровья населения.

Опросный лист (анкета) была составлена специалистами ГКУЗ НСО «Региональный центр медицинской профилактики», г. Новосибирск.

Ход 2 этапа исследования: Для оценки зависимости «фактор – эффект» в отношении влияния активного курения на здоровье курсантов использовались показатели суточного поступления никотина в организм. В данном исследовании рассматривалось три варианта (модели) воздействия фактора:

- вариант 1 – без воздействия фактора риска,
- вариант 2 – при воздействии табакокурения с момента начала приёма до конца жизни (неизменная интенсивность действия фактора риска),
- вариант 3 – от момента начала курения до момента «бросил курить», и далее – не курил.

Индивидуальный риск рассчитывался для четырёх эффектов: развития ИБС; рак лёгкого; рак полости рта и хронический бронхит. Риск вышесказанных эффектов рассчитывался для каждого ежедневно курящего респондента с учётом возраста начала курения и количества выкуриваемых сигарет в день. Уровень индивидуального риска в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-3}$  и выше  $1 \cdot 10^{-3}$  характеризовался как неприемлемый, в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-6}$  до  $1 \cdot 10^{-4}$  – как допустимый риск.

Анализ данных, полученных в ходе исследования, показал, что:

- большинство курсантов (67,1 % – 2 курс и 67,3 % – 3 курс), принявших участие в исследовании, не имеют опыт активного курения (таблица 1),
- являются регулярно курящими на 2 (18,4 %) и 3 (19,5 %) курсах.

Таблица 1

	«Курите ли Вы?»	
	Курс	
	2 (n=179)	3 (n=174)
<b>Да</b>	33 (18,4%)	34 (19,5%)
<b>Бросил</b>	26 (14,5 %)	23 (13,2%)
<b>Нет</b>	120 (67,1%)	117 (67,3%)

Средний возраст начала курения составил 16 лет (среди второкурсников) и 14 лет (среди курсантов 3 курса).

Эволюционные модели риска вредного воздействия табакокурения на организм курсантов даны в сравнении с вариантом 1 (без воздействия этого фактора риска), где рассматривается большая вероятность возрастной причины развития некоторых заболеваний после достижения определённого возраста (п. 7.4 МР 2.1.10.0033-11 «Эволюционные детерминированные модели описывают связь факторов образа жизни, как с отдельными, так и агрегированными ответами, учитывая при этом процессы естественного старения организма»: для рака лёгкого – 60 лет; для ИБС – 43 года, для рака полости рта – 64 года; для хронического бронхита и эмфиземы – старше 80 лет) [1, с. 12].

Анализируя индивидуальный риск развития заданных эффектов (по курсам) были получены следующие сравнительные результаты:

- Рак лёгкого (РЛ). Минимальные значения риска (9,8478E-06) закономерно определены в категории «вне воздействия фактора табакокурения» – вариант 1. Если сравнивать показатели 2 и 3 вариантов, то минимальные (1,74368E-05 – вариант 3) и максимальные (6,74128E-05 – вариант 2) значения уровня риска убедительно свидетельствуют в пользу 3 варианта (отказа от курения), т.к. демонстрируют реальное снижение риска для здоровья после исключения фактора воздействия.
- Второй курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития РЛ прогнозируется к 47 годам (1,07E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития РЛ прогнозируется к 54 годам (1,08E-04).

- Третий курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития РЛ прогнозируется к 45 годам (1,24E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития РЛ прогнозируется к 55 годам (1,03E-04).

2. Ишемическая болезнь сердца (ИБС). Минимальные значения риска (5,97058E-05) закономерно определены в категории «без воздействия фактора табакокурения» – вариант 1. Если сравнивать 2 и 3 варианты, то минимальные (6,93092E-05 – вариант 3) и максимальные (1,17E-04 – вариант 2) значения уровня риска свидетельствуют в пользу 3 варианта (отказа от курения) и демонстрируют реальное снижение риска для здоровья после исключения фактора воздействия.

- Второй курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития ИБС прогнозируется к 41 году (1,09E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития ИБС прогнозируется к 42 годам (1,06E-04).
- Третий курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития ИБС прогнозируется к 40 году (1,17E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития ИБС прогнозируется к 43 годам (1,19E-04).

3. Рак полости рта (РПР). Минимальные значения риска (7,25789E-06) закономерно определены в категории «без воздействия фактора табакокурения» – вариант 1. Если сравнивать 2 и 3 варианты, то минимальные (8,19177E-06 – вариант 3) и максимальные (1,46448E-05 – вариант 2) значения уровня риска свидетельствуют в пользу 3 варианта (отказа от курения) и демонстрируют реальное снижение риска для здоровья после исключения фактора воздействия.

- Второй курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития РПР прогнозируется к 60 годам (1,10E-04),

вариант 3 – неприемлемый риск развития РПП прогнозируется к 63 году (1,07E-04).

3.2. Третий курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития РПП прогнозируется к 58 годам (1,08E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития РПП прогнозируется к 63 году (1,02E-04).

4. Хронический бронхит и эмфизема лёгких (ХБ и ЭЛ). Минимальные значения риска (1,64313E-06) закономерно определены в категории «без воздействия фактора табакокурения» – вариант 1. Если сравнивать 2 и 3 варианты, то минимальные (2,66279E-06 – вариант 3) и максимальные (1,0546E-05 – вариант 2) значения уровня риска свидетельствуют в пользу 3 варианта (отказа от курения) и демонстрируют реальное снижение риска для здоровья после исключения фактора воздействия.

4.1. Второй курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития ХБ и ЭЛ прогнозируется к 68 годам (1,05E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития ХБ и ЭЛ прогнозируется к 79 годам (1,10E-04).

4.2. Третий курс: вариант 2 – неприемлемый риск развития ХБ и ЭЛ прогнозируется к 64 годам (1,02E-04), вариант 3 – неприемлемый риск развития ХБ и ЭЛ прогнозируется к 80 годам (1,04E-04).

Таким образом, методика оценки риска наглядно демонстрирует преимущества отказа от курения, как от фактора риска преждевременного (не связанного только с процессом старения организма) риска развития хронических неинфекционных заболеваний.

Практическая значимость термина «приближение неприемлемого риска» заключается в необходимости разработки дополнительных мероприятий, направленных на корректировку поведенческих факторов риска, в первую очередь, снижение распространённости курения среди молодёжи, таких как внедрение в образовательную программу тематических и практических курсов, направленных на формирование здоровьесохранительного поведения у молодёжи, что позволит сохранить и укрепить

здоровье будущих офицеров, повысить общую культуру здоровья среди этой группы населения.

Результаты исследования были доведены до сведения курсантов, обсуждены в ходе бесед с командирами. Кроме того, нами были разработаны конкретные предложения по снижению уровня лиц, потребляющим табак:

1. В системе антикурительного воспитания следует активно использовать возможности учебных предметов. Потенциалом антикурительного воспитания обладают практически все дисциплины кафедры юридических дисциплин, на которых курсантов можно обучать формированию правовых оценок проблем, связанных с курением.

2. Формирование у военнослужащих устойчивого приоритета здорового образа жизни с исключением употребления табака, а так же привлечение командиров (начальников) всех степеней к формированию устойчивого социального приоритета «образ жизни без табакокурения»;

3. Внедрение в Учебную Программу курсантов первого курса цикла лекций «Здоровье и здоровый образ жизни».

Таким образом, проведение вышерассмотренных мероприятий, позволит повысить уровень информированности военнослужащих о пагубных последствиях курения табака и воздействия табачного дыма, сформирует негативный образ потребителя табачных изделий, как человека, наносящего вред своему здоровью и здоровью окружающих людей.

#### Литература:

1. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – Ст. 63.

## АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ

*В.А.Щуров, В.А.Холодков, Н.О.Могеладзе, А.В.Сафонова*  
ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия»  
имени академика Г.А.Илизарова» Минздрава РФ.

*ANTHROPOLOGICAL THE EFFECTS OF CHANGES SOCIO-ECONOMIC SITUATION IN THE REGION V.A.Schurov, V.A.Holodkov, N.O.Mogeladze, A.V.Safonova Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics Minzdrava FR*  
АННОТАЦИЯ

*На основании комплексного антропометрического и клинического обследования 3584 рожениц и новорожденных города Кургана за последние 20 лет выявлено, что в условиях децелерации роста тела после 10-летнего периода снижения происходит нормализация коэффициента рождаемости и функциональных показателей развития детей. Следовательно, в условиях стабилизации социально-экономических отношений наступает эпигенетическая адаптация плода к сложившимся условиям жизни и нормализация темпов его развития.*

*Ключевые слова : децелерация роста, антропометрия, рост детей, развитие.*

#### SUMMARY

*Based on a comprehensive clinical examination and anthropometric 3584 maternal and neonatal Kurgan city over the last 20 years revealed that in terms of growth decelerations of the body after a 10-year period of declining birth rates are normalized and functional parameters of child development. Consequently, in terms of stabilization of socio-economic relations comes epigenetic adaptation of the fetus to the existing conditions of life and the normalization of the pace of its development.*

*Keywords: growth decelerations, anthropometry, growth of children, development.*

Прошло более двух десятилетий с момента изменения социально-экономической ориентации страны, что достаточно для подведения объективных итогов произошедших перемен. Императивные кардинальные изменения социально-экономического статуса должны иметь конечной целью последующее улучшение качества жизни

населения страны. Непосредственной платой за такие изменения может быть временное снижение этого качества, о котором можно судить на основании анализа данных статистического управления [4]. Интегральной мерой последствий перестройки экономического уклада является изменение состояния здоровья людей, показателей рождаемости, смертности. Чувствительным индикатором к

подобного рода воздействиям служат размеры тела и показатели развития новорожденных.

Однако такая работа сопряжена с определенными трудностями. Одна из трудностей заключается в том, что для ретроспективного анализа доступны рутинные методы исследования, которые отличаются по уровню от характерных и эффективных для современной биологии методов, базирующихся на применении высоких технологий. Вторая трудность обусловлена дефицитом времени выполнения исследования. Диссертации, гранты, темы НИР ограничиваются жесткими временными рамками. Кроме того, применение статистических методов анализа позволяет ограничивать объемы выборок необходимыми и достаточными размерами, однако при этом возможна потеря данных о небольших, но важных эпохальных сдвигах некоторых показателей. И, наконец, проблема политического угодничества. Это обстоятельство, которое, к сожалению, способно деформировать цель и исказить результаты исследований, затруднить поиск истины и привести к существенным материальным и моральным потерям.

Последнее положение нуждается в конкретизации, что и стало одной из задач настоящей работы. Кроме того, мы хотели показать, что помимо административных мер экономической компенсации негативных последствий снижения качества жизни населения, существует система биологической защиты вида.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ антропометрических показателей, состояния здоровья и развития 3584 рожениц и их детей, родившихся во 2-й городской больнице города Кургана в июне месяце в период с 1988 по 2010 годы. Кроме того, проанализированы показатели рождаемости и качества жизни, в частности, качество питания населения города Кургана в этот период на основании данных облкомстата и выборочного анкетирования.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ статистических данных Курганского облстата показал, что коэффициент рождаемости в городе Кургане (как и в других регионах России), доходивший в середине XX столетия до 45%, неуклонно снижался и достиг к 1983 году 23%. При таком уровне показателя сохранялось расширенное воспроизводство населения. За следующие 5 лет после 1990 года этот коэффициент упал до уровня ниже 9%. Возникла угроза депопуляции. Такая нарастающая по времени неблагоприятная угрожающая ситуация на протяжении ряда лет замалчивалась. Более того, руководство областных городов, имевших ранее прирост населения 10% за 10 лет (а в Кургане и до 50% за 10 лет) начали искажать неблагоприятную статистику, в

частности, за счет расширения границ городов и включения в отчеты населения близлежащих пригородных поселений. Линейное экстраполирование наблюдавшегося тренда снижения численности населения, сокращение причин снижения рождаемости и нежелание исследовать динамику этого процесса привело к тому, что опустевшие детские дошкольные учреждения начали продаваться и перепрофилироваться.

Причина такого падения рождаемости однозначно виделась в ухудшении качества жизни населения. Например, подушевое потребление мяса, которое в США достигает 180 кг, а в странах Западной Европы 120 кг в год, в регионах России составляло около 70 кг. В результате перестройки за несколько лет потребление уже не мяса, а мясопродуктов снизилось до 44 кг на человека в год. Действительно, снижение качества жизни стало статистически доказанной причиной падения рождаемости и роста коэффициента смертности населения [3, 8].

В тоже время, снижение рождаемости наблюдалось во всех высокоразвитых, экономически благополучных странах Европы, Америки и Азии. Предпринимаемые комплексные экономические меры по стимуляции показателя рождаемости в таких странах как Япония, Германия и в скандинавских странах оказались малоэффективными. Отличительной стороной падения рождаемости в России стало снижение антропометрических показателей, состояния здоровья и психического развития новорожденных детей [1, 5]. В результате в 1994-1999 годах произошло достоверное увеличение числа недоношенных детей до  $7,3\% \pm 9,57$ , детей с внутриутробной задержкой развития до  $13,1\% \pm 1,5$  и больных детей до  $53,1\% \pm 3,1$ . На протяжении 9 лет наблюдалось уменьшение продольных размеров тела рожениц (в расчете на год достижения ими 18-лет), на 3% (со 166 до 161 см,  $p \leq 0,05$ ), наружной конъюгаты на 5,3% ( $p \leq 0,001$ ) [6, 8]. К 1999 году значение показателя обхвата головы новорожденных уменьшились на 7% ( $p \leq 0,001$ ). По антропометрическим показателям произошел «откат» на позиции, которые были у населения в период акселерации роста тела 35 лет назад [7, 10].

Исследования палеонтологов и военных специалистов дают возможность рассмотреть динамику продольных размеров тела солдат в Германии на протяжении многих столетий [11]. Зная соотношение размеров тела мужчин и женщин, эти данные можно перенести на размеры тела женщин. Оказалось, что антропометрические достижения человечества в период акселерации не вписываются в сложившуюся динамику, не имеют убедительного обоснования и могут рассматриваться как временный парадокс при сохраняющейся биологической природе человека и неизменности параметров земной гравитации (рис. 1).

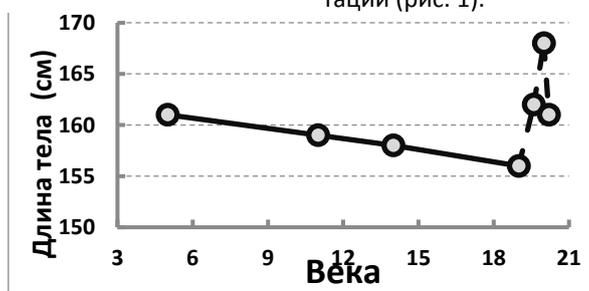


Рис. 1. Динамика продольных размеров тела жительниц Германии (на основании данных [A.Vach, H.Vach, 1986] и данных собственных исследований).

Поэтому явление децелерации роста тела является вполне обоснованным биологическим процессом [9]. Биологическая коррекция поставленного природой эксперимента началась прежде всего в тех регионах, где произошло ухудшение качества жизни населения. В регионах

России процесс децелерации сопровождался ухудшением не только показателей здоровья, но и физического и интеллектуального развития и воспринимался как сугубо отрицательный. У новорожденных детей в конце XX столетия выявлено снижение показателя функциональной зрелости по шкале Апгар-2 (рис. 2). У детей школьного

возраста только в группах мальчиков из экономически благополучных семей уровень развития достигал нижней границы существовавших нормативов [1]. Более того, у выпускников университета уровень интеллектуального

развития был относительно ниже, чем у абитуриентов, а также ниже, чем у сотрудников облстата, имеющих возраст более 45 лет [8].

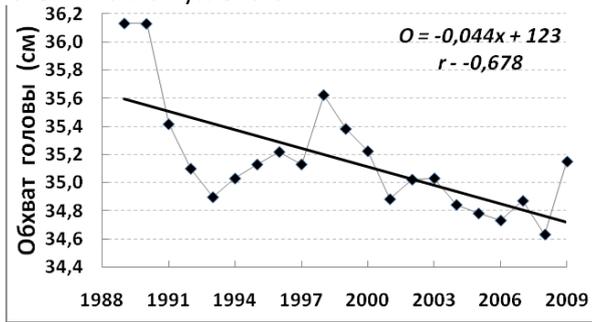


Рис. 3. Динамика обхвата головы новорожденных города Кургана

Подтверждением значения экономического фактора в выявленных изменениях состояния развития и здоровья детей является тесная взаимосвязь полученных по-

казателей с состоянием материального благополучия семей (уровень зарплаты, образования, размер жилплощади, качество питания, характер работы, наличие мужа) [8, 9].

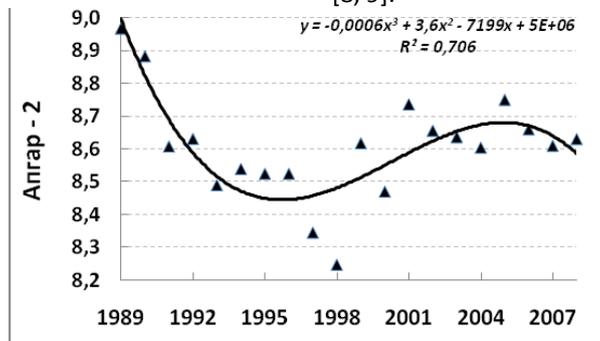


Рис. 2. Динамика показателя функциональной зрелости новорожденных по шкале Апгар-2.

Ситуация со снижением коэффициента интеллекта населения регионов страны, которую явно начали ощущать преподаватели школ и институтов, требовала какого-то рационального разрешения, поскольку грозила дебилизацией населения и ставила под сомнение будущее страны, и без того терявшей лучшие «мозги» вследствие постоянной утечки в столицы и за рубеж. При этом стабилизация социально-экономической ситуации в начале настоящего столетия не привела к увеличению антропометрических показателей новорожденных и их ма-

терей (рис. 3). Однако появились и положительные тенденции. Началось снижение коэффициентов смертности и заболеваемости населения, коэффициент рождаемости превысил 12%, снизился процента детей с задержкой внутриутробного развития. Более того, появилась тенденция к нормализации показателя функциональной зрелости новорожденных (см. рис. 2).

Если в период акселерации по мере увеличения размеров тела женщин коэффициент рождаемости снижался, то в период децелерации он неуклонно возрастал, хотя и с меньшими темпами (рис. 4).

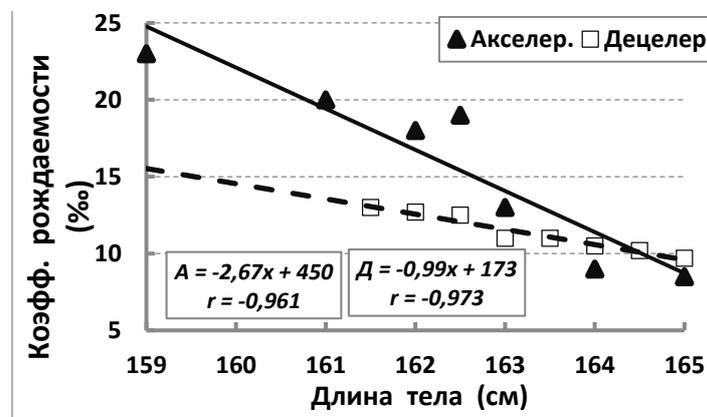


Рис. 4. Взаимосвязь продольных размеров тела женщин и коэффициента рождаемости населения в XX веке и в начале XXI века.

Стало очевидным, что многолетняя адаптация населения к сложившимся социально-экономическим условиям жизни привела к эпигенетическим изменениям в реализации генетической программы плода, когда за-

медление темпа роста тела плода стало программируемым, а не вынужденным. Известно, что с уменьшением размеров тела снижаются энергетические и пластические потребности организма. То есть в результате децелера-

ции не только нормализовались ранее увеличенные в результате акселерации размеры тела, но и восстановились темпы развития организма.

Одним из подтверждений концепции о децелерации как адаптивной положительной реакции организма являются наблюдения за детьми женщин-спортсменок (39 человек). Существует представление о том, что плод в состоянии взять из организма матери столько энергетических веществ и пластических материалов, сколько ему необходимо для развития, даже в ущерб здоровью матери. Однако в условиях, когда беременные вынуждены заниматься физическим трудом или атлетическими видами спорта, ослабевает гестационная доминанта, во взаимоотношениях «мать-плод» возникают ограничивающие рамки. Так, например, длина окружности головы новорожденных в группе матерей-неспортсменок составляющая в среднем  $35,2 \pm 0,07$  см, у занимающихся спортом женщин – только  $34,4 \pm 0,3$  см ( $p \leq 0,05$ ). В тоже время, показатель функциональной зрелости новорожденных по шкале Апгар-1 у спортсменок оказался относительно выше, чем в целом у здоровых обследуемых (соответственно  $8,2 \pm 0,11$  и  $7,6 \pm 0,05$ ;  $p \leq 0,001$ ). То есть при относительно меньших размерах головы дети спортсменок рождались функционально более зрелыми. При обучении в первом классе дети спортсменок имели преимущество над остальными сверстниками по успеваемости, о которой мы судили по среднегодовым оценкам по ведущим школьным предметам, на 13%, но к четвертому классу они утратили лидерство и к моменту окончания школы отстаивали на 6%. У детей неспортсменок был ниже темп возрастного снижения уровня успеваемости, связанный с повышением объема усваиваемой информации:  $S = 6,09 - 0,185x$ ;  $R^2 = 0,982$ .

Следовательно, помимо совершенно необходимых социально-экономических рычагов воздействия на здоровье населения, в частности на рождаемость и смертность, следует учитывать существование биологических механизмов, действующих с интервалом в 7-10 лет и защищающих людей от нарушения развития, в частности, развития мозга. Этот адаптивный механизм не успевает включаться при сравнительно коротких по времени воздействиях, связанных с эпизодами голода в периоды стихийных бедствий и войн [2, 12], но выручает при многолетних изменениях условий существования. Возможно, длительная постоянная времени переходного процесса обусловлена тем, что, например, размеры головы плода не могут существенно изменяться раньше, чем происходят соответствующие изменения размеров таза женщины.

#### Список литературы

1. Абрамовских Н.А. Физическое и психическое развитие детей в условиях ухудшения основных показателей социально-экономического положения населения Курганской области // Автореф. дисс...канд. биол. наук. Челябинск, 2007. -24 с.
2. Зельцер А. Причины и формы проявления ускоренного роста детей // М.: Медицина. –1968. –234 с.
3. Исмаилова С.С. Влияние социально-экономических и биологических факторов на рост и развитие новорожденных города Кургана // Автореф. дис... канд. мед. наук. Тюмень, 2004. 24 с.
4. Кремлев Н.Д. Демография и экономика: вчера, сегодня и завтра (методологический аспект) // Проблемы, перспективы и направления демографического развития Курганской области. Курган, 2003. С. 26-33.
5. Могеладзе Н.О. Физиологические механизмы адаптации репродуктивной функции женщин при изменениях качества жизни населения. // Автореф. дис...канд. мед. наук. Курган, 2013. -24 с.
6. Холодков В.А. Особенности адаптивных реакций организма рожениц и новорожденных при неблагоприятных социально-экономических условиях // Автореф. дисс...канд. мед. наук. Тюмень, 2005. -24 с.
7. Щуров В.А., Сафонова А.В., Могеладзе Н.О. Децелерация роста детей как форма адаптации населения к ухудшению качества жизни // ВАК, Вестник Ю-Ур. гос. ун-та. Серия: образование, здравоохранение, физ. Воспитание, 2014. -№ 4 (333). 110-113.
8. Щуров В.А., Кузнецов А.П., Холодков В.А. Влияние благосостояния на рост, развитие детей и состояние здоровья населения. Курган. Изд-во Курганского ун-та. 2008. -183 с.
9. Щуров В.А., Могеладзе Н.О. Медицинские, биологические и социальные проблемы повышения рождаемости в антропологии // Lap Lambert Academic Publishing. 2012.-168 с.
10. Щуров В.А., Могеладзе Н.О., Горбачева Л.Ю. Децелерация роста тела детей как форма адаптации к изменившимся социально-экономическим условиям жизни // Фундаментальные исследования, 2011. №. 9 (часть 2), 322-325.
11. Bach A., Bach H. Die Glockenbecherlente des Mittelbe-Saale-Gebietes Beitrag zur Bevölkerungsentwicklung im Neolithikum // Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte. 1976. 60. -409-424 s.
12. Van der Zee H.A. The Hunger Winter: Occupied Holland 1944-1945 // University of Nebraska Press. 1998. -304-395 p.

## СИМУЛЯТОР ВЫБОРА МЕСТА ЗАБОРА МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНСБРОНХИАЛЬНОЙ БИОПСИИ ПРИ ДИССЕМИНИРОВАННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ЛЕГКИХ

*Зайцев Никита Николаевич*

*4 курс Уральского федерального университета, Екатеринбург*

*Маркина Софья Элеолитовна*

*доцент Уральского федерального университета, Екатеринбург*

*Филатова Елена Анатольевна*

*врач-терапевт Уральского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии, Екатеринбург*

*SIMULATOR OF CHOICE OF SAMPLING MATERIAL DURING THE TRANSBRONCHIAL BIOPSY IN DISSEMINATED PULMONARY LESIONS*

*Zaytsev Nikita, 4th course, Ural Federal University, Yekaterinburg*

*Markina Sofya, Docent, Ural Federal University, Yekaterinburg*

*Filatowa Elena, Therapist, Urals Research Institute of Phthisiopulmonology, Yekaterinburg*

**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается альтернативное решение изучения информации о пациенте хирургом при подготовке специалиста к проведению трансбронхиальной биопсии легких посредством построения 3D модели с симуляцией проникновения бронхоскопа. С помощью данного метода значительно повышается уровень успешного завершения процедуры, а так же дает более наглядное понимание ситуации с возможностью выполнения различных манипуляций отдельных частей модели для более детального изучения проблемы.

*The article considers alternative study of information about the patient during the preparation by the surgeon to TBLB by constructing a 3D model with simulation of penetration of a bronchoscope. With this method significantly increases the level of successful completion of the procedure, as well as gives more visual understanding of the situation to perform manipulation of individual parts of the model for a more detailed study of the problem.*

**Ключевые слова:** трансбронхиальная биопсия, симулятор бронхоскопа, 3D-модель легких  
**Keywords:** transbronchial biopsy, simulator bronchoscope, 3D-model of the lung

Трудности дифференциальной диагностики заболеваний, сопровождающихся диссеминированным поражением легких (ДПЛ), общеизвестны и носят междисциплинарный характер. Группа диссеминированных поражений формируется за счет часто встречающихся заболеваний, таких как диссеминированный туберкулез, саркоидоз, канцероматоз, альвеолиты и более редких нозологий – альвеолярный протеиноз, гистиоцитоз Х, лейомиоматоз. Пациенты с выявленным ДПЛ направляются к различным специалистам: пульмонологам, онкологам, терапевтам, в зависимости от наиболее вероятного клинико-рентгенологического диагноза. Доля диагностических ошибок у данной категории пациентов составляет от 30-40% и может достигать 80%. Тактика ведения таких пациентов остается дискуссионной, не разработан единый алгоритм обследования. На сегодня это представляет медико-социальную проблему, которая требует новых подходов и технических решений при проведении бронхоскопии.

Бронхоскопия – это диагностическое исследование для непосредственного осмотра и оценки состояния слизистых трахеи и бронхов. Выполняется с помощью гибких эндоскопов, которые вводятся в просвет трахеи и бронхов. Бронхоскопию проводят для диагностики заболеваний дыхательных путей, а также для обнаружения нагноений, опухолей, туберкулеза и различных аномалий развития легких. В лечебных же целях проводят удаление мокроты, различных новообразований или инородных тел.

Важной частью диагностической бронхоскопии является биопсия. Ее целью, как и целью бронхоскопии в общем, является морфологическая верификация различных процессов в трахее, бронхах и легочной ткани.

Существует три типа биопсии:

1. биопсия слизистой оболочки под визуальным контролем;
2. прицельная биопсия периферических образований легких под рентгенологическим контролем;
3. трансбронхиальная биопсия легочной ткани.

Проблема современной бронхоскопии – отсутствие «наружного» обзора бронхиального дерева. Бронхоскоп позволяет свободно путешествовать по большинству ответвлений вплоть до нижних долей легких, однако, при этом невозможно увидеть плотные образования, расположенные вне бронхиального дерева. Бронхологу приходится просматривать сотни снимков компьютерного томографа (КТ), чтобы, имея немалый опыт и объемное воображение, попытаться представить трехмерную картину. Результаты исследования полученных при ТББЛ биоптатов легочной ткани позволяя подтвердить диагноз морфологически в 92% - 42% - в зависимости от нозологии. Этапы работы хирурга по традиционной технологии:

1. просмотр 2D изображений КТ, совместно с рентгенологом с целью выбора наиболее

подходящего места для забора материала во время биопсии;

2. предварительный расчет пути до образования. В этом случае никаких математических вычислений не делается, хирург все делает «на глаз»;
3. во время процедуры при достижении нужной ветви хирург вводит биопсийную иглу практически вслепую.

Каждый этап данного алгоритма имеет большое количество проблем, наложение которых приводит к получению неинформативного материала.

Пред разработчиками были поставлены задачи:

1. показать объемное изображение диссеминированного поражения и бронхиального дерева, т.е. построить 3D модель вмешательства;
2. рассчитать траекторию движения бронхоскопа по сегментарным и субсегментарным ветвям бронхиального дерева;
3. рассчитать глубину погружения биопсийных щипцов.

Для решения поставленных задач использована среда визуального программирования MeVisLab. Кроме основных функций по обработке медицинских изображений, MeVisLab включает передовые алгоритмы медицинской визуализации для сегментации, регистрации и количественного анализа изображений.

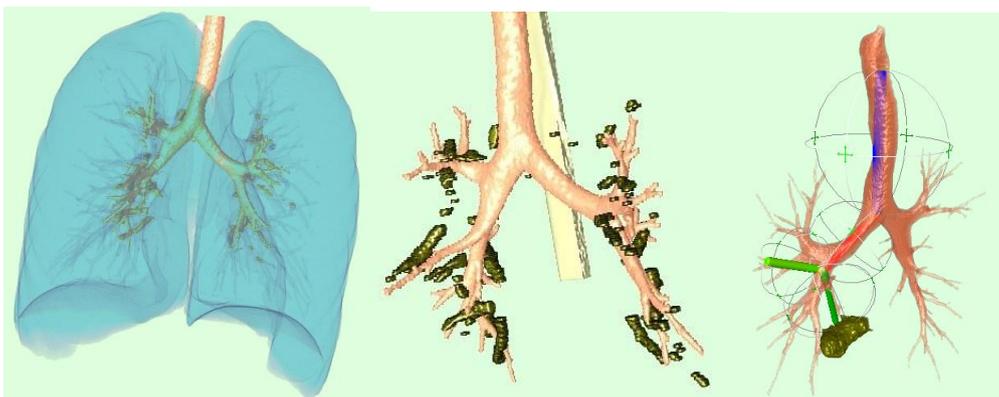
Программа работает с данными медицинского формата DICOM, которые получают при сканировании пациента на компьютерном томографе (обязательная процедура для легочных больных). КТ-данные загружаются в программу для построения трехмерной реконструкции всего тела, отдельной его части или органа. Первый этап – подготовка, который заключается в преобразовании отдельных DICOM-файлов единыйодн TIF-формат.

Благодаря тому, что MeVisLab работает с яркостью точек, а на снимках КТ даже незначительные образования, радиус которых не превышает 1-2 миллиметров, имеют свое значение, то на общей картине их тоже можно различить. К примеру, как показано на рисунке 1, данные мелкие образования достаточно четко отображены и различимы (небольшие темные пятна эллипсоидной формы).

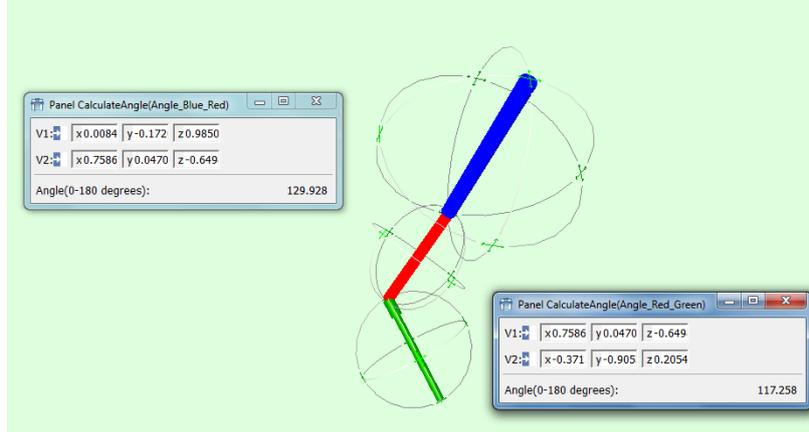
Следующий не менее значительный этап работы заключается в построении манипулятора, который будет являться имитацией проникновения бронхоскопа.

Следующий шаг - расчет углов изгиба бронхоскопа. Две плоскости – минимальное требуемое количество, необходимое для полной ориентации манипулятора в пространстве.

Заключительный этап - расчет длины «выхода» биопсийной иглы. Хирург выбирает место-ориентир в центре плотного образования, расстояние до которого необходимо вычислить. Достраивая завершающую часть манипулятора (фрагмент зеленого цвета), которая будет имитировать выход биопсийной иглы, подбираем ее длину.



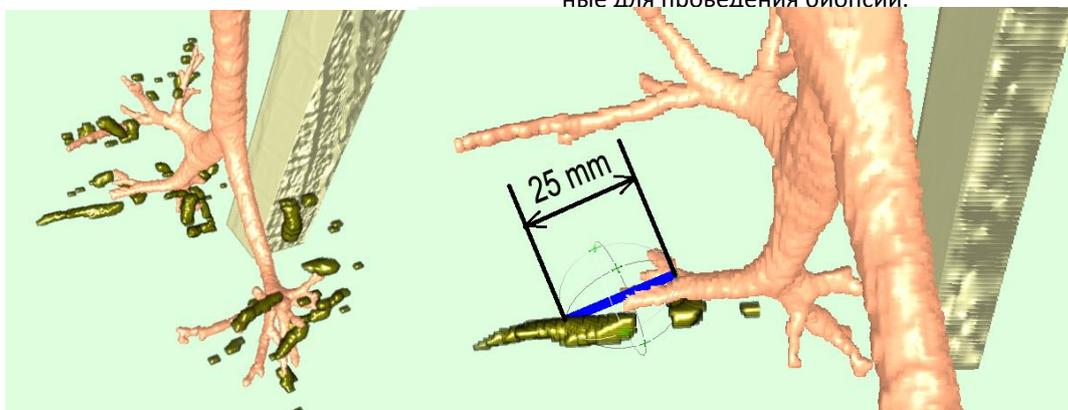
**Рисунок 1. Общая картина: бронхиальное дерево, образование, ареол легких, манипулятор.**



**Рисунок 2. Расчет углов изгиба.**

В случае с диссеминированными образованиями, необходимо провести дополнительные построения,

чтобы иметь на выходе многочисленные мелкие образования, среди которых выбрать скопления, наиболее удобные для проведения биопсии.



**Рисунок 3. Диссеминация плотных образований.**

### Выводы

В ходе работы создан СИМУЛЯТОР ВЫБОРА МЕСТА ЗАБОРА МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНСБРОНХИАЛЬНОЙ БИОПСИИ ПРИ ДИССЕМИНИРОВАННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ЛЕГКИХ.

С использованием данного симулятора выполнялась фибробронхоскопия (ФБС). Исследование выполнялось при помощи фибро- и видеобронхоскопов фирмы OLYMPUS (OLYMPUS BF-TE2, OLYMPUS 1T150 с биопсийным каналом 2,8 мм) под местной анестезией. Биопсийные щипцы проводились в наиболее пораженный сегмент легкого, и выполнялась трансbronхиальная биопсия легкого по стандартной методике. Полученный гистологический материал (не менее 3 кусочков) помещался в 10% раствор формалина и сразу же отправлялся в патоморфологическую лабораторию.

Из присланного на морфологическое исследование материала изготавливали гистологические препараты. Использовалась стандартная техника изготовления гистологических препаратов для световой микроскопии - фиксация, промывка в воде, обезжизивание и уплотнение, заливка, приготовление срезов, окрашивание, заключение срезов.

Все микропрепараты анализировались с помощью микроскопа «Olympus-CX41».

Этапы работы бронхолога с использованием симулятора:

1. Построение 3D модели;
2. Выбор оптимального места для проведения биопсии;
3. Предварительный расчет пути до образования (углы изгиба бронхоскопа и длина «выхода» биопсийной иглы).

К июню 2014г с использованием 3D-навигации проведено 12 трансбронхиальных биопсий легкого у пациентов с диссеминированным поражением легких.

Материал, на основе которого установлен диагноз, получен у 10 пациентов. Установить диагноз не удалось у 2 пациентов: у одного пациента получена респираторная ткань без патологических изменений, у другого полученного материала для постановки точного диагноза оказалось недостаточно.



**Рисунок 4. Частота морфологического подтверждения диагноза (%) при трансбронхиальной биопсии у пациентов с диссеминированным поражением легких.**

Таким образом 3D модель позволяет:

1. количественно оценить объём поражённой ткани лёгких при диссеминированном поражении;
2. оценить динамику патологического процесса при диссеминированном поражении;
3. увеличить вероятность забора материала из патологического очага при трансбронхиальной биопсии лёгких;
4. проводить обучение и информационную поддержку врача.

Мы считаем, что необходимо дальнейшая работа в этом направлении, однако уже сейчас можно сказать, что с точки зрения восприятия специалистом, объёмное интерактивное изображение значительно лучше иллюстрирует изучаемый объект и упрощает его оценку. Мы полагаем, что практикующие врачи получают возможность использовать дополнительную информацию установления диагноза при ДПЛ на фоне терапии и без таковой.

#### Список литературы:

1. Илькович М.М., Кокосова А.Н. Интерстициальные заболевания легких. Руководство для врачей. 2005; 5.
2. Шмелев Е.И. Дифференциальная диагностика диссеминированных заболеваний легких неопухолевой природы РМЖ. 2001; 9(21).
3. Shiv Saidha, MRCPI, Elias S Sotirhos, MD, Christopher Eckstein, MD. Etiology of sarcoidosis: does infection play a role? Yale journal of biology and medicine 85 (2012), pp. 133-141.
4. Isaac Browenell, Francisco Ramirez-Valle, Miguel Sanchez, Stephen Prystowsky. Evidence for mycobacteria in sarcoidosis. Nov;45(5):899-905, American journal of respiratory cell & molecular biology — id: 140521, year: 2011, vol: 45, page: 899, stat: Journal Article.
5. MeVisLab [Электронный ресурс] Medical image processing and visualization. – Режим доступа: <http://www.mevislab.de/> 23.12.2012