

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«COGNITIO»**

**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ XXI ВЕКА»  
(30.04.2016г.)  
3 часть**

г. Москва 2016г.

© Международная исследовательская организация "Cognitio"

УДК 082  
ББК 94.3  
ISSN: 3684-8976

Сборник статей международной исследовательской организации "Cognitio" по материалам IX международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы науки XXI века» 3 часть, г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – М.: Международная исследовательская организация "Cognitio", 2016. – 152с.  
ISSN: 3684-8976

Тираж – 300 экз.

УДК 082  
ББК 94.3  
ISSN: 3684-8976

Издательство не несет ответственности за материалы, опубликованные в сборнике. Все материалы поданы в авторской редакции и отображают персональную позицию участника конференции.

**Контактная информация Организационного комитета конференции:**  
Международная исследовательская организация "Cognitio"  
*Электронная почта:* [public@mio-cognitio.com](mailto:public@mio-cognitio.com)  
*Официальный сайт:* [www.mio-cognitio.com](http://www.mio-cognitio.com)  
*Администратор конференции* - Афанасьева Людмила Ивановна

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абденюв А.Ж., Рубанович М.Г., Максүтова М.Е. РАСЧЕТ ДОСТОВЕРНЫХ ОЦЕНОК ИНДУКТИВНОСТИ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ В ФОРМЕ КОШИ .....	5
Зеленкова Т.Н., Козлова О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРОВ-МОДИФИКАТОРОВ В ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ПО ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ .....	10
Косарев А.С., Яценко Е.А., Смолий, В.А., Гольцман Б.М. МНОГОСЛОЙНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-ДЕКОРАТИВНЫЙ СТЕКЛОКОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ .....	13
Мирсаатов Р.М., Очилов О. СОЛНЕЧНОЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЛКОВИЧНЫХ КОКОНОВ .....	18
Немеребаев М., Бекмуратов М. М., Немеребаева А. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	22
Грабар О.И., Власенко О.В., Оринчак И.А., Белодед Н.Н. ОБМЕН ДАННЫМИ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ» ПРИ ПОМОЩИ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА DRORBOX .....	27
Сотник А., Скоба А.Н. ПРОГРАМНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	33
Попова Г.И., Стоякин И.В. ОСОБЕННОСТИ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И АНАЛИЗ СТО «АЛЬФАВЛАДСЕРВИС» .....	40
Журавлева Е.В., Косырева Л.Г., Хухрянская Е.С. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ.....	44
Aitbayev Y.K. DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR GROUP DECISIONS IN PATTERN RECOGNITION PROBLEMS.....	48
Дмитриев К.С. О ПРИМЕНЕНИИ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД В СОСТАВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ .....	52
Боякова Т.А., Игнатов А.В. МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КАЛИБРОВАННОГО АЛЮМИНИЕВОГО ПРУТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВКИ РАВНОКАНАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ .....	55
Кулыгин В.Л., Колесниченко А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ТИПА «ШЕСТЕРНЯ» .....	58
Курицына О.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	64
Огнев И.И. ПОВЕРХНОСТИ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦА ТРАНСПОРТЕРНОЙ ЛЕНТЫ ПОДБОРЩИКА- АДАПТЕРА.....	67
Прохоров С.В. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	74

Сеидахмедов Н.С., Габиров И.А. ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ ГАЗОМОТОРНЫХ КОМПРЕССОРОВ .....	77
Скрипникова Д.П., Лешуков К.А. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ ПАШТЕТОВ С НЕТРАДИЦИОННЫМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕМ .....	80
Торбеков А.К. ИССЛЕДОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ ЖИДКОСТИ VA2302.....	85

### **ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Нарбекова Н.К., С.К. Жетерова, С.Д. Асфендиярова АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ GMP К ДОКУМЕНТАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. ДОСЬЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА .....	90
Коркач-Романов С.В. МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА. ....	92
Коркач-Романов С.В. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД НАПИСАНИЯ СИНОПСИСА КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, КАК ОСНОВНОЙ АСПЕКТ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	96
Кривоколыско С.Г., Бибик Е.Ю., Девдера А.В., Фролов К.А., Доценко В.В. ПОИСК СРЕДСТВ С ПРОТИВОИШЕМИЧЕСКОЙ И АНАЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ СРЕДИ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАГИДРОПИРИДО[2,1- <i>b</i> ][1,3,5]ТИАДИАЗИНА.....	99

### **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Антипова Т.Н. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ И АДАПТИВНОЙ МОДЕЛЕЙ .....	104
Филатов-Бекман С. А. ШУМОВЫЕ ЭФФЕКТЫ: КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (РАЗДЕЛ 3).....	110
Винников В.В., Иваничкина Л.В. ИЕРАРХИЧЕСКИЙ LRC-КОД ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ .....	114
Егоров В. А. ГРАВИТАЦИОННАЯ И МАГНИТНАЯ ПОСТОЯННЫЕ .....	120
Катышев А.Н. ЕДИНОЕ ПОЛЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	123
Ларионов А.М., Стахин Н.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАИБОЛЕЕ УДАЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ СИГНАЛА КОСМИЧЕСКОЙ РАДИОСВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ МАХИМА.....	128
Новалов А.А. НОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА МАЙКЕЛЬСОНА-МОРЛИ.....	133
Нуруллин А. Г. НУРОН – ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА, КВАНТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО И СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ.....	140
Ремизов М.Ю. НИЗКОЧАСТОТНОЕ ПРОХОЖДЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ДВОЯКОПЕРИОДИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ТРЕЩИН В ТРЕХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ .....	144

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### РАСЧЕТ ДОСТОВЕРНЫХ ОЦЕНОК ИНДУКТИВНОСТИ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ В ФОРМЕ КОШИ

**Абденов А.Ж.**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
г. Астана,*

**Рубанович М.Г.**

*Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск,*

**Максимова М.Е.**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
г. Астана*

### CALCULATION OF INDUCTANCE RELIABLE ESTIMATES OF MICROSTRIP LINE BASED ON USING THE MODELS IN THE CAUCHY FORM

**Abdenov A.Zh.**

*L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana,*

**Rubanovich M.G.**

*Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk,*

**Maksutova M.E.**

*L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana*

#### **Аннотация**

В данной работе рассматриваются погрешности семи формул для расчета параметров отрезка линии, реализующих индуктивность элементов в микрополосковом исполнении. Для оценки погрешности предлагается использовать линейную дифференциальную модель в форме Коши, полученную на основании экспериментальных данных.

#### **Abstract**

This work considers the errors of seven formulas for calculating the parameters of the line segment implementing the inductance elements in microstrip design. For an estimation of the error it is offered to use a linear differential model in the form of Cauchy obtained on the basis of experimental data.

**Ключевые слова:** дифференциальная модель, форма Коши, микрополосковая линия, точность расчета, фильтр Калмана

**Keywords:** differential model, the form of Cauchy, microstrip line, the accuracy of the calculation, the Kalman filter

Плоские индуктивные элементы находят применение в полосковых схемах на органических и неорганических диэлектриках и являются по существу отрезком линии. При проектировании сверхвысокочастотных (СВЧ) микросхем в схемах усилителей, умножителей, смесителей, фильтров, линий задержки и так далее, выполненных на основе полосковых схем, необходимо реализовывать индуктивность отрезком линии передачи с достаточной точностью, позволяющей избежать подстройки номинала индуктивности. К исследованию авторов подвигло отсутствие в монографиях и учебниках оценок

погрешностей приводимых в них методах расчета индуктивности полосковых элементов при широчайшей потребности в результатах таких расчетов. Такие оценки погрешностей позволят разработчикам интегральных СВЧ схем выбрать формулу для расчёта параметров отрезка линии, реализующую индуктивность требуемого номинала.

**1. Постановка задачи.** Проводящая плёнка, напыленная на диэлектрик с металлизированным основанием, представляет собой элемент в полосковом исполнении. Существуют различные методики расчета индуктивности микрополосковых элементов. Требуется оценить погрешности этих методик и рекомендовать к использованию конкретную формулу расчета индуктивности.

**2. Описание методов расчета индуктивности отрезка микрополосковой линии.** Авторам известно семь методов расчета индуктивности отрезка микрополосковой линии. Приведём их по порядку.

**Метод 1.** Расчёт можно произвести с помощью формулы для скорости распространения электромагнитной волны вдоль идеального проводника в идеальном

диэлектрике [1]: 
$$v = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{эф}}}$$
, где  $v$  – скорость распространения волны

в линии, скорость света  $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  мм/с,  $L$  - индуктивность микрополоска на единицу длины, единицы измерения (нГн);  $C$  - емкость микрополоска на единицу длины, единица измерения (пФ). Индуктивность отрезка линии заданной длины равна:  $L = Z_b \cdot l_0 \cdot \sqrt{\epsilon_{эф}} / c$ , где  $l_0$  - длина линии в мм,  $Z_b$  – волновое сопротивление линии.

**Метод 2.** Для расчета индуктивности в [2] предлагается формула, учитывающая увеличение площади по которой растекается ток, что уменьшает результирующую индуктивность. Приведенные в [2] формулы имеют следующий вид:

$$L = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \left[ \ln \frac{8 \cdot l}{b'} + \frac{1}{32} \left( \frac{b'}{l} \right) + \dots \right] \text{ для } b'/l \leq 2, \quad L = \frac{\mu_0}{2} \left\{ \frac{b'}{l} + \frac{1}{\pi} \ln \left[ 2\pi e \left( \frac{b'}{2l} + 0.94 \right) \right] \right\}^{-1} \text{ для } b'/l \geq 2,$$

где  $b' = b + \Delta b$ ,  $\Delta b$  - поправка на ширину слоя  $b$ ,  $e$  - основание натурального логарифма.

**Метод 3.** В [3] индуктивность прямоугольной полоски в свободном пространстве удаленной от других проводников и магнитных материалов, определяется выражением

$$L_R l_0 = 0.13 \cdot 10^{-3} l_0 \left\{ \ln \frac{l_0}{b + \delta} + 1.19 + 0.2 \frac{b + \delta}{l_0} \right\}$$

**Метод 4.** На основании метода о среднегеометрических [4], предложена формула расчёта индуктивности при наличии параллельно полоске заземленного основания:

$$L_K = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{(2l)^2}{b^2} \ln \frac{2l}{\sqrt{(2l)^2 + (b)^2}} + \ln \frac{r}{0.223 \cdot (b + \delta)} + \frac{2l}{b} \cdot \varphi - \frac{3}{2} \right),$$

$$\text{где: } \varphi = 2 \arctan \frac{b}{l}; \quad r = 2 \sqrt{(b)^2 + (2 \cdot l)^2}.$$

**Метод 5.** С учётом неравномерности распределения тока по поверхности проводника предлагается алгоритм расчета индуктивности методом продольного разбиения полоска [5].

**Метод 6.** Значение индуктивности полоска относительно заземленного основания

можно определить по формуле [4]: 
$$L = \mu_0 \frac{K}{K'}$$
, где  $K$  и  $K'$  - полные эллиптические

интегралы первого рода с модулями  $k$  и  $k' = \sqrt{1 - k^2}$ . Для упрощения расчетов решение этой системы дано в виде зависимости  $d/c$  от  $k^2$ .

**Метод 7.** Значение индуктивности можно определить [6], зная точное значение ёмкости, с учётом краевой ёмкости отрезка полосковой линии единичной длины.  $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  - скорость распространения волны в линии, где  $L$  и  $C$  – погонные индуктивность и ёмкость. Скорость распространения волны в воздушной линии равна скорости распро-

странения света  $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \mu_0}}$ , где  $c$  – скорость света. Приравнявая между собой выражения для скорости распространения волны в линии, выразив из ра-

венства  $L$ , получим:  $L = \frac{\epsilon_r}{C \cdot c^2}$ .

**3. Оценка погрешности формул расчета индуктивности.** Эксперимент проводился с использованием прибора “Измеритель L,C,R цифровой Е 7-12”. Для снятия экспериментальных данных изготовлен держатель отрезка линии. Держатель представляет собой два отрезка коаксиальной линии внешняя оплетка, которой заземлена. Это исключает индуктивную связь держателя с окружающими элементами и как следствие независимость собственной индуктивности держателя от его расположения в пространстве. Для придания жёсткости конструкции коаксиальные отрезки, представляющие собой ножки держателя обкручены вокруг внешней оплётки миллиметровой посеребренной проволокой и припаяны к ней. При снятии на приборе собственной индуктивности держателя, он устанавливался в присоединительном устройстве прибора (Е 7-12) по фиксированному уровню, а с другой стороны центральные жилы спаивались стык в стык. Отрезок линии выполнен на фольгированном фторопласте толщиной 2.5мм. Толщина металлизации 0.05 мм. Торцы отрезка полосковой линии припаивались к торцу линии держателя. В ходе эксперимента получен дискретный набор значений индуктивности на интервале изменения параметра  $b = [1.4, 5.8]$  мм. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

*Экспериментальная зависимость индуктивности от ширины полоска*

Ширина отрезка линии, мм	Длина отрезка линии, мм	Индуктивность держателя с отрезком линии, нГн	Индуктивность закороченного держателя, нГн	Индуктивность отрезка линии длиной 200мм, нГн
1.4	29.5	96.2	80.2	108.4
1.9	30.0	95.4	80.5	99.2
2.4	30.6	92.8	79.5	86.8
2.7	30.7	91.6	79.5	78.8
3.3	27.0	89.6	79.6	74.1
3.8	30.0	92.1	81.5	70.3
4.0	29.6	90.0	79.7	69.6
4.3	30.0	91.9	82.5	62.6
5.0	30.0	89.5	80.8	58.0
5.8	30.3	89.2	80.9	54.8

Очевидно, что экспериментальные значения содержат в себе погрешности измерителей. Чтобы исследовать погрешности формул расчета индуктивности строиться непрерывная математическая модель, характеризующая зависимость значений

индуктивности от ширины полоска  $L(b)$ . Для исследования предлагается использовать линейную стохастическую дифференциальную модель в форме Коши [9].

Пусть зависимость индуктивности от ширины полоска описывается обыкновенным линейным дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{d}{db} L(b) = a_1 \cdot L(b) + a_2, \quad b = [b_0, b_N], \quad L(b_0) = L_0, \quad (1)$$

где  $L(b)$  – значения индуктивности при ширине полоски равной  $b$ ,  $b_0$  – начальное значение интервала изменения параметра  $b$ ,  $L_0$  – начальное значение индуктивности,  $a_1$  и  $a_2$  – неизвестные параметры дифференциальной модели.

Выход измерительной системы можно записать в виде стохастического соотношения:  $y_i(b_k) = L(b_k) + v_i(b_k)$ ,  $k = \overline{1, N}$ , где  $y_i(b_k)$  – известный вектор измерений  $i$ -го экспериментатора размера  $N$ ,  $v_i(b_k)$  – случайная погрешность измерений (предполагается  $v \sim N(0, R)$ ),  $N$  – размер выборки.

Требуется оценить неизвестные параметры  $a_1$  и  $a_2$  дифференциального уравнения (1) по данным выхода измерительной системы  $\{y(b_k), k = \overline{1, N}\}$ .

$$Y = \frac{d}{db} \begin{bmatrix} L(b_1) \\ \dots \\ L(b_N) \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} L(b_1) & 1 \\ \dots & \dots \\ L(b_N) & 1 \end{bmatrix}, \quad V = \begin{bmatrix} v(d_1) \\ \dots \\ v(d_2) \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix},$$

Вводятся обозначения:

тогда соотношение для измерительной системы переписывается в виде:  $Y = X \cdot Q + V$ . Соотношение представляет собой регрессионную модель. Для нахождения оценок

параметров модели используется МНК [7]:  $\hat{Q} = (X^T X)^{-1} X^T Y$ .

В качестве первого столбца матрицы  $X$  берется вектор данных эксперимента  $y(b_k)$ ,

$k = \overline{1, N}$ . Вектор  $Y$  получается путем численного нахождения производных  $\frac{d}{db} L(b_k)$ . Для

этого данные наблюдения  $\{y(b_k), k = \overline{1, N}\}$  аппроксимируются с помощью регуляризирующего кубического сплайна  $S(b)$  и получается временной ряд с уровнями

$\tilde{y}(b_k)$ ,  $k = \overline{1, N}$ . Тогда с учетом  $\{x(b_k) = \tilde{y}(b_k), k = \overline{1, N}\}$  значения производных

$\frac{d}{db} L(b_k)$  вычисляются по формуле:

$$\frac{d}{db} L(b) = \frac{L(b_{j+1}) - L(b_j)}{\Delta b} - \frac{\Delta b}{6} \left[ (2 - 6z + 3z^2) M_j + (1 - 3z^2) M_{j+1} \right],$$

где  $b = [b_j, b_{j+1}]$ ,  $z = (b - b_j) / \Delta b$ ,  $M_j = \ddot{S}(b_j)$  получаем в процессе построения  $S(b)$ ,

$j = \overline{1, N}$ . Вычисленные значения оценок параметров модели (1) равны:  $\{$

$\hat{a}_1 = -0.36878$ ,  $\hat{a}_2 = 14.570\}$ . Данные эксперимента и решение уравнения (1) с

полученными значениями параметров  $\hat{a}_1$  и  $\hat{a}_2$  и значением индуктивности равным начальному значению сглаженных данных  $\tilde{y}(b_1)$  приведены в табл.2 как результаты расчета индуктивности по семи методам.

При расчете по методу 5 линия по ширине разбивалась на 8 частей. Для оценки точности формул вычисляются среднеквадратичные отклонения значений индуктивно-



сти, рассчитанные по семи формулам от значений индуктивности, полученных по диф-

ференциальной модели на интервале исследования  $\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_j(b_i) - L_M(b_i))^2}{n+1}}$ ,  $j = \overline{1,7}$ ,

где  $L_j(b_i)$  - значение индуктивности, рассчитанное по  $j$ -й формуле,  $L_M(b_i)$  - значение индуктивности, полученное по дифференциальной модели.

В табл.2 приведены результаты расчета для 441 значения на интервале исследования и погрешности семи методов. В качестве погрешностей взяты максимальные относительные погрешности расчетов по формулам от значения по модели на интервале исследования и выраженные в процентах.

Таблица 3

*Среднеквадратичные отклонения расчетных значений индуктивности*

Метод расчета	Среднегеометрические отклонения, нГн	Погрешность не более, %
1	3.5036 (1.9372*)	8 (6*)
2	3.3110	6.2
3	3.2019	6.1
4	3.3400	8
5	1.7832	3.4
6	1.4950	3.1
7	3.7273 (2.0664*)	8.2 (6*)

Таким образом, из данных табл.2 следует, что наименьшая погрешность расчета индуктивности на интервале исследования обеспечивается методом разбиения полоска в поперечном сечении (метод 5) и методом эллиптических интегралов (метод 6). Также не наблюдается повышение точности в методах 1 и 7 при соответствующем соотношении  $l/b$ .

Выполненная оценка погрешности расчета индуктивности по семи формулам, позволяет рекомендовать к использования в практических целях формул, связанных с разбиением полоска в поперечном сечении (метод 5) и с вычислением эллиптических интегралов (метод 6). Так как алгоритм расчета по методу 5 для любых значений параметров не вызывает сложности при использовании ЭВМ, данная формула может быть рекомендована как наиболее предпочтительная.

#### Список литературы

1. Справочник по расчету и конструкции СВЧ полосковых устройств (под редакцией Вольмана В.И.). – М.: Радио и Связь, 1982.
2. Полосковые платы и узлы. Проектирование и изготовление (под редакцией Котова Е.П. и Каплуна В.Д.). – М.: Советское радио, 1979.
3. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств. – М.: Радио и связь, 1987.
4. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивности. Справочная книга. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1986.
5. Рубанович М.Г., Разинкин В.П., Востряков Ю.В., Хрусталёв В.А., Абденов А.Ж. Матричный метод расчёта индуктивных параметров эквивалентной схемы плёночного резистора. Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. Санкт-Петербург 2008. Вып. 3. – С. 70-77.
6. Конструирование и расчет полосковых устройств (под редакцией Ковалёва И.С.). – М.: Советское Радио, 1974.

7. Синицын И.Н. Фильтры Калмана и Пугачева. М.: Университетская книга, Логос, 2006. 640с.

УДК 667.647.2

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРОВ-МОДИФИКАТОРОВ В ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ПО ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКОН**

**Зеленкова Т.Н.**

*аспирант*

**Козлова О.В.**

*доцент*

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

**THE APPLICATION OF POLYMER-MODIFIER IN TRANSFER PRINTING OF TEXTILE MATERIALS OF THE NATURAL FIBERS**

**Zelenkova T.N.**

**Kozlova O.V.**

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

**Аннотация**

Рассмотрено применение полимеров-модификаторов при переводной печати текстильных материалов из природных волокон. Полученные данные показывают эффективность использования полимеров-модификаторов для текстильных материалов, выбранные условия переноса дисперсного красителя в процессе сублимации.

**Abstract**

The article discusses the application of polymer-modifier in transfer printing of textile materials of the natural fibers. The experimental data show the effectiveness using of polymer-modifier of textile materials, determined conditions of transfer disperse dye in sublimation printing process.

**Ключевые слова:** полимеры-модификаторы, сублимационная переводная печать, проникновение дисперсного красителя.

**Keywords:** polymer-modifier, sublimation transfer printing, penetration of dye.

В настоящее время одним из распространенных непрямых методов набивки тканей является сублимационная печать. Основным недостатком такой печати является то, что дисперсные красители закрепляются только на синтетическом материале, поскольку только к ним они имеют наибольшее сродство. Для эффективного переноса красителя на ткань последняя должна иметь в своем составе не менее 65% синтетического (преимущественно полиэфирного) волокна.

Одним из методов химической модификации текстильных волокон и материалов является обработка их полимерами – модификаторами или как их принято называть сублимационными праймерами, используемыми для обработки различных материалов, на которые без предварительной подготовки не может быть осуществлен сублимационный перенос. После отверждения праймера изображение наносится на него сублимационным способом.

Целью работы явился выбор препаратов – полимеров акриловой и уретановой природы, выпускаемых отечественными производителями (ООО «Оргхимпром», ООО

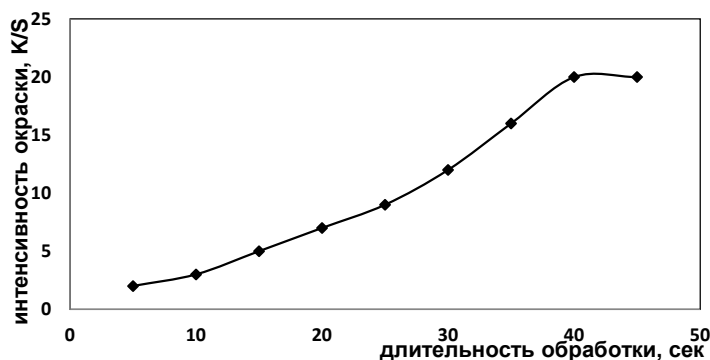
«Сван», ОАО «Пигмент», ЗАО «Макромер» и др.), способных осуществить перенос сублимационных красителей в целлюлозосодержащие ткани и оценка эффективности и целесообразности разработки технологии переводной печати по текстильным материалам любого волокнистого состава.

В работе в качестве сублимационных праймеров под переводную печать использованы препараты отечественного производства – сополимеры метакриловых мономеров и стирола – серии лакротенов, рузинов, эмультексов, ларусов, а также полимеры на основе уретанов - акваполы.

На первом этапе работы была оценена эффективность использования вышеназванных полимеров-модификаторов в качестве праймеров под термопечать с бумаги на ткань, выбраны наиболее эффективные из них, проведен выбор оптимальных температурно-временных условий процесса переноса дисперсного красителя с бумажной подложки на текстильный материал. В качестве оборудования для сублимационного перевода красителей с бумажной подложки на ткань использован термопресс модели SFS-МО4В. Результаты многочисленных исследований показали, что по комплексу полученных данных (степень переноса красителя, гриф ткани, четкость отпечатка и др.) большую привлекательность для дальнейших экспериментов и возможного внедрения имеет отечественный полимер, представляющий собой водную дисперсию акрилового полимера на основе винилацетата – Ларус-33 [1, стр.90-92].

Для выбора необходимых условий осуществления процесса сублимации был проведен ряд экспериментов, в которых в качестве объекта исследования выбрана хлопкополиэфирная ткань с содержанием 67% синтетической и 33% хлопковой составляющих.

Кинетическая кривая переноса красителя с бумажной подложки на ткань при заданной температуре 200°C, одинаковой для всех опытов, выявила наилучший результат по интенсивности окрасок, полученный при длительности термообработки образца 40 секунд (рис.1).



*Рис.1. Влияние длительности термообработки при переводной печати на интенсивность окрасок на хлопколавсановой ткани.*

Поскольку эффект переноса красителя на ткань зависит от толщины полимерного слоя, необходимо было определить оптимальную концентрацию препарата, обеспечивающую эффективную сублимацию дисперсного красителя.

Эксперимент проводили на текстильных материалах с различным волокнистым составом, среди которых интерес представляли хлопчатобумажные, полульняные, хлопкополиэфирные и перспективные в настоящее время – параарамидные. Предварительное

праймирование ткани осуществляли препаратом Ларус-33 при различных его концентрациях путем ракельного нанесения на ткань загущенной композиции праймера, после чего осуществляли термообработку, термоперевод красителя с бумаги и анализ интенсивности полученных окрасок.

На диаграмме (рис.2) представлены результаты переводной печати по тканям из различных волокон с предварительной модификацией их Ларусом-33. Можно заметить, что для большинства тканей повышение концентрации препарата более 150 г/кг не целесообразно, так как дальнейшее увеличение концентрации препарата на степень переноса красителя влияет незначительно, и оптимальной концентрацией полимера является 150 г/кг состава.

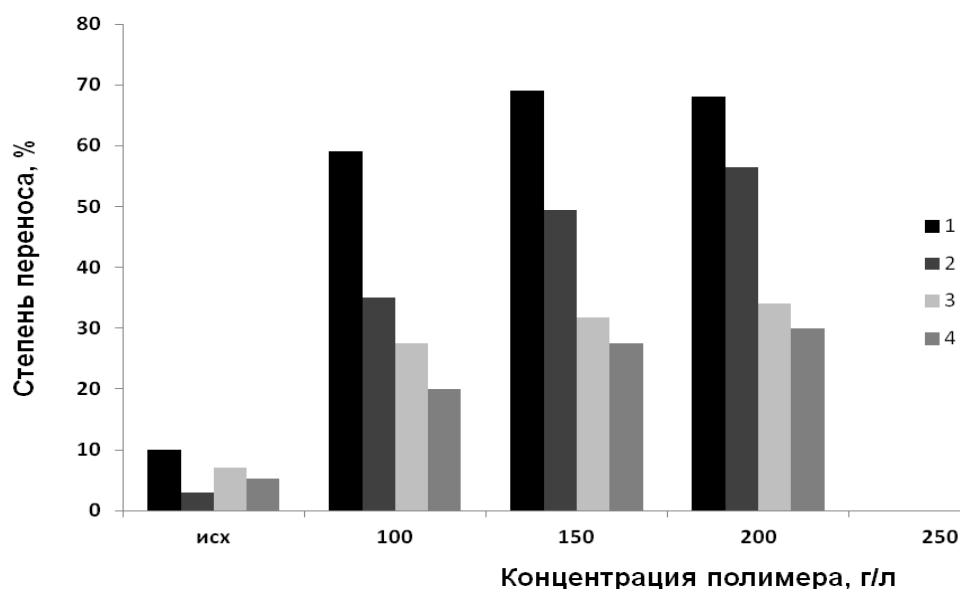


Рис.2. Влияние концентрации полимера-модификатора на степень переноса дисперсного красителя в ткани: 1 – хл/полиэфирная; 2 – параарамидная; 3 – хлопчатобумажная ткань; 4 – полутьняная ткань

#### **Выводы:**

1. Исследована возможность переноса дисперсного красителя с бумаги на текстильный материал различного волокнистого состава (в том числе и натурального). Показано, что проблема может быть решена путем предварительной обработки материала полимером акриловой природы.

2. Выбраны оптимальные условия (вид полимера, концентрации) и параметры (температура и время) проведения процесса модифицирующей обработки и перевода. Максимальные значения интенсивности окраски достигаются при использовании Ларуса-33 в качестве праймера с концентрацией 150 г/кг.

#### **Литература**

1. Козлова О.В., Меленчук Е.В. Использование полимеров-модификаторов при колорировании параарамидных тканей /Изв.вузов. Химия и химическая технология.- 2013, Т. 56, №. 8.- стр. 90-92.

# МНОГОСЛОЙНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-ДЕКОРАТИВНЫЙ СТЕКЛОКОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Косарев А.С.  
Яценко Е.А.  
Смолий, В.А.  
Гольцман Б.М.

*ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический  
университет (НПИ) имени М.И. Платова»,  
Новочеркасск*

## MULTILAYER THERMAL INSULATION COMPOSITE BUILDING MATERIAL WITH DECORATIVE COVER

Kosarev A.S.  
Yatsenko E.A.  
Smoliy V.A.  
Goltsman B.M.

*South-Russian State Technical University (NPI) of the M.I. Platov,  
Novocherkassk*

### **Аннотация**

Статья посвящена особенностям разработки технологии получения многослойного теплоизоляционно-декоративного стеклокомпозиционного строительного материала, представляющего собой трехслойную стеновую панель.

### **Abstract**

The article is devoted to the peculiarities of the development of technology for multilayer thermal insulation composite building material, which is a three-layer wall panel.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, золошлаковые отходы, ячеистое стекло, легкий бетон, энергоэффективные строительные конструкции, ресурсосбережение.

**Keywords:** thermal insulation materials, slag waste, cellular glass, concrete, energy-efficient building designs, resource saving.

Повышение энергетической эффективности жилищного строительства за счет минимизации тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений – один из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов. Россия располагает масштабным недоиспользуемым потенциалом энергосбережения в ЖКХ, который по способности решать проблему обеспечения экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов [1]. Нехватка энергии может стать существенным фактором сдерживания экономического роста страны [1]. Это может привести к еще более динамичному росту спроса на энергоресурсы внутри страны. Запасов нефти и газа в России достаточно, однако увеличение объемов добычи углеводородов и развитие транспортной инфраструктуры требуют значительных инвестиций [1]. Поэтому, одна из мер снижения энергоемкости - повышение энергетической эффективности гражданского и промышленного строительства за счет разработки и применения многослойных ограждающих конструкций с эффективными теплоизоляционными материалами.

Исследования химического состава золошлаковых отходов Новочеркасской ГРЭС (таблица 1) [2-5], использующей в качестве основного топлива - уголь марки АШ Донец-

кого и Кузнецкого угольных бассейнов, позволили установить, что их возможно использовать в качестве сырьевого компонента при производстве ячеистых стеклокристаллических теплоизоляционных материалов (стеклогравия искусственного пористого и теплоизоляционных плит из ячеистого стекла) для замены в шихте до 50 % дорогостоящего и дефицитного стеклобоя. В настоящее время ячеистые стекломатериалы активно завоевывают свою долю рынка теплоизоляционных строительных материалов. Главным недостатком данных материалов указывают их стоимость и зависимость производства от поставок дефицитного стеклобоя, сбор и сортировка которого в России практически отсутствует. Однако, модификация состава ячеистого стекла с заменой значительной части стеклобоя местным кварцсодержащим сырьем, в том числе золошлаковыми отходами ТЭС, и добавка модификаторов, позволяет существенно снизить его стоимость.

Таблица 1 – Требования к усредненному химическому составу сырья

Сырьевые компоненты шихты	Химический состав, мас. %											Σ	Потери при прокаливании (сверх 100 %)	
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$SO_3$	$TiO_2$	$K_2O$	$Na_2O$	$P_2O_5$	$MnO$			Прочее
Золошлаковый отход ЗШС-КАПл-1 ГОСТ 25592-91 (филиал ПАО «ОГК-2» - «Новочеркасская ГРЭС»)	57,50-48,50	25,08-22,97	15,71-10,84	4,00-1,88	1,54-1,16	1,49-0,03	1,04-0,71	4,37-3,42	1,10-0,86	0,312-0,01	0,12-0,04	0,17-0,03	100,00	не более 12
Стеклобой 1-3С ГОСТ Р 52233-2004 (ПАО «Актис»)	70,8	3,2	0,8	6,5	4,5	0	0	1,3	12,9	0	0	0	100,0	-
Стеклобой 1-БС ГОСТ Р 52233-2004 (ПАО «Актис»)	72,4	2,4	0,1	6,6	4,4	0	0	1,0	13,1	0	0	0	100,0	-
Примечание: по оксидам $SiO_2$ и $Na_2O$ допускается отклонение $\pm 1,5$ %, по оксидам $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$ , $SO_3$ , $TiO_2$ , $K_2O$ , $P_2O_5$ и $MnO$ допускается отклонение $\pm 0,1$ %														

По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований [2-4] были определены оптимальные составы и температурно-временные режимы (рисунок 1) получения ячеистого стекла для создания многослойных теплоизоляционно-декоративных стеклокомпозиционных материалов:

1) состав № 1 для синтеза экспериментальных образцов стеклогравия искусственного пористого (рисунок 2, а), мас. %: золошлаковый отход ЗШС-КАПл-1 (ГОСТ 25592-91) – 20 %, стеклобой 1-3С (ГОСТ Р 52233-2004) – 35 %, стеклобой 1-БС (ГОСТ Р 52233-2004) – 35 %, порообразователь – 10 %;

2) состав № 2 для синтеза экспериментальных образцов теплоизоляционных плит из ячеистого стекла (рисунок 2, а), мас. %: золошлаковый отход ЗШС-КАПл-1 (ГОСТ 25592-91) – 50 %, стеклобой 1-3С (ГОСТ Р 52233-2004) – 20 %, стеклобой 1-БС (ГОСТ Р 52233-2004) – 20 %, первичный порообразователь – 10 %, вторичный порообразователь-плавень – 10 % (сверх 100 %).

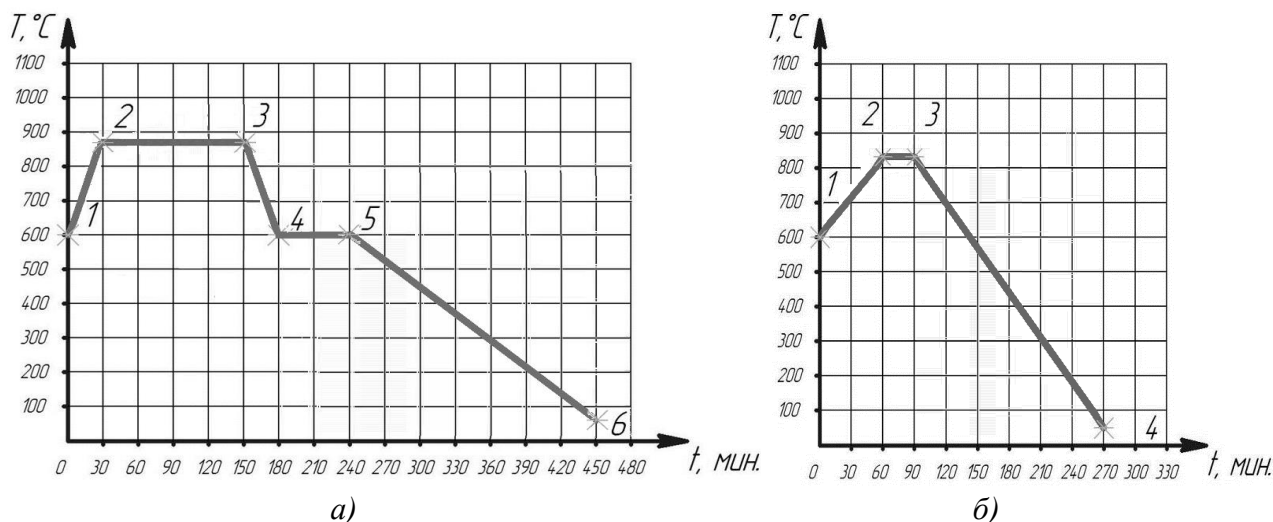
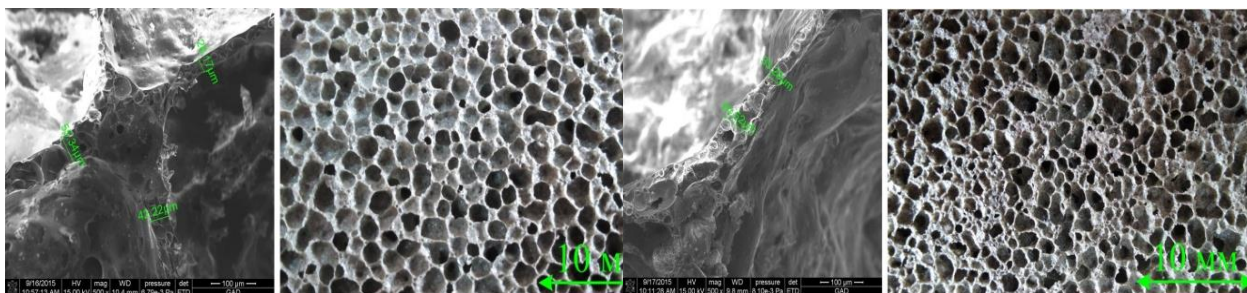


Рис. 1. Температурно-временные режимы синтеза экспериментальных образцов теплоизоляционных плит из ячеистого стекла (а) и стеклогравия искусственного пористого (б): 1 – загрузка образцов; 1-2 – спекание; 2-3 – вспенивание; 3-4, 5-6 – охлаждение; 4-5 – стабилизация; 6 – выгрузка образцов

Экспериментальный образец многослойного теплоизоляционно-декоративного стеклокомпозиционного материала (рисунок 2, г: размер  $(350 \times 350 \times 350) \pm 5$  мм) представляет собой пример трехслойной стеновой панели с эффективным утеплителем согласно ГОСТ 31310-2005, в котором в качестве среднего теплоизоляционного слоя использован разработанный экспериментальный образец плиты из ячеистого стекла (рисунок 2, б: размер  $(350 \times 350 \times 100) \pm 5$  мм, плотность – не более  $250 \text{ кг/м}^3$ ), а в качестве внутреннего и наружного слоев – экспериментальные образцы конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона по ГОСТ 25820-2014 (рисунок 2, в: размер  $(350 \times 350 \times 125) \pm 5$  мм, плотность – не более  $800 \text{ кг/м}^3$ ), в которых в качестве заполнителя использован разработанный экспериментальный образец стеклогравия искусственного пористого по ГОСТ 32496-2013 (фракция от 10 до 20 мм, насыпная плотность – не более  $200 \text{ кг/м}^3$ ).

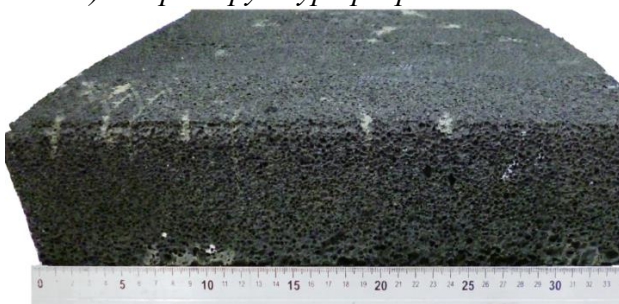
Назначение разработанного многослойного стеклокомпозиционного материала - трехслойные стеновые панели по ГОСТ 31310-2005. Предусмотрено несколько типов декоративного покрытия, в том числе представленные на рисунке 2, д: фасадная керамическая плитка и декоративный бетон с каменной крошкой.



*состав № 1*

*состав № 2*

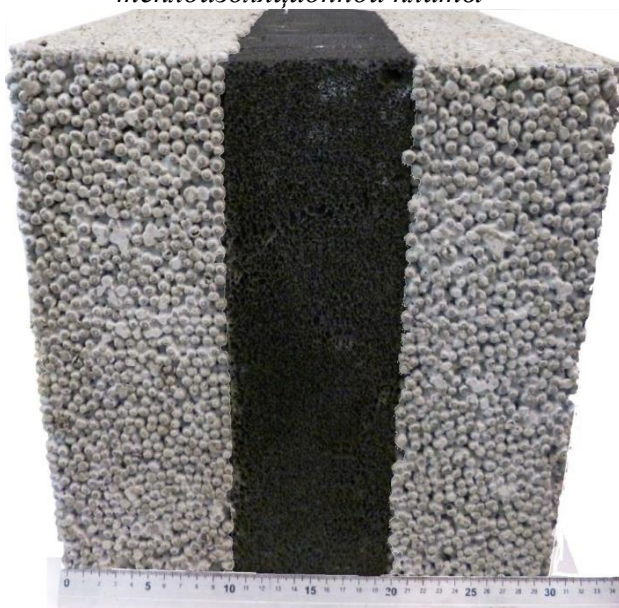
*а) микроструктура разработанных составов ячеистых стекломатериалов*



*б) экспериментальный образец теплоизоляционной плиты*



*в) экспериментальный образец теплоизоляционного легкого бетона*



*г) экспериментальный образец многослойного теплоизоляционно-декоративного стеклокомпозиционного материала*



*д) типы декоративного покрытия: декоративный бетон с каменной крошкой и фасадная керамическая плитка*

*Рис. 2. Фотографии экспериментальных образцов материалов*

Результаты определения теплопроводности трех образцов разработанного экспериментального образца многослойного теплоизоляционно-декоративного стеклокомпозиционного материала (размер  $(350 \times 350 \times 350) \pm 5$  мм), проведенные в центре коллективного пользования "Диагностика и энергоэффективное электрооборудование" ЮРГПУ(НПИ) с помощью измерителя плотности теплового потока ИТП-МГ4.03 «ПОТОК» согласно методике, указанной в ГОСТ 7076-99, позволили установить, что среднее значение коэффициента теплопроводности исследуемого материала составляет не менее 0,35 Вт/(м·К).



Предложенные технологические решения позволят: расширить спектр синтезируемых строительных теплоизоляционных материалов на основе отходов, тем самым снизить себестоимости производимой продукции; минимизировать техногенное воздействие энергетической промышленности на окружающую среду; сократить расходы на содержание отходов на полигонах; расширить сырьевую базу стройиндустрии и обеспечить производство источником дешевого и уже подготовленного сырья.

Работа выполнена в ЮРГПУ(НПИ) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы", соглашение о предоставлении субсидии от 27 ноября 2014 года № 14.574.21.0124 (уникальный идентификатор RFMEFI57414X0124).

#### Список литературы

1. ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ [Электронный ресурс]: URL: <http://minenergo.gov.ru/node/441>, доступ – свободный. - (Дата обращения: 30.03.2016).
2. Яценко Е.А., Зубехин А.П., Смолий В.А., Грушко И.С., Косарев А.С., сГольцман Б.М. Ресурсосберегающая технология теплоизоляционно-декоративного стеклокомпозиционного материала на основе золошлаковых отходов [Текст] // Стекло и керамика. - 2015. - № 6. - С. 34-38.
3. Yatsenko E.A., Goltsman B.M., Smoliy V.A., Kosarev A.S., Bezuglov R.V. Investigation of the Influence of Foaming Agents' Type and Ratio on the Foaming and Reactionary Abilities of Foamed Slag Glass [Текст] // Biosciences Biotechnology Research Asia. - 2015. - Т. 12. - С. 625-632.
4. Yatsenko E.A., Goltsman B.M., Smolii V.A., Kosarev A.S. Foamed slag glass - eco-friendly insulating material based on slag waste [Текст] // 2015 IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering, EEEIC 2015 - Conference Proceedings 15. - 2015. - С. 819-823.
5. Яценко Е.А., Зубехин А.П., Гольцман Б.М., Смолий В.А., Косарев А.С. Исследование факторов, влияющих на свойства и структуру пеношлакостекла [Текст] // Стекло и керамика. - 2014. - № 4. - С. 3-6.

# СОЛНЕЧНОЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЛКОВИЧНЫХ КОКОНОВ

**Мирсаатов Р.М.**

*канд. физ.-мат. наук, доцент Ташкентского автомобильного института,  
Узбекистан, г. Ташкент*

**Очилов О.**

*канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник НИЦ «ОПТИКА»,  
Узбекистан, г. Ташкент*

## SOLAR POWER SUPPLY FOR MOBILE DEVICE FOR DETERMINING THE QUALITY PARAMETERS OF SILK COCOONS

**Mirsaatov R.**

*PhD, Tashkent Automobile and Road Institute  
Tashkent, Uzbekistan*

**Ochilov O.**

*PhD, Scientific Research Centre "OPTICA"  
Tashkent, Uzbekistan*

### **Аннотация**

Разработано солнечное зарядное устройство для зарядки и подзарядки аккумуляторов (Литий-железо-фосфатные аккумуляторы  $\text{LiFePO}_4$ ) используемых для мобильного устройства, определяющего качественные параметры шелковичных коконов.

### **Abstract**

Solar charger device is developed for charging and recharging the batteries (lithium-iron-phosphate batteries  $\text{LiFePO}_4$ ) used for the mobile device, which determines the quality parameters of silk cocoons.

**Ключевые слова:** солнечное электропитание, шелковичные коконы, солнечные модули, мобильное автоматизированное устройство.

**Keywords:** solar power supply, silk cocoons, solar cells, mobile automotive device.

Широкое внедрение комплексной механизации и автоматизации технологии шелководческих процессов позволяет поднять технический уровень отрасли, снизить трудозатраты, себестоимость продукции и улучшить ее качество.

Повышение качества коконов в значительной мере предопределяет степень разматываемости шелковой массы их оболочек, выход шелка-сырца, производительность кокономотального оборудования и труда, и в конечном итоге повысит доходы шелководов и рентабельность отрасли.

В настоящее время живые коконы принимают на коконозаготовительных пунктах по весу (ГОСТ № 31257-2004). Это приводит к увеличению процента «незрелых» коконов, у которых гусеница шелкопряда, имея большой вес, не успела отдать полностью шелковую нить для построения полноценной оболочки. Большой процент незрелых при сдаче живых коконов на приемные пункты приносит значительный экономический урон народному хозяйству. Поэтому необходимо принимать коконы на коконозаготовительных пунктах не по весу, а по качественным параметрам (например, по шелконосности).

Решение вопроса: какие именно качественные параметры коконов и каким образом их быстро и точно определить без их врезки при сдаче коконодатчиками живых коконов на коконоприемные пункты остаётся открытым по сей день.

Поэтому целесообразно разработать новые методы и мобильных автоматизированных устройств для определения и контроля качества шелкоистости коконов именно на месте их выращивания. В связи с этим, нами было предложено создание опытного образца автоматизированного мобильного устройства с солнечным источником электропитания и разработка технологии определения шелкоистости живых коконов без их врезки [1-3,4.с.366].

Разработанный прибор является мобильным и позволяет осуществить прием живых коконов на месте у коконовода в сельской местности. Нами предложено автономное электропитание на основе солнечных батарей.

Для этого необходим выбор аккумуляторных батарей и солнечных модулей.

1. Одной из главных задач для создания автоматизированного мобильного устройства с солнечным электропитанием, это выбор соответствующих аккумуляторов. В результате проведенного поиска было установлено, что при разработке следует ориентироваться на типы и характеристики подлежащих зарядке на солнечных зарядных устройствах (СЗУ) аккумуляторов, приведенные в таблице 1.

Сравнение аккумуляторов с близкими техническими характеристиками из таблицы 1, которые устраивают наше автоматизированное мобильное устройство с солнечным электропитанием показало, что, более соответствующие нашим требованиям это литий-железо-фосфатные аккумуляторы. Приведем основные характеристики данного аккумулятора для определения мощности СЗУ. Литий-железо-фосфатные аккумуляторы (Lithium Iron Phosphate, LiFePO<sub>4</sub>, LFP) находят все большее применение в сфере современной электротехники. Создаваемая на основе нанопосфатной технологии, новая совершенная разработка, успела за довольно короткий промежуток времени опередить по показателям работоспособности иные типы литий-ионных АКБ. Их главное преимущество – рекордный длительный цикл жизни, высокий КПД (94%), пожарная безопасность, быстрый заряд и надежность работы.

**Таблица 1**

**Характеристики аккумуляторов, подлежащих зарядке на СЗУ**

Марка аккумулятора	Тип аккумулятора	Основные характеристики аккумулятора			
		Емкость, мА*час	Номинальное напряжение, В	Напряжение зарядки, В	Зарядный ток (норм.режим), А
Motorola-GP300	Ni-Cd	1200	7,5	9,2	120
Motorola-GP340	Ni-MH	1500	7,5	9,0	150
Vertex	Ni-Cd	1500	9,0	10,2	150
Q-mac	Pb	7000	12	14,7	700
Harris	Ni-Cd	3600	12	14,5	360
Посбон-1	Ni-MH	1000	12	14,8	100
Посбон-2	Ni-MH	1200	12	14,5	120
Литий-железо-фосфатные аккумуляторы	LiFePO <sub>4</sub>	1500	3.0	3,6	7,5

Литий-железо-фосфатные батареи являются значительно более безопасными, чем литий-ионные аккумуляторы, и имеют гораздо более длительный жизненный цикл, нежели традиционные аккумуляторные батареи. Сегодня эти батареи обеспечивают высокую энергетическую плотность, то есть позволяют хранить огромное количество энергии на единицу массы.

Гравиметрическая плотность энергии: 90-190 Wh/kg. Объемная плотность энергии: 220 Wh/dm<sup>3</sup>. Напряжение: минимальное напряжение разряда - 2,8 V, рабочее (номинальное) напряжение на элемент - 3.0 ~ 3.3 V, максимальное напряжение заряда - 3,6 V, пределы напряжения - 2.0-3.65 V.

Рекомендуемый зарядный ток: 0.5C. Максимальный ток зарядки: 3C.

Рекомендуемый разрядный ток: 1C. Максимальный непрерывный ток разряда: 3C (45A) -10C (150A). Низкий саморазряд: менее 2% в месяц.

Количество циклов заряд/разряда до потери 20% от первоначальной емкости аккумулятора: минимум 2000. Широкий диапазон рабочих температур: от -10 °C до 60 °C, холодная или жаркая погода практически не влияет на работу LiFePO<sub>4</sub> аккумуляторов. LiFePO<sub>4</sub> аккумуляторы практически не теряют емкости при хранении. В частности, при хранении в течении 15 лет в заряженном состоянии при температуре 60 °C наблюдается потеря емкости не более чем на 23%.

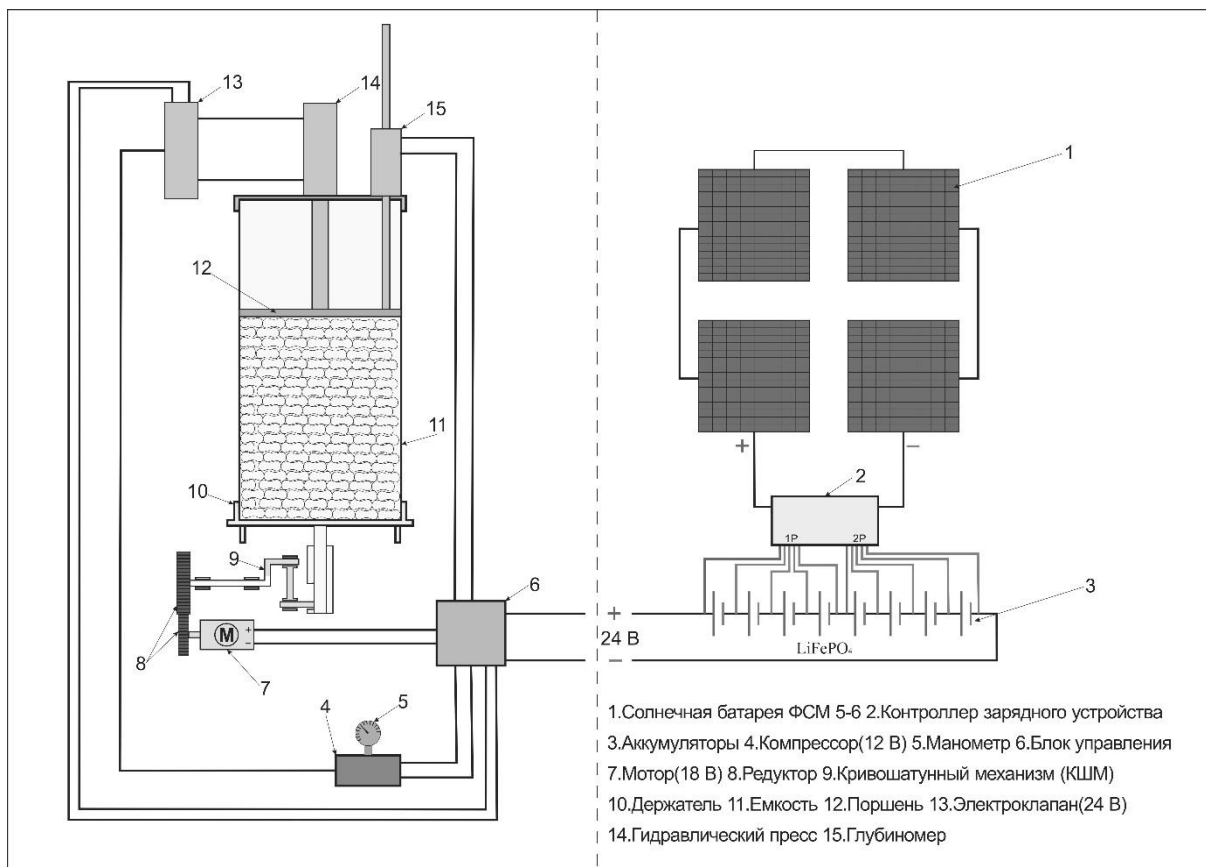
Главный недостаток большинства видов традиционных аккумуляторных батарей – это малое число циклов заряд/разряда, малый диапазон рабочих температур, а также довольно большой вес. LiFePO<sub>4</sub> же избавлены от всех этих недостатков.

2. Для разработки солнечных зарядных устройств (СЗУ) нами были использованы фотоэлектрические модули типа ФСМ 5-6 с элементами на основе монокристаллического кремния, выпускаемые фирмой «Солэкс» (Россия). Технические характеристики ФСМ 5-6 полученные нами были опубликованы [7]. При поиске и анализе материалов по фотоэлектрическим солнечным преобразователям нами учитывались как их технические параметры, так и их стоимость, возможность стабильной поставки в Узбекистан, как для нужд серийного выпуска, так и для нужд последующих замен преобразователей, вышедших из строя при эксплуатации в полевых условиях.

При освещении солнечных модулей с 800÷1000 Вт/м<sup>2</sup> солнечной радиации в случаях последовательного соединения 4 шт ФСМ5-6(1) получим напряжение на выходе 24 В и ток 0,8А.

Для зарядки аккумуляторов данного типа нам необходимо напряжение 12,8 В, которое регулируется контроллером заряда (2). Ток, необходимый для зарядки данных аккумуляторов равно 0,3 А. Время зарядки аккумуляторов составляет от 40 до 60 мин. в зависимости от солнечной освещенности дня.

Блок схема установки приведена на рис.1.



*Рисунок 1. Блок схема мобильного автоматизированного устройства для контроля качественных показателей шелковичных коконов*

Для вибрации емкости с коконами используется мотор (7), который питается от аккумуляторных батарей (АБ)  $\text{LiFePO}_4$  (3) через блок управления (6). После устойчивого расположения коконов, при помощи компрессора (4) начинает работать электроклапан (13) и создает при помощи гидравлического пресса необходимое давление на поршень (12). Далее производятся расчеты для определения качественных параметров шелковичных коконов [5.с.27,6].

Таким образом, разработанное мобильное автоматизированное устройство для контроля качественных показателей шелковичных коконов, будет обеспечено солнечным электропитанием. В несезонное время устройство солнечных модулей можно использовать для других бытовых нужд, что немаловажно для сельской местности. Используемые  $\text{LiFePO}_4$  аккумуляторы обеспечивают сохранение электроэнергии достаточно длительное время и количество зарядки/разрядки доходит до 2000. Устройство в целом обеспечивает повышение качества шелконосности коконов и тем самым экономически заинтересовывает коконосдатчиков сдавать коконы позднее, так как их шелконосность с каждым днем возрастает, а оплату он получает по шелконосности коконов.

#### Список литературы

1. Мирсаатов Р.М., Бурханов Ш.Д., Кадыров Б.Х., Рахматуллаев Н.Н «Способ определения шелконосности коконов» // Патент на изобретение РУз UZ IAP 05164 от 22.01.2016.
2. Бурханов Ш.Д., Мирсаатов Р.М. «Способ определения шелконосности коконов» // Патент на изобретение РУз UZ № IAP 04652 от 15.01.2013.
3. Бурханов Ш.Д., Мирсаатов Р.М., Хапизов У.Ж «Способ определения шелконосности по жесткости оболочки коконов» // Патент на изобретение РУз UZ IAP 04905 от 08.05.2014.

4. Бурханов Ш.Д., Мирсаатов Р.М., Юсупов А.Ю. Модернизированный прибор для определения шелконосности живых коконов без их взрезки //Естественные и технические науки.-Москва,2015.-№6.-С. 366-368

5. Мирсаатов Р.М., Бурханов Ш.Д., Ташкенбаева М.С. «Результаты апробации статистических методов определения шелконосности живых коконов без их взрезки»// Журнал Проблемы текстиля 2010г. №4. С.27-29.

6. Мирсаатов Р.М. «Определение параметров живых коконов»// Программа для ЭВМ UZ № DGU 03211 от 07.07.2015.

7. Абдурахманов К.П., Очилов О., Стрижевский А.Г., Очилов Н.О., Солнечное мобильное зарядное устройство.// Патент на полезную модель UZ FAP 00374, 10.07. 2007. УДК 539.3

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

### PARAMETRICAL FLUCTUATIONS OF THE MESH COVER FROM KOMPOZTSIONNY MATERIALS

**Немеребаев М.**

*д.т.н. профессор*

**Бекмуратов М. М.**

*к.т.н, профессор,*

*Таразский инновационно-гуманитарный университет, г.Тараз, Казахстан*

**Немеребаева А.**

*магистр.*

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

#### Аннотация

Исследованы параметрические колебания сетчатых оболочек из композиционных материалов с учетом нелинейных эффектов. Предложен подход к построению конечно-разностных схем четвертого порядка аппроксимации, сохраняющих монотонность решения.

#### Abstract

The parametrical vibrations of net shell from composite materials in consideration of un-linear effects are researched. Given the way to the end difference construction of diagrams of the fourth way approximation, which preserve the calm of decision.

**Ключевые слова:** Сетчатая цилиндрическая оболочка, функция ,параметрическая колебания, границы областей динамической устойчивости

**Keywords:** Net cylindrical shell function, parametric vibrations, the border regions of dynamic stability.

Сетчатые оболочки, образованные системой ребер, используются в настоящее время при строительстве сооружений различного назначения. В последние годы геодезические сетчатые конструкции, изготовленные из современных композитных материалов методом намотки, находят все более широкое применение в ракетно-космической технике в качестве переходных отсеков ракет, корпусов космических аппаратов и несущих элементов космических платформ, имеющих форму цилиндрических или конических оболочек. Сетчатые композитные оболочки рассматриваются в качестве перспективных элементов конструкций крыла, оперения и фюзеляжа пассажирского самолета, имеющих достаточно сложную форму. В настоящей работе рассматриваются параметрические колебания сетчатых композитных оболочек.

Перейдем к рассмотрению параметрических колебаний сетчатой цилиндрической оболочки из композиционных материалов (КМ) в геометрически нелинейной постановке.

Для этого воспользуемся уравнениями в смешанной форме (1), (2), пренебрегая

инерцией вращения и учитывая что радиальная компонента массовой силы  $P_1 = -\mu \frac{\partial w}{\partial t^2}$ .

$$D_{11} \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial x^4} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{22} \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial y^4} +$$

$$+ \frac{1}{R} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} = -\mu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - (P_0 + P_t \cos \Theta t) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \quad (1)$$

$$A_{22} \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + (2A_{12} + A_{66}) \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + A_{11} \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = \frac{1}{R} \frac{\partial^2(w-w_0)}{\partial x^2} +$$

$$+ \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \left( \frac{\partial w_0}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w_0}{\partial x^2 \partial y^2}. \quad (2)$$

Согласно  $X=0, L, N_{11}^0 = -P_0 + P_t \cos \Theta t$  будем считать, что при осесимметричных вынужденных колебаниях сетчатой оболочки из КМ возникает безмоментное однородное напряженное состояние, определяемое усилием  $N_{11}^0 = -P_0 + P_t \cos \Theta t$ ,

которому соответствует функция усилий  $F^0(t) = -(P_0 + P_t \cos \Theta t) \frac{y^2}{2}$ . Тогда

«дополнительная» функция усилий  $\Phi(x, y, t)$ , отвечающая напряженному состоянию сетчатой оболочки из КМ, возникающему при неосесимметричных параметрических колебаниях, равна

$$\Phi(x, y, t) = F(x, y, t) + (P_0 + P_t \cos \Theta t) \frac{y^2}{2}. \quad (3)$$

В результате подстановки (3) система уравнений (1), (2) принимает вид

$$D_{11} \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial x^4} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{22} \frac{\partial^4(w-w_0)}{\partial y^4} +$$

$$+ \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} +$$

$$+ (P_0 + P_t \cos \Theta t) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0, \quad (4)$$

$$A_2 \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^4} + (2A_{12} + A_{66}) \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^2 \partial y^2} + A_{11} \frac{\partial^4 \Phi}{\partial y^4} = \frac{1}{R} \frac{\partial^2(w-w_0)}{\partial x^2} +$$

$$+ \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \left( \frac{\partial^2 w_0}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w_0}{\partial x^2 \partial y^2}. \quad (5)$$

Поскольку действующие на торцы сетчатой оболочки из КМ усилия осесимметричны, граничные условия для функции  $\Phi$ , согласно (3), однородны.

Практически все известные решения задачи о нелинейных параметрических колебаниях цилиндрической оболочки [1,2,3] получены методом Бубнова-Галеркина.

Корректность и эффективность решений найденных с помощью этого метода, как известно в первую очередь определяются удачным выбором выражений, аппроксимирующих неизвестные функции.

Рассмотрим результаты решения задачи о нелинейных параметрических колебаниях сетчатой цилиндрической оболочки из КМ на основе двучленной аппроксимации прогиба.

$$w(x, y, t) = f_1(t) \sin \alpha_1 x \cos \beta_1 y + f_2(t) \sin \alpha_2 x \cos \beta_2 y, \quad (6)$$

$$\text{где } \alpha_1 = \frac{\pi m_1}{L}; \quad \alpha_2 = \frac{\pi m_2}{L}; \quad \beta_1 = \frac{n_1}{R}; \quad \beta_2 = \frac{n_2}{R};$$

Подстановка (6) в уравнение (5) дает следующее выражение для функции усилий:

$$\begin{aligned} \Phi(x, y, t) = & (C_1 \cos 2\alpha_1 x + C_2 \cos 2\beta_1 y)(f_1^2 - f_1^{02}) + (C_3 \cos 2\alpha_2 x + C_4 \cos 2\beta_2 y) \cdot \\ & \cdot (f_2^2 - f_2^{02}) + [C_5 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)x \cos(\beta_1 + \beta_2)y + C_6 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)x \cos(\beta_1 + \beta_2)y + \\ & + C_7 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)x \cos(\beta_1 - \beta_2)y + C_8 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)x \cos(\beta_1 - \beta_2)y](f_1 f_2 - f_1^0 f_2^0) + \\ & + C_9 (f_1 - f_1^0) \sin \alpha_1 x \cos \beta_1 y + C_{10} (f_2 - f_2^0) \sin \alpha_2 x \cos \beta_2 y; \end{aligned} \quad (7)$$

где  $f_1^0$  и  $f_2^0$  - амплитуды начальных несовершенств, соответствующие формам волнообразования  $\{m_1, n_1\}$  и  $\{m_2, n_2\}$ ;

$$\begin{aligned} C_1 = & \frac{\beta_1^2}{32A_{22}\alpha_1^2}; \quad C_2 = -\frac{\alpha_1^2}{32A_{11}\beta_1^2}; \quad C_3 = \frac{\beta_2^2}{32A_{22}\alpha_2^2}; \quad C_4 = \frac{\alpha_2^2}{32A_{11}\beta_2^2}; \\ C_5 = & \frac{(\alpha_1\beta_2 - \alpha_2\beta_1)^2}{A_{22}(\alpha_1 + \alpha_2)^4 + (A_{66} + 2A_{12})(\alpha_1 + \alpha_2)^2(\beta_1 + \beta_2)^2 + A_{11}(\beta_1 + \beta_2)^4}; \\ C_6 = & \frac{-(\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1)^2}{A_{22}(\alpha_1 - \alpha_2)^4 + (A_{66} + 2A_{12})(\alpha_1 - \alpha_2)^2(\beta_1 + \beta_2)^2 + A_{11}(\beta_1 + \beta_2)^4}; \\ C_7 = & \frac{(\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1)^2}{A_{22}(\alpha_1 + \alpha_2)^4 + (A_{66} + 2A_{12})(\alpha_1 + \alpha_2)^2(\beta_1 - \beta_2)^2 + A_{11}(\beta_1 - \beta_2)^4}; \\ C_8 = & \frac{-(\alpha_1\beta_2 - \alpha_2\beta_1)^2}{A_{22}(\alpha_1 - \alpha_2)^4 + (A_{66} + 2A_{12})(\alpha_1 - \alpha_2)^2(\beta_1 - \beta_2)^2 + A_{11}(\beta_1 - \beta_2)^4}; \\ C_9 = & \frac{\alpha_1^2}{R[A_{22}\alpha_1^4 + (A_{66} + 2A_{12})\alpha_1^2\beta_1^2 + A_{11}\beta_1^4]}; \\ C_{10} = & \frac{\alpha_2^2}{R[A_{22}\alpha_2^4 + (A_{66} + 2A_{12})\alpha_2^2\beta_2^2 + A_{11}\beta_2^4]}; \end{aligned} \quad (8)$$

Жесткость сетчатой оболочки из КМ  $A_{ij}$  определяются соотношением из [4].

$$\begin{aligned} A_{11} = & \frac{C_{22}}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2}; \quad A_{12} = -\frac{C_{12}}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2}; \\ A_{22} = & \frac{C_{11}}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2}; \quad A_{66} = \frac{1}{C_{66}}; \end{aligned}$$

где

$$C_{11} = \frac{2}{a} \left( EA \cos^4 \varphi + \left( \frac{1}{GA} + \frac{\ell^2}{3EJ_z} \right)^{-1} \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi \right)$$



$$C_{12} = \frac{2}{a} \left( EA - \left( \frac{1}{GA} + \frac{\ell^2}{3EJ_z} \right)^{-1} \right) \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi;$$

$$C_{22} = \frac{2}{a} \left( EA \sin^4 \varphi + \left( \frac{1}{GA} + \frac{\ell^2}{3EJ_z} \right)^{-1} \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \right)$$

$$C_{66} = \frac{2}{a} \left( EA \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + \left( \frac{1}{GA} + \frac{\ell^2}{3EJ_2} \right)^{-1} \cos^4 \varphi \right)$$

Подставляя далее (6) и (7) в (4) применяя процедуру ортогонализации, приходим к следующей системе двух нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами:

$$\frac{d^2 f_i}{dt^2} + \Omega_i^2 (1 - \delta_i \cos \Theta t) f_i - \omega_i^2 f_i^0 + d_i f_i (f_i^2 - f_i^0) + \frac{q_{ij}}{4\mu} f_j (f_i f_j - f_i^0 f_j^0) = 0, \quad (9)$$

где  $\omega_i, P_i$  - частота собственных колебаний и критическое статическое осевое усилие для формы волнообразования  $\{m_i, n_i\}$ ;

$$d_i = \frac{1}{16} \mu \left( \frac{\alpha_i^4}{A_{11}} + \frac{\beta_i^4}{A_{22}} \right), \quad (10)$$

$$q_{ij} = \alpha_j^2 [(\beta_i + \beta_j)^2 (C_5 - C_6) + (\beta_i - \beta_j)^2 (C_7 - C_8)] +$$

$$+ \beta_j^2 [(\alpha_i + \alpha_j)^2 (C_6 + C_7) - (\alpha_i - \alpha_j)^2 (C_6 + C_8)] +$$

$$+ 2\alpha_j \beta_j [ -(\alpha_i + \alpha_j)(\beta_i + \beta_j) C_5 - (\alpha_i - \alpha_j)(\beta_i + \beta_j) C_6 +$$

$$+ (\alpha_i + \alpha_j)(\beta_i - \beta_j) C_7 + (\alpha_i - \alpha_j)(\beta_i - \beta_j) C_8 ] \quad (11)$$

В (9) – (11)  $i=1,2$ ;  $j=2$  при  $i=1$  и  $j=1$  при  $i=2$ . Система (9) дополняется начальными условиями \ при:  $t=0$ :

$$f_i = f_i^0; \quad \frac{df_i}{dt} = 0 \quad (12)$$

Для численного интегрирования задачи Коши (9), (12) применяется стандартная программа метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

Рассмотрим в качестве примера сетчатую оболочку из КМ с характеристиками:  $R=1\text{м}$ ,  $R/h=100$ ,  $L/R=2$ ,  $\varphi = 15^\circ$ ,  $E=3,5 \cdot 10^{10}$ ,  $\mu=0,3$ ,  $\rho=2,5 \cdot 10^3 \text{кг/м}^3$ .

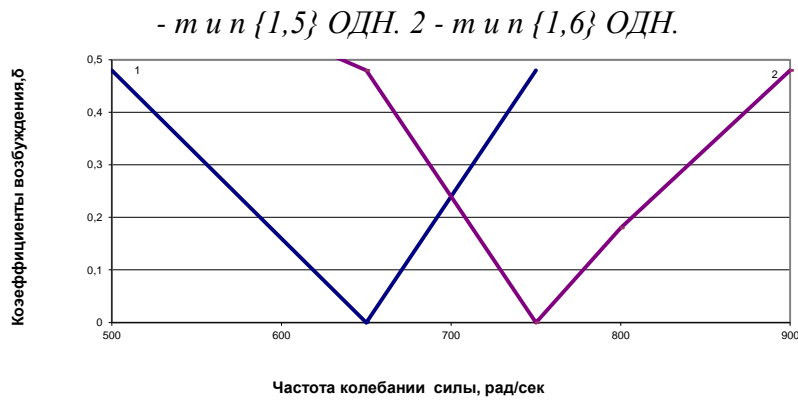


Рис. 1. – Спектор ОДН сетчатой оболочки из КМ

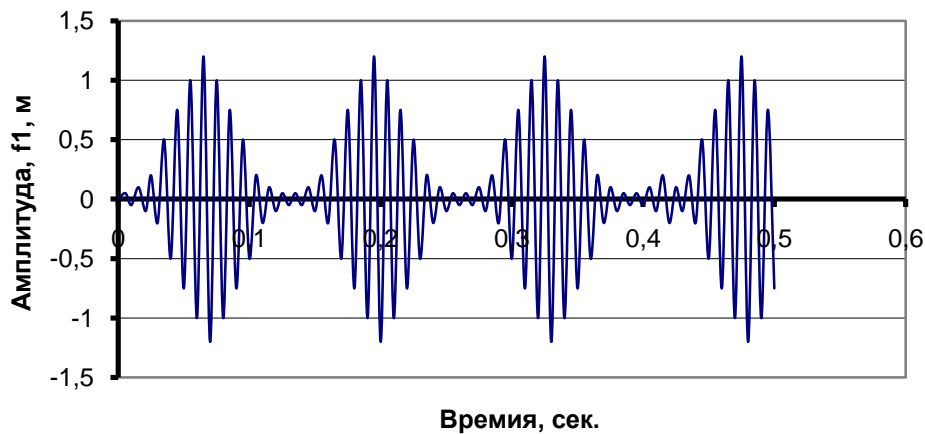


Рис.2. – Зависимость изменения амплитуды  $f_1$  по времени

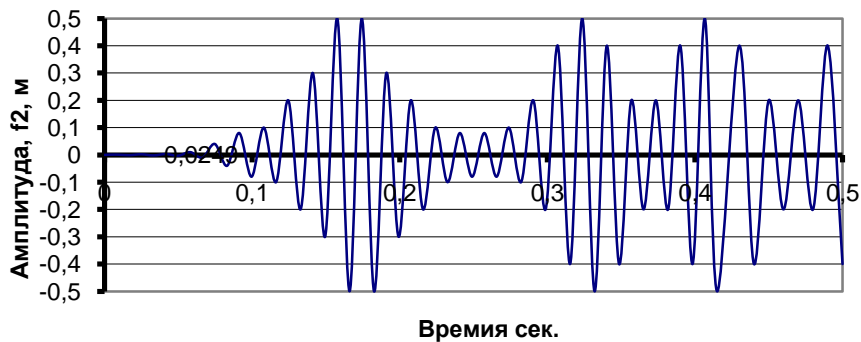


Рис.3 – Зависимость изменения амплитуды  $f_2$  по времени

Обозначим через  $P_{кр}$  минимальное по  $\{m,n\}$  значение осевого критического

усилия, введем обозначение  $\delta = \frac{P_t}{2(P_d - P_0)}$ . В последующих расчетах принято  $P_0 = 0,5P_{кр}$  и  $f_1^0 = f_2^0 = 0,01 \alpha$ .

На рисунке 1 отражены результаты численного интегрирования

задачи Коши (9),(12) при  $\delta = 0,3$  и значения  $\theta = 700$  рад/сек. (рис. 2,3) В этом случае параметры нагрузки соответствуют точке А (рис.1), находящейся в пересечении двух областей динамической неустойчивости (ОДН) для формы колебаний  $\{1,5\}$  и  $\{1,6\}$ . Как видно, в этом случае наблюдается параметрический резонанс по обеим формам.

Изложенная методика расчета, основанная на двучленной аппроксимации прогиба (6), может быть обобщена на случай большого числа взаимодействующих пространственных гармоник. При этом систему, обобщающую (9), достаточно вывести для случая трех гармоник. Дальнейшее обобщение элементарно проводится по индукции.

#### Список литературы

1.Вольмир А.С., Пономарев А.Т. Нелинейные параметрические колебания цилиндрических оболочек из композиционных материалов // Механика полимеров, 1973, №3, С.531-539.

2.Grigorenko Ya.M. Approaches to the Numerical Solution of Linear and Nonlinear Problems in Shell Theory in Classical and Refined Formulations // Int. Appl. Mech. – 1996. – V. 32. – № 6. – P. 409–442.

3.Elena Bepalova and Galina Urusova. Vibration of highly inhomogeneous Shells of revolution under static loading // Journal of Mechanics of Materials and Structures. – 2008. – V. 3. – № 7. – P. 1299–1313.

4.Немеребаев М. Колебания сетчатой оболочки из композитных материалов с учетом дискретности элементов // Механика и моделирование процессов технологии. Тараз, 2006, №2. С.273-281

УДК 004.75

#### ОБМЕН ДАННЫМИ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ» ПРИ ПОМОЩИ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА DROPBOX

Грабар О.И.  
Власенко О.В.  
Оринчак И.А.  
Белодед Н.Н.

*Житомирский государственный технологический университет*

#### EXCHANGE OF DATA IN THE DISTRIBUTED DATA BASE «1С:ENTERPRISE» USING CLOUD STORAGE DROPBOX

O.I. Grabar  
O.V. Vlasenko  
I.A. Orynychak  
N.N. Beloded

*Zhytomyr State Technological University*

#### Аннотация

В современном мире крайне важную роль играет хранение и обмен информацией между различными подсистемами. Причем, особые требования возникают при территориально распределенной структуре с необходимостью ведения единой системы учета, таких как «1С:Предприятия». С появлением облачных хранилищ, появилась возможность усовершенствовать и расширить методы обмена данными в распределенной базе 1С. Одним из самых удачных облачных сервисов, для вышеуказанных целей, является сервис Dropbox. Использование облачного хранилища и его программ-клиентов значи-

тельно ускоряет процесс обмена данными. Используемые в статье исследования позволяют более эффективно внедрять облачные хранилища при организации обмена данными в распределенных системах, нивелировать определенные недостатки и максимально использовать их преимущества.

#### **Abstract**

In today's world vital role played by the storage and exchange of information between the various subsystems. Moreover, special requirements arise in geographically distributed structure with the need to maintain a unified accounting system, such as «1С:Enterprise». With the advent of cloud storage, the opportunity to improve and expand the methods of data exchange in a distributed database 1С. One of the most successful cloud services, for the above purposes is a service Dropbox. Using cloud storage and its client software greatly speeds up the process of data exchange. Used in article studies allow more effectively implement cloud storage in the organization of data exchange in distributed systems neutralize some shortcomings and to make maximum use of their advantages.

**Ключевые слова:** облачные хранилища, облачные технологии, обмен данными, распределенные системы, Dropbox, 1С:Предприятие, передача данных.

**Keywords:** cloudy depositories, cloudy technologies, data exchange, distributed systems, Dropbox, 1С:Enterprise, communication of data.

**Актуальность проблемы.** Автоматизация деятельности предприятия является приоритетной задачей для организаций, которые стремятся максимально оптимизировать свою деятельность с минимальными финансовыми и трудовыми затратами. Важную роль в процессе автоматизации и в повседневной деятельности современного предприятия играет автоматизированный обмен данными между различными подсистемами.

**Постановка проблемы.** Обмен данными – процедура, позволяющая автоматизировать взаимодействие между различными конфигурациями и версиями программы 1С или другими программными продуктами. По частоте выполнения такой обмен может быть разовым (например, при смене одной базы на другую), периодическим, систематическим, по необходимости. Автоматизированный обмен данными существенно упрощает работу пользователей с информацией, исключает двойной ввод данных, экономит время.

**Анализ последних исследований.** На сегодняшний день для реализации обмена данными между распределенными базами данных в «1С:Предприятии» существует небольшое количество механизмов. Только три из них предусмотрены разработчиком. А именно – использование FTP сервера, использование обычной электронной почты и использования определенного дискового пути, через который происходит обмен [1, 2]. Все эти методы несовершенны, поэтому большинство администраторов баз данных, пытаются улучшить существующие механизмы. Для совершенствования метода обмена с использованием FTP сервера используют VPN сети для совершенствования защиты FTP протокола [3]. Обмен данными с использованием электронной почты требует использования почтовых протоколов SMTP и POP3, которые имеют известные проблемы с безопасностью передачи данных. Использование файлового ресурса для обмена данными является самым простым способом, но он предусматривает обмен только в локальной сети. Для реализации обмена с удаленными филиалами нужно моделировать файловый ресурс. Для этого существует несколько методов. Использование той же VPN сети. Для ее реализации необходим VPN сервер, а также, при использовании медленных каналов связи, возможные ошибки передачи данных, поэтому необходимо использовать дополнительные механизмы по сохранению целостности данных и организации повторной синхронизации.

Поэтому, изучив существующие возможности совершенствования обмена данными в «1С:Предприятии», предложен еще один метод, простой для реализации и с использованием всех возможностей современных облачных хранилищ [7]. Метод предусматривает модификацию использования файлового ресурса.

**Постановка задачи.** Распределенные базы данных предназначены для создания территориально распределенных систем на основе идентичных конфигураций «1С:Предприятия». Это разумное решение для предприятий с территориально распределенной структурой (например, отделы компании расположены в территориально удаленных друг от друга местах) с необходимостью ведения единой системы учета. То есть, существует необходимость работать в едином пространстве документов, получать отчеты, отражающие положение дел, как в территориально удаленных подразделениях предприятия, так и предприятия в целом и т.п.

**Изложение основного материала.** Механизм распределенных баз данных позволяет синхронизировать содержимое информационных баз (ИБ) путем переноса измененных объектов данных между каждой из периферийных и центральной ИБ. Для переноса данных используются, так называемые, файлы переноса данных. Перенос изменений выполняется только между центральной и периферийными ИБ. Перенос данных непосредственно между периферийными ИБ невозможно. Поэтому изменения данных, произведенные в одном из периферийных узлов распределенной ИБ, попадают в другие периферийные узлы только через центральную ИБ.

Процесс переноса данных может осуществляться через Интернет (электронная почта, FTP и т.д.) или на съемных носителях (flash-память).

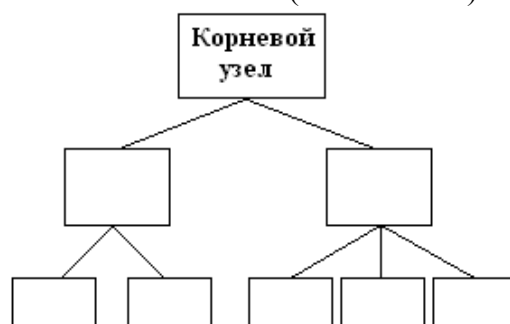


Рис. 1.

- распределенная система должна иметь древовидную структуру, в которой существует корневой узел и определено отношение «главный-подчиненный» для каждой пары связанных узлов (см. Рис.1)
- обмен данными выполняется в формате XML документов;
- изменения конфигурации распространяются в сообщениях обмена вместе с изменениями данных;
- внесение изменений в конфигурацию возможно только в одном (корневом) узле распределенной системы;
- изменения конфигурации передаются от главного узла к подчиненным;
- внесение изменений в данные возможно в любом узле системы;
- изменения данных передаются между любыми связанными узлами.

XML документы, которые формируются в системе для обмена между узлами распределенной базы данных, в дальнейшем, для уменьшения объема передачи данных, архивируются. По умолчанию используется ZIP архив.

Предусмотренные методы переноса файлов с использованием электронной почты или FTP сервера имеют определенные недостатки.

Так, например, использование FTP сервера требует организации его сетевой безопасности для предотвращения препятствия его работы. Использование электронной почты для обмена данными в распределенной базе требует открытия почтовых портов, что также снижает безопасность сети. Использование локальной сети не позволяет выполнять обмен данными с удаленными узлами.

С появлением облачных хранилищ появилась возможность усовершенствовать и расширить методы обмена данными в распределенной базе 1С. На сегодняшний день существует немало платформ – Apple, Microsoft, Google, которые предоставляют своим пользователям облачные хранилища данных. Однако, для организации обмена данными в распределенной базе 1С, лучше использовать облачные сервисы, которые не привязаны к какой-либо конкретной платформе. На сегодняшний день таких сервисов существует достаточное количество. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Большинство современных систем облачных хранилищ предоставляют программное обеспечение для реализации синхронизации содержимого локальных папок с одноименными папками в хранилище определенного аккаунта. Одним из самых удачных облачных сервисов, для вышеуказанных целей, является сервис Dropbox.

Сервис Dropbox предоставляет пользователям возможность бесплатно зарегистрироваться и получить в распоряжение 2 Гб памяти (на одном или нескольких серверах) для хранения данных. Установка программы-клиента сервиса возможна на любом количестве машин-клиентов, подключенных к Интернету. После выбора целевой папки, файлы, которые находятся в ней, станут в автоматическом режиме синхронизироваться, как с аналогичными файлами других компьютеров-клиентов, так и с данными хранилища центрального сервера Dropbox.

Основным преимуществом описанного способа обмена является его полная автоматизация. Пользователям не нужно прилагать усилия по налаживанию обмена, проводить манипуляции с почтой, пересылать архивы выгрузок. Очень важно, что компьютер с базой можно не подключать к Интернету, если на то есть причины. Клиент Dropbox запускается на сервере. Он работает с папкой сервера, которая открыта для компьютеров всей локальной сети.

Использование облачного хранилища и его программ-клиентов значительно ускоряет процесс обмена данными. Это вызвано тем, что 1С не тратит время на ожидание передачи файла обмена. Файл просто записывается в локальную папку, а уже механизм синхронизации облачного хранилища сам его передает в хранилище.

Особенно это имеет значительное преимущество при использовании медленных, неустойчивых каналов передачи данных. Например, GSM или 3G мобильный Интернет-канал. Повторение передачи файла, при разъединении канала, берет на себя облачный сервис.

Единственным, практически определенным, недостатком использования облачного сервиса для синхронизации распределенной базы 1С, является то, что в некоторые моменты, при одновременном обращении к одному и тому же файлу в хранилище, создаются копии.

Если два клиента одновременно вносят правки в один и тот же файл, Dropbox объединяет изменения. Каждая версия будет сохранена как отдельный файл с таким же названием, но дополненным пометкой «конфликтующая копия», именем автора или названием его компьютера и датой возникновения конфликта. Это позволяет не потерять ни одно из внесенных изменений. Конфликтующие изменения сохраняются отдельно.

Конфликт копий также может произойти, если файл остается открытым на другом компьютере. Особенно часто это случается при использовании приложений с функцией автоматического сохранения. Чтобы избежать дальнейших конфликтов копий, нужно закрыть файл на всех компьютерах.

Компания разработчик «1С:Предприятия» также предоставляет дополнительный программный интерфейс для работы с сервисом Dropbox. Это 1С:Dropbox API.

Данное приложение позволяет выполнять работу с несколькими аккаунтами Dropbox одновременно. Библиотека методов для работы с данными позволяет:

- скачать файл;
- выложить файл на сервер;
- опубликовать файл;
- скопировать файл;
- удалить файл;
- создать, удалить, переместить папку;
- посмотреть версии файлов;
- вернуть файл к нужной версии.

Но для работы этой библиотеки необходима платформа 1С не ниже версии 8.3.2.163.

Для более широкого и эффективного использования облачного сервиса Dropbox, в частности в «1С:Предприятии», лучше воспользоваться протоколом OAuth, который предоставляет Dropbox для реализации внешних приложений.

OAuth – открытый протокол авторизации, который позволяет предоставить третьей стороне ограниченный доступ к защищенным ресурсам пользователя без необходимости передавать ей (третьей стороне) логин и пароль. Например, пользователь, который хочет предоставить сервису социальной сети доступ к книге контактов своего почтового аккаунта, не должен сообщать сети пароль от почты. Вместо этого он проходит авторизацию непосредственно в почтовом сервисе, который (с разрешения пользователя или администратора сервиса) предоставляет сервису социальной сети полномочия доступа к адресной книге.

Существует возможность усовершенствовать использование Dropbox в 1С для хранения и обмена данными для распределенных конфигураций баз данных.

Для начала программного использования Dropbox необходимо зарегистрироваться в Dropbox. После этого можно будет создать приложение. Для его создания используют приложение App Console, которое предоставляется разработчиками Dropbox.

Dropbox Platform предоставляет легкий доступ ко многим аккаунтам Dropbox даже одновременно. Если создать приложение на базе сервера с использованием Core API, то будет возможна синхронизация структурированных данных с Datastore API или просто получения файлов с Chooser. Для использования этих возможностей необходимо создать объект «приложение», с помощью которого, можно в дальнейшем выполнять интегрирование с сервисом Dropbox.

При использовании сервиса для хранения и передачи секретных данных рекомендуется использование дополнительного шифрования данных. Лучше, когда данные шифруются на стороне клиента и кодирование используется для отдельных файлов.

Как известно, сервис Dropbox отслеживает и фиксирует изменения, которые выполняются с файлами. Это дает возможность выполнить, при необходимости, возвращение к предыдущим версиям содержимого файла. Но при использовании алгоритмов шифрования, возможность контроля содержимого файла сервисом Dropbox, теряется. Это должен учитывать пользователь. Также частично увеличивается объем трафика, что связано с передачами файла целиком, а не только той части, которая изменилась.

При больших размерах файлов это создает значительную проблему.

Достаточно удобную реализацию автоматического шифрования содержимого хранилища Dropbox предоставляет утилита BoxCryptor ([www.boxcryptor.com](http://www.boxcryptor.com)), которая создает в системе виртуальный криптографический диск. Каждый помещенный на этот диск файл автоматически шифруется с использованием стандарта AES-256.

Физически зашифрованные данные размещаются в произвольной папке, например,

в папке Dropbox, в то время, как на виртуальном диске они находятся в открытом виде и к ним без проблем можно обратиться из любой программы. Разработчики данной утилиты реализовали основные возможности EncFS для использования под Windows. Хотя BoxCryptor поддерживает пока не все возможности технологии, но этого вполне достаточно для надежной защиты данных.

После установки приложение автоматически определяет папку, используемую Dropbox-ом и предлагает разместить в папке директорию с зашифрованными файлами. Для шифрования данных необходимо придумать парольную фразу, а также выбрать букву для диска, на котором будут располагаться файлы в открытом виде. Если не нужно, чтобы данные находились в открытом виде, то пароль не хранят, а вводят каждый раз, когда «монтируют» диск. Включив режим «Advanced Mode», можно получить доступ к некоторым тонким настройкам BoxCryptor. Это, в частности, может понадобиться, если есть необходимость использовать возможность Dropbox-а для возврата к предыдущей версии файла.

Дело в том, что BoxCryptor по умолчанию шифрует не только содержание, но и имена файлов, тем самым, мешая работе системы версионности, которая реализована в Dropbox. Поэтому, если такая возможность нужна, то шифрование имен файлов придется отключить.

**Вывод.** В данной статье была рассмотрена возможность и целесообразность использования облачного хранилища Dropbox, как преимущества над традиционными методами обмена в распределенных базах 1С, а именно FTP или E-mail.

Сервис Dropbox дает возможность очень простого и надежного использования, как с использованием API при написании обработок 1С, так и реализации обмена через «локальную папку», которая надежно синхронизируется сервисом Dropbox.

Многодневные практические использования сервиса Dropbox показали его эффективную работу даже на очень медленных и нестабильных каналах связи.

#### **Список литературы:**

1. Гончаров Д.И. Решение специальных прикладных задач в «1С:Предприятия 8.2» (+CD) / Д.И.Гончаров, Е.Ю.Хрусталева. – СПб. : 1С-Публишинг, 2012. – 298 с.
2. Филиппов Е.В. Настольная книга 1С:Эксперта по технологическим вопросам. – СПб. : 1С-Публишинг, 2014. – 247 с.
3. Андрусенко В. Інформаційні системи і технології в економіці: опорний конспект лекцій для студ. екон. спец. очної і заочної форм навч. / Харківський національний аграрний ун-т ім. В.В.Докучаєва. – Х. : ХНАУ ім. В.В.Докучаєва, 2008. – 134с.
4. Аніловська Г. Інформаційні системи і технології у фінансах: навч. посіб. для студ. спец. 6.050104 «Фінанси» / Укоопспілка; Львівська комерційна академія. – Л. : Видавництво Львів. комерц. акад., 2008. – 327с.
5. Войтюшенко Н. Інформаційні системи і технології в обліку: навч. посібник для вищ. навч. закладів II-IV рівня акредитації. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2009. – 340с.
6. Лавров Є. Інформаційні технології обліку на підприємствах: навч. посібник. – Суми : Довкілля, 2007. – 121с.



**ПРОГРАМНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Сотник А.  
Скоба А.Н.**

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени  
М.И. Платова, г. Новочеркасск*

**PROGRAM-TECHNICAL COMPLEX FOR SOLVING OPTIMAL  
INVENTORY MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE**

**Sotnik A.  
Skoba A.N.**

*South-Russian state Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov, Novoche-  
rassk*

**Аннотация**

В данной статье представлена математическая модель оптимального управления запасами предприятия для удовлетворения заданного спроса продукции при минимальных затратах. Оптимальное решение было найдено методом динамического программирования. Представленная модель программно реализована на языке высокого уровня C#. Преведены результаты численных экспериментов.

**Abstract**

This article presents a mathematical model of optimal inventory management of the enterprise to meet a given demand of products at minimum cost. The optimal solution was found by the method of dynamic time programming. The model implemented in software on a high-level language C#. Hello the results of numerical experiments.

**Ключевые слова:** динамическое программирование, математическое моделирование, управление запасами.

**Keywords:** dynamic programming, mathematical modeling, inventory management.

Решается задача оптимального управления запасами предприятия в следующей постановке[1]: рассматривается функционирование предприятия в течение  $N$  календарных этапов планирования. Каждый  $n$ -й этап,  $n = \overline{1, N}$ , характеризуется следующими параметрами:

- объем производства предприятия на  $n$ -м этапе;
- величиной спроса на продукцию предприятия на  $n$ -м этапе;
- уровнем запасов изделий на конец этапа;
- длительностью одного этапа планового периода;
- максимальным уровнем выпуска изделий на одном этапе;
- максимальным уровнем запасов на одном этапе.

Считается известной функция затрат на  $n$ -м этапе функционирования предприятия. Эта функция зависит от объема производства и величины запасов, которые должны храниться на складе в течение  $n$ -го периода. Необходимо определить оптимальный объем производства для каждого этапа планирования, т. е. такой, при котором суммарные затраты, связанные с производством продукции и ее хранением, были бы минимальны и в каждом периоде выполнялось ограничение на спрос продукции со стороны потребителей

Для формализации задачи, были введены следующие обозначения[2]:

$N$  – число календарных этапов из которых состоит плановый период.

При этом каждый  $n$ -й этап ( $n=1, N$ ) характеризуется следующими параметрами:

$i_{n-1}$  – запас, оставшийся после окончания  $n-1$ -го этапа;

$x_n$  – объем производства предприятия на  $n$ -м этапе;

$d_n$  – величина спроса на продукцию предприятия на  $n$ -м этапе;

$x_{max}$  – максимальный объем производства на одном этапе;

$i_{max}$  – максимальный объем запасов на одном этапе;

$C_n(x_n, i_{n-1})$  – затраты на  $n$ -м этапе функционирования, связанные с выпуском  $x_n$  деталей и хранением  $i_{n-1}$  запасов деталей.

Критерий оптимальности имеет вид:

$$F = \sum_{n=1}^N C_n(x_n, i_{n-1}) \rightarrow \min_{x_n} \quad (1)$$

Ограничения принимают следующий вид:

- удовлетворение спроса потребителей на продукцию в  $n$ -м периоде:

$$d_n \leq i_{n-1} + x_n, \quad n = \overline{1, N}; \quad (2)$$

- установление объема запаса в конце  $n$ -го периода [10]:

$$i_n = i_{n-1} + x_n - d_n, \quad n = \overline{1, N}, i_n = \overline{0, i_{max}}, x_n = \overline{0, x_{max}}. \quad (3)$$

Задача (1)-(3) была решена методом динамического программирования[3], формализованная схема которого может быть представлена в виде последовательностей этапов.

Этап 1. Заполняется промежуточная таблица решения задачи, столбцы таблицы соответствуют величине начального запаса, строки производству на  $n$ -м этапе. Каждая клетка таблицы делится на две части: в нижней части записываются значения состояния в конце  $n$ -го этапа, то есть значение для переменной  $i_n$ :  $i_n = i_{n-1} + x_n - d_n$ . В том случае, если  $i_n$  принимает отрицательное значение, то такие состояния являются недопустимыми и исключаются из рассмотрения путем вычеркивания. В верхней части каждой из клеток записывается значение, полученное из уравнения Беллмана без учета минимальности:

$$f_n(i_n) = f_{n-1}(i_{n-1}) + c_n(x_n) + h * i_{n-1} \quad (4)$$

Этап 2. Заполнение окончательной таблицы. Заполняется она следующим образом: среди допустимых клеток находятся клетки с одинаковыми значениями состояний, и в качестве оптимальной выбирается клетка, для которой выполняется условие:

$$f_n(i_n) = \min \{ f'_n(i_n) \}$$

Для каждого состояния фиксируется оптимальный объем производства  $x_n$  и функция затрат  $f_n(i_n)$ .

Этап 1 и 2 выполняются  $N$  раз, затем переход к этапу 3.

Этап 3. Для нахождения оптимальных объемов производства  $x_n$  и оптимальных уровней запасов  $i_n$  производится решение задачи в обратном порядке. На последнем этапе ( $n = N$ ) из окончательной таблицы  $n$  этапа выбирается  $x_n$  и  $i_n$ , соответствующие оптимальной (минимальной) функции затрат  $f_n(i_n)$ . На этапах  $n < N$  из окончательной таблицы  $n$  этапа выбираются строки для которых  $x_n$  и  $i_n$  такие, что бы  $|d_n - x_{n+1}| = i_n$ . Обратное решение задачи производится до  $n = 1$  этапа.

Для решения поставленной задачи, на языке высокого уровня C#, была разработана и отлажена программа, в которой учтены следующие возможные сценарии взаимодействия пользователя с программой:

- контроль правильности вводимых данных;
- возможность сохранения результата выполнения программы в файл;
- возможность считывания исходных данных для решения задачи из файла, используя определённый шаблон;

- вывод результатов выполнения программы на экран;
- предоставление справочной информации о программе.

Для функционирования программы компьютер пользователя должен соответствовать следующим минимальным требованиям:

- ОЗУ более 32 Мбайт;
- 16 МБ видеопамяти и выше;
- наличие свободного места на жестком диске более 2 Мбайт;
- операционная система *Windows XP / Vista / 7 / 8 / 10*;
- поддержка платформы *Microsoft .NET FrameWork 4.0* и выше.

Для запуска программы пользователь должен запустить исполняемый файл программы "*Cursorvay\_TPR.exe*", в результате чего откроется главное окно программы(Рис.1).

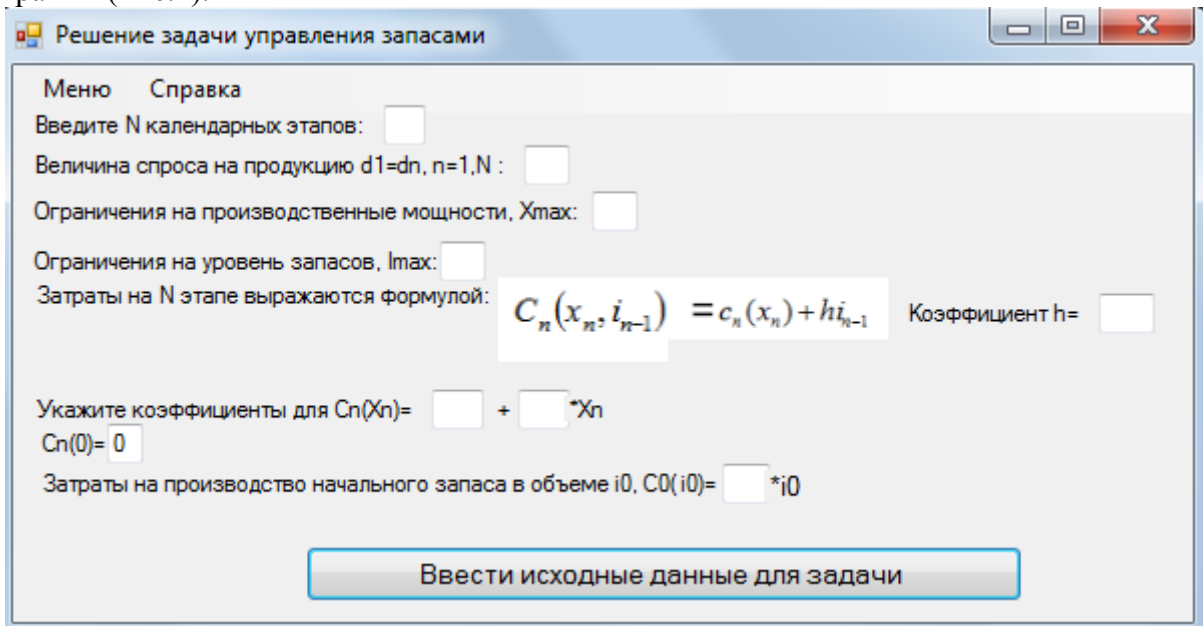


Рисунок 1 - Главное окно программы

Для корректного функционирования программы все поля исходных данных должны быть заполнены целыми числами. Так же при желании получить справочную информацию о программе пользователь может нажать на кнопку «Справка» на панели меню(Рис.2).

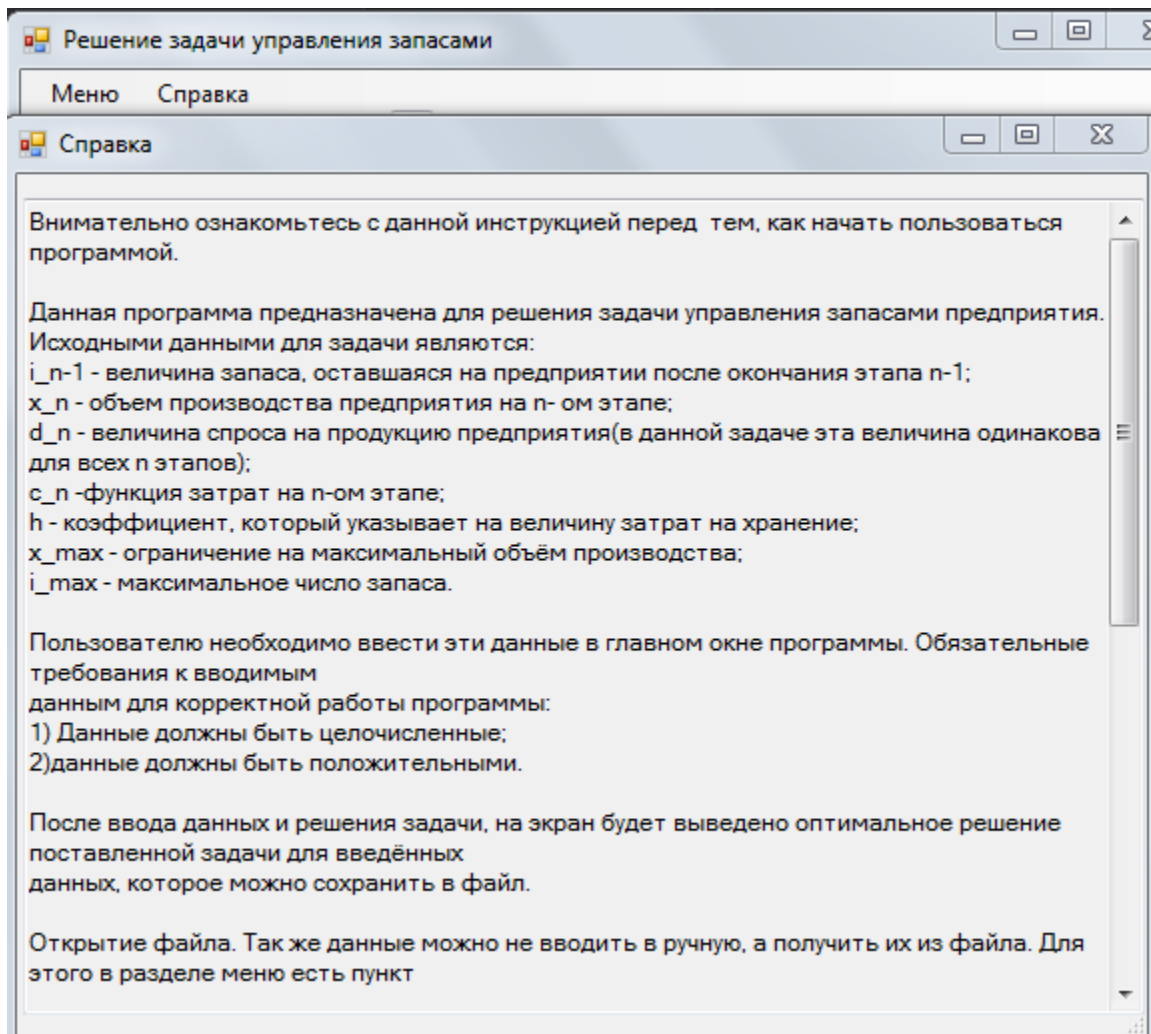


Рисунок 2 - Справка

Занеся исходные данные в поля, пользователь может нажать на кнопку "Ввести исходные данные". Данные будут введены и пользователь может проверить их правильность (Рисунок 3).

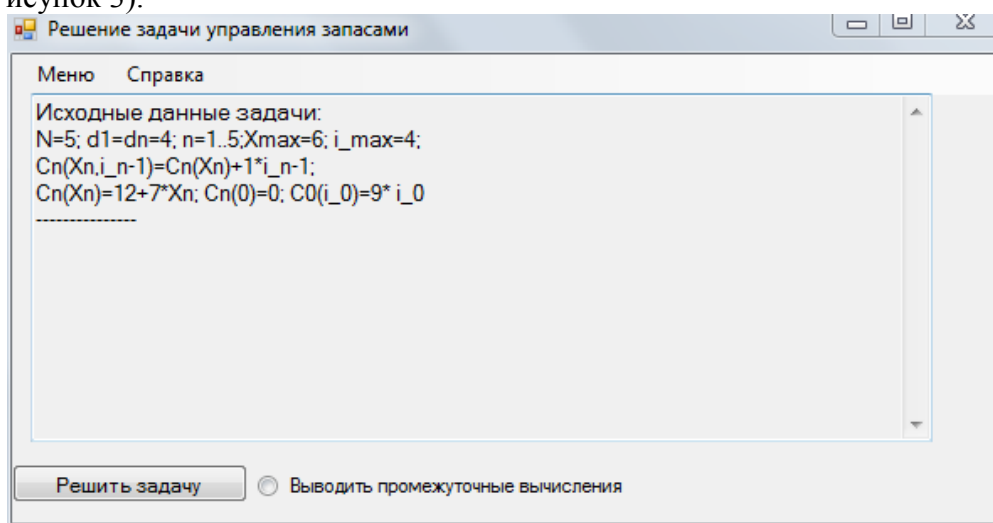


Рисунок 3 - Ввод данных

Если данные введены успешно, то пользователь нажимает кнопку "Решить задачу" (Рисунок 4), иначе необходимо перезапустить программу. Так же на данном этапе можно сохранить введенные данные в файл воспользовавшись пунктом меню.

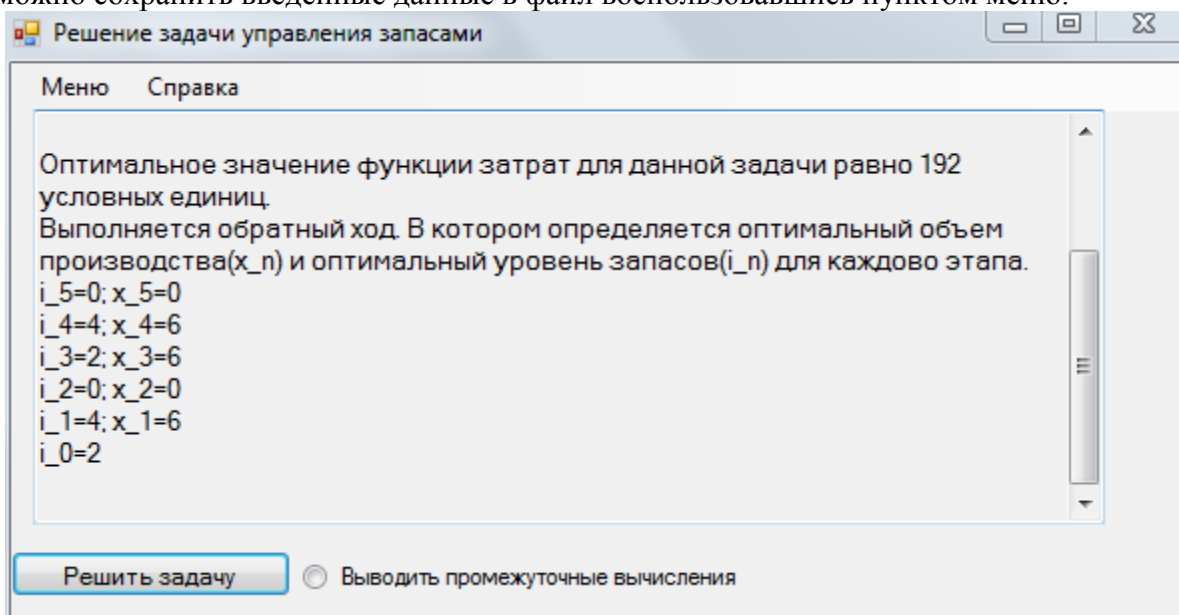


Рисунок 4 - Решение задачи

Полученное решение пользователь может сохранить в файл, воспользовавшись соответствующим пунктом меню (Рисунок 5).

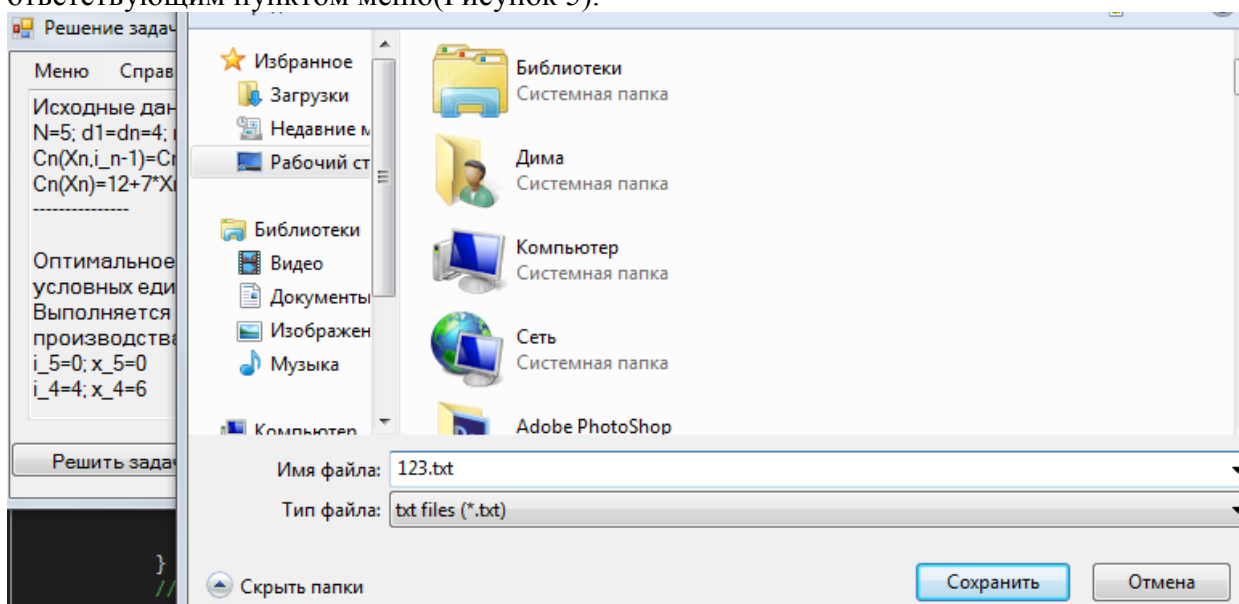


Рисунок 5 - Сохранение решение в файл

Записанное решение в файле представлено на рисунке 6.

```
123.txt — Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Исходные данные задачи:
N=5; d1=dn=4; n=1..5; Xmax=6; i_max=4;
Cn(Xn, i_n-1)=Cn(Xn)+1*i_n-1;
Cn(Xn)=12+7*Xn; Cn(0)=0; C0(i_0)=9* i_0
-----
Оптимальное значение функции затрат для данной задачи равно 192 условных ед
Выполняется обратный ход. В котором определяется оптимальный объем производ
i_5=0; x_5=0
i_4=4; x_4=6
i_3=2; x_3=6
i_2=0; x_2=0
i_1=4; x_1=6
i_0=2
```

Рисунок 6 - Содержимое файла

Так же при неверном формате ввода данных в программу будет выведено сообщение об ошибке(Рисунок 7).

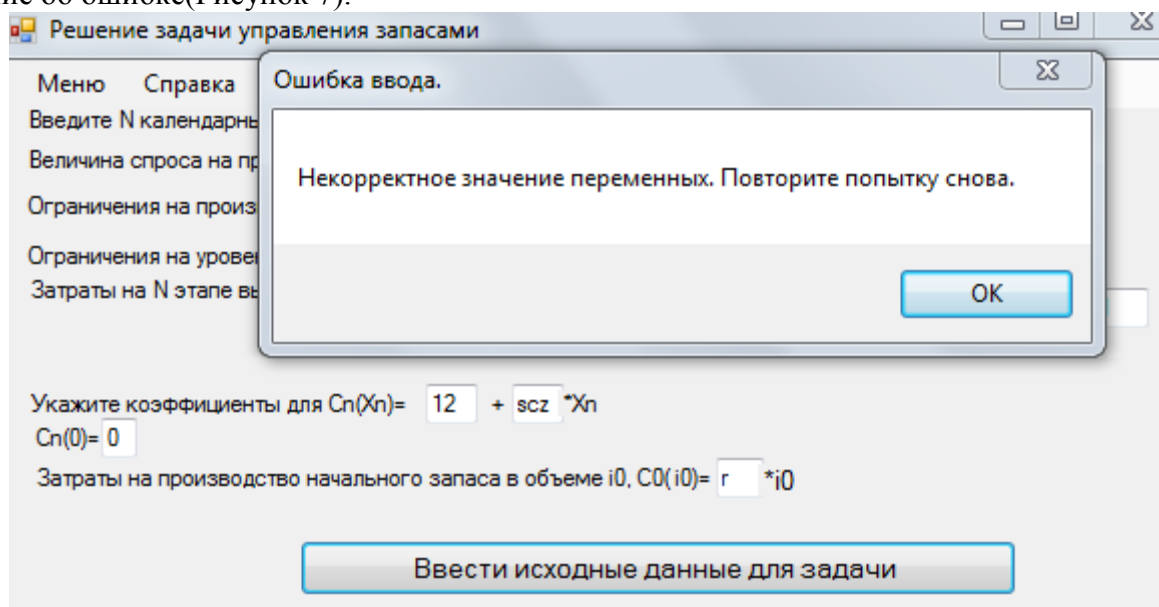
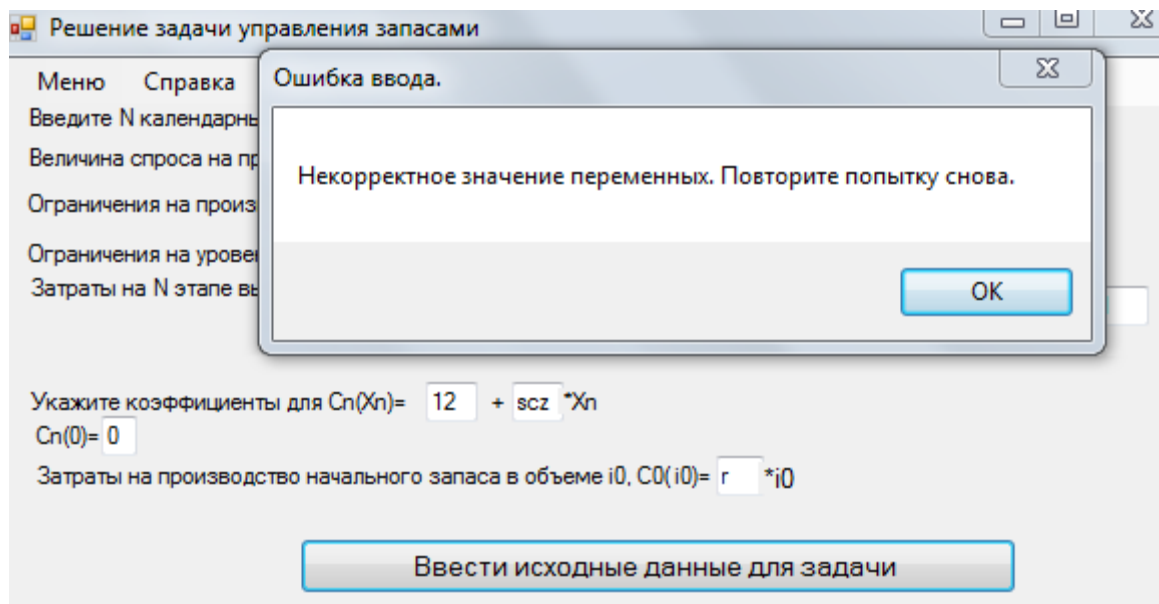


Рисунок 7 - Ошибка



В качестве примера была решена задача оптимального распределения ресурсов, при следующих исходных данных[4] (таблица 1):

Таблица 1

**Исходные данные**

	$d_i$	$x_{\max}$	$i_{\max}$	$C_n(x_n, i_{n-1})$	$C_n(x_n)$	$c_n(0)$	$c_0(i_0)$
5	$d_1 = d_2 = d_3 =$ $d_4 = d_5 = 4$	6	4	$c_n(x_n) + hi_{n-1}$ $h = 1$	$12 + 7x_n$	0	$9i_0$

Результаты реализации программы приведены в таблице 2:

Таблица 2

**Результаты вычислений**

Объем запаса $i_5$	Объем производства $x_5$	Функция затрат $f_5(i_5)$
$i_5=0$	$x_5=0$	$f_5(0)=192$
$i_5=1$	$x_5=5$	$f_5(1)=201$
$i_5=2$	$x_5=6$	$f_5(2)=208$
$i_5=3$	$x_5=6$	$f_5(3)=216$
$i_5=4$	$x_5=6$	$f_5(4)=224$

Оптимальное решение задачи  $f_{opt} = 192$  условных единиц. Таким образом, оптимальные значения объемов производства и уровень запасов для каждого этапа имеет вид:  $i_5=0$ ;  $x_5=0$ ;  $i_4=4$ ;  $x_4=6$ ;  $i_3=2$ ;  $x_3=6$ ;  $i_2=0$ ;  $x_2=0$ ;  $i_1=4$ ;  $x_1=6$ ;  $i_0=2$ .

**Список использованной литературы**

1. Панфилов А. Н., Черноморов Г. А., Скоба А. Н. Математическая модель процессов автоматизированной обработки информации при внедрении интегрированных информационных систем на предприятиях // Изв. вузов. Электромеханика. – 2001. – №1 – С. 77-80.
2. Черноморов Г.А. Теория принятия решений.: Учебное пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т-3-е изд. перераб. и доп. – Новочеркасск: Ред. Журн. «Изв. вузов. Электромеханика», 2005.-448с.
3. Романовская А.М. Динамическое программирование: Учебное пособие. Романовская А.М., Миндзиев М.В.-Омск: Издатель Омский институт (филиал) РГГЭУ, 2010.-58с.

4. Скоба А. Н., Панфилов А.Н., Зуев В.А. Методика статистического анализа характеристик входных потоков запросов в системах обработки информации // Инженерный вестник Дона. 2015. №2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2902.

5. Скоба А. Н., Терновский О. А., Решение задачи об оптимальном распределении ресурсов при внедрении распределённой информационной системы на предприятии // Интеграция науки и практики как механизм развития отечественных наукоёмких технологий производства: Сб. науч. статей по материалам IV Всерос. науч.-практ. конф., г. Каменск-Шахтинский, 12 нояб. 2014 г./ Каменский ин-т (фил.) Юж.-Рос. гос. политехн. ун-та (НПИ) – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2014. – С. 180–189.

## **ОСОБЕННОСТИ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И АНАЛИЗ СТО «АЛЬФАВЛАДСЕРВИС»**

**Попова Г.И.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, старший преподаватель, кафедра транспортных процессов и технологий*

**Стоякин И.В.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, студент 4 курс, кафедра транспортных процессов и технологий*

## **FEATURES WORKS ON REPLACEMENT OF LIQUIDS AND TECHNICAL ANALYSIS OF SERVICE STATION «ALFAVLADSERVIS»**

**Popova G.I.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, old-shy lecturer, department of transportation processes and technologies*

**Stoyakin I.V.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, 4th year student, Department of transport processes and technology*

### **Аннотация**

В статье представлено описание основных свойств автомобильных моторных масел, требования к ним, и рекомендации по их использованию. Также показана работа станции технического обслуживания «АльфаВладСервис», особенностей и сравнение с конкурентами на рынке.

### **Abstract**

The article describes the basic properties of automotive engine oils, their requirements, and recommendations for their use. Also shown is the work of the technical tinning "AlfaVladServis" station, features and comparisons with competitors in the market.

**Ключевые слова:** Автомобильный транспорт, моторное масло, свойства моторного масла, требования к моторным маслам, станция технического обслуживания, ремонт автомобилей, поршень, конкурентные преимущества, рынок.

**Keywords:** Road transport, motor oil, the properties of engine oil, engine oils to requirements, service station, car repair, piston, competitive advantages, market.

Автомобильный транспорт в последнее время развивается очень быстрыми темпами. Рынок легковых автомобилей увеличивается как за счет выпуска отечественных автомобилей, так и за счет поступления большого количества импортных автомобилей различных моделей. В связи с этим регулярно открывается большое количество станций технического обслуживания, которые предлагают услуги по обслуживанию и ремонту автомобилей, однако, из-за недостаточного финансирования в развитие производства,



качество обслуживания в таких станциях низкое. А совершенствование конструкции автомобиля показывает то, что ремонт современного автомобиля необходимо производить на качественном, современном, профессиональном оборудовании, где обеспечиваются необходимая точность и качество выполнения работ [1, с.53-54].

Чтобы двигатель не вышел из строя, нужно вовремя производить замену масла, для этого необходимо обратиться на специализированные станции технического обслуживания.

Моторное масло — важный элемент конструкции двигателя [2, с. 5-7]. Оно может длительно и надежно выполнять свои функции, обеспечивая заданный ресурс двигателя, только при точном соответствии его свойств, при термических, механических и химических воздействиях, которым масло подвергается в смазочной системе двигателя и на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей. Взаимное соответствие конструкции двигателя, условий его эксплуатации и свойств масла — одно из важнейших условий достижения высокой надежности двигателей. Современные моторные масла должны отвечать многим требованиям, главные из которых перечислены ниже:

- высокие моющие, диспергирующе-стабилизирующие и солюбилизирующие способности по отношению к различным нерастворимым загрязнениям, обеспечивающие чистоту деталей двигателя;

- высокие термические и термоокислительные стабильности позволяют использовать масла для охлаждения поршней, повышать предельный нагрев масла в картере, увеличивать срок замены;

- достаточные противоизносные свойства, обеспечиваемые прочностью масляной пленки, нужной вязкостью при высокой температуре и высоком градиенте скорости сдвига, способностью химически модифицировать поверхность металла при граничном трении и нейтрализовать кислоты, образующиеся при окислении масла и из продуктов сгорания топлива,

- отсутствие коррозионного воздействия на материалы деталей двигателя как в процессе работы, так и при длительных перерывах;

- стойкость к старению, способность противостоять внешним воздействиям с минимальным ухудшением свойств;

- совместимость с материалами уплотнений, совместимость с катализаторами системы нейтрализации отработавших газов;

- высокая стабильность при транспортировании и хранении в регламентированных условиях.

Станция технического обслуживания (СТО) «АльфаВладСервис» - это современный технический центр, имеющий профессиональное оборудование для высокоточной диагностики и качественного технического обслуживания автомобилей иностранного и отечественного производства.

Работа современного автомобильного автотехцентра невозможна без команды профессионалов с многолетним стажем. Специалисты «АльфаВладСервиса» имеют профильное высшее образование, для повышения квалификации коллектив регулярно проходит обучение и специальные курсы, в том числе на базе других ведущих российских сервисных центров. В самом автосервисе регулярно проходят семинары, в ходе которых работникам рассказывают о появившихся технических новинках и об особенностях работы с ними, а у механиков имеются подтверждающие профессионализм сертификаты.

Компания ООО «АльфаВладОйл» была сформирована в 1999г. Основным направлением деятельности организации на начальном этапе была оптовая и розничная реализация нефтепродуктов. Компания ООО «АльфаВладОйл» является официальным дистрибьютором торговых марок Castrol, BP в Дальневосточном регионе с 25 декабря 2012 г.

Основное направление деятельности СТО «АльфаВладСервис» — обслуживание и ремонт автомобилей.

Для сравнения конкурентообразующих характеристик были взяты автосервисы, которые предоставляют комплексные услуги по замене технических жидкостей.

По результатам оценки выявились следующие положительные стороны конкурентов:

Автоцентр «Mobil» – лидирует из-за высококвалифицированного персонала и дорогого оборудования;

«BP» – так как имеет достаточно широкий спектр услуг.

Высокие цены на услуги у «Ravenol» и неудобное месторасположение «Shell», дает возможность занять свою нишу на рынке услуг в автосервисе.

На СТО «АльфаВладСервис» присутствуют все положительные характеристики, что и у конкурентов, а также ряд отличительных особенностей, которые позволяют с ними конкурировать:

- цены на предоставляемые услуги ниже, чем у конкурентов из-за возможности покупки смазочных материалов у дистрибьюторов с большими скидками;

- качество выполняемых работ выше из-за современного оборудования;

- время исполнения заказа меньше;

- гибкая система скидок для постоянных клиентов;

- высококвалифицированные специалисты;

- организация высокого уровня культуры обслуживания;

- широкое использование рекламы услуг по замене технических жидкостей.

Необходимо проанализировать уже действующие фирмы конкурентов и выявить их слабые и сильные стороны.

В таблице 1 представлен анализ конкурентной среды. Важно отметить, что подобный анализ необходимо проводить постоянно – это позволит предприятию оперативно реагировать на изменения на рынке.

Таблица 1 - Анализ конкурентной среды

Показатель конкурентоспособности	Конкуренты				
	«Mobil»	«BP»	«Ravenol»	«Shell»	"ABC"
Место расположения и подъезд на территорию	3	5	4	3	5
Ассортимент услуг	5	4	3	4	3
Качество обслуживания	5	4	4	5	5
Уровень обслуживания	5	4	4	4	5
Квалификация рабочих	5	4	4	5	5
Ответственность и гарантии за услуги	5	4	3	4	5
Цены на оказываемые услуги	4	4	4	3	4
Реклама в СМИ	5	2	3	4	3
Итого	37	31	29	32	35

В результате объективного анализа конкурентной среды следует, что предприятие «Mobil» и «Shell» по показателям конкурентоспособности являются лидерами, но из-за высокой стоимости услуг обслуживания и их места расположения уступают СТО «АльфаВладСервис».

В результате объективного анализа конкурентной среды следует, что предприятие «Mobil» и «Shell» по показателям конкурентоспособности являются лидерами, но из-за высокой стоимости услуг обслуживания и их места расположения уступают СТО «Format auto». Полученные данные представим на рисунке 1.

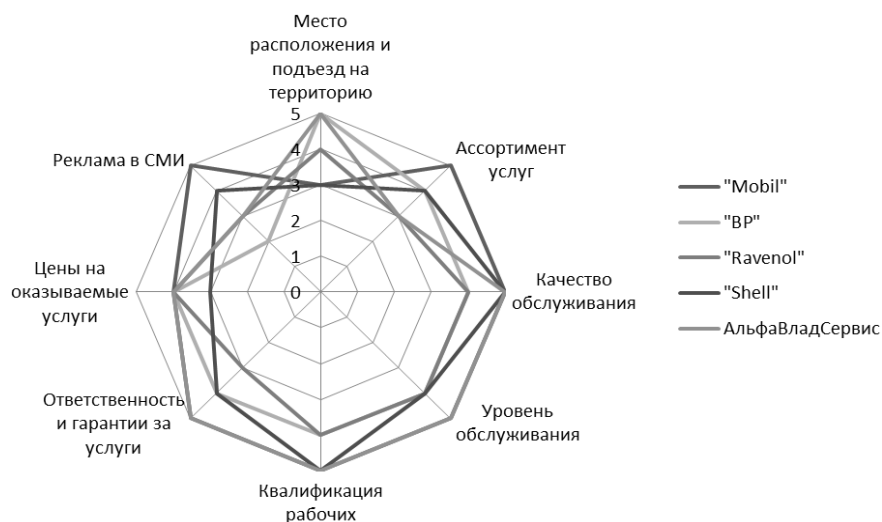


Рисунок 1 - Анализ конкурентной среды

В таблице 2 представлено пояснение к экспертной оценке на услугу замены масла.

Таблица 2 – Пояснение к экспертной оценке на услугу замены масла

Характеристика	Экспертная оценка				
	5	4	3	2	1
Цены на оказываемые услуги (замена масла)	нет (0 руб.)	приемлемый уровень цен (300-310 руб.)	средний уровень цен (310-350 руб.)	высокий уровень цен (350-430 руб.)	очень высокий уровень цен (430-450 руб.)
Качество обслуживания	высший уровень	достаточно высокое	средний	низкий	очень низкий
Квалификация рабочих	кратчайшие сроки (20-30 мин)	Быстро (25-35 мин)	достаточно быстро (35-40 мин)	Длительные (40-60 мин)	очень длительные (1 час и более)
Ответственность и гарантии за услуги	полная	частичная (расходные материалы и некоторые виды услуг)	частичная (расходные материалы)	минимальная	нет
Место расположения и подъезд на территорию	очень удобное	удобное	достаточно удобное	неудобное	крайне неудобное
Ассортимент услуг	Максимальный	полный	средний	небольшой	минимальный
Реклама в СМИ	интернет, телевидение, радио, баннеры	интернет, телевидение, радио	интернет, телевидение	интернет	нет
Уровень обслуживания	высший уровень	достаточно высокое	средний	низкий	очень низкий

На СТО «АльфаВладСервис» выполняются следующие виды работ:

- замена масла в ДВС;
- промывка масляной системы;
- замена технических жидкостей в АКПП и МКПП;
- замена охлаждающей жидкости;
- замена тормозной жидкости;
- замена жидкости гидроусилителя руля;
- заправка фреоном и поиск утечек в системе кондиционирования;
- замена всех видов фильтров;
- замена тормозных колодок;
- замена трансмиссионных жидкостей;
- авторемонт и сервисное обслуживание.

Проанализировав вышепредставленную информацию, можно сделать следующее заключение, что необходимо провести оптимизацию работы участка по замене масла для увеличения количества обслуживаемых автомобилей.

#### **Литература**

1. Кузнецов И.М. Общее устройство и обслуживание автомобилей. – Мн.: Высшая школа, 2011. – 416 с.: ил.
2. Анисимов И.Г. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости: Справочник - М.: Издательский центр «Техинформ», 2009. – 596 с.: ил.

### **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

**Журавлева Е.В.  
Косырева Л.Г.  
Хухрянская Е.С.**  
*ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж*

### **PHYSICAL RESEARCH METHODS OF THE BASIC MOTOR OILS PARAMETERS**

**Zhuravleva E.  
Kosyreva L.  
Khukhryanskaya E.**  
*MERC AF «AFA», Voronezh*

#### **Аннотация**

В работе рассмотрены основные методы исследования оптических свойств моторных масел, основанные на поглощении и рассеянии света, а также способы исследования вязкости неоднородных технических сред. Рассматривая моторное масло как коллоидный раствор, можно определить его оптическую плотность, однозначно характеризующую степень загрязнения.

#### **Abstract**

The paper discusses the main research methods of the engine oils optical properties based on the absorption and scattering of light, as well as research technique of the viscosity of heterogeneous technical environments. It is shown that considering the engine oil as a colloidal solution can determine its optical density uniquely characterizes the contamination levels.

**Ключевые слова:** моторное масло, вязкость, оптическая плотность

**Keywords:** engine oil, viscosity, optical density

Двигатели современных автомобилей отличаются высокими механическими тепловыми нагрузками и поэтому предъявляют высокие требования к качеству смазочного масла. Рыночная экономика зачастую подталкивает недобросовестных предпринимателей на замену дорогостоящих масел используемых в транспортных средствах на замену менее дорогостоящим горюче-смазочным материалам. Как правило, производители подбирают моторные масла визуально не отличающиеся друг от друга, либо отличающиеся по признакам, которые увидеть может только подготовленный специалист. Использование масла более низкого качества неизбежно приведет к снижению долговечности двигателя автомобиля. В связи с этим актуальными являются исследования моторных масел с целью определения соответствия маркировочным обозначениям.

Загрязнение (старение) моторного масла (ММ) является основной причиной образования отложений на деталях двигателей, снижающих надежность их работы. Высокая температура деталей двигателей при работе на форсированных режимах обеспечивает необходимую энергию взаимодействия между различными продуктами окисления, накапливающимися в масле, что приводит к образованию лака, смол, нагара, которые откладываются в основном на поверхностях деталей с высокой температурой. При наличии загрязнений в ММ происходит повышенный износ сопряженных деталей двигателя, загрязнение каналов для подвода масла к местам смазки, засорение маслоочистительных устройствах системы смазки, нарушение температурного режима работы двигателя.

Моторное масло является неоднородной технической средой. Для определения качества моторного масла используют обширную совокупность показателей. В соответствии с этим выделим параметры, характеризующие его (табл. 1).

Очевидно, что информация о загрязнении моторных масел, концентрации и свойствах взвешенных в них частиц (дисперсной фазы) является очень важной с точки зрения использования ее в диагностических системах. Оптическая фотометрия и спектроскопия неоднородных сред, находясь в процессе активного роста и развития, позволяет преобразовывать первичные признаки неоднородностей в отображения доступного и привычного вида. К первичным признакам неоднородной среды можно отнести природу среды, число взвешенных частиц, их размеры, форму и другие факторы.

Таблица 1 – Информационно-физические параметры технических сред

ПАРАМЕТРЫ							
технологические			информативные				
вязкость	концентрация топлива	показатель pH	электропроводность	теплопроводность	загрязненность/прозрачность	диэлектрическая проницаемость	магнитная проницаемость

Оптические свойства моторных масел можно исследовать при прохождении света через масло, при преломлении света частицами, взвешенными в масле; при отражении света частицами дисперсной фазы; при рассеянии света; при поглощении света дисперсной фазой. Известно, что если длина волны  $\lambda$  много больше размера коллоидных частиц, то свет проходит через систему, не меняя направления. В случае если  $\lambda \approx r$ , то происходит релеевское и комбинационное рассеивание, поглощение света, а при условии  $\lambda < r$  происходит отражение света.

В реальных условиях очень сложно разделить и выделить группу информативных параметров. Однако, как видно из таблицы немаловажным параметром является загрязненность (мутность) среды. Для определения мутности широкое применение находят фотометрические методы.

Фотометрия представляет собой совокупность методов качественного и количественного анализа включающую нефелометрию, люминесцентный анализ, спектроскопию отражения и молекулярно-абсорбционный спектральный анализ, основанных на избирательном поглощении электромагнитного излучения в видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой областях молекулами определяемого компонента или его соединения с подходящим реагентом.

Приборами для данного метода служат фотоэлектроколориметры (ФЭК), характеризующиеся простотой оптической и электрической схем. Большинство фотометров имеет набор из 10-15 светофильтров и представляет собой дуолучевые приборы, в которых пучок света от источника излучения проходит через светофильтр и делитель светового потока, который делит пучок на два, направляемые через кюветы с исследуемым раствором и с раствором сравнения, погрешности определения составляют около 5% [1].

При дифференциальном фотометрическом анализе оптическая плотность анализируемого раствора измеряется относительно оптической плотности (должна быть меньше 0,43) раствора сравнения. Последний содержит определяемый компонент в концентрации, близкой к концентрации этого компонента в анализируемом растворе, что позволяет определять сравнительно большие концентрации веществ погрешностью 0,2-1% (в случае спектрофотометрии). При фотометрическом титровании получают зависимость оптической плотности титруемого раствора от объема прибавляемого титранта (кривую титрования). По излому на этой кривой определяют конечную точку титрования и, следовательно, концентрацию исследуемого компонента в растворе.

Этот метод достаточно подробно описан в Государственном стандарте (ГОСТ). С помощью этого метода определяется оптическая плотность раствора пробы в бензине, разведенном в соотношении 1:20 по объему жидкостей. Чтобы определить фотометрический коэффициент загрязненности, необходимо умножить оптическую плотность среды на постоянный коэффициент.

Оптическую плотность получают стандартным способом, с помощью классических фотометров, типа ФЭК – 56 используя зеленый светофильтр на длине волны 540 нм. Результатом должно стать значение оптической плотности от 0,2 до 0,7. Основным минусом данного метода можно отметить то, что он очень чувствителен к малым частицам загрязнения, размеры которых соизмеримы с длиной волны света, т.е. 540 нм, так как для таких частиц преобладает дифракция света, а не поглощение. К тому же за счет неавтоматизированности экспериментов – точность измерений довольно низкая. Данный способ не отражает различий в форме и составе загрязнений и нуждается в существенной доработке [2].

Ультрамикроскопия позволяет определить частичную концентрацию частиц. В этом методе применяют боковое освещение, которое не попадает в объектив микроскопа и в глаз наблюдателя, именно поэтому коллоидные частицы становятся подсвеченными. По количеству светящихся точек определяют число частиц в единице объема.

Нефелометрия – метод, основанный на рассеянии света. Основным и главным условием применения этого метода является размеры частиц и концентрация растворов. В данном случае, интенсивность рассеянного света, проходящего перпендикулярно падающему лучу определяется согласно уравнению Рэлея. В определенных условиях интенсивность рассеянного света пропорциональна числу взвешенных частиц, а следовательно, и общей массе их в единице объема мутной среды. Минус этого метода в том, что необходимо обязательно учитывать время выпадения осадка, т.е. достаточно продолжительное время частицы должны находиться в состоянии взвесей.

Моторные масла можно рассматривать как коллоидный раствор [3]. С другой стороны, вследствие длительной эксплуатации масел, в них появляются примеси, состоящие из элементов стирающихся поверхностей. Эти частицы под действием гравитационного поля, в основном, выпадают в осадок. Кроме того, в качестве примесей могут выступать различного рода результаты окисления.

При исследовании окисления минеральных масел авторами [4] установлено, что окисление происходит по двум направлениям с образованием кислых и нейтральных продуктов. Кислые продукты усиливают коррозию металлов и интенсифицируют коррозионно-механическое изнашивание, а нейтральные загрязняют масляную систему и фильтры, нарушая режим смазки. Кроме того, образующиеся при сгорании топлива оксиды серы и азота взаимодействуют с металлами и ускоряют нагарообразование. Интенсивность этого процесса зависит не только от качества масла, но и воспламеняемости, вязкости и фракционного состава топлива, поэтому исследование вязкости является одним из важных этапов при изучении физико-химических свойств моторных масел.

Существуют различные методы измерения вязкости:

1) метод капиллярной вискозиметрии - опирается на закон Пуазейля о вязкой жидкости, описывающий закономерности движения жидкости в капилляре;

2) вибрационный метод вискозиметрии базируется на определении изменений параметров вынужденных колебаний тела правильной геометрической формы, называемого зондом вибрационного вискозиметра, при погружении его в исследуемую среду. Вязкость исследуемой среды определяется по значениям этих параметров, при этом обычно используется градуировочная кривая вискозиметра (для случая примитивного вибрационного вискозиметра; в целом, не теряя общности, этот принцип переносится и на более сложные приборы).

3) ротационный метод вискозиметрии заключается в том, что исследуемая жидкость помещается в малый зазор между двумя телами, необходимый для сдвига исследуемой среды. Одно из тел на протяжении всего опыта остаётся неподвижным, другое, называемое ротором ротационного вискозиметра, совершает вращение с постоянной скоростью. Очевидно, что вращательное движение ротора вискозиметра передается к другой поверхности (посредством движения вязкой среды). Отсюда следует, что момент вращения ротора ротационного вискозиметра является мерой вязкости.

4) метод падающего шарика вискозиметрии основан на законе Стокса.

На основе метода создано множество моделей высокотемпературных вискозиметров, в которых измеряется вязкость расплавленных стекол и солей.

5) ультразвуковой метод вискозиметрии заключается в том, что в исследуемую среду погружают пластинку из магнито-стрикционного материала, называемую зондом вискозиметра на которую намотана катушка, в которой возникают короткие импульсы тока длительностью порядка  $20 \pm 10$  мкс, приводящие к возникновению колебаний. В соответствии с законом сохранения, при колебаниях пластинки в катушке наводится ЭДС, которая убывает со скоростью, зависящей от вязкости среды. Затем, при падении ЭДС до определённого порогового значения, в катушку поступает новый импульс. Вискозиметр определяет вязкость среды по частоте следования импульсов.

При исследовании вязкости технической среды необходимо учитывать наличие примесей в маслах, сроки эксплуатации и технические возможности лаборатории. Рассматривая моторные масла как коллоидную систему возможно применение всех основных законов рассеяния и поглощения.

#### Список литературы

1. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. / Пер. с польск. М.: Наука, 1971. 98 с.

2. Варехов А.Г. Фотометрическое определение загрязненности моторных масел // Технико-технологические проблемы сервиса, 2013. №2(24). С. 19-22.
3. Верещагин В.И., Ковальский Б.И., Попов А.С. Методика оценки ресурса моторных масел // Вестник КрасГАУ. 2007. Вып. 6. С. 169–174.
4. Черножуков Н.И. Окисляемость минеральных масел. / Н.И. Черножуков, С.Е. Крейн –М. Гостолитиздат, 1995. – 372с.

## **DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR GROUP DECISIONS IN PATTERN RECOGNITION PROBLEMS**

**Aitbayev Y.K.**

*International Information Technology University,  
Almaty*

### **Abstract**

The article is devoted to the topic of collective decision-making models in automated intellectual systems. The application of such models for pattern recognition problems is being considered. What is meant by the term “collective recognition” is the task of using multiple classifiers, each of which will decide on the class of one entity with the subsequent coordination of their decisions with the help of a certain algorithm.

**Keywords:** pattern recognition, group decisions, collective analysis, intellectual systems

### **Introduction**

In recent years there has been growing interest in pattern recognition tasks. This is determined by the prevalence of the problems that is being solved in recognizing images and characters, scene analysis, technical and medical diagnostics, signal identification, analysis of expert data, speech recognition, expert systems.

Basic theoretical and practical issues of this area are reflected in scientific and practical works of domestic and foreign experts, such as M.Z. Zgurovsky, G.S. Osipov, V.P. Gladun, V.I. Donskoy, O.P. Kuznetsov, V.F. Khoroshevsky et al [1].

The present level of scientific and technological progress requires a focused development of computer vision systems as an important mechanism of providing effective interaction between machinery and humans. Successful solution of pattern recognition tasks is necessary to develop systems capable of intelligently evaluating the environment and doing certain actions.

Fundamental work in the theory of pattern recognition and classification associated with the names of such foreign scientists as J. von Neumann, K. Pearson, A. Wald, F. Rosenblatt. A great contribution to the development of recognition and classification theory was made by Soviet scientists Yzerman M.A., Braverman E.M., Rozonoer L.I. (the method of potential functions), Vapnik V.N., Chervonenkis A.Y. (statistical pattern recognition theory, "generalized portrait" approach), Ivakhnenko A.G. (group method of data handling), Zhuravlev J.I., Galushkin A.I. [2]

Nowadays, collective classifiers are becoming more popular as a tool to improve the efficiency of pattern recognition [3]. Its essence consists in the fact that the final decision is taken on the basis of individual classifiers' partial decisions "integration". In classification problems, the group method is the synthesis of the results obtained from different algorithms applied to a given initial information, or selecting the optimal algorithms of the given set [4]. When solving practical recognition problems, a user is interested in algorithms, providing near-optimal solution of applied problem. Given a set of different recognition models and means for collective decision-making, some guarantees of success can be obtained [5].



## Collective recognition

What is meant by the term “collective recognition” is the task of using multiple classifiers (committee, ensemble, etc.), each of which will decide on the class of one entity with the subsequent coordination of their decisions with the help of a certain algorithm. An important condition for the efficient formation of the committee is to comply with the necessary balance between accuracy and diversity of committee members. Committee diversity is the degree of errors noncorrelatedness between committee members, which demonstrated a significant impact (also experimentally).

An important factor in the efficiency of a committee is members' votes combining scheme. There are various voting schemes, the choice of which depends on the feature space, classifiers models, etc. In this study, the most universal schemes are shown, for which the winner is the class:

- 1) the maximum – with a maximum response of the committee members;
- 2) averaging – with the highest average response of the committee members;
- 3) a majority – with the largest number of votes of the members [6].

The following algorithms for constructing collective decisions exist: Bayesian method, competence areas, decision-making patterns, Woods' dynamic method, complex committee methods, logical correction, convex stabilizer, and a generalized polynomial and algebraic corrector. Generally, using collective algorithms strategy can improve the prediction accuracy due to mutual compensation of an algorithm's disadvantages for the benefits of others.

There are different approaches of partial decisions integration. In some cases, it is proposed to use the majority vote method or label ranking method. In others – use schemes based on averaging or linear combination of the posterior probabilities that are estimated by individual classifiers, or fuzzy rules algorithms can be used. It is also proposed to carry out independent fitting of the combined classifier, considering the partial decisions as the new complex features. Approaches based on allocation of local areas in observation space, in each of which only one partial classifier is "competent" to make a decision, are also developing [3].

The need to use multiple classifiers and then combining their decisions explained in different ways, depending on the problem definition. The main goals of using multiple classifiers' coordinated combination of decisions are the following:

- reducing complexity of a problem being solved (increasing computational efficiency of a procedure).
- increasing the decision-making competence (classification accuracy) [7].

As different recognition algorithms manifest themselves in different ways on the same sample of objects, then the question arises about the synthetic decision rule that adaptively uses the strengths of these algorithms. This decision rule is based on two-level recognition scheme. On the 1<sup>st</sup> level, partial recognition algorithms work, the results of which are combined on the 2<sup>nd</sup> level in synthesis unit. The most common ways of such union based on assigning areas of competence of a certain partial algorithm. The easiest way to find the areas of competence is to partition the feature space. Then, for each of the selected areas its own recognition algorithm is developed. Another method is based on the use of formal analysis to determine local regions of feature spaces as a surrounding area of recognizable objects, for which successful functioning of any partial recognition algorithm is proved.

The general approach to the construction of the synthesis unit considers the resulting performance of partial algorithms as initial indications for the construction of a new generalized decision rule.

Consider the collective decision-making block diagram (Fig. 1). The decision rules collective is some finite subset  $\{R\}$  of all possible decision rules set  $C$ ,  $\{R\}$ , where  $C, \{R\} = \{R_l\}$ ;  $l = 1, 2, \dots, L$ , formed to develop collective decision where  $R_l$  -  $l$ -th decision rule,  $Y_l$  – the decision on the output of  $l$ -th rule,  $C$  – a collective decision. Type of collective decision con-

cretized by the type of a problem to be solved by the collective. Since this is a pattern recognition problem, both collective and individual decisions made by members of this collective, consist in classifying a certain situation or object  $X$  to one of the classes or sets  $K_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ .

The situation  $X$  is characterized by the vector of parameters or features:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m, \dots, p_M\}. \quad (1)$$

Formally, the task of making a collective decision is stated as follows: if the  $Y_l$ ,  $l = 1, 2, \dots, L$  – the individual decisions made by members of the collective – by the decision rules  $R_n$ ,  $n = 1, 2, \dots, n$ , then the collective decision is determined as a function of individual decisions:

$$C = F(Y_1, Y_2, \dots, Y_L, X), \quad (2)$$

where  $F$  – a collective decision making algorithm.

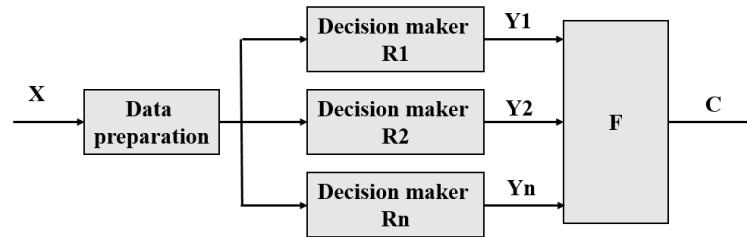


Figure 1. Collective decision-making block diagram

Decision  $C$  in the recognition task consists in choosing the number of one of the classes  $K_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ , for each particular situation  $X$ , for which rules  $R_l$  make different decisions:  $R_l: X \in K_k$ , then  $Y_l(X)$ ;  $l = 1, 2, \dots, L$ ;  $k = 1, 2, \dots, K$ .

A voting algorithm when the final decision is determined by the majority of algorithms can serve as the most obvious approach. In practice, such methods of decisions associations do not always show high quality results, because the collective majority error may occur. The weights of individual algorithms are fixed, i.e. the peculiarities of some specific situation are not taken into account.

There are decision combining algorithms based on probabilistic approaches, when selecting among the decisions of different algorithms, the one that has the highest probability is selected. There are also matching algorithms based on metaclassification, when generalization of decisions is performed by special metaclassifier. The input data for it is the decisions of base classifiers, which are interpreted as a set of features of the new feature space.

Collective recognition is effective in these cases:

- decision is to be made by different algorithms;
- algorithms use different feature spaces or different data sources;
- algorithms trained with different training data;
- dimension of the feature space is too large and/or it comprises the features
- measured at different scales;
- feature space comprises the features of different levels of abstraction;

There are three collective recognition strategies:

- 1) selection of the classifier, whose result determines the solution of a recognition task (assuming that each classifier is an expert in a certain area of feature space);
- 2) fusion of classifiers decisions (assuming that all classifiers are equally competent);
- 3) a combination of the above strategies.

It is expedient to extend the group decision approach to the case when more than one group of decision rules used, i.e. "collective" of groups. The hierarchy of groups or collectives can be arbitrarily large. At each level, partial decisions produced, according to them – the generalized decisions of current level, which play the role of partial for the next level, etc. On the basis of the foregoing, the following general scheme of the class of efficient algorithms for solving pattern recognition problems with the help of the collective decision rules is proposed. Algorithms of the class consists in performing four consecutive steps [8]:

- 1) generating groups of decision rules;
- 2) obtaining partial decisions and evaluating competences of groups;
- 3) formation of a generalized decision and expected error estimation.

For the rational use of the characteristics of different algorithms in solving recognition problems, it is possible to combine different in nature recognition algorithms into groups that make the classification decision on the basis of rules adopted in the collective decision-making theory. Suppose that in some situation  $X$  the decision taken is  $S$ . Then  $S = R(X)$ , where  $R$  - decision making algorithm in situation  $X$ . Suppose that there are  $L$  different algorithms for solving the problem, i.e.,  $S_l = R_l(X)$ ,  $l = 1, 2, \dots, L$ , where  $S_l$  – solution obtained by the algorithm  $R_l$ . We define the set of algorithms  $\{R\} = \{R_1, R_2, \dots, R_L\}$  as collective of algorithms for solving a problem (collective of decision rules), if on the set of decisions  $S_l$  in any situation  $X$  a decision rule  $F$  is determined, i.e.  $S = F(S_1, S_2, \dots, S_L, X)$ . Algorithms  $R_l$  are called group members,  $S_l$  – the solution of  $l$ -th member of the group, and  $S$  – collective decision. The function  $F$  defines the method of generalization of individual decisions into the collective  $S$  decisions. Therefore, the synthesis of  $F$  function, or a method of generalization, is the central point in organization of a collective.

In the recognition tasks a situation  $X$  is a description of the object  $X$ , i.e. its image, and the decision  $S$  – the pattern number that corresponds to the image. Individual and collective decisions in the recognition task consist in assigning a certain picture to one of the patterns. The most interesting groups of recognition algorithms are those in which there is a dependence between weight (influence rate) of each decision rule  $R_l$  and the recognizable image. For example, the weight of the decision rule  $R_l$  may be determined by the relation:

$$\mu_l(X) = \begin{cases} 1, & \text{if } X \in B_l \\ 0, & \text{if } X \notin B_l \end{cases} \quad (3)$$

where  $B_l$  – competence area of the decision rule  $R_l$ .

The weights of decision rules are chosen so that:

$$\sum_{i=1}^L \mu_i(X) = 1 \quad (4)$$

for all possible values of  $X$ . Equation (3) means that the collective decision determined by the decision of the decision rule  $R_i$ , whose areas of competence belong to the image of the object  $X$ . This approach represents a two-level recognition procedure. On the 1<sup>st</sup> level image belonging to a particular area of competence is determined, and on the 2<sup>nd</sup> the decision rule, the competence of which is maximum in the found area, comes into force. The decision of the rule is identified with the decision of the whole group.

### Conclusion

The rules of integration of partial independent classifier decisions are examined in the article. Thus, the generalization of decisions is a special problem in the field of pattern recognition and classification, which cannot be reduced to a typical classification problem (with one classifier). It is subject to further in-depth study, and its use in practice may lead to qualitatively better properties of classification systems that use the concept of a combined set of classifiers forming a collective decision.

### References

1. V. E. Glushchenko and Y. V. Glushchenko, "Study of the description space structure for the formation of knowledge of pattern recognition intellectual systems," (in Russian), *Shtuchy intelekt*, p. 1, May 2005.
2. M. N. Golubev, "Development and analysis of algorithms for detecting and classifying objects on the basis of machine learning methods," MS Thesis abstract, Yaroslavl State University, Yaroslavl, 2012.

3. L. S. Fainzilberg, "Bayesian scheme of collective decision-making in conditions of contradictions," (in Russian), *Management and Informatics Problems*, no. 3, pp. 112–122, 2002.

4. M. B. Aidarkhanov, "On the stability of the group classification algorithms," in *The 9th National Conference*, presented at the Mathematical methods of pattern recognition, Moscow, 1991, Moscow: «ALEV-V», 1991, pp. 3–4.

5. Y. I. Zhuravlev and A. S. Biryukov, "Some practical algorithms of recognition by precedents and methods of their correction," in *The 9th National Conference*, presented at the Mathematical methods of pattern recognition, Moscow, 1991, Moscow: «ALEV-V», 1991, pp. 190–191.

6. N. N. Kuzmitsky, "Topical issues of using of convolutional neural networks and their committees in pattern recognition," (in Russian), *Vestnik of Brest State Technical University*, no. 5, pp. 6–10, 2012.

7. L. A. Rastrigin and R. K. Ehrenstein, *Collective Recognition Method*. Moscow: Energoizdat, 1981.

8. N. G. Zagoruiko, *Applied methods of data and knowledge analysis*. Novosibirsk: Sobolev Institute of Mathematics of RAS, 1999, ch. 8, par. 6.

## **О ПРИМЕНЕНИИ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД В СОСТАВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

**Дмитриев К.С.**

*генеральный директор Научно–исследовательского института Глобал ЭМ (ООО «НИИ ГЭМ»), Санкт–Петербург*

## **ON THE APPLICATION OF SCREENINGS FROM CRUSHING CARBONATE ROCKS IN THE DRY CONSTRUCTION MIXTURES**

**Dmitriev K.S.**

*general director of the Scientific Research Institute GEM Co. Ltd, Saint–Petersburg*

### **Аннотация**

В статье рассматривается вопрос применения отсевов дробления карбонатных горных пород при производстве сухих строительных смесей. Приведен анализ взаимодействия карбонатов кальция с основным клинкерным минералом – портландитом.

### **Abstract**

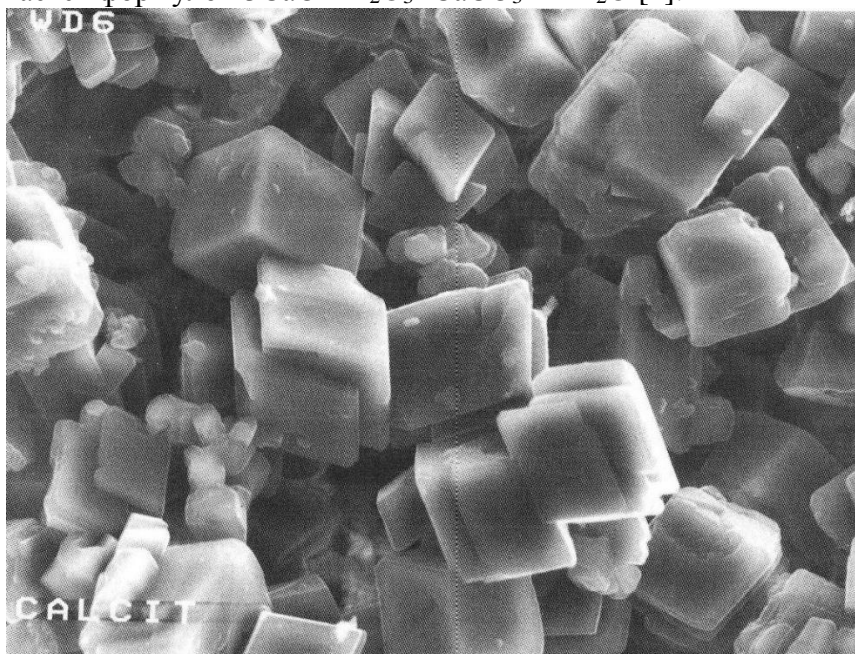
The article discusses the application of the crushing screenings of the carbonate rocks in the production of dry construction mixtures. The analysis of the interaction of calcium carbonates with the main clinker mineral portlandite.

**Ключевые слова:** карбонат кальция, портландит, клинкер, отсевы дробления, побочные продукты промышленности

**Keywords:** calcium carbonate, portlandite, clinker, crushing screenings, by-products industry

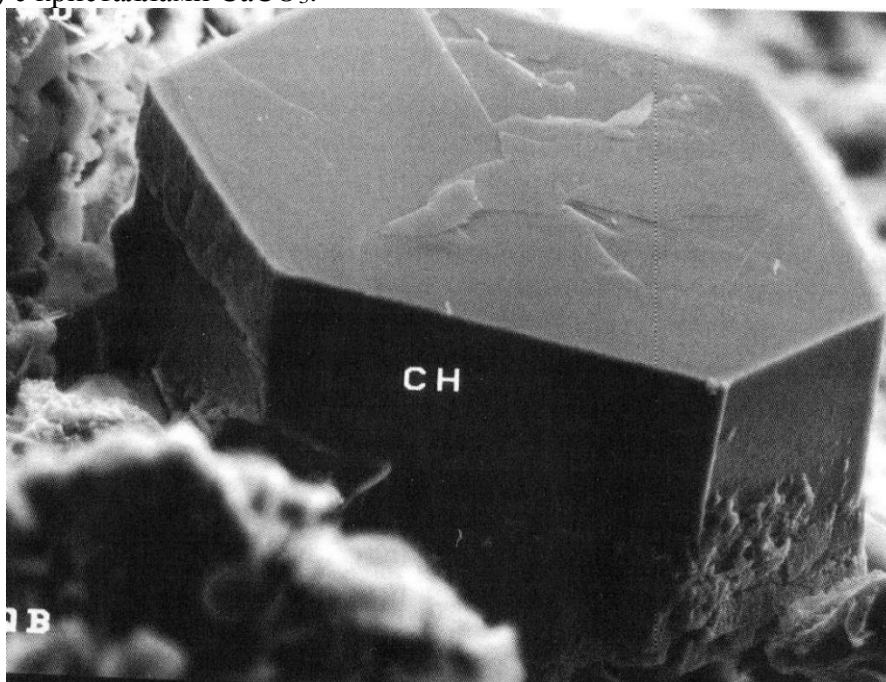
В последнее время область применения карбонатных пород расширилась за счет появления нового стандарта на цемент (ГОСТ 31108), который разрешает введение в портландцемент от 0 до 5 масс. % так называемых вспомогательных компонентов, в перечень которых входит и известняк. Кроме того, этот стандарт, гармонизированный с европейским стандартом на цемент EN 197–1, разрешает производство портландцемента ЦЕМ II/A–И, в составе которого можно вводить от 6 до 20 масс. % известняка.

Уже в 1956 году было установлено, что карбонаты кальция (рисунок 1) и смешанные карбонаты кальция и магния не являются инертным по отношению к поровой жидкости, образующейся при твердении цемента, и вступает в реакцию с продуктами гидратации алюминатной фазы клинкера с образованием карбоалюмината кальция, состав которого выражается формулой  $3\text{CaO}\times\text{Al}_2\text{O}_3\times\text{CaCO}_3\times 11\text{H}_2\text{O}$  [1].



*Рис.1. Снимок кристалла кальцита*

Некоторые исследователи указывают на возможность образования в качестве продукта взаимодействия между гидроксидом и карбонатом кальция основного гидрокарбоната кальция  $\text{CaCO}_3\times\text{Ca}(\text{OH})_2\times\text{H}_2\text{O}$ , участвующего, как и карбоалюминат кальция, в формировании контактной зоны между карбонатным наполнителем и цементным камнем [3]. Высокая прочность сцепления карбонатов кальция с цементным камнем объясняется также влиянием кристаллохимических факторов – эпитаксиальным срастанием  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (рисунок 2) с кристаллами  $\text{CaCO}_3$ .



*Рис.2. Снимок кристалла портландита*

Механизм влияния известняковых наполнителей на свойства цементных растворов является отчасти физическим, а отчасти – химическим. Тонкодисперсные частицы наполнителя заполняют пустоты между частичками клинкерных минералов и способствует формированию более плотного цементного камня. В присутствии известняка наблюдается увеличение скорости гидратации трехкальциевого силиката, что подтверждается данными оптической и сканирующей электронной микроскопии, а также результатами рентгенофазового анализа.

Наряду с отмеченным положительным действием карбонатов на свойства растворных смесей и растворов, в цементно–карбонатных смесях могут иметь место процессы, в результате которых в твердеющих композициях могут развиваться нежелательные и опасные с точки зрения долговечности растворов и бетонов изменения объема (расширение), обусловленные этим напряжения и разрушение материалов [2]. Можно назвать две потенциальных причины появления неприятного явления: образование фазы туамасита ( $\text{CaSiO}_3 \times \text{CaSO}_4 \times \text{CaCO}_3 \times 15\text{H}_2\text{O}$ ) и щелочно–карбонатную коррозию наполнителя (Alkali–Carbonate Reaction), являющуюся частным случаем щелочной реакции наполнителя (Alkali–Aggregate Reaction) [1].

Таким образом, при использовании при использовании карбонатных пород в качестве наполнителей в составе сухих строительных смесей необходимо тщательно контролировать их минералогический состав.

#### **Список использованной литературы**

1. Тейлор Х. Химия цемента. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
2. Штарк И., Вихт Б. Цемент и известь / Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко. Киев, 2008, 480 с.
3. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона / Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко, Техн. ред. Е. Кавалеровой. Киев: Оранта, 2004, 301 с.

# МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КАЛИБРОВАННОГО АЛЮМИНИЕВОГО ПРУТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВКИ РАВНОКАНАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ

**Боякова Т.А.**

*Кандидат технических наук, доцент*

*ФГАОУ ВПО «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск*

**Игнатов А.В.**

*Студент*

*ФГАОУ ВПО «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск*

## A METHOD OF OBTAINING A CALIBRATED ALUMINUM ROD USING THE EQUAL-CHANNEL PRESSING

**Boyakova T.**

*Candidate of Technical Sciences, assistant professor of Russian State*

*FGAOU VPO "Siberian Federal University", g. Krasnoyarsk*

**Ignatov A.**

*Student*

*FGAOU VPO "Siberian Federal University", g. Krasnoyarsk*

### **Аннотация**

В статье рассмотрена технология получения калиброванного алюминиевого прутка с постоянным сечением для дальнейшего получения особо тонкой проволоки путем волочения.

### **Abstract**

The article considers the technology of obtaining calibrated aluminum rod with constant cross-section for receiving future especially thin wire by drawing.

**Ключевые слова:** индукционный нагрев, индуктор, прессование, конформ.

**Keywords:** induction heating, induction coil, extrusion, «conform».

Для достижения конкурентоспособности на рынке многие предприятия алюминиевой промышленности ориентируются на расширение сектора конечной продукции. Новые технологии определяют возможности выпуска тонкой проволоки проката со свойствами, превосходящими лидеров мирового рынка, в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО. Проблема экономии ресурсов летательных аппаратов, является актуальной со времен развития металлургии. К тому же в последние годы, этот вопрос имеет более острый характер в связи с высоким ростом внутреннего рынка России.

К основному преимуществу совмещенного процесса подогрева и проката алюминиевого слитка относят возможность получения стержневой заготовки с улучшенными физико-механическими свойствами толщиной 8 мм для дальнейшего производства особо тонкой проволоки диаметром до 0,1 мм.

В настоящее время существует проблема получения проволоки сечением менее 2 мм, что мешает внедрению особо тонкой проволоки для кабелей, используемых в электрооборудовании летательных аппаратов. В процессе вытягивания заготовки через фильеры с пошаговым уменьшением диаметра, заготовка рвется. Особенно это проявляется после 4 мм, что обусловлено переменным сечением заготовки по всей длине. В связи с этим был принят ряд технических решений, позволяющих улучшить структуру алюминиевой заготовки, повысить физико-механические свойства, а также получить постоянное сечение заготовки диаметром в 8 мм.

Для получения слитка с калиброванным сечением используется устройство непрерывного литья и прессования металла методом конформ [1], изображенного на рисунке 1, которая разработана на базе Сибирского Федерального Университета, г.Красноярск. Метод конформ, основан на применении разъемного контейнера, одна часть которого подвижна относительно другой. В предлагаемой установке нагретая алюминиевая заготовка подается непосредственно в прессовый инструмент с вертикальной осью вращения колеса-кристаллизатора, где заготовка деформируется по мере продвижения по разъемному контейнеру и выдавливается силами контактного трения, возникающими между затвердевшим слитком и подвижной частью контейнера в отверстие матрицы, установленной в неподвижной его части.

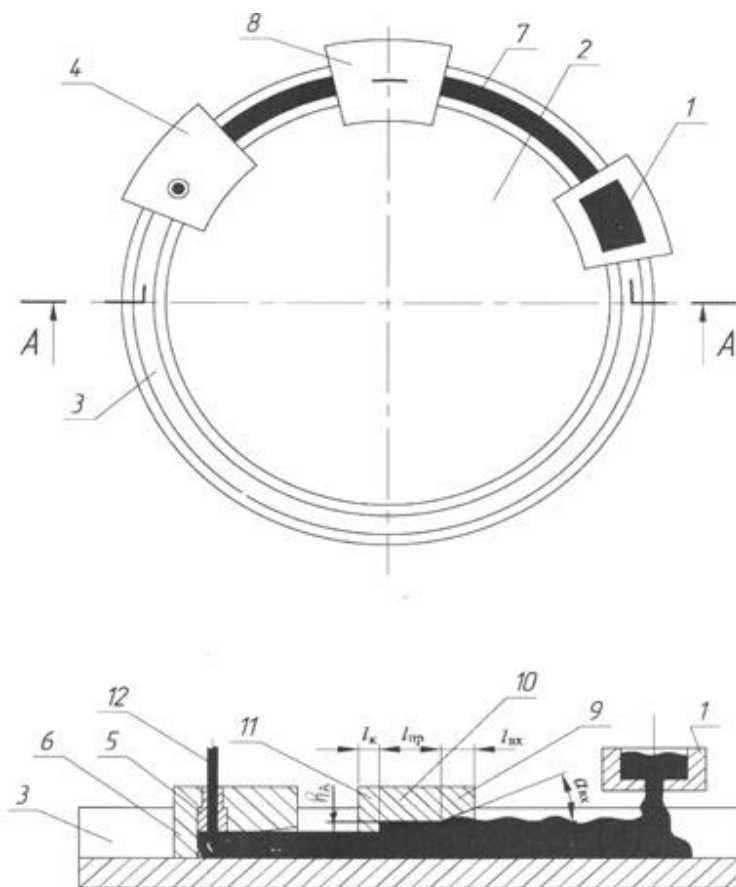


Рисунок 1 - Схема установки непрерывного литья и прессования методом Конформ

1 - печь-миксер с дозатором; 2 - кристаллизатор; 3 - кольцевая канавка; 4 - основной неподвижный дугообразный сегмент; 5 - матрица; 6 - выступ; 7 - зона кристаллизации металла; 8 - промежуточная неподвижная сегментная вставка; 9, 10 - участки промежуточной неподвижной сегментной вставки; 11 - выступ.

Для нагрева заготовки перед пластической деформацией и непрерывной подачи в установку конформ, спроектирован индуктор. Произведен подбор его оптимальной частоты:

$$f_{\text{опт}} = 3819,7 \text{ [Гц]}$$

Определено время нагрева.

$$\tau_k = 377,6 \text{ [с]}$$



Определена полезная мощность,

$$P_{\text{пол}} = G \cdot c_{\text{ср}} \frac{T_{\text{ср}}}{\tau_{\text{к}}} = 4,1 [\text{кВт}] \quad (1)$$

где,  $G$  – масса заготовки,  $c_{\text{ср}}$  – средняя теплоёмкость,  $T_{\text{ср}}$  – средняя по сечению температура заготовки. [2]

Технология получения заготовок с улучшенными физико-механическими свойствами заключается в следующем: устанавливается загрузочное устройство для прутка на колесе-кристаллизаторе на расстоянии от входа деформируемого металла в башмак, соответствующем центральному углу не менее  $180^{\circ}$ . Из установки сквозного нагрева прутки выходят с температурой ( $470^{\circ}\text{C}$ ) так как тепловые потери могут достигать до  $30^{\circ}\text{C}$ . Включается установка конформ с угловой скоростью вращения 2 об/мин. В течение 5 минут установка конформ работает на холостом ходу, при этом вращение колеса кристаллизатора должно быть плавным, без толчков. Пруток из установки сквозного нагрева подается в канавку устройства конформ. Включается принудительное охлаждение колеса кристаллизатора и башмака. Производится подача прутка в канавку колеса кристаллизатора. Готовая проволока наматывается на моталку. Непрерывно осуществляется контроль за входной (не более  $440^{\circ}\text{C}$ ) и выходной температурой (не более  $490^{\circ}\text{C}$ ) деформируемого металла с помощью пирометра. Управление входной и выходной температурами деформируемого металла проводится изменением интенсивности принудительного охлаждения. После остывания отпрессованного прутка требуемый размер получают с помощью прокатки. Пластическая деформация заготовок приводит к образованию нанодисперсной эвтектики, что обеспечивает изготовление проволоки из специальных алюминиевых сплавов диаметром до 100 мкм.

**Заключение:** Масса алюминия меньше массы меди на 30%, а проводящие свойства практически совпадают. В связи с этим данная технология даёт возможность заменить медные провода на алюминиевые. Внедрение алюминиевой проволоки позволит снизить расход топлива на преодоление той же дистанции или увеличить придельную зону полета, а также увеличит маневренность, как воздушных судов, так и крылатых ракет, что не менее важно для Министерства обороны Российской Федерации. Помимо снижения массы существует еще одно существенное преимущество алюминия над медью. В процессе прессования на алюминиевую проволоку положительно влияет рост конечной температуры. С ростом температуры конечная микроструктура прессованного изделия имеет значительно меньшее зерно, чем микроструктура литой заготовки, вследствие чего улучшаются физико-механические свойства.

#### Список литературы

1. Патент № 119659
2. Н.И. Фомин, Л.М. Затуловский. Электрические печи и установки индукционного нагрева. Москва «Металлургия» 1979.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОЦЕССОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ТИПА  
«ШЕСТЕРНЯ»**

**Кулыгин В.Л.**

*к.т.н., доц.*

**Колесниченко А.С.**

*Южно-Уральский государственный университет  
Челябинск*

**INCREASING THE INDUSTRIAL EFFICIENCY BY MANAGING  
ENGINEERING PRODUCTS BASED ON DESIGN AND ANALYSIS OF  
TECHNOLOGICAL PROCESS DETAILS TYPE «GEAR»**

**Kuligin V.L.**

*Ph.D. Associate Professor*

**Kolesnichenko A.S.**

*South Ural State University  
Chelyabinsk*

**Аннотация**

В статье рассматривается оценка эффективности проектных технологических процессов на основе детали типа «Шестерня».

**Abstract**

The article deals with the evaluation of the effectiveness of the design technological processes based on detail type «Gear»

**Ключевые слова:** технологический процесс, проектные решения, эффективность производства.

**Keywords:** technological process, design solutions, industrial efficiency.

Конкурентоспособность промышленных предприятий в современных условиях во многом зависит от эффективности их деятельности.

Эффективность производства - основной индикатор того, насколько хорошо на предприятии организовано производство. Высокая эффективность говорит о том, что предприятие функционирует на пределе своих технологических и трудовых возможностей, дальнейшее наращивание производства, как правило, может быть выполнено только увеличением его технологического уровня. Снижение эффективности приводит к тому, что повышается себестоимость продукции, уменьшается производительность, что приводит к потере конкурентоспособности предприятия, убыткам. К эффектам от улучшения качества процессов производства относятся не только экономические эффекты, но и технические, социальные, экологические и прочие результаты, которые могут быть получены как от внедрения инноваций, так и от обеспечения качества продукции в действующих технологических процессах.

Проблема эффективности машиностроительного производства проявляется на всех этапах создания продукции: проектировании и разработке технических требований, материально-техническом снабжении, подготовке и разработке производственных процессов, самой стадии изготовления и гарантийного обслуживания.

Разрабатываемый или действующий технологический процесс, обеспечивающий выпуск продукции заданного качества, в ходе разработки и опытной эксплуатации должен получить оценку эффективности его внедрения, а также экономическую целесообразность его использования в производстве. Выявляются составляющие затрат и источников экономического эффекта, связанных с использованием технологического процесса в конкретных условиях производства.

В данной статье рассматривается несколько возможных проектных вариантов технологического процесса обработки детали типа «шестерня» (рис.1 и 2) с целью обеспечения эффективности их внедрения на предприятие.

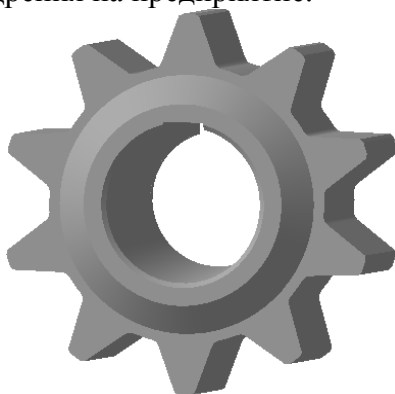


Рис. 1. Модель детали «шестерня»

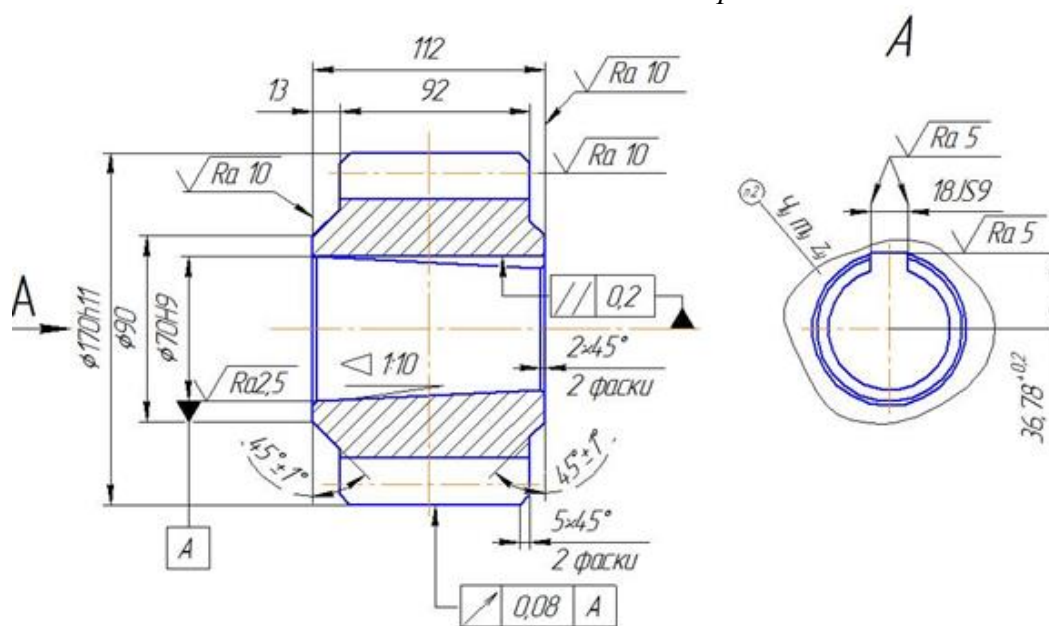
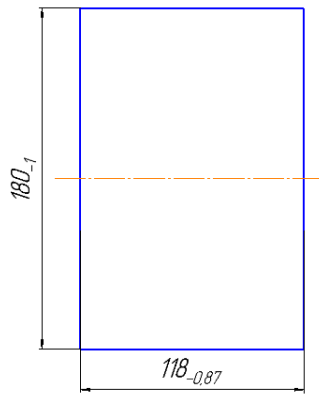


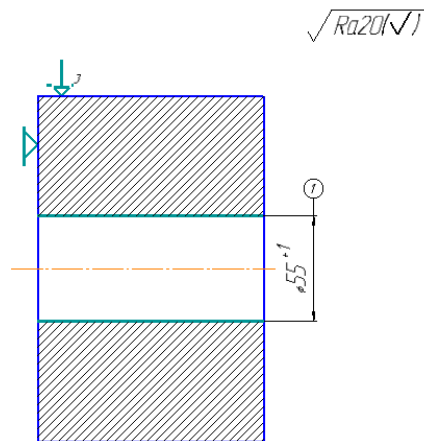
Рис. 2. Рабочий чертёж детали «Шестерня»

Типовой технологический процесс обработки детали типа «корпус» в виде операционных эскизов для проектного варианта №1 выглядит следующим образом:

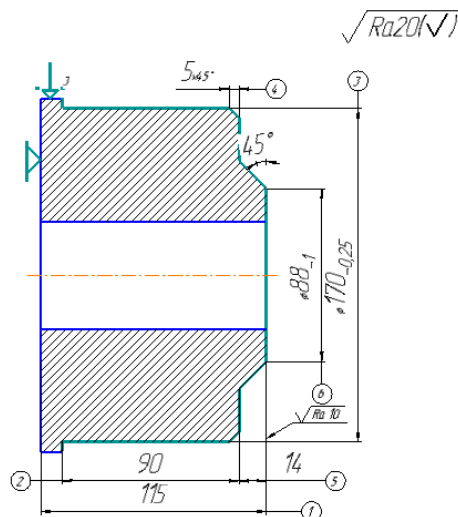
000 Заготовительная операция (на данной операции производится мерная нарезка заготовок из пруткового материала).



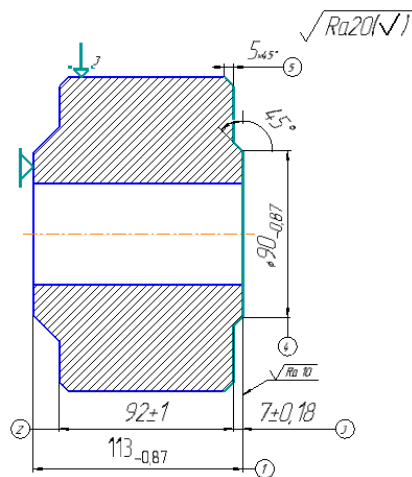
005 Токарная операция (на данной операции установка заготовки осуществляется в трёхкулачковый патрон с упором по торцу, сверлить отверстие выдерживая размер «1»).



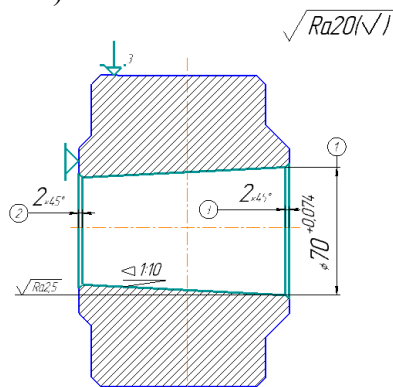
010 Токарная операция с ЧПУ (на данной операции установка заготовки осуществляется в трёхкулачковый патрон с упором по торцу, обработка ведётся по переходам в следующей последовательности: переход 1 – точить торец в размер «1»; переход 2 – точить поверхность и фаску, выдерживая размеры «2», «3» и «4»; переход 3- подрезать торец в размеры «5» и «6»).



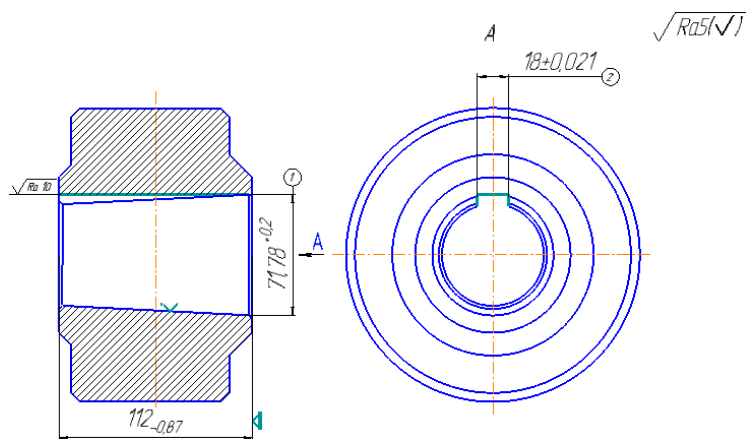
015 Токарная операция с ЧПУ (на данной операции установка заготовки осуществляется в трёхкулачковый патрон с упором по торцу, обработка ведётся по переходам в следующей последовательности: переход 1 –точить поверхность и фаску, выдерживая размеры «2» и «5»; переход 2- подрезать торец и фаски в размеры «1», «3» и «4»).



020 Токарная операция (на данной операции установка заготовки осуществляется в трёхкулачковый патрон с упором по торцу, обработка ведётся по переходам в следующей последовательности: переход 1 –расточить отверстие в размер «1»; переход 2- расточить фаски в размеры «2» и «3»).

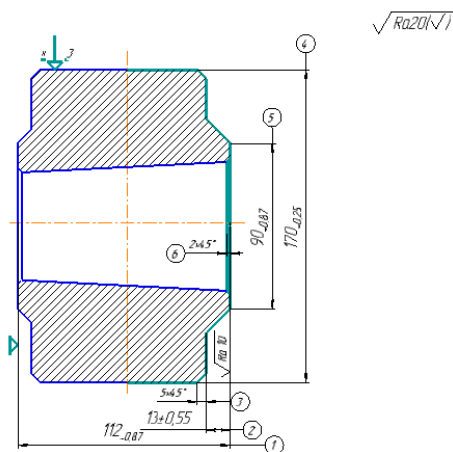


025 Протяжная операция (на данной операции установка заготовки осуществляется при помощи оправки и патрона, протянуть шпоночный паз, выдерживая размеры «1» и «2»).



030 Зубофрезерная операция (на данной операции установка заготовки осуществляется при помощи специального приспособления, фрезеровать зубья, выдерживая размер «1»).





015 протяжная операция проектного технологического процесса №2 аналогична 025 протяжной операции проектного технологического процесса №1.

020, зубофрезерная операция проектного технологического процесса №2 аналогична 030 зубофрезерной операции проектного технологического процесса №1.

Анализ спроектированных вариантов типовых технологических процессов изготовления детали типа «шестерня» с целью повышения эффективности предприятия позволяет сделать следующие выводы:

1. В проектном варианте №1 в качестве исходной заготовки принимается периодический прокат круглого профиля.

Для проектного варианта № 2 технологического процесса исходная заготовка получается штампованная заготовка с прошивкой отверстия. Так как форма детали сложная, то выбранный вид заготовки должен обеспечить максимальное приближение заготовки к форме готовой детали. Коэффициент использования металла (КИМ) такой заготовки равен 0,78.

В целях экономии материала значение коэффициента использования материала (КИМ) выходит на первый план при оценке выбора наиболее оптимального способа получения заготовки для технологических процессов. При этом более точная заготовка в виде штамповки потребует и меньших производственных затрат на ее дальнейшую механическую обработку.

С данной точки зрения вариант №2 является более эффективным для действующего производства, чем вариант №1.

Эффективность такого технологического процесса не является оптимальной для данного производства.

2. Проектный вариант №2 технологического процесса более сгруппирован и технологически насыщен за счёт применением более современного и гибкого технологического оборудования. В результате замены оборудования на более современное количество операций сократилось с 7 операций до 5. Такой подход к выбору технологического оборудования позволяет снизить затраты на его обслуживание, сократить количество технологической оснастки, уменьшить количество основных рабочих, сократить время на наладку и переналадку технологического оборудования.

В результате усовершенствования технологического процесса время изготовления детали сократилось в несколько раз.

Таким образом, для обеспечения конкурентоспособности рассматриваемого предприятия в условиях гибкого серийного производства проектный вариант №2 является наиболее эффективным.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Курицына О.А.

*Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
Владимир*

## THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY IN AN INTEGRATED WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF TEXTILE ENTERPRISES

Kuritsyna O.A.

*Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs  
Vladimir*

### Аннотация

Статья посвящена влиянию текстильного производства на окружающую среду. Рассмотрев вкратце состав сточных вод, проблемы связанные с их очисткой, предложен более эффективный способ очистки сточных вод. Рациональное применение баромембранных методов в технологических процессах очистки, концентрирования и выделения целевого продукта показало их высокую эффективность, особенно в области создания малосточных и бессточных технологий.

### Abstract

The article is devoted to the impact of textile production on the environment. Let us consider briefly the composition of waste water, the problems associated with their cleaning, proposed a more efficient way of wastewater treatment. Rational use baromembrane methods in technological processes of purification, concentration and separation of the desired product showed their high efficiency, especially in the field of creation of low-waste and drainless technologies.

**Ключевые слова:** Текстильное производство, очистка сточные вод, мембранные процессы, обратный осмос.

**Keywords:** Textile production, wastewater treatment, membrane processes, reverse osmosis.

С каждым годом растет потребность людей в воде, пригодной для использования, и в то же время, естественные воды непрерывно загрязняются деятельностью человека. На территории России практически все водоемы подвержены антропогенному влиянию. Качество воды в большинстве из них не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод выявили тенденцию к росту их загрязненности. Увеличивается количество случаев высокого уровня загрязнения воды более 10 ПДК (предельно допустимая концентрация) и случаев экстремально высокого загрязнения водных объектов более 100 ПДК [2]. Основными источниками загрязнения водоемов служат предприятия черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической, целлюлозно-бумажной, легкой промышленности.

Основные особенности воздействия легкой промышленности состоят в том, что подавляющее большинство ее предприятий расположены в непосредственной близости к жилым кварталам городской застройки и не отделены от них санитарной зоной. И, хотя объем выбросов и сбросов этих предприятий значительно меньше, чем в тяжелой промышленности или энергетике, но постоянное воздействие на прилегающую территорию, даже в обычном рабочем режиме, а особенно в аварийных ситуациях, для жителей расположенных рядом домов может оказаться значительнее, чем от расположенных в удалении ТЭЦ, металлургических или нефтеперегонных заводов.



Известно, что текстильное производство потребляет большое количество воды. На производство 1 кг ткани затрачивается 100-200 кг воды, при этом используются опасные химические вещества при предварительной обработке, окрашивании и в ходе других операций, осуществляемых для придания конечному продукту требуемых визуальных и функциональных свойств. Сточные воды текстильного производства представляют собой сложную физико-химическую систему, характеризуются высокими показателями БПК (биологическое потребление кислорода) и ХПК (химическое потребление кислорода) содержащие в своем составе разнообразные виды красителей, синтетически поверхностно-активные вещества (ПАВ), волокнистые примеси, минеральные соли и взвешенные вещества в количествах требующих очистки [3].

Проблема очистки сточных вод в текстильной промышленности стоит достаточно остро. Значительное число предприятий отрасли или совсем не имеет очистных сооружений, или имеющиеся системы не обеспечивают очистку сточных вод до уровня существующих требований [1]. В сложившейся ситуации наиболее целесообразным считают организацию системы оборотного водопользования и систему локальной очистки.

Последние несколько лет проблема создания водооборота на предприятиях стоит особенно остро. Повышение цен на воду и водоотведение заставляет предприятия лихорадочно искать выходы для обеспечения рентабельности производств. Единственным пока радикальным решением возникшей проблемы является разработка и широкое внедрение систем использования воды на предприятиях в замкнутом цикле с одновременным выведением из него ценных компонентов (в виде товарных продуктов и вторичного сырья) [6]. Приоритетным направлением становится создание локальных систем переработки отдельных потоков сточных вод, т.к. на большинстве предприятий слабозагрязненные и концентрированные сточные воды объединяются и вместе поступают на очистные сооружения, что затрудняет и делает малоэффективной их работу.

Мембранные методы обработки сточных вод по сравнению с традиционными имеют ряд преимуществ, в том числе универсальность процесса, отсутствие дополнительно вводимых в сточные воды реагентов, существенное уменьшение отходов, что облегчает их утилизацию или захоронение, сравнительная простота установок, низкие удельные энергозатраты, которые мало зависят от мощности установки.

Существует много мембранных процессов, базирующихся на различных принципах разделения или механизмах и применимых для разделения объектов разных размеров – от частиц до молекул. Обратный осмос – мембранный процесс очистки воды, для осуществления которого применяются мембраны с минимальным размером пор, соизмеримым с размером одиночных ионов, благодаря чему из воды удаляются все растворенные ионы и молекулы. Обратноосмотические мембраны содержат самые узкие поры, и потому являются самыми селективными. Они задерживают все бактерии и вирусы, большую часть растворенных солей и органических веществ, пропуская лишь молекулы воды небольших органических соединений и легких минеральных солей. В среднем мембраны задерживают 97-99 % всех растворенных веществ, пропуская лишь молекулы воды, растворенных газов и легких минеральных солей [4].

Так же к достоинствам метода обратного осмоса следует отнести:

- возврат в производство до 95 % очищенной воды;
- степень очистки воды от минеральных солей и солей тяжелых металлов достигает 95 - 99 %;
- относительно небольшие габариты установки, что, не требует больших производственных площадей;
- простота аппаратного оформления;
- снижение расхода химических реагентов на нейтрализацию сточных вод.

Главным недостатком мембранного обессоливания является необходимость тщательной предварительной очистки сточных вод. Для предварительной очистки используются механические и адсорбционные фильтры, ультрафильтрация. Но по достигаемой глубине очистки обратный осмос занимает одно из первых мест и является наиболее перспективным методом для создания водооборотных циклов. Таким образом, при использовании обратного осмоса для очистки сточных вод текстильных производств может значительно сократиться потребление свежей воды. Объемы сточных вод, выводимые с предприятия будут сведены к минимуму, что уменьшит загрязнения поверхностных вод вблизи текстильных предприятий.

Логика развития жизни на Земле определяет деятельность человека как главный фактор, причем биосфера может существовать без человека, но человек не может существовать без биосферы. Фактом существования биосферы является чистая вода. Следующие поколения не простят нам то, что мы лишили их возможности наслаждаться первозданной природой. Сохранить гармонию человека и природы – основная задача, которая стоит перед настоящим поколением. Это требует изменения многих ранее сложившихся представлений о соизмерении человеческих ценностях. Необходимо развитие у каждого человека «экологического сознания», которое будет определять выбор вариантов технологий, строительства предприятий и использования природных ресурсов [5].

#### **Список использованной литературы**

1. Невский А.В. Оценка эффективности химико-технологической системы водоотведения красильно-отделочного производства текстильного предприятия. Изв. вузов. Химия и хим. технол., 2001, т. 44, вып. 6, с. 79 – 82.
2. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие./ Под ред. А.М. Никаноров. – Л., 1989. – 351 с.
3. Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда текстильное производство. Группа всемирного банка 2007 г.
4. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии/ Под ред. А.А. Свитцов – М., 2007. – 280 с.
5. Филимонова В. А., Мозговая Е. В. Охрана водных ресурсов и защита их от загрязнений // Вологдинские чтения. 2009. №76. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ohrana-vodnyh-resursov-i-zaschita-ih-ot-zagryazneniy>
6. Щелочкова А. А., Москвичева Е.В. и др. Водосбережение в текстильном производстве// Интернет-вестник ВолгГАСУ. Политематическая серия. Волгоград, 2010. Вып. 2.

**ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ РАБОЧЕЙ  
ПОВЕРХНОСТИ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦА ТРАНСПОРТЕРНОЙ ЛЕНТЫ  
ПОДБОРЩИКА-АДАПТЕРА**

**Огнев И.И.**

*Аспирант*

*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»*

*Челябинск*

**THE RATIONALE FOR CHANGING THE GEOMETRY OF THE  
WORKING THE SURFACE OF THE SPRING FINGER CONVEYOR BELT OF  
A PICK-UP ADAPTER**

**Ognev I.I.**

*Graduate Student*

*South Ural State Agricultural University*

*Chelyabinsk*

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы обоснования изменения геометрии рабочей поверхности пружинного пальца транспортерной ленты подборщика-адаптера.

**Abstract**

The article discusses the justification of changing the geometry of the working surface of a spring finger of the conveyor belt of a pick-up adapter.

**Ключевые слова**

Зерноуборочный комбайн, транспортерный подборщик, валок хлебной массы.

**Keywords**

Combine harvester, conveyor wagon, swath grain mass.

В ходе выполнения технологического процесса подбора валка хлебной массы зерноуборочным комбайном, подбирается скорость движения транспортерной ленты таким образом, чтобы хлебная масса не сгружалась впереди подборщика и переносилась концами пружинных пальцев. Исходя из этого положения скорость транспортерной ленты ( $V_{TP}$ ) должна быть равна поступательной

скорости движения комбайна ( $V_K$ ). Тогда число оборотов ( $\text{мин}^{-1}$ ) вала транспортерной ленты можно найти из выражения (1) [1]:

$$n_B = \frac{60 \cdot V_K}{\pi \cdot D_B}, \quad (1)$$

или из выражения (2):

$$n_B = \frac{60 \cdot V_K}{\pi \cdot R_{Л}}, \quad (2)$$

где  $V_K$  – поступательная скорость движения комбайна, м/с;

$D_B$  – начальный диаметр вала транспортерной ленты подборщика, м;

$R_{Л}$  – радиус транспортерной ленты подборщика, м.

Радиус транспортной ленты подборщика определяется выражением (3):

$$R_{Л} = \frac{D_B}{2} + \Delta_{Л}, \quad (3)$$

где  $\Delta_{Л}$  – толщина ленты, м.

При этом число встреч пружинных пальцев ( $Z_{П}$ ) с хлебной массой валка за одну секунду равно:

$$z_{П} = i \cdot \frac{V_{ТП}}{2 \cdot \pi \cdot R_{П}}, \quad (4)$$

где  $i$  – число рядов пружинных пальцев на транспортной ленте подборщика,  $i = 20$  шт.;

$V_{ТП}$  – окружная скорость транспортной ленты, м/с;

$R_{П}$  – радиус конца пружинного подбирающего пальца, м.

Взаимодействие пружинного подбирающего пальца с валком хлебной массы представлено на рисунке (1). Где  $R_{П}$  – радиус конца пружинного подбирающего пальца, м;  $\Delta l$  – длина пружинного пальца, выступающего над транспортной лентой подборщика, м;  $D_B$  – диаметр вала транспортной ленты подборщика, м;  $H_{П}$  – высота расположения вала транспортной ленты над поверхностью поля, м;  $Z_{П}$  – число рядов пружинных пальцев, шт.;  $S$  – окружной шаг расположения пружинных пальцев, м;  $\beta$  – угол отклонения пружинного пальца от его радиального расположения, град.;  $\alpha_T$  – угол наклона транспортной ленты, град.;  $n_B$  – частота вращения вала транспортной ленты, мин.<sup>-1</sup>;

$V_{П}$  – рабочая скорость подборщика, м/с;  $V_{П} = V_K$ ;  $V_{КП}$  – скорость конца пружинного пальца, м/с;  $b$  – шаг расстановки пружинных пальцев ряда по ширине захвата подборщика,  $b = 0,02$  м;  $B$  – ширина захвата подборщика, м;  $\Delta h$  – минимальный зазор между концом пальца и поверхностью поля.

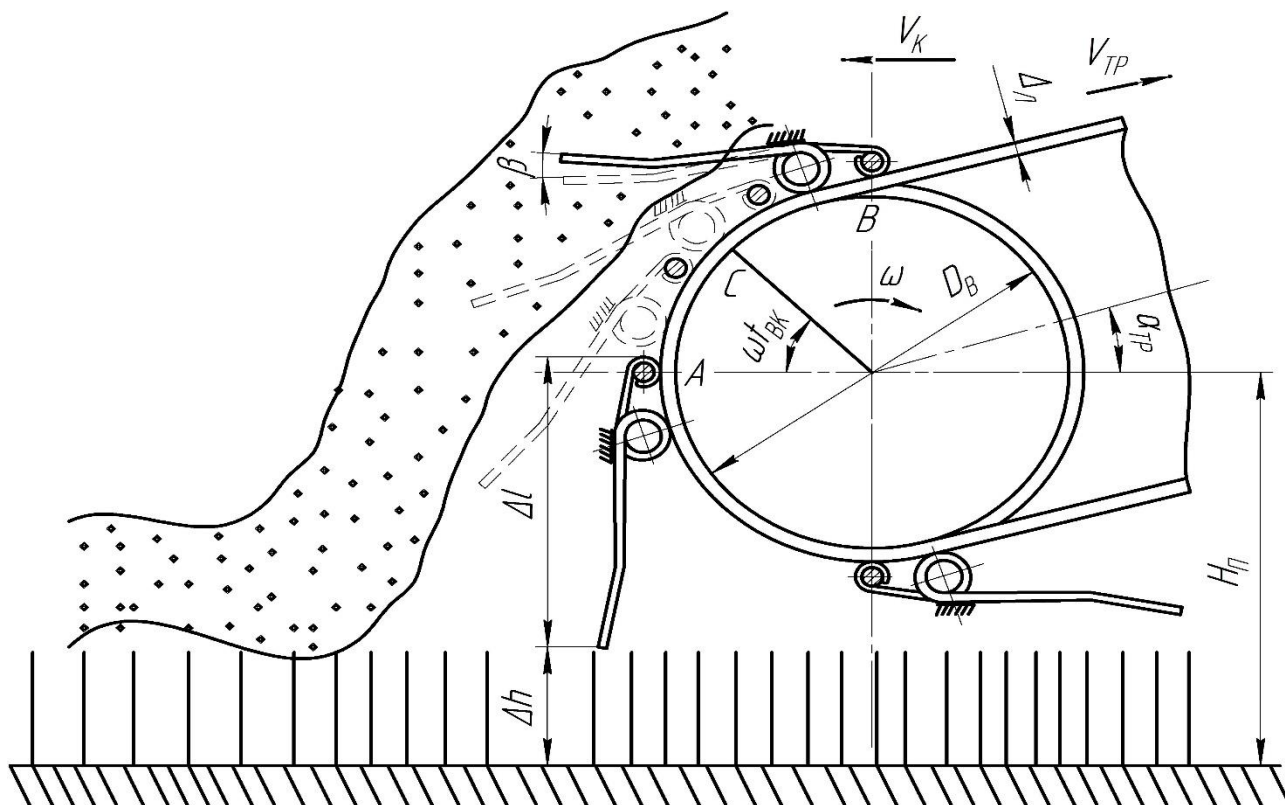


Рисунок 1 – Схема взаимодействия пружинного подбирающего пальца транспортной ленты подборщика-адаптера с хлебной массой валка

Из рисунка (1) видно, что ряд пружинных пальцев находится в точке (А), то следующий ряд будет расположен в точке (В).

Движение пружинных пальцев транспортной ленты подборщика складывается из поступательного движения машины и вращающегося вместе с транспортной лентой, что обеспечивает подъем хлебной массы валка со

стерни и подачи ее в питающие органы зерноуборочного комбайна. Валок должен непрерывно подниматься и перемещаться при периодическом воздействии рядов пружинных пальцев. При этом, можно выделить три фазы взаимодействия пружинного пальца с хлебной массой валка:

1) встреча пружинного пальца с валком и начало подъема растительной массы на соответствующую высоту;

2) начало транспортирования хлебной массы лентой до момента ухода пружинных пальцев под нижнюю ветвь ленты;

3) возврат пружинного пальца в точку встречи с валком хлебной массы и начала подъема растительной массы, после чего цикл движения пальцев повторяется.

В процессе одного оборота транспортной ленты можно различить два периода работы:

1) период взаимодействия пружинного пальца с валком хлебной массы. При этом растительная масса перемещается пружинным пальцем в вертикальной плоскости, то есть поднимается и, затем, перемещается транспортной лентой до момента ухода пружинного пальца под нижнюю часть транспортной ленты;

2) холостой ход пружинного пальца, который состоит из ухода под нижнюю часть транспортной ленты до повторной встречи с валком хлебной массы.

В этом случае траектория абсолютного движения конца пружинного пальца может быть описана в параметрической форме выражением (5) [1]:

$$\begin{aligned}x &= V_O \cdot t + R \cdot \sin \omega \cdot t, \\y &= H_{II} - R \cdot \cos \omega \cdot t.\end{aligned}\quad (5)$$

Скорость конца пружинного пальца на участке его поворота (точки А-В) определяется следующим выражением:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= V_{II} + \omega \cdot R \cdot \cos \omega \cdot t, \\ \dot{y} &= \omega \cdot R \cdot \sin \omega \cdot t.\end{aligned}\quad (6)$$

Тогда ускорение будет определено выражением (2.7):

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= -\omega^2 R \sin \omega t, \\ \ddot{y} &= \omega^2 R \cos \omega t.\end{aligned}\quad (7)$$

Абсолютная скорость ( $V$ ) и ускорение ( $a$ ) конца пружинного пальца ( $d$ ) можно определить по следующим выражениям [ ]:

$$\begin{aligned}V &= \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = \sqrt{V_{II}^2 + \omega^2 R^2 + 2V_{II} \omega R \cos \omega t}, \\ a &= \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2} = \omega^2 R_{II}.\end{aligned}\quad (8)$$

В процессе подъема растительной массы валка существенное значение имеет параметр ( $R_{II}$ ), который определяется выражением (2.9):

$$R_{II} = \sqrt{\Delta l^2 + R_{Л}^2 + 2\Delta l R_{Л} \cos \beta}, \quad (9)$$

где  $\Delta l$  – длина пружинного пальца, выступающего над транспортерной лентой подборщика, м;

$R_{Л}$  – радиус транспортерной ленты подборщика, м;

$\beta$  – угол отклонения пальца от его радиального расположения, град.

Окружной путь пружинных пальцев, тогда равен:

$$S = \frac{2\pi R_{II}}{N}, \quad (10)$$

где  $N$  – число рядов пружинных пальцев, расположенных на вале транспортерной ленты,  $N = 2$  шт.

В зависимости от значения безразмерного параметра  $\lambda = V_n / V$ , ( $1 < \lambda < 1$ ), траектория пружинного пальца будет как удлиненной, так и укороченной циклоидой.

При отклонении пружинного пальца вперед по направлению вращения транспортерной ленты, циклоида смещается в сторону отставания, а при отклонении в обратном направлении – несколько опережает след нормального расположения пружинного пальца.

Траектории пружинных пальцев, расположенных на двух соседних рядах, можно описать с помощью следующих выражений (11) и (12):

$$\begin{aligned}x_1 &= V_{\Pi}t + R_{\Pi} \sin \omega t; \\y_1 &= H_{\Pi} - R_{\Pi} \cos \omega t.\end{aligned}\quad (11)$$

$$\begin{aligned}x_2 &= V_{\Pi}t + R_{\Pi} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{N}\right); \\y_2 &= H_{\Pi} - R_{\Pi} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{N}\right).\end{aligned}\quad (12)$$

Разность ( $x_1 - x_2$ ), есть линейный шаг подборщика, который характеризует расстояние по горизонтали между соответствующими точками на траекториях двух последовательно работающих пальцев:

$$L = x_2 - x_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_{\Pi}}{N \cdot \omega} = \frac{2\pi \cdot R_{\Pi} \lambda}{N \cdot \omega} = S \cdot \lambda, \quad (13)$$

$$\lambda = \frac{V_{\Pi}}{\omega \cdot R_{\Pi}}.$$

где

Высота расположения пружинного пальца в момент начала подъема валка растительной массы будет равна:

$$y_o = \Delta h + R_{\Pi} (1 - \cos \omega t_{НАЧ}), \quad (14)$$

где  $\omega t_{НАЧ}$  – угол поворота радиус-вектора конца пружинного пальца, соответствующий моменту начала подъема хлебной массы валка, град.

Когда угол поворота радиус-вектора ( $R_{\Pi}$ ) конца пружинного пальца составит  $\omega t_{BP} = 70 - 75^{\circ}$  [2], то в этом случае происходит вкалывание пальца в хлебную массу валка.

Из уравнения (12) следует, что качество работы пружинных пальцев транспортерного подборщика зависит от длины участка, который не перекрывается траекториями двух последовательно работающих соседних пальцев, то есть остается незахваченная площадь пальцами, с которых растительный материал подбирается только благодаря связности валка хлебной массы.

Помимо этого, выражение (8) свидетельствует, что в момент ( $\omega t_{НАЧ}$ ), то есть от начала подъема хлебной массы валка и до момента ( $\omega t_{БК}$ ) на хлебную массу, находящуюся на пружинном пальце, во время его поворота, действует центробежная сила  $F = a \cdot m_{ХЛ}$ , которая стремится сбросить растительный материал с пружинного пальца. Однако, в результате набегания валка хлебной массы на транспортерный подборщик за счет поступательной скорости движения комбайна ( $V_K$ ) образуются силы инерции, направленные горизонтально и способствующие его захвату. Соотношение этих сил определяет, будет валок хлебной массы либо подниматься со стерни, либо сгуживаться впереди подборщика.

Отрицательное влияние центробежной силы ( $F$ ) во время взаимодействия пружинного пальца с хлебной массой валка можно уменьшить за счет изменения соотношения

противодействия двух сил: это силы тяжести ( $G$ ) хлебной массы и силы ( $P_{II}$ ), действующей со стороны пружинных пальцев. Поскольку, за счет их противодействия, происходит сжатие слоя хлебной массы. При этом, за каждую встречу ряда пружинных пальцев, слой хлебной массы испытывает импульс силы:

$$F_{II} = P_{II} \cdot \Delta t, \quad (15)$$

где  $P_{II} = P_H (f_{II} - f_c)$  – равнодействующая, равная разности сил трения ряда пружинных пальцев об хлебную массу и стеблей друг об друга валка хлебной массы;

$P_H$  – нормальное давление в сжатом слое хлебной массы;

$f_{II}$  и  $f_c$  – коэффициенты трения пальцев об стебли валка и стебель об стебель хлебной массы;

$\Delta t$  – время продолжительности встречи, с.

Величину коэффициента трения пружинного пальца о растительную массу валка ( $f_{II}$ ) можно увеличить или уменьшить за счет изменения геометрии рабочей поверхности пружинного пальца транспортной ленты подборщика. В общем виде изменение геометрии рабочей поверхности пружинного пальца представлено на рисунке (2), а его расположение на транспортной ленте подборщика показано на рисунке (3).

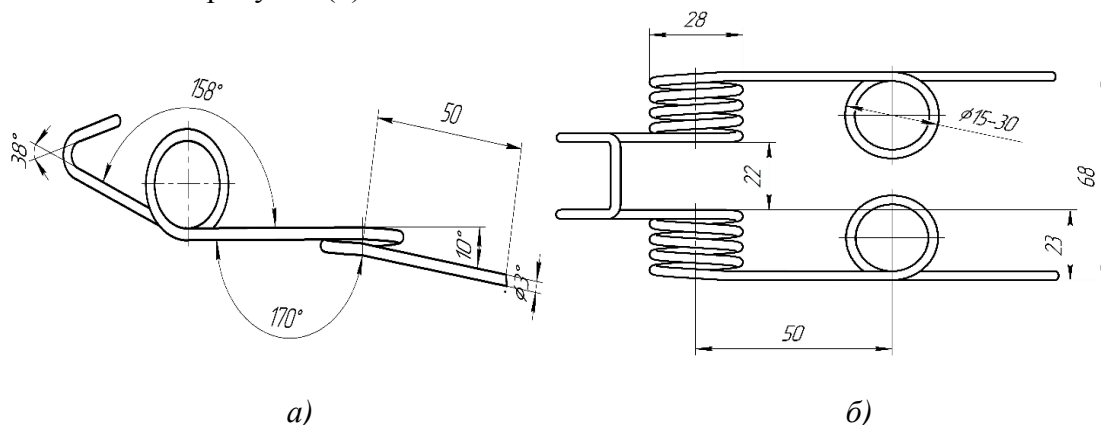
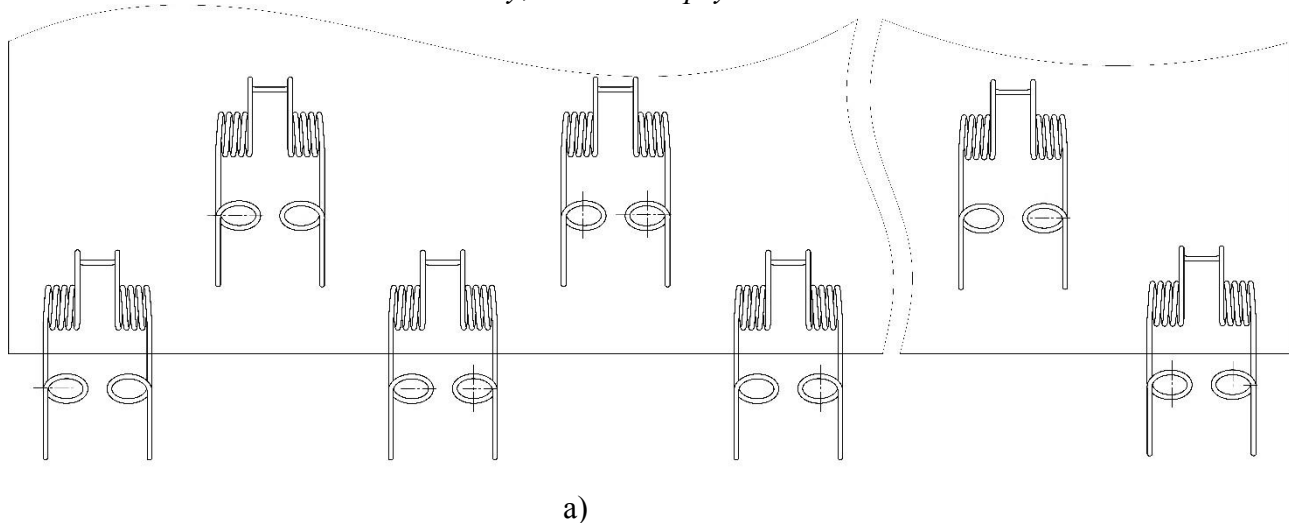
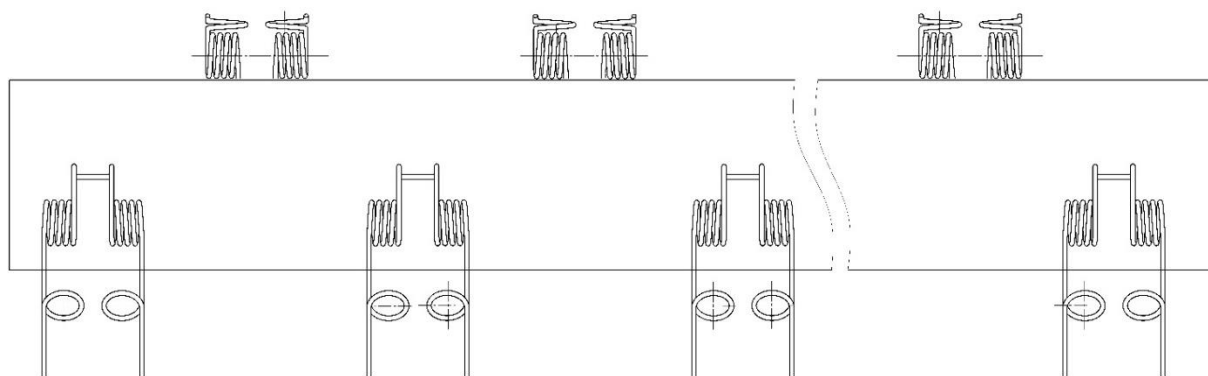


Рисунок 2.2 – Общий вид изменения геометрии пружинного пальца (Пат. №158040 RU МПК А 01 D 89/00) [3]  
а – вид сбоку; б – вид сверху







б)

*Рисунок 3 – Расположение пружинных пальцев с измененной геометрией на транспортной ленте подборщика-адаптера  
а – вид сверху; б – вид сбоку*

Из рисунка (2) видно, что за счет образования кольцевого витка на рабочей поверхности пружинного пальца, изменяется площадь контакта с растительным материалом, что будет способствовать уменьшению отрицательного воздействия центробежной силы пружинного пальца на хлебную массу валка, а, следовательно, отразится и на потерях зерна за транспортерным подборщиком.

Таким образом, результаты анализа взаимодействия пружинного пальца транспортной ленты подборщика с хлебной массой валка свидетельствует о целесообразности уменьшения отрицательного воздействия центробежной силы, которая стремится сбросить растительную массу валка с пружинного пальца. Практически это можно осуществить за счет увеличения площади контакта пружинного пальца с хлебной массой, посредством образования кольцевого витка на его рабочей длине. Поэтому, в дальнейшем необходимо рассматривать изменение геометрических параметров кольцевого витка на рабочей длине пружинного пальца транспортной ленты подборщика-адаптера зерноуборочного комбайна «ACROS – 530»

#### **Список литературы**

1. Копченев, А. А. Улучшение технологического процесса и обоснование параметров барабанного подборщика с равномерно вращающимися пальцами [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Копченев Алексей Александрович. – Челябинск, 1991. – 159 с.
2. Особов, В. И. Механическая технология кормов [Текст] / В. И. Особов. – М.: Колос, 2009. – 333 с.
3. Пат. № 158040 RU МПК А 01 D 89/00. Пружинный подбирающий палец для транспортерного подборщика зерноуборочного комбайна / А.П. Ловчиков, И.И. Огнев. - № 2015118490/13; заявл. 18.05.2015; опубл. 20.12.2015, Бюл. № 35.

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Прохоров С.В.**

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет»,  
г. Владимир*

## RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

**Prohorov S.V.**

*Vladimir State University, Vladimir*

### **Аннотация**

Развитие любой экономики связано с потреблением энергоресурсов. Строительство является одной из крупнейших отраслей народного хозяйства. Современные методы энергосбережения направлены в основном на строительство новых зданий. В статье рассматриваются мероприятия по снижению потребления и сбережения энергетических ресурсов непосредственно на строительной площадке в процессе производства работ.

### **Abstract**

The development of any economy due to the consumption of energy. Construction is one of the largest sectors of the economy. Modern energy-saving methods focused mainly on the construction of new buildings. The article deals with measures to reduce the consumption of resources and energy savings at the construction site in the course of the work.

**Ключевые слова:** Энергоэффективность; строительство; экономия; ресурсы.

**Keywords:** Energy efficiency; building; saving; resources.

Сбережение энергетических ресурсов является главной задачей мирового сообщества. Строительство как одна из крупнейших отраслей должна тоже включаться в этот процесс. В настоящее время много внимания уделяется «пассивным» домам и вопросам их эксплуатации, но при этом не рассматриваются вопросы экономии ресурсов в процессе возведения зданий и сооружений.

Существующие нормативы по обеспечению строительства берут своё начало в 70-90 годах прошлого века и не отражают современной реальности. Мероприятия по снижению удельных затрат энергии на отопление, вентиляцию и освещение на стадии проектирования графиков календарного планирования и строительных генеральных планов принимаются недостаточные, а качество организации строительной площадки зачастую сводят их на нет.

Встает вопрос о необходимости разработки экономически и технически обоснованных нормативов в области проектирования и организации строительного производства, соблюдение которых контролировалось бы не только на стадии проектной документации, но и в процессе возведения здания.

Основными направлениями по оптимизации использования энергоресурсов по, нашему мнению, могло послужить следующее:

1. Снижение затрат на санитарно-бытовые нужды;
2. Экономия электроэнергии на освещение и производство строительного-монтажных работ;
3. Оптимизация графика использования и номенклатуры машин, механизмов и инструментов.

В настоящее время достаточно широко применяются технологии, позволяющие значительно снизить потребление теплоэнергии в жилых домах, некоторые из них, возможно, применить и при организации бытовых помещений на строительной площадке. В частности, переход от отдельно стоящих вагончиков к модульным и сблокированным помещениям позволяет сократить площадь охлаждаемой поверхности, а значит улучшить теплотехнические характеристики зданий. Применение эффективного утеплителя и наружная окраска панелей в зависимости от климатического исполнения, установка оконных конструкций повышенной герметичности и т. д., позволит значительно снизить потери тепла через ограждающие конструкции и окна.

Использование для теплоснабжения автономных источников теплоснабжения с количественно-качественным способом регулирования отпуска тепла, автоматизированных тепловых пунктов с погодозависимым регулированием позволяет существенно сократить затраты на отопление.

Электрические тэны необходимо заменять системами воздушного обогрева, что позволяет быстро прогревать объем помещения и поддерживать необходимую температуру. Системы обогрева целесообразно совмещать с системами вентиляции и кондиционирования, что позволит применять рекуперационные системы и снизить энергозатраты на нагрев и осушение воздуха. Это возможно достичь использованием специального подземного воздухопровода.

Также необходимо предусмотреть возможность отхода от традиционных видов отопительных котлов в сторону альтернативных источников отопления (например, при помощи тепловых насосов, солнечных батарей), отоплении при помощи воздуха (подразумевающее электрический подогрев воздуха, поставляемого при помощи контролируемой вентиляционной системы).

Еще одним вариантом повышения эффективности экономии энергоресурсов является применение солнечных коллекторов. Они также достаточно широко применяются в строительстве зданий и имеют хорошую перспективу для условий строительной площадки.

Как показала практика эксплуатации в Московской области один плоский коллектор за летний световой день, способен нагреть воду до 90°C в течение 7-ми часов в объёме 250-300 литров. На строительной площадке, где площадь кровли незначительна, солнечные коллекторы могут использоваться в качестве первичного нагрева воды.

Экономия водных ресурсов может осуществляться путем повсеместного применения моек колес замкнутого цикла. Еще одним вариантом может послужить сбор воды с кровли с последующим использованием её для технологических нужд. При использовании воды для производственных нужд необходимо устанавливать автоматические счетчики с возможностью отключения после выдачи необходимого объёма.

Для освещения строительной площадки, целесообразно использовать солнечные батареи с аккумуляторами. Это повлечет первоначальные затраты, но окупится при постоянном применении. Кроме этого, потребление светильников на основе светодиодов позволяет существенно снизить энергопотребление и регулировать световой поток.

Ещё одним крупнейшим потребителем энергоресурсов являются строительные машины и механизмы.

Современные производители строительной техники уже выпускают машины с гибридными установками которые позволяют, не только снизить затраты на топливо, но и снизить уровень шума при работе, что благоприятно сказывается на экологии.

В частности гидравлические экскаваторы Komatsu HB215LC-1, Cat 336E H являются примером электрической гибридной конструкции, в которой рекуперируется и аккумулируется кинетическая энергия торможения поворачивающейся надстройки. Энергия из конденсатора или азотного аккумулятора затем может использоваться либо для питания электромотора механизма поворота в качестве вспомогательной – для создания

ускорения при повороте, либо для питания мотор-генератора, работающего как электромотор и добавляющего до 60 л.с. к мощности ДВС и помогающего ДВС быстрее набирать обороты, а также приводящего в действие гидронасосы привода. Еще одна конструкция, позволяющая использовать энергию торможения надстройки при повороте, реализована в экскаваторе Hitachi New Generation ZH200 (выпущен в 2011 г.). В этой модели используются два гидромотора поворота надстройки (один электрический и один гидравлический), конденсатор и мотор-генератор. Заявленное улучшение топливной экономичности гибридной модели – до 20%.

Еще одним направлением энергосбережения является превращение кинетической энергии от торможения в электрический ток. Дизель-электрический привод используется в огромной карьерной технике довольно давно. Новый импульс получило развитие приводов такого типа с появлением электронных систем управления. Система рекуперативного торможения позволяет останавливать машину без использования обычных тормозов, за счет чего увеличивается их ресурс. Кроме этого гибридная система позволяет экономить до 45% топлива.[1]

Рассматриваемые технологии известны уже достаточно давно и широко применяются в западных странах. Однако опыт внедрения новых технологий не получил широкого распространения на Российских стройках и по-прежнему носит случайный эпизодический характер. Основными препятствиями на пути активного внедрения мероприятий по энергосбережению является увеличение капитальных затрат при строительстве и отсутствие механизма возврата вложенных средств за использование энергосберегающих технологий как это практикуется в западных странах.

Таким образом, могут быть сформулированы следующие задачи:

1. Создание условий экономической заинтересованности субъектов во внедрении новых технологий и экономии ресурсов.
2. Разработать правовые, экономические и технические механизмы стимулирования внедрения современных энергоэффективных технологий.
3. Определить порядок и правила разработки проектной документации, с учетом обязательного рассмотрения вариантов с точки зрения энергосбережения и экологической нагрузки на окружающую среду.

#### **Список использованной литературы**

1. В. Орлов «Рекуперация = экономия. Применение гибридных приводов в строительной технике» - «Основные Средства» №11/2013

## ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ ГАЗОМОТОРНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Сеидахмедов Н.С.

*Диссертант*

Габиров И.А.

*профессор*

*НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», Баку*

## IMPROVING EFFICIENCY VALVE NATURAL GAS VEHICLE PISTON COMPRESSORS

Seidahmedov N.S.

*Dissertator*

Habibov I.A.

*Professor*

*SRI "Geotechnological problems of oil, gas and chemistry", Baku*

### **Аннотация**

Работоспособность газомоторных компрессоров во многом определяются безопасной эксплуатацией и надежности их отдельных клапанов. В работе проведены результаты исследования клапанов в стационарном газовом потоке с целью определения коэффициента расхода и коэффициента давления потока газа. Установлено, что желобчатость пластин прямоточных клапанов оказывает серьезное влияние на их работоспособность.

**Ключевые слова:** поршневые компрессоры, газлифтный способ добычи нефти, желобчатость, определения коэффициента расхода и коэффициента давления потока газа.

Эффективные показатели компрессорных агрегатов, работающие в системе газлифтной эксплуатации нефтяных скважин зависят от технико-экономичности, безопасной эксплуатации и надежности их отдельных узлов, причем доля влияния самодействующих клапанов на эти показатели, весьма существенна [1]. Так, технические дефекты и потеря энергии в клапанах практически составляет 10-15% от потребляемой мощности компрессора, при этом нижняя граница потерь достигнута сравнительно недавно благодаря применению более современных прямоточных клапанов. Число отказов по причине клапанов составляет 40-50% от общего числа отказов компрессорной установки.

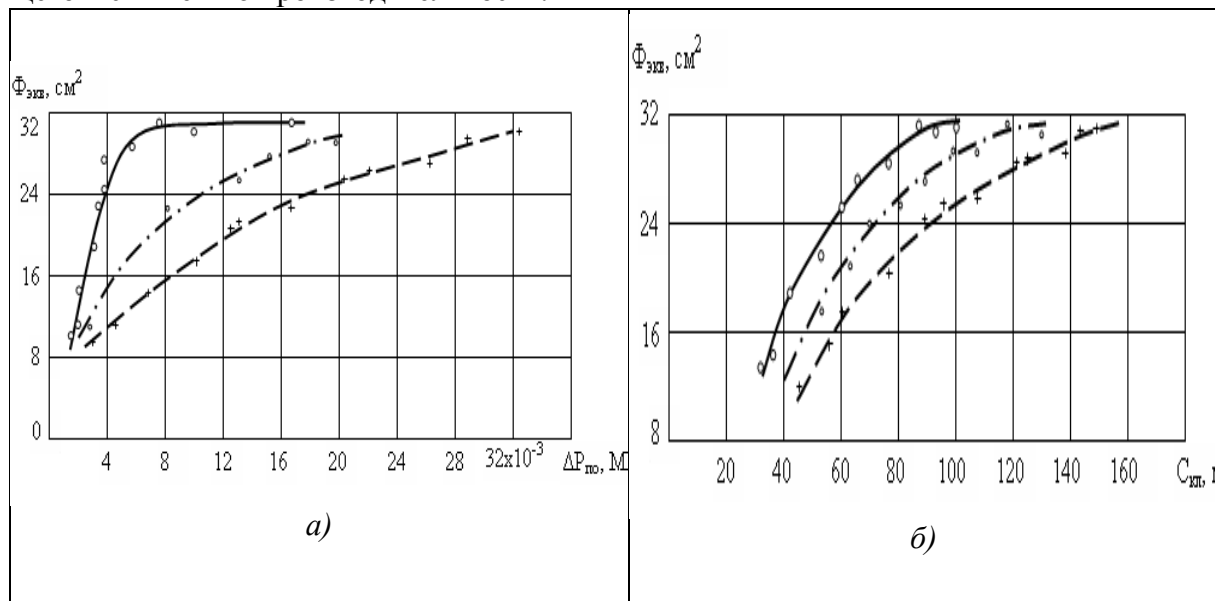
Как показывает многолетняя практика эксплуатации поршневых компрессоров в системе газлифтной эксплуатации нефтяных скважин, экономичность, безотказность и герметичность работы клапанов резко снижается вследствие динамических процессов, т.е. частое изменение давления и физико-химического свойства попутного нефтяного газа в общей системе «сбора, подготовки и транспортировки газа». При этих условиях высокочастотные составляющие изменения давления, а также вызванное за счет этого вибрационные механические колебания пластины является основной причиной возникновения отказов клапанов.

Для практического изучения происходящих процессов в работе клапанов компрессорного цилиндра 1-ой ступени было проведено исследование клапанов в стационарном газовом потоке с целью определения коэффициента расхода и коэффициента давления потока газа, которые значительно влияют на движения пластины клапана. Кроме того, статические характеристики клапанов содержат объективные данные, позволяющие сравнить и выявить преимущества той или иной конструкции.

По результатам испытаний построены зависимости  $\Phi_{\text{экв}} = f(\Delta P_{\text{кл}})$  (рис.1, а, б), представляющие семейство кривых, характеризующих влияние желобчатости пластин на статическую характеристику прямооточных клапанов.

Статическая характеристика показывает, что если отсутствует предварительный изгиб пластины (желобчатость равна нулю), то прямооточный клапан полностью открывается при разности давлений на клапан  $\Delta P_{\text{по}}$ , равной примерно 0,1 МПа. При наличии предварительного изгиба пластины (не нормальное явление) полное открытие клапана происходит при большем значении  $\Delta P_{\text{по}}$ .

Графики (рис.1, а, б) наглядно иллюстрируют, что более экономичны клапаны (с точки зрения потерь давления), имеющие пластины с нулевой желобчатостью. По мере увеличения желобчатости клапан открывается при большем перепаде давления, и происходят большие потери давления через негерметичности пластины клапана приводящего к снижению производительности.



— Желобчатость: — . — . 0 мм; — — — 1 мм; — — — 2 мм.

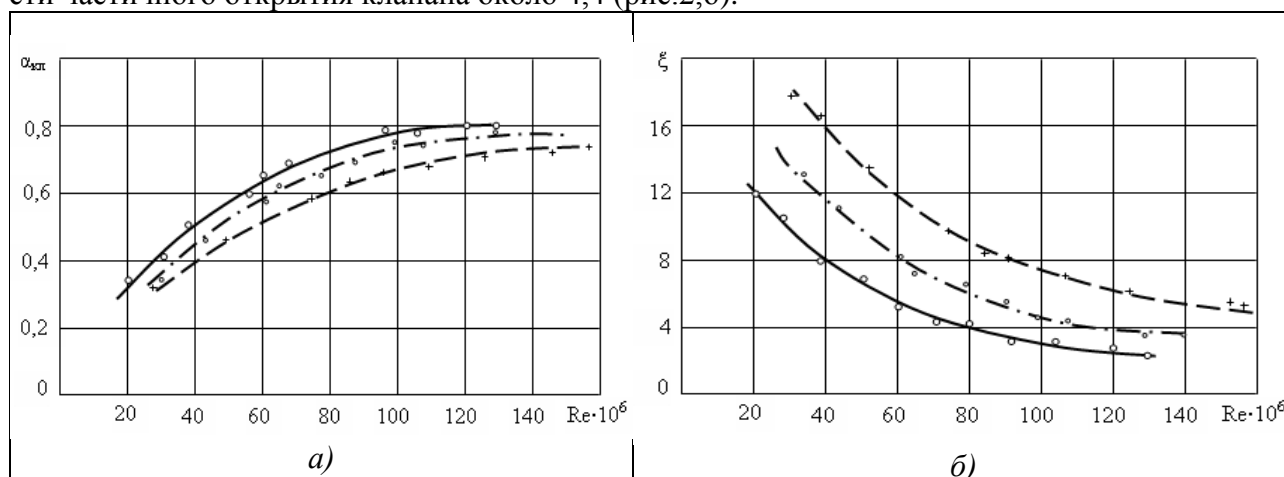
Рис.1. Значение эквивалентной площади прохода ( $\Phi_{\text{экв.}}$ ) прямооточных клапанов с различной желобчатостью (толщина пластины  $\delta = 0,4$  мм): а) Зависимость  $\Phi_{\text{экв.}}$  от разности давлений  $\Delta P_{\text{по}}$ ; б) Зависимость  $\Phi_{\text{экв.}}$  от скорости прохода газа в клапане  $C_{\text{кл}}$ .

Графики зависимости  $\Phi_{\text{экв}} = \psi(C_{\text{кл}})$  (рис.1, б) показывают, что полное открытие прямооточного клапана наступает при скоростях  $\sim 80-100$  м/с. Следовательно, при скоростях газа в клапане меньше 100 м/с, что соответствует критерию скорости потока для

воздуха  $M = C_{\text{кл}} / C_{\text{зв}} \approx 0,3$ , и для природного газа  $M = \frac{100}{440} \approx 0,23$ , клапан полностью открыт не будет и движение пластины прямооточных клапанов носит большей частью колебательный характер. Это подтверждает выводы группы авторов [2].

Продувки клапанов подтвердили, что в зоне, соответствующей режиму истечения в действительных условиях работы клапана ( $Re > 10^8$ ), величина коэффициента расхода, как и величина эквивалентной площади, не зависит от числа Рейнольдса, т.е. наступает автомодельный режим истечения, достижение которого необходимо для обеспече-

ния подобия условий истечения в реальных условиях и при продувках (рис. 2, а) [3]. Экспериментами также установлено, что коэффициент сопротивления увеличивается в области частичного открытия клапана около 4,4 (рис.2,б).



Желобчатость: — · — 0 мм; 1мм; 2мм.—

Рис. 2. Экспериментальные зависимости коэффициента расхода  $\alpha_{кл}$  и сопротивления клапанов  $\zeta$  от  $Re$

Таким образом, сделаны следующие основные выводы:

-желобчатость пластин прямоточных клапанов оказывает серьезное влияние на их работоспособность;

-клапана с нулевой желобчатостью пластин являются более экономичными, так, как в них потеря отсутствует. По мере увеличения желобчатости клапан открывается при большем перепаде давления, и происходят большие потери давления через не герметичности пластины клапана.

#### Список литературы

1. Асадов О.С., Алиев В.И., Макаров В.В. Новый научный подход к определению реальной производительности поршневых компрессоров в системах газлифта и транспорта газа.-М.: «Спутник +», 2011
2. Рахмилевич З.З. Испытания и эксплуатация энерго-технологического оборудования. – М.: «Химия»,
3. Беззубов А.В., Бухаленко Е.И. Компрессоры для добычи нефти. – М.: «Недра»,1987.

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ ПАШТЕТОВ С НЕТРАДИЦИОННЫМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕМ

Скрипникова Д.П.

*магистр, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

Лешуков К.А.

*кандидат биологических наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

## FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MEAT PASTES WITH NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS

**Skripnikova D.**

*master`s degree student, Orel State Agrarian University*

**Leshchukov K.**

*Candidate of Biology Sciences, Assistant Professor, Orel State Agrarian University*

### Аннотация

Работа посвящена изучению влияния растительных добавок на химический состав и функционально-технологические свойства мясорастительных паштетов. Установлен химический состав и функционально-технологические свойства мясорастительных паштетов с добавлением биологически активного комплекса порошка плодов боярышника. **Abstract**

The article is devoted to studying the influence of plant additives on the chemical composition and functional and technological properties of meat pastes. It was established chemical composition and functional and technological properties of meat pastes with addition biologically-active composition Hawthorn fruit powder

**Ключевые слова:** мясорастительные паштеты, химический состав, функционально-технологические свойства, биологически активный комплекс порошка плодов боярышника

**Keywords:** meat pastes, chemical compositions, functional and technological compositions, biologically-active composition Hawthorn fruit powder

Проблема создания полноценной и здоровой пищи всегда была одной из самых актуальных в пищевой промышленности. В последнее время в мясной промышленности активно развивается такое направление как функциональное питание, которое подразумевает использование продуктов, которые при постоянном употреблении оказывают регулирующее действие на весь организм в целом или на его отдельные системы.

Питание должно обеспечивать организм всем необходимым для нормальной жизнедеятельности и полноценного функционирования всех его внутренних органов и систем. В отличие от рационального, здорового и сбалансированного питания, функциональное питание учитывает не только пищевую ценность продуктов (наличие жиров, белков и углеводов), сколько их функциональность (полезность) и биологическую ценность.

В этой связи, перспективным представляется использование нетрадиционного растительного сырья в технологии мясных продуктов для моделирования рецептур мясорастительных паштетов.

В качестве рабочей гипотезы серии опытов служило положение о том, что использование порошка плодов шиповника (*Fructus Rosae*) и плодов боярышника (*Crataegi fructus*) в технологии мясорастительного паштета «Студенческий» улучшает его функционально-технологические свойства и повышает биологическую ценность готового продукта.



Целью исследований: разработать рецептуру и технологию производства мясорастительного паштета на базе рецептуры паштета «Студенческий» с использованием порошка плодов шиповника (*Fructus Rosae*) и плодов боярышника (*Crataegi fructus*).

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решались следующие задачи:

- исследовать функционально-технологические свойства мясорастительного паштета в процессе приготовления в зависимости от вносимых растительных компонентов;
- установление наиболее оптимальной дозы добавки;
- изучение органолептических свойств мясорастительного паштета с добавлением порошка плодов шиповника и боярышника;

В работе рассматривались следующие объекты исследования:

- Паштет «Студенческий» (ТУ 9217-583-00419779-10);
- Плоды шиповника (*Fructus Rosae*);
- Плоды боярышника (*Crataegi fructus*);
- Образцы мясорастительного паштета, полученного по базовой и разработанной рецептуре.

В исследованиях использовали мясо свиное, шпик, крупу овсяную, морковь, лук репчатый, соль, перец черный молотый, порошок плодов шиповника и боярышника, питьевую воду.

Химический состав базовой рецептуры и порошка плодов шиповника и боярышника определяли расчетным методом.

Образцы мясорастительного паштета были получены на основе базовой рецептуры, которая имеет положительную рекомендацию. Образцы плодов шиповника и боярышника были получены путем измельчения и замачивания в воде.

Плоды шиповника и боярышника были выбраны в качестве обогатительного и дополнительного источника витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон для получения мясорастительного паштета.

Порошок плодов шиповника и боярышника вносили на стадии фаршесоставления в сухом виде в количестве 1, 3, 5, 7 и 10% взамен моркови. Контрольным образцом являлась базовая рецептура паштета «Студенческого».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Рецептура паштета мясорастительного «Студенческий» представлена в таблице 1.

Таблица 1. Рецептура опытных образцов паштета

Наименование сырья	Рецептура на 100 кг					
	Образец №1 по ТУ 9217-583-00419779-10 (контроль)	образец № 2	образец № 3	образец № 4	образец № 5	образец № 6
1	2	3	4	5	6	
Мясо свиное, кг	30	30	30	30	30	30
Шпик, кг	6	6	6	6	6	6
Крупа овсяная, кг	10	10	10	10	10	10
Лук репчатый, кг	10	10	10	10	10	10
Соль поваренная пищевая, кг	2	2	2	2	2	2
Перец черный молотый, кг	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Вода, кг	30	30	30	30	30	30
Морковь, кг	11,7	10,7	8,7	6,7	4,7	1,7
Порошок плодов шиповника, кг	-	1	3	5	7	10
Порошок плодов боярышника, кг	-	1	3	5	7	10

В процессе термической обработки мясорастительные полуфабрикаты теряют часть массы в виде потерь влаги и жира, выделяющихся под действием температуры. В связи с этим, исследованы функционально-технологические свойства (влагосвязывающая способность, влагоудерживающая способность, жирудерживающая способность) мясорастительного паштета в процессе приготовления в зависимости от вносимых растительных компонентов.

Исследования по определению влагосвязывающей способности (ВСС) проводились методом прессования. Результаты исследований представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты определения ВСС с добавлением порошка плодов шиповника

ВСС, %						
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	88,8	89,1	89,3	90,4	91,3	91,7
После термообработки	88,3	92,4	93,6	94,1	94,9	95,2

Таблица 3 – Результаты определения ВСС с добавлением порошка плодов боярышника

ВСС, %						
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	87,4	87,5	88,3	89,6	90,3	91,0
После термообработки	86,9	89,4	91,3	92,8	93,7	94,9

Из таблицы 2 видно, что наибольшей влагосвязывающей способностью (ВСС) обладают образцы: №6 – паштет до термообработки с порошком плодов шиповника (91,7%); №6 – паштет после термообработки с порошком плодов шиповника (95,2%); Надо отметить, что значения ВСС образца №2, образца №3 и образца №4 практически равны между собой.

В таблице 3 так же наибольшей влагосвязывающей способностью обладают образцы: №6 – паштет до термообработки с порошком плодов боярышника (91,0%); №6 – паштет после термообработки с порошком плодов шиповника (94,9%); значения ВСС образца №2, образца №3 и образца №4 существенных различий между собой не имеют.

Минимальные значения ВСС наблюдаются у контрольных образцов паштетов.

Сравнивая результаты таблицы 2 и 3, можно сделать вывод, что плоды шиповника обладают большей влагосвязывающей способностью нежели плоды боярышника.

Оценка влагоудерживающей (ВУС) способности основана на определении разности между массовым содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки.

Таблица 4 – Результаты определения влагоудерживающей способности с добавлением порошка плодов шиповника

ВУС, %	Исследуемые образцы					
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	88,2	89,8	90,2	92,1	93,9	95,4
После термообработки	87,6	88,3	89,8	90,6	91,5	93,1

Таблица 5 – Результаты определения влагоудерживающей способности с добавлением порошка плодов боярышника

ВУС, %	Исследуемые образцы					
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	87,0	87,5	88,1	89,0	89,9	91,4
После термообработки	86,6	87,1	87,6	88,1	88,8	90,1

Из таблицы 4 и 5 видно, что хорошие показатели влагоудерживающей способности (ВУС) имеют образцы №4 и №5. Это паштеты до и после термической обработки с добавлением порошка плодов шиповника и боярышника. Тепловая обработка способствует повышению ВУС плодов шиповника и боярышника, что обеспечивается дополнительной гидротермической обработкой, изменяющей свойства не только входящих в их состав белков, но и углеводных компонентов, которые как и белки обладают водоудерживающими свойствами. Минимальное значение ВУС показывает контрольные образцы как до термообработки (88,2%), так и после нее (87,6).

Таким образом, можно сделать выводы, что наибольшей влагоудерживающей способностью обладают показатели из таблицы 4, как до термообработки, так и после нее. Влагоудерживающая способность в разрабатываемых образцах повышается за счет большего содержания клетчатки в плодах шиповника, нежели в плодах боярышника.

Результаты исследования жирудерживающей способности (ЖУС) мясорастительного паштета с добавлением порошка плодов шиповника и боярышника в количестве 3% от массы моркови для функционального питания в процессе тепловой обработки представлены в таблице 6 и 7.

Таблица 6 – Результаты определения ЖУС с добавлением порошка плодов шиповника

Показатели ЖУС, %	Исследуемые образцы					
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	30,72	49,48	46,4	42,1	31,44	30,75
После термообработки	35,18	50,53	52,75	54,95	56,69	60,35

Таблица 7 – Результаты определения ЖУС с добавлением порошка плодов боярышника

Показатели ЖУС, %	Исследуемые образцы					
	Паштет «Студенческий» Контрольный образец №1	Образец №2 (1%)	Образец №3 (3%)	Образец №4 (5%)	Образец №5 (7%)	Образец №6 (10%)
До термообработки	30,0	48,9	46,0	40,1	28,4	27,5
После термообработки	34,9	49,9	52,2	53,95	55,74	58,4

Жирудерживающая способность (ЖУС) определяет количество белковых препаратов в рецептуре, препятствующих отделению жира при технологической обработке.

Из данных таблиц 6 и 7 видно, что наилучшие показатели ЖУС у образцов под номерами 4, 5 и 6. Это паштет после термообработки с добавлением порошка плодов шиповника и боярышника. Так же стоит отметить, что наблюдается незначительная разница показателей ЖУС между таблицами 6 и 7.

Таблица 8 – Результаты выхода продукта

Выход продукта	Ед. изм.	Исследуемые образцы					
		Контр. Обр. №1	Обр. № 2 (1%)	Обр. № 3 (3%)	Обр. № 4 (5%)	Обр. № 5 (7%)	Обр. № 6 (10%)
1. Мясорастительный паштет с добавлением порошка плодов шиповника	%	86,4	87,2	88,8	90,4	92,0	94,4
2. Мясорастительный паштет с добавлением порошка плодов боярышника	%	86,0	86,5	87,8	89,3	90,8	92,4

Замена части моркови в рецептуре на опытные образцы приводит к увеличению выхода паштета в среднем на 2 – 8%.

Таким образом, использование в рецептуре паштетов растительных добавок не только способствует увеличению пищевой ценности, но и сохраняет высокие функционально-технологические свойства мясного фарша и приводит к увеличению выхода продукта. Выход продукта с добавлением порошка плодов шиповника выше, чем с добавлением порошка плодов боярышника.

**Выводы.** Сравнивая результаты анализа функционально-технологических показателей, видно, что при добавлении 3% порошка плодов шиповника, показатели превосходят контрольный образец. Наибольший выход продукта установлен у образца №6 как с

добавлением порошка плодов шиповника, так и с добавлением порошка плодов боярышника, однако их органолептические показатели не соответствовали требованиям нормативно-технической документации. При добавлении большего количества порошка плодов шиповника или боярышника органолептические качества ухудшаются, вкус становится кисловатым, цвет теряет насыщенность, консистенция рыхлая.

В этой связи, наиболее оптимальным с точки зрения химического состава, органолептических свойств и показателей выхода продукта являлся образец №3 с добавлением в рецептуре 3% порошка плодов шиповника и боярышника взамен вареной моркови на стадии фаршесоставления.

Таким образом, использование в рецептуре паштетов растительных добавок не только способствует увеличению пищевой ценности, но и сохраняет высокие функционально-технологические свойства мясного фарша и приводит к увеличению выхода продукта.

### **Литература**

1. Андреенков, В. А. Современные отечественные технологии для производства мясных продуктов. // Мясная индустрия. – 2013. – № 1. – с. 19-23.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001.-376с.
3. Большакова, Н. А. Рынок мясных полуфабрикатов [Текст] / Н.А. Большакова /Мясной ряд. -2010.-№4.-С.15.
5. Евдокимова О.В., Самылина И.А., Нестерова О.В. Изучение липофильной фракции плодов боярышника // Фармация. – 1992. – № 3. – С. 60–61.
6. Патракова, И. С. Технология функциональных мясопродуктов: учеб.пособие // И. С. Патракова, Г. В.Гуринович.-Кемерово,2007. – 128 с.
7. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – М.:ВО «Агропромиздат», 1987. – с.73.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СЧЕТЧИКОВ ЖИДКОСТИ VA2302**

**Торбеков А.К.**  
*Работник ТОО «KSU»*

## **THE INVESTIGATION OF THE FLUID METER VA2302**

**Torebekov A.K.**  
*Employee «KSU» LLP*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы расходомеров жидкости. В том числе счетчика жидкости VA2302. Счетчики жидкости VA2302 ( в дальнейшем - счетчики) предназначены для измерения, индикации и преобразования значений двух расходов невзрывоопасной жидкости с удельной электрической проводимостью от 10-3 до 10 См/ м, протекающей через два первичных преобразователя, в унифицированные выходные электрические сигналы постоянного тока, или частотные, или импульсные выходные сигналы, а также измерения и индикации объемов этой жидкости нарастающим итогом.

В качестве измеряемой жидкости может быть питьевая, теплофикационная или сточная вода, технические кислоты, щелочи или рассолы, растворы различных веществ, в том числе пульпы с мелкодисперсными неферромагнитными частицами, и другие жидкости с вышеуказанной электрической проводимостью.

Счетчики предназначены для применения в различных системах сбора данных, контроля и регулирования технологических процессов, а также коммерческого учета воды в системах водоснабжения и теплоносителя в системах теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятий.

**Annotation.** This article deals with the problems of measuring liquid. Including liquid VA2302. The counter VA2302 (hereinafter - the counters) intended for measuring, indicating and two conversion values costs non-explosive liquid having a specific electric conductivity of  $10^{-3}$  to  $10$  S / m, flowing through the two primary converter in unified output electrical signals DC or frequency or pulse output signals, and to measure and display the volume of fluid on an accrual basis.

As the liquid to be measured can be drinking, wastewater, or Heat, technical acids or alkali brines solutions of various substances, including non-ferromagnetic pulp finely divided particles, and other fluids to the above electrical conductivity.

Meters are designed for use in a variety of systems, data collection, monitoring and process control, as well as commercial accounting in water supply systems and heating systems in housing and communal services and industrial enterprises.

**Ключевые слова:** счетчики, VA2302, расход жидкости.

**Keywords:** counters VA2302, fluid flow, the signals acid volume.

**Введение.** Счетчики жидкости VA2302 ( в дальнейшем - счетчики) предназначены для измерения, индикации и преобразования значений двух расходов невзрывоопасной жидкости с удельной электрической проводимостью от  $10^{-3}$  до  $10$  См/ м, протекающей через два первичных преобразователя, в унифицированные выходные электрические сигналы постоянного тока, или частотные, или импульсные выходные сигналы, а также измерения и индикации объемов этой жидкости нарастающим итогом.

В качестве измеряемой жидкости может быть питьевая, теплофикационная или сточная вода, технические кислоты, щелочи или рассолы, растворы различных веществ, в том числе пульпы с мелкодисперсными неферромагнитными частицами, и другие жидкости с вышеуказанной электрической проводимостью.

Счетчики предназначены для применения в различных системах сбора данных, контроля и регулирования технологических процессов, а также коммерческого учета воды в системах водоснабжения и теплоносителя в системах теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятий.

Счетчики также осуществляют автоматическое **измерение и индикацию** ( при наличии соответствующих датчиков):

значений двух входных параметров, преобразованных в унифицированные электрические сигналы постоянного тока (например, давления в трубопроводах);

значений двух температур (например, теплоносителя в трубопроводах);

вычисление, накопление, хранение и индикацию:

суммарных нарастающим итогом объемов жидкости, протекающей через первичные преобразователи;

времени работы счетчика в режиме счета количества жидкости;

индикацию:

даты с указанием года, месяца, числа и времени с указанием часов, минут, секунд.

Индикация вышеперечисленных параметров осуществляется на жидко- кристаллическом шестнадцатиместном цифро- буквенном ( мозаичном) индикаторе с подсветкой показаний.

Счетчики осуществляют вычисление и хранение как часовой, так и суточной статистической информации об измеряемых параметрах, а также производят фиксацию и

индикацию нештатных ситуаций (ошибок) в своей работе и работе системы водо- или теплоснабжения.

Счетчики имеют стандартный последовательный интерфейс RS232, через который можно считывать как текущие, так и статистические данные измеряемых параметров, а также данные самого счетчика.

Для переноса накопленных в памяти счетчиков статистических данных в компьютер (при нецелесообразности проведения стационарной линии связи) используется адаптер переноса данных AD2301.

Для регистрации измеряемых счетчиками параметров в виде стандартных протоколов, распечатанных на принтере, используется адаптер принтера AD3301.

Для увеличения длины линии связи между счетчиками и компьютером, а также для построения локальных сетей сбора данных используются согласующие устройства AD1201, AD1202 и AD1203.

Для организации считывания данных, наглядного представления их на дисплее компьютера и последующей обработки, а также распечатки данных на принтере используется пользовательская программа.

По заказу потребителя в комплект поставки счетчика могут входить:

термопреобразователи сопротивления (в дальнейшем - термопреобразователи) для измерения температуры;

блок питания и датчики давления с выходными унифицированными электрическими сигналами постоянного тока;

розетка интерфейсная настенная AD1001 для внешнего подключения к интерфейсному выходу счетчика;

программное обеспечение на дискете, позволяющее потребителю считывать из памяти счетчика статистические данные и текущие значения измеряемых параметров, выводить их на дисплей компьютера и распечатывать в виде протоколов.

По заказу потребителя счетчики имеют или два выходных электрических сигнала постоянного тока, или два выходных электрических частотных сигнала, пропорциональных любому из шести измеряемых параметров, выбираемых потребителем, или два выходных электрических импульсных сигнала с заданной ценой импульса, пропорциональных измеряемым значениям расхода жидкости в соответствующем трубопроводе.

В состав счетчиков входят:

два первичных измерительных преобразователя ЕК резьбового или фланцевого подсоединения (в дальнейшем - первичный преобразователь), устанавливаемых на трубопроводах с протекающей жидкостью;

измерительно-вычислительный блок ИВБ5 (в дальнейшем - вычислительный блок).

Счетчики обеспечивают измерение, индикацию и преобразование в выходные унифицированные электрические сигналы значений расхода, а также измерение и индикацию объемов жидкости нарастающим итогом с нормированной погрешностью в диапазоне от 4 до 100 выбранного наибольшего расхода  $Q_{max}$ , приведенного в таблице 1 для каждого условного внутреннего диаметра первичного преобразователя.

Таблица 1

Условный внутренний диаметр первичного преобразователя, Dп, мм	Ориентировочное значение верхнего предела скорости жидкости, м/с					
	1,00	1,60	2,50	4,00	6,00	10,00
	Наибольший расход, Qmax, м3/ ч					
6	0,10	0,16	0,25	0,40	0,60	1,00
10	0,25	0,40	0,60	1,00	1,60	2,50
15	0,60	1,00	1,60	2,50	4,00	6,00
25	1,60	2,50	4,00	6,00	10,00	16,00
40	4,00	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00
50	6,00	10,00	16,00	25,00	40,00	60,00
80	16,00	25,00	40,00	60,00	100,00	160,00
100	25,00	40,00	60,00	100,00	160,00	250,00
150	60,00	100,00	160,00	250,00	400,00	600,00
200	100,00	160,00	250,00	400,00	600,00	1000,00
300	250,00	400,00	600,00	1000,00	1600,00	2500,00
400	400,00	600,00	1000,00	1600,00	2500,00	4000,00

**Примечание** - Под наибольшим расходом Qmax подразумевается значение расхода, при котором счетчики обеспечивают свои метрологические характеристики при непрерывной работе.

Счетчики в соответствии с заказом потребителя имеют или два выходных электрических сигнала постоянного тока, диапазон которых потребитель выбирает из ряда: 0 - плюс 5, 0 - плюс 20, плюс 4 - плюс 20 мА, или два выходных электрических частотных сигнала с диапазоном от 0 до 2000 Гц, или два выходных электрических импульсных сигнала с заданной ценой импульса, значение которой в зависимости от условного внутреннего диаметра первичных преобразователей потребитель выбирает из ряда, приведенного в таблице 2. Таблица 2

Условный внутренний диаметр первичного преобразователя, Dп, мм	Цена импульса, л/ имп			
	0,025	0,05	0,10	0,25
6	0,025	0,05	0,10	0,25
10	0,050	0,10	0,25	0,50
15	0,100	0,25	0,50	1,00
25	0,250	0,50	1,00	2,50
40	0,500	1,00	2,50	5,00
50	1,000	2,50	5,00	10,00
80	2,500	5,00	10,00	25,00
100	5,000	10,00	25,00	50,00
150	10,000	25,00	50,00	100,00
200	25,000	50,00	100,00	250,00
300	50,000	100,00	250,00	500,00
400	100,000	250,00	500,00	1000,00



Счетчики обеспечивают преобразование в выходные электрические сигналы постоянного тока или выходные электрические частотные сигналы двух параметров в диапазоне от 4 до 100 их значения по выбору потребителя из следующего ряда:

- расхода жидкости в первом или втором трубопроводе;
- измеряемой температуры в первом или втором канале;
- измеряемого входного параметра в первом или втором канале.

При этом наибольшему значению диапазона изменения выходного сигнала соответствует 100 значения выбранного параметра.

Счетчики обеспечивают преобразование через цену деления в первый и второй выходные электрические импульсные сигналы только значения расхода жидкости, протекающей через соответствующий первичный преобразователь.

Примечание - Частотный и импульсный выходы представляют собой оптоизолированный пассивный транзисторный ключ с открытым коллектором, максимальные напряжение и ток нагрузки 20В и 10 мА.

**Исследование.** Полученные данные от блока-48А в течении часа.

А- расход общ.ВР(м<sup>3</sup>); Б- расход кислоты(серной), полученный по регламенту; С- сумма расхода ВР; Д- расход кислоты

А	Б	С	Д
80,3	0,176484	79,033	0,168
80,212	0,17629	79,235	0,171
80,256	0,176387	79,253	0,1726
80,045	0,175923	79,104	0,1745
80,124	0,176097	80,045	0,1697
79,98	0,17578	80,1201	0,1704

Как видно из таблицы разницы не большие. Если вычислить погрешность, то получится меньше 2%(с учетом времени измерения). А это говорит нам, что счетчики показывают точные вычисление. Счетчики при наличии соответствующих термопреобразователей обеспечивают измерение значений двух температур (например, теплоносителя в трубопроводах).

Рабочий диапазон измерения температуры - от 0 до 150С.

**Заключение.** Счетчики при наличии соответствующих датчиков с унифицированными выходными сигналами постоянного тока обеспечивают измерение значений двух входных параметров (например, давления в трубопроводах).

Пределы измерения входных параметров равны 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0 и выбираются самим потребителем. Диапазон входного постоянного тока, соответствующий выбранному пределу измерения параметра выбирается потребителем из ряда: 0 - плюс 5, 0 - плюс 20, плюс 4 - плюс 20 мА.

Счетчики имеют встроенный таймер реального времени, обеспечивающий вычисление и индикацию времени работы счетчика в режиме счета количества жидкости.

#### Список литературы

- 1 [http://www.techprilad.com/wp-content/themes/techprilad/data/manufactures/Aswega/Aswega\\_pasport\\_VA02.pdf](http://www.techprilad.com/wp-content/themes/techprilad/data/manufactures/Aswega/Aswega_pasport_VA02.pdf)
- 2 Руководство по эксплуатации счетчика жидкости VA2302.

## ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ GMP К ДОКУМЕНТАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. ДОСЬЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

**Нарбекова Н.К.**

*магистрант 2 курса 6М110400 - «Фармация»*

*Научный руководитель: к.фарм.н., старший преподаватель,*

**С.К. Жетерова**

*Казахский Национальный медицинский университет имени*

**С.Д. Асфендиярова**

*г.Алматы, Республика Казахстан*

*кафедра: «фармацевт-технолог»*

**Актуальность.** Требования GMP к документации при производстве и контроле лекарственных препаратов являются ключевыми. В основу этих требований положено известное правило «что не записано, то не сделано», которое говорит о важности правильной организации системы документации и надлежащего документального оформления всех действий, связанных с производством лекарственных средств. Одним из основных документов GMP является досье производственного участка (Site Master File).

Досье производственного участка – документ, подготовленный производителем и содержащий специальную и фактическую информацию о соблюдении требований GMP при производстве или контроле лекарственных средств на данном участке, а также о любых тесно взаимосвязанных работах в примыкающих и соседних зданиях. [1].

Концепция досье предприятия (ДП) (производственного участка) была разработана PIC в 1991 г. (документ PH 6\91) применительно к формату и содержанию протокола обследования производителей лекарственных средств на предмет проверки соблюдения ими Правил GMP. В следующем году она была использована в документе ВОЗ «Инспектирование фармацевтических производителей» WHO TRS № 823, Geneva 1992, Annex 2). В 1993 г. в рамках PIC были подготовлены разъяснения для производителей по составлению досье предприятия (PH 4\93, после пересмотра в 1997 г. - PE 008 как документ PIC-PIC/S). В дальнейшем рекомендации PIC – PIC/S и ВОЗ в этой области получили широкое распространение в практике работы инспекторов по GMP многих стран. [2].

ДП участка подготавливается фармацевтическим предприятием и должно содержать конкретную и подробную информацию, относящуюся к мероприятиям по управлению качеством, производству и контролю качества, выполняемым на поименованной площадке, и любых других тесно связанных операциях в смежных и соседних зданиях. Если на данном участке проводится только часть фармацевтических операций, например, анализ, упаковка и т.д., то ДП должно описывать только эти операции. ДП должен быть достаточно подробным, но по возможности не превышать 30-40 страниц формата А4 плюс приложения. [3].

**Цель** нашей работы – является разработка досье производственного участка таблеточного цеха, раздел «Помещения и оборудования» ТОО «Вива-Фарм».

**Результаты.** При анализе существующего производства установлено, что участки таблеточного цеха расположены на территории компании ТОО «Вива-Фарм» в одном отдельном стоящем 3-х этажном здании. Выпускаемая продукция ТОО «Вива-Фарм» представлено в виде таблеток, капсул и таблеток, покрытых оболочкой.

Здание специально спроектировано для производства лекарственных средств, новая постройка и общая площадь составляет – 3600 кв.м. Проект производственного участка выполнен компанией ООО «Фарминженер», г. Киев, Украина, имеющей опыт в проектировании производственных помещений в соответствии с требованиями GMP

(Лицензия АА№775835). Проект разработан с учетом требований – международных правил GMP ЕС, ГОСТ Р 52249-2004 «Правила производства и контроля качества лекарственных средств», национальных норм по пожарной безопасности, гигиене и охране труда РК.

Помещения и оборудования расположены и сконструированы с учетом сведения к минимуму риска ошибок и обеспечения возможности эффективной очистки и обслуживания в целях исключения перекрестной контаминации, накопления пыли или грязи и других неблагоприятных факторов для качества продукции. Помещения производственного участка расположены на трех этажах. На 1-м этаже расположены: вход в производственный участок, гардероб, санитарные узлы, складские помещения, технические помещения. Общая используемая площадь первого этажа – около 700 кв.м.

Общая используемая площадь – около 144 кв.м., что соответствует описанным выше стандартам. На 2-м этаже расположены: цех по производству твердых ЛФ (помещения класса чистоты D). Основное оборудование системы вентиляции и кондиционирования находится за пределами чистых помещений. В производственных чистых помещениях поддерживаются параметры воздушной среды, которые обеспечивают класс чистоты помещения, а также гигиенические требования в соответствии правил GMP ЕС. Воздушная среда в производственном помещении характеризуется следующими параметрами: счетной концентрацией аэрозольных страниц, микробиологической чистотой, кратностью воздухообмена, скоростью потока воздуха на фильтре 3-й ступени очистки воздуха, перепадам давления между помещениями, температурой воздуха, относительной влажностью воздуха. Стены и потолки сооружены из специальных панелей, предназначенных для чистых помещений. Полы покрыты специальным линолеумом Таркетт. Чистые помещения сооружены без щелей и с возможностью легкой очистки и дезинфекции. Окна герметично закрыты. [4].

Производственные помещения оснащены новым оборудованием, изготовленным в соответствии с требованиями GMP. Каждой единице оборудования присвоен идентификационный код с регистрацией в специальном журнале. Оборудование подвергается соответствующей квалификации согласно утвержденным протоколам. Для каждой единицы оборудования написана инструкция по эксплуатации, где приведен порядок работы с оборудованием. Квалификация оборудования и валидация производственных процессов проводятся для подтверждения их эффективной работы с получением ожидаемых результатов. Валидация проводится специально назначенными лицами. График и план проведения валидации определяется в Валидационном мастер плане. [5].

#### **Заключение:**

Каждая компания создает документацию, основываясь на своем опыте, компетентности персонала, потребностях и специфике деятельности. Насколько четко определена структура документации, насколько хорошо организована работа по разработке и обороту документации зависит четкость функционирования всей системы качества. Поэтому процесс создания и ведения документации одна из наиболее ответственных, трудоемких и сложных проблем при внедрении GMP. Это связано как с трудностями при разработке документации, так и с трудностями, связанными с обучением персонала составлению и ее надлежащему ведению.

#### **Список литературы:**

1. Приказ ГД от 22.03.2001 г. № 57 – SMF
2. Журнал «Фармацевтическая промышленность» выпуск № 4 2010 года, стр 68
3. Правила, регулирующие обращение лекарственных средств в Европейском Союзе, Том 4 Пояснительные примечания по подготовке Досье производственного участка
4. СТ РК 1617-2006 Надлежащая производственная практика
5. Руководство по GMP ЕС 2013 года

# МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА.

**Коркач-Романов С.В.**  
*ПМГМУ им. И.М. Сеченова*  
*Кафедра промышленной фармации*

## METHODOLOGY OF INTEGRAL DEVELOPMENT OF A CLINICAL TRIAL PROTOCOL.

**Korkach-Romanov S.V.**  
*First MSMU named after I.M. Sechenov*  
*Department of pharmaceutical medicine*

### **Аннотация**

В статье представлена интегральная схема разработки протокола клинического исследования лекарственного препарата, которая задействует максимальное число специалистов из различных смежных областей науки, медицины и регуляторных отношений, и позволит избежать ошибок при планировании, проведении и анализе результатов клинического исследования.

### **Ключевые слова**

Клинические исследования, протокол, интегральная схема.

### **Abstract**

In the article the integral scheme of a clinical trial protocol development is presented, which uses the maximum number of experts from various related fields of science, medicine and regulatory affairs. It can be used to avoid mistakes in planning, conducting and analyzing the results of a clinical study of a medication.

### **Key words**

Clinical trials, protocol, integral scheme.

Процесс создания нового лекарства долгий и дорогостоящий. Обычно он включает поиск вещества с заданными свойствами, разработку лекарственных форм, выбор оптимальных путей введения, лабораторные и доклинические исследования, несколько фаз клинических исследований и регистрацию лекарственного препарата, пострегистрационные и неинтервенционные исследования, а также сбор о безопасности и эффективности в процессе рутинной медицинской практики.

Клинические исследования играют огромную роль в процессе создания лекарственного препарата. Они основываются на теории планирования эксперимента, но имеют ряд специфических особенностей, отличающих их от экспериментов в других дисциплинах. Проведение клинических исследований на добровольцах (здоровых или с определенным заболеванием) создает целый комплекс этических проблем, с которыми не приходится сталкиваться исследователям в других областях науки и практики и которые решаются путем оценки всего исследования советом по этике регуляторного органа и независимыми этическими комитетами медицинских учреждений, в которых будет проводиться данное исследование. В отличие от идеального научного эксперимента, который можно стандартизовать, тщательно контролировать и мониторировать, клинические исследования предполагают участие людей, чьи характеристики значительно варьируются не только межиндивидуально, но и внутрииндивидуально (1) (2). Многие показатели (например, при анализе крови) могут сильно варьироваться в зависимости от множества циркадных циклов, накладывающихся друг на друга, от физического и психоэмоционального состояния человека (3). Многие клинические исследования являются

многоцентровыми, а значит, их проведение зависит от слаженной работы большого числа медицинских сотрудников различных медицинских учреждений, сотрудников компаний-спонсоров или контрактно-исследовательских организаций, пациентов. Основным документом, регламентирующим и стандартизирующим эти совместные усилия, является протокол исследования — документ, описывающий цель и научный вклад, стандартизирующий все медицинские процедуры исследования. Стандарты и методики ведения пациентов по конкретной нозологии, подход каждого отдельного врача к лечению пациента, ведению документации может сильно варьироваться в различных медицинских учреждениях, что без протокола привело бы к несопоставимости результатов не только по каждому медицинскому учреждению, но даже и по пациентам и, соответственно, невозможности дальнейшей обработки результатов исследования (4) (5).

Протокол является самым важным документом в клиническом исследовании, к которому обращаются до, во время и после проведения самого исследования, на который ссылаются и с которым согласуются все остальные документы клинического исследования – Информационный листок пациента (ИЛП), Форма информированного согласия (ФИС), Брошюра Исследователя (БИ), Индивидуальная регистрационная карта (ИРК) и т.д (6) (7) (8). Также в протоколе должны быть ссылки на систему фармаконадзора компании, систему менеджмента качества.

В соответствии с принципом интегральной разработки протокола клинического исследования ключевой задачей в процессе разработки протокола является обсуждение и корректировка данного документа в соответствии с множеством задействованных в клиническом исследовании сторон (6) (7).

В первую очередь проект протокола обсуждается с врачами-исследователями на предмет практической выполнимости условий клинического исследования. В ходе обсуждения могут быть получены важные комментарии, которые могут существенно повлиять на проведение исследования: ускорить набор пациентов, снизить нагрузку на врача-исследователя, сделать проводимое исследование более интересным с научной точки зрения для врача. Активное обсуждение протокола с врачами-исследователями и обоснованное принятие их правок усилит вовлеченность и заинтересованность непосредственных исполнителей в данном клиническом исследовании и снизит общее количество ошибок, отклонений и нарушений протокола. Кроме того, лечение в рутинной медицинской практике может отличаться от принятых регуляторными органами стандартных методик и стандартов лечения. Обсуждение с врачами-исследователями также поможет избежать проблем практической выполнимости исследования – например, может возникнуть ситуация невозможности проведения определенного лабораторного или инструментального исследования в данном исследовательском центре или в целом городе или регионе. На данном этапе необходимо получать мнения об исследовании не только от практикующих врачей и исследователей, которые будут принимать участие в исследовании, но и от медицинских советников компании-спонсора, также необходима поддержка от лидеров мнений по нозологии, по которой будет проводиться исследование. В соответствии с их комментариями возможно составить список критериев включения, невключения и исключения, а также список разрешенной/запрещенной сопутствующей и предшествующей терапии. Необходимо учитывать, что каждый пункт списка критериев включения/невключения должен быть обоснован соответствующим одним или несколькими обследованиями, лабораторными анализами или инструментальными обследованиями, которые затем указываются в таблице визитов. Практикующие врачи могут подсказать, какими обследованиями возможно наиболее точно подтвердить критерии включения или невключения или оценить критерии эффективности и/или безопасности. Также необходимо обсудить график визитов, их продолжительность и частоту, а также процедуры по каждому визиту.

Следует учитывать, что достаточно часто в медицине используются различные опросники (например, опросники качества жизни), шкалы (например, различные шкалы боли), дневники пациентов (для учета сопутствующей терапии, возможных нежелательных явлений и т.д.). Данные материалы хоть и являются показателями субъективной оценки врачом или пациентом текущего заболевания, однако могут дать большое количество информации о пациенте и проводимой терапии. В случае, если в исследовании возможно или необходимо использовать какие-либо шкалы, дневники или опросники, лидеры мнений и исследователи, которые будут принимать участие в исследовании, могут помочь в выборе и оптимизации перечисленных документов под конкретное исследование.

Затем детали будущего протокола исследования изучаются клиническим менеджером проекта и мониторами исследования. На этом этапе выверяются особенности обеспечения и контроля за качеством проведения исследования – мониторинг и аудит клинических центров. Также необходимо получить мнение дата-менеджера, т.к. он будет разрабатывать ИРК и базу данных по данному исследованию.

В отношении регуляторных требований следует получить экспертное мнение регуляторного отдела, т.к. некоторые разделы протокола могут иметь высокую важность для регуляторных органов и этических комитетов, например, обращение с несовершеннолетними добровольцами, беременными женщинами и т.п.

Также необходимо обсудить протокол клинического исследования с менеджером по фармаконадзору, особенно это важно для ранних фаз разработки лекарственного препарата. Изначально до проведения исследования должны быть обсуждены и регламентированы условия рапортирования нежелательных явлений и серьезных нежелательных явлений в систему фармаконадзора фармацевтической компании – спонсора. Данный регламент может не быть отражен в протоколе исследования, но его разработка одновременно с протоколом клинического исследования снизит трудозатраты и временные затраты на отладку системы рапортирования в систему фармаконадзора компании. В отношении разрабатываемых препаратов необходимо предполагать изменение БИ в течение исследования в связи с накоплением информации о безопасности препарата, особенно в долговременных исследованиях. Для зарегистрированных препаратов необходимо предполагать изменение инструкции по медицинскому применению лекарственного препарата в некоторых случаях. В эти случаи входят, но не ограничиваются ими клинические исследования для регистрации новых показаний, на новых популяциях (беременные женщины, женщины в период грудного вскармливания, дети различных возрастных групп, пожилые пациенты, пациенты с нарушениями функции почек и/или печени, пациенты с другими различными сопутствующими заболеваниями и т.п.).

На каждый препарат, исследуемый в клиническом исследовании должна быть в наличии Брошюра Исследователя, которая обновляется в соответствии с протоколом и новейшими данными по исследуемому препарату. Раздел протокола по литературному обзору безопасности и эффективности препарата в большинстве случаев разрабатывается совместно с отделом фармаконадзора и медицинскими советниками компании-спонсора.

Отдел снабжения клиническими материалами будет передавать информацию, необходимую для указания в протоколе: внешний вид, первичная и вторичная упаковка, маркировка. Также в случае слепых исследований с данным отделом будет обсуждаться методология ослепления лекарственного препарата.

В самом конце, когда определены и согласованы процедуры исследования, график визитов, критерии эффективности и безопасности, протокол исследования передается специалистам по биостатистике, которые определяют методы статистической оценки эффективности и безопасности, которые будут использоваться при анализе данных, полу-

ченных в ходе клинического исследования, а также рассчитывают объем выборки на основании представленных литературных данных и предполагаемых уровней эффективности и безопасности исследуемого препарата.

Общая схема интегральной разработки протокола клинического исследования выглядит следующим образом:

Внутренние консультанты	Разделы протокола КИ:	Связанные документы КИ	Внешние консультанты
Медицинские советники	Критерии включения, невключения, исключения. График визитов и их сроки. Медицинские процедуры, лабораторные и инструментальные исследования. Критерии эффективности и безопасности Разрешенная/запрещенная терапия	ИЛП ИРК Дневники, шкалы, опросники	Исследователи Лидеры мнений
Отдел снабжения	Внешний вид, упаковка и маркировка исследуемого препарата и плацебо		
Регуляторный отдел	Инструкция по медицинскому применению исследуемого препарата. Этические аспекты.		
Отдел фармаконадзора Медицинские советники	Литературный обзор по доклинической и клинической оценке безопасности и эффективности изучаемого лекарственного препарата.	БИ	
Отдел фармаконадзора	Сбор данных и оценка безопасности изучаемого лекарственного препарата	БИ	
Биостатистик	Статистический раздел	ИЛП	
Отдел управления данными КИ	Метод передачи данных Критерии включения, невключения, исключения. График визитов и их сроки. Медицинские процедуры, лабораторные и инструментальные исследования. Критерии эффективности и безопасности	База данных КИ ИЛП ИРК Дневники, шкалы, опросники	

### Выводы

Таким образом, интегральная разработка протокола КИ позволит получать мнения специалистов из различных областей для более качественной проработки протокола, что снижает вероятность нахождения ошибок в процессе получения разрешения от регуляторных органов на проведение клинического исследования, а также временные и трудовые затраты на исправление найденных ошибок на данном этапе и на этапе активного проведения исследования, несмотря на возможное увеличение времени разработки протокола клинического исследования.

### Список литературы

1. Гланц, С. Медико-биологическая статистика. Москва : Практика, 1998.
2. Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. . Москва : Медиа Сфера, 1998.

3. Т., Гринхальх. Основы доказательной медицины. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2006.
4. Сергиенко В.И., Бондарева И.Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2006.
5. Good, Phillip I. A manager's guide to the design and conduct of clinical trials. New York : Wiley-Liss, Inc, 2002.
6. Gallin, John I. Principles and practice of clinical research. London : Elsevier, 2002.
7. Белоусов, Ю.Б. Клинический проектный менеджмент. Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2003.
8. Мелихов, О. Г. Клинические исследования. Москва : "Атмосфера", 2013.

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД НАПИСАНИЯ СИНОПСИСА  
КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, КАК ОСНОВНОЙ АСПЕКТ  
НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**Коркач-Романов С.В.**  
*ПМГМУ им. И.М. Сеченова*  
*Кафедра промышленной фармации*

**SEQUENTIAL METHOD OF DEVELOPMENT A CLINICAL TRIAL  
SYNOPSIS AS A MAJOR ASPECT OF THE INITIAL STAGE OF THE  
DEVELOPMENT OF A STUDY PROTOCOL**

**Korkach-Romanov S.V.**  
*First MSMU named after I.M. Sechenov*  
*Department of pharmaceutical medicine*

**Аннотация**

В статье описана последовательность разработки центральной части протокола клинического исследования – синопсиса. Данная последовательность позволяет исследователям пошагово определять ключевые параметры для планирования клинического исследования как научного эксперимента.

**Abstract**

In the article is described the sequence of the development of the central part of the clinical trial protocol – synopsis. This sequence allows researchers to identify step by step key parameters for planning a clinical trial as a scientific experiment.

**Ключевые слова:** клиническое исследование, протокол, синопсис

**Key words:** clinical trials, protocol, synopsis

Метод, описанный в данной работе, применен в большей степени к рандомизированным клиническим исследованиям, когортным (поперечным) и наблюдательным исследованиям, однако с небольшими изменениями его можно применить и к остальным типам эпидемиологическим исследованиям (1) (2) (3).

Сущность метода заключается в строгом соблюдении последовательности от целей к дизайну исследования, что, несмотря на кажущуюся простоту, соблюдается далеко не во всех случаях. Написание синопсиса исследования начинается с определения цели исследования – желаемого результата к которому в идеальной ситуации должно привести проведение исследования. Цель исследования может быть связана как с эффективностью препарата, что встречается чаще, так и с безопасностью препарата.

Затем в соответствии с целью исследования ставятся задачи, каждой из которых соответствует хотя бы одна конечная точка или переменная отклика. Существует два



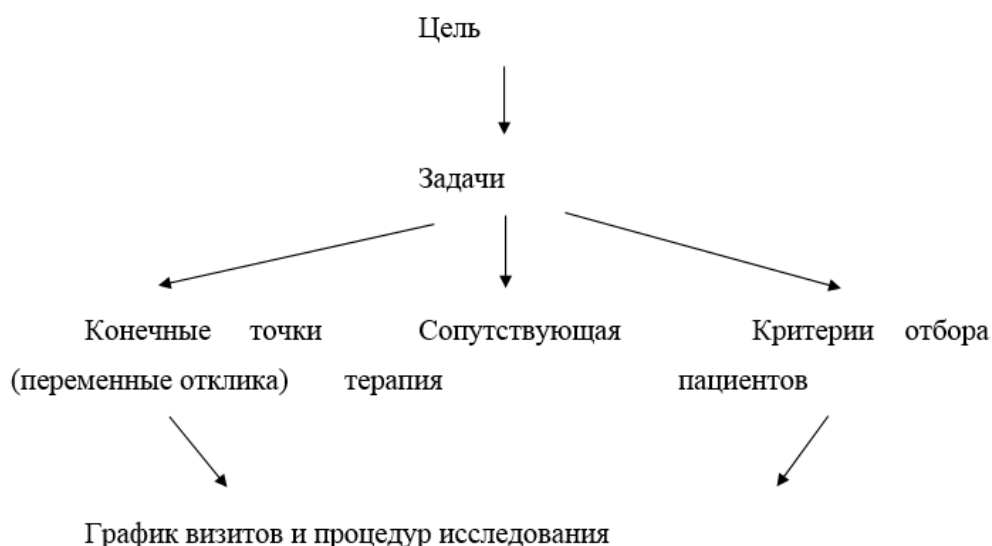
вида точек: первичные и вторичные. Первичная конечная точка – параметр, на основании которого можно однозначно судить об эффективности препарата, например, элиминация возбудителя из организма человека при исследовании антимикробных препаратов. По первичной конечной точке на основании литературных данных или результатов доклинических и клинических исследований проводят расчет выборки и анализ результатов клинического исследования. Первичных конечных точек может быть более одной, однако это усложняет статистическую подготовку до исследования и статистический анализ после исследования, т.к. на первичной конечной точке основываются расчет выборки и статистическая обработка результатов исследования. Вторичные конечные точки – параметры, которые не имеют влияния на эффективность или безопасность препарата и которые оцениваются для нахождения возможной корреляции между введением препарата в организм и различными показателями жизнедеятельности человека. В исследовании может быть одна или несколько вторичных конечных точек, которые не мешают оценке первичной конечной точки и дают дополнительную информацию о препарате, которую возможно использовать для построения и обоснования дальнейших клинических исследований, обоснования изменений в инструкции по медицинскому применению, изменения соотношения потенциальный риск/польза от приема препарата, расширения применимой популяции пациентов, изменения режима дозирования и т.п. Задачи исследования также определяют, какие и на каком основании в исследование будут включаться пациенты – популяцию пациентов определяют критерии включения и исключения. Также задачи исследования определяют запрещенную и разрешенную терапию до и во время исследования.

Как правило, регуляторные органы рекомендуют (4) (5) использовать в качестве первичных конечных точек основные точки, которые определяют состояние пациента по совокупности объективных и субъективных факторов, например, полная реконвалесценция, достижение стойкой ремиссии при хроническом заболевании, а также выживаемость за определенный срок. Однако, чаще в клинических исследованиях используют суррогатные конечные точки, которые связаны и имеют высокую степень корреляции (обычно более 0,7 (6)) с основной конечной точкой. Так, в исследовании антигипертензивного препарата основными точками будут являться выживаемость через определенный промежуток времени после начала терапии или доля пациентов, выжившая через определенный промежуток времени, стойкое снижение артериального давления или разница в артериальном давлении до и после терапии препаратом будут являться суррогатными точками. Основные точки имеют большую доказательную ценность, чем суррогатные, т.к. основываются непосредственно на состоянии пациента, а не на параметрах, опосредованно отражающих состояние пациента. Однако использование основных конечных точек не всегда возможно в силу организационных, экономических, этических причин. Каждая конечная точка является параметром эффективности или безопасности. В качестве первичных конечных точек используются либо параметры эффективности либо параметры безопасности.

Каждый параметр эффективности или безопасности, а также каждый критерий отбора пациентов в исследование, включения и исключения, должен быть подтвержден соответствующей медицинской процедурой, лабораторным исследованием или инструментальным обследованием.

Затем, в соответствии со всеми вышеназванными параметрами составляется график визитов пациентов к врачу-исследователю с указанием всех медицинских процедур и обследований.

Таким образом, выстраивается строгая последовательность разработки плана или синопсиса эпидемиологического исследования. Следуя данной простой схеме возможно спланировать и выстроить план клинического исследования:



### **Выводы:**

План или синопсис исследования являются ключевым документом, с которого начинается разработка протокола исследования, который должен четко и однозначно определять методики ведения пациентов на разных клинических базах и разными врачами-исследователями. Строгая приверженность описанной последовательности позволит избежать множества ошибок при планировании, проведении клинического исследования как научного эксперимента, а также это снизит вероятность получения результатов, научная и медицинская значимость окажется под вопросом.

### **Список литературы**

1. Гланц, С. *Медико-биологическая статистика*. Москва : Практика, 1998.
2. Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. *Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины*. . Москва : Медиа Сфера, 1998.
3. Т., Гринхальх. *Основы доказательной медицины*. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2006.
4. *Руководство по экспертизе лекарственных средств. Том 1*. Москва : Гриф и К, 2013.
5. *Руководство по проведению клинических исследований лекарственных средств. Том 1*. Москва : Гриф и Ко, 2012.
6. Сергиенко В.И., Бондарева И.Б. *Математическая статистика в клинических исследованиях*. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2006.

УДК 615.015.4: 615.2:547

**ПОИСК СРЕДСТВ С ПРОТИВОИШЕМИЧЕСКОЙ И АНАЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ СРЕДИ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАГИДРОПИРИДО[2,1-*b*][1,3,5]ТИАДИАЗИНА**

**Кривоколыско С.Г**

*ГУ «Луганский государственный медицинский университет», Луганск;*

**Бибик Е.Ю.**

*ГУ «Луганский государственный медицинский университет», Луганск;*

**Ярошевская О.Г.**

*ГУ «Луганский государственный медицинский университет», Луганск;*

**Девдера А.В.**

*ГУ «Луганский государственный медицинский университет», Луганск;*

**Фролов К.А.**

*НИЛ «Химэкс» ГОУ ВПО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», Луганск;*

**Доценко В.В.**

<sup>3</sup> *ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Краснодар*

**SEARCH FOR AGENTS WITH ANTI-ISCHEMIC AND ANALEPTIC ACTIVITY AMONG DERIVATIVES TETRAHYDROPYRIDO[2,1-*b*][1,3,5]THIADIAZINE**

**Krivokolysko, S. G.**

**Bibik E. Yu.**

**O. G. Yaroshevsky**

**Devdara A. V.**

**Frolov K. A.**

**Dotsenko V. V.**

**Аннотация**

На моделях необратимого двустороннего лигирования общих сонных артерий, а также на модели «тиопенталового наркоза» у белых беспородных крыс обоего пола проведены исследования противоишемической и аналептической активности ряда производных (8*R*/8*S*)-3-*R*-8-арил-6-оксо-3,4,7,8-тетрагидро-2*H*,6*H*-пиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазин-9-карбонитрилов в сравнении с пирацетамом и кофеин-бензоатом натрия, для 6-оксо-8-{4-[(2-хлорбензил)окси]фенил}-3-(2-этоксифенил)-3,4,7,8-тетрагидро-2*H*,6*H*-пиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазин-9-карбонитрила аналептический эффект значительно превосходит таковой у последнего.

**Abstract**

On the models of total bisides ligation of common carotid arteries and " thiopental anesthesia " in white rats of both sexes studied antyischemic and analeptic activity of some derivatives (8*R*/8*S*)-3-*R*-8-aryl-6-oxo-3,4,7,8-tetrahydro-2*H*,6*H*-pyrido[2,1-*b*][1,3,5]thiadiazine-9-carbonitriles in comparison with pyracetam and coffeine - sodium benzoate , for 8-{4-[(2-chlorobenzyl)oxy]phenyl}-3-(2-ethoxyphenyl)-6-oxo-3,4,7,8-tetrahydro-2*H*,6*H*-pyrido[2,1-*b*][1,3,5]thiadiazine-9-carbonitrile analeptic effect is much greater than that of the latter.

**Ключевые слова:** противоишемическая активность, аналептическая активность, производные тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина, тиопентал натрия, кофеин-бензоат натрия.

**Key words:** antyischemic activity, analeptic activity, derivatives tetrahydropyrido[2,1-*b*][1,3,5]thiadiazine, thiopental sodium, coffein-sodium benzoate.

Актуальность изучения производных 1,3,5-тиадиазина обусловлена в первую очередь их разнообразной биологической активностью и высокой востребованностью в медицине и сельском хозяйстве. Общие вопросы химии и применения 1,3,5-тиадиазинов рассмотрены в ряде фундаментальных обзоров [1-7]. При этом необходимо отметить, что практические аспекты использования конденсированных производных 1,3,5-тиадиазина до настоящего времени изучены в заметно меньшей степени.

Недавно нами было показано, что тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазины могут выступать эффективными ингибиторами репликации клещевых флавивирусов, при этом, в испытаниях *in vivo* они проявляют низкую общую токсичность [8]. Были обнаружены образцы с отчетливо выраженной анальгетической активностью, значительно превосходящей таковую у анальгина [9], проведены исследования их противовоспалительной и антипиретической активности.

Поэтому особый интерес представляют скрининговые исследования по выявлению противоишемической и аналептической активности производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина. Арсенал современных церебропротекторных средств представлен пирацетамом и рядом ГАМКподобных препаратов, которые не всегда эффективны в силу ограниченности фармакологического действия. Нарушение когнитивных и ассоциативных функций в условиях церебральных патологий протекают на фоне выраженных структурных изменений тканей мозга за счет угнетения процессов биоэнергетики, развития глутаматной «эксайтотоксичности», гиперпродукции активных форм кислорода, снижения активности антиоксидантных систем, активации апоптоза. Поэтому актуальным является поиск церебропротекторов, сочетающих антиоксидантные, противоишемические и ноотропные свойства [10].

Кроме того, с одной стороны, аналептики являются антагонистами наркотических веществ, применяются при угнетении дыхания вследствие отравления угарным газом и оказывают выраженное пробуждающее действие при наркозе [11, 12]. Это повышает умственную и физическую работоспособность, стимулирует психическую деятельность, двигательную активность, укорачивает время реакций, временно уменьшает утомление и сонливость у пациентов. В этой связи весьма целесообразными видятся исследования по изучению аналептической активности тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазинов.

**Цель исследования.** Провести исследование противоишемической и аналептической активности группы производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина.

**Материалы и методы исследования.**

Для исследований были отобраны (8*R*/8*S*)-3-*R*-8-арил-6-оксо-3,4,7,8-тетрагидро-2*H*,6*H*-пиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазин-9-карбонитрилы (1-10), синтезированные нами по некатализируемой реакции Манниха замещенных тетрагидропиридин-2-тиолатов *N*-метилморфолина с первичными аминами и избытком формальдегида [12, 13]:

Биологические исследования проводились на 78 белых беспородных половозрелых крысах обоего пола массой 230-270 г в осенне-зимний период в сертифицированной морфологической лаборатории ГУ «Луганский государственный медицинский университет» (свидетельство №РБ105/2008 от 30.12.2011р.). Условия содержания животных и манипуляции, проводившиеся с ними, соответствовали требованиям, содержащимися в методических рекомендациях по этической экспертизе биомедицинских исследований [14]. Крысы были распределены на интактную, контрольную (тиопентал натрия), группу сравнения (кофеин-бензоат натрия) и 10 подопытных групп по количеству исследуемых оригинальных производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина.

Определение аналептической активности проводилось на модели «тиопенталового наркоза» [15]. Исследуемые вещества вводили внутривенно в дозе 5 мг/кг за 1 час до индукции наркоза. Животные контрольной группы получали тиопентал натрия в дозе 70мг/кг. В качестве препарата сравнения использовали кофеин-бензоат натрия внутривенно в дозе 10 мг/кг. Аналептический эффект оценивали по времени наступления

наркоза, его длительности и поведению животных подопытных групп на протяжении последующих 2 суток.

Экспериментальной моделью для определения противоишемической активности был избран патологический процесс, развивающийся у подопытных животных после необратимой двусторонней перевязки общих сонных артерий до места их бифуркации на наружную и внутреннюю ветви под натрий-тиопенталовым наркозом (70мг/кг). Три вещества, являющиеся оригинальными производными тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина, и способные ввести животных в наркоз, были введены внутривенно крысам опытных групп за 1,5 часа до оперативного вмешательства. Препаратом сравнения был избран пирацетам (250мг/кг). Противоишемические свойства препаратов оценивались по показателям летальности крыс через 6, 12 и 24 часа после необратимого двустороннего лигирования общих сонных артерий крыс.

Первичные данные, полученные при проведении экспериментальной части исследования, показали нормальность распределения в исследуемых выборках значений. Выборки оценивались как непрерывные, достаточные по вариативности признака. Для определения достоверности различий использовался *t*-критерий [16].

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные скрининговые исследования аналептической активности среди производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина показали различия во времени наступления наркоза, качественных характеристиках наркоза – длительности, глубины, а также в особенностях течения постнаркотического периода. Крысы контрольной группы после 20 минутного глубокого наркоза, наступившего на 6-7 минуте, активны. Внутривенное введение препарата сравнения кофеина-бензоата натрия за 1 час введения крыс в наркоз привело к более чем втроекратному удлинению времени введения в наркоз, и укорочению на 25% времени пребывания в наркозе.

Анализ результатов экспериментального исследования показал, что исследуемые образцы производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина по аналептическим свойствам можно разделить на три группы. Так, крысы подопытных групп, получившие соединения **3**, **6**, **7** и **10** за 1 час введения в наркоз характеризовались тем, что стадии наркоза у них не наступило. Ни одно животное из этих подопытных групп не приняло боковой позы. Однако через 10 минут после введения тиопентала натрия у крыс отмечалась незначительная вялость, которая исчезла в течение 20 минут. Все крысы этих групп живы, активны, проявляют интерес к пище. Такая реакция может свидетельствовать о наличии сильного аналептического действия. Учитывая химическое строение тиопентала натрия и его механизм действия, вероятным видится способность исследуемых образцов производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина блокировать барбитуровые участки ГАМК<sub>A</sub>-бензодиазепин, барбитурового рецепторного комплекса. Кроме того, возможно наличие в спектре их фармакологических эффектов налоксоноподобной активности, что может служить предпосылкой к дальнейшим исследованиям в этом ключе.

В группе лабораторных животных, получивших вещество **9** до введения в тиопенталовый наркоз, обнаружены следующие особенности: после введения препарата крысы агрессивны и возбуждены. Время вхождения в наркоз 4 минуты. На протяжении первого часа наблюдения умерло 50% животных. Через 16 часов 16,6% животных не вышло из наркоза, а 33,3% животных крайне заторможены, не оказывают сопротивления, не убегают с лотка. Учитывая, полученные результаты ранее проведенных экспериментальных исследований о крайне низкой токсичности всех исследуемых образцов [8], такая картина может свидетельствовать о потенцировании действия тиопентала натрия и/или образовании токсичных для дыхательного и сосудодвигательного центра продуктов взаимодействия тиопентала натрия с исследуемыми веществами либо их метаболитами.

Вещество **5**, введенное подопытным животным за 1 час до экспериментального моделирования неингаляционного наркоза в дозе 5 мг/кг, способствовало ускорению в 3

раза вхождения в наркоз. При этом на протяжении первого часа 50% крыс этой группы погибло, а оставшиеся 50% погибли на протяжении еще 1,5 часов.

В группе подопытных животных, получавших внутривенно вещество **1** за 1 час до тиопенталового наркоза, обнаружено шестикратное удлинение периода введения в наркоз, длительность наркоза сопоставима с контролем. Однако через 16 часов 33,3% крыс погибли, остальные животные резко заторможены.

Вещество **8** по сравнению с контролем - наркоз наступает в 3 раза быстрее, а по продолжительности незначительно короче. В подопытной группе с веществом **4** зарегистрированы показатели, сопоставимые с таковыми в контрольной группе животных.

Оригинальное вещество с лабораторным шифром **2** значительно увеличивают время введения в наркоз, обладают выраженной аналептической активностью, превосходящей таковую у кофеина. Обнаружено троекратное удлинение периода введения в наркоз животных этой подопытной группы. При этом животные не заторможены, активны, проявляют интерес к пище.

Результаты исследований по противоишемической активности избранных производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Длительность жизни крыс, получавших производные тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина, после двусторонней перевязки общих сонных артерий**

Группа	Показатели гибели крыс после двусторонней перевязки общих сонных артерий (%)				
	1 час	6 часов	12 часов	24 часа	36 часов
<b>Контроль (изотонический раствор натрия хлорида)</b>	33,3	66,6	83,2	83,2	100
<b>Группа сравнения (пирацетам)</b>	16,6	33,3	50	83,2	100
<b>2</b>	50	100	-	-	-
<b>4</b>	83,2	100	-	-	-
<b>8</b>	100	-	-	-	-

Приведенные данные свидетельствуют об отсутствии противоишемической церебропротекторной активности у производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина, определяемой на модели двустороннего необратимого лигирования общих сонных артерий у крыс. Возможно, этот факт связан с предварительным влиянием тиопенталового наркоза.

Таким образом, проведенные исследования на наличие в спектре фармакологической активности 10 новых биологически активных соединений на основе производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина показали наличие максимально выраженной аналептической и антинаркотической активности у соединений с лабораторными шифрами **3, 6, 7** и **10**. У соединения **2**, который представляет собой 6-оксо-8-{4-[(2-хлорбензил)окси]фенил}-3-(2-этоксифенил)-3,4,7,8-тетрагидро-2*H*,6*H*-пиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазин-9-карбонитрил, аналептический эффект значительно превосходит таковой у кофеин-бензоата натрия.

#### Список литературы

1. J.C. Bermello, R. P. Piñeiro, L.M. Fidalgo, H.R. Cabrera, M.S. Navarro. Thiadiazine Derivatives as Antiprotozoal New Drugs // The Open Medicinal Chemistry Journal, 2011, № 5, pp. 51-60.

2. В.В. Доценко, К.А. Фролов, С.Г. Кривоколыско. Синтез частично гидрированных 1,3,5-тиадиазинов по реакции Манниха // *Химия гетероциклических соединений* 2015, Т. 51, № 2, с. 109–127. [Chem. Heterocycl. Compd. 2015, 51(2), 109–127].
3. H. Kanno. An approach to a novel insect growth regulator buprofezin (Applaud®) // *Pure & Appl. Chem.*, 1987, Vol. 59, No. 8, pp. 1027–1032.
4. R.K. Smalley. 1,3,5-Oxadiazines and 1,3,5-Thiadiazines // *In Comprehensive Heterocyclic Chemistry II*, Boulton, A. J., Ed.; Elsevier: Oxford, 1996, vol. 6, pp. 783-823.
5. N. Shobana, P. Farid. 1,3,5-Oxadiazines and 1,3,5-Thiadiazines // *In Comprehensive Heterocyclic Chemistry III*, Katritzky, A. R.; Ramsden, C. A.; Scriven, E. F. V.; Taylor, R. J. K. (Eds.); Elsevier: Oxford, 2008, vol. 9, pp. 457-521.
6. H. Rodríguez, M. Suárez, F. Albericio. Thiadiazines, N,N-Heterocycles of Biological Relevance // *Molecules* 2012, 17, pp. 7612-7628; doi:10.3390/molecules17077612.
7. C.J. Moody. Polyoxa, Polythia and polyaza Six-membered Ring Systems // *In Comprehensive Heterocyclic Chemistry*, Katritzky, A. R.; Rees, C. W., Eds.; Pergamon Press: Oxford, 1984, vol. 3, pp. 1039-1086.
8. Osolodkin Dmitry I. Inhibitors of Tick-Borne Flavivirus Reproduction from Structure-Based Virtual Screening / Dmitry I. Osolodkin, Liubov I. Kozlovskaya, Evgenia V. Dueva, Victor V. Dotsenko, Yulia V. Rogova, Konstantin A. Frolov, Sergey G. Krivokolysko, Ekaterina G. Romanova, Alexey S. Morozov, Galina G. Karganova, Vladimir A. Palyulin, Vladimir M. Pentkovski, Nikolay S. Zefirov // *ACS Med. Chem. Lett.* – 2013. – 4. – PP. 869–874.
9. Бибик Е.Ю., Ярошевская О.Г., Камлов В.В., Мельников Д.Н. Анальгетическая активность производных тетрагидропиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина // *Евразийский союз ученых.* - 2015. - №10(19), ч. 6, с.135-140.
10. Бибик Е.Ю. Экспериментальное обоснование комбинированного применения ацелизина и тиотриазолина в условиях острой ишемии головного мозга // Автореферат дисс. – канд.мед.н., Киев, 2002.-20с.
11. Арбузов С.Я. Пробуждающее и антинаркотическое действие стимуляторов нервной системы / С.Я. Арбузов. - Ленинград: Медгиз, 1960. - 269 с.
12. Арбузов С.Я. Системный нервный наркоз / С.Я. Арбузов, М.И. Никифоров. - Ленинград: Медицина, 1967. - 224 с.
13. Dotsenko Victor V. Design and Synthesis of Pyrido[2,1-*b*][1,3,5]thiadiazine Library via Uncatalyzed Mannich-Type Reaction / Victor V. Dotsenko, Konstantin A. Frolov, Tatyana M. Pekhtereva, Olena S. Papainina, Sergey Yu. Suykov, Sergey G. Krivokolysko 2014. *ACS Comb. Sci.* 2014. (16): 543-550. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/co5000807>
14. В. В. Доценко, С. Г. Кривоколыско, А. Н. Чернега, В. П. Литвинов. Синтез и структура производных пиридо[2,1-*b*][1,3,5]тиадиазина // *Доклады АН*, 2003, Т. 389, №6, с. 763-767. [Doklady Chemistry, Vol. 389, Nos. 4–6, 2003, pp. 92–96].
15. Белоус Ю.Б. Этическая экспертиза биомедицинских исследований / Метод. рекомендации под ред. Ю.Б. Белоуса. - Москва, 2005. -156с.
16. Хабриев Г.У. Руководство по экспериментальному доклиническому изучению новых фармакологических веществ. -М.: Медицина. – 2005. – 832 с.
17. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика // — М.: Физматлит. - 2006. — 816 с.

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ И АДАПТИВНОЙ МОДЕЛЕЙ

**Антипова Т.Н.**

*ФГБОУ ВО “Московский технологический университет”, МИРЭА  
Москва*

### STATISTIC PROGNOSTICATION BASED ON THE LINEAR AND ADAPTIVE MODELS

**Antipova T.N.**

*FSBEI of Higher Education “Moscow Technological University”, MIREA  
Moscow*

#### **Аннотация**

Рассматриваются вопросы автоматизации статистического прогнозирования на основе линейной и адаптивной модели. В ТП Excel для каждой модели проектируются электронные таблицы для автоматизации расчета параметров модели, анализа ее качества, нахождения результатов прогнозирования. На основании информации, полученной для отдельных моделей, строятся сводные таблицы, с помощью которых выбирается нужная модель. Изложенный материал поясняется на конкретном примере.

#### **Abstract**

Discusses the automation of statistic prognostication based on the linear and adaptive models. In the spreadsheet program Excel for each model designed spreadsheets to automate the calculation of the model parameters, analysis of its quality, finding the prediction results. On the basis of the information obtained for individual models, constructed summary tables, which help in selecting the right model. The material described is illustrated on a concrete example.

**Ключевые слова:** статистическое прогнозирование, линейная и адаптивная модели, электронные таблицы в Excel

**Keywords:** statistic prognostication, linear and adaptive models, electronic tables Excel

#### **Введение**

В современном обществе большое внимание уделяется задачам прогнозирования. Решение таких задач можно выполнять методами статистического прогнозирования [1]. Процесс прогнозирования, опирающийся на такие методы, распадается на два основных этапа. Это обобщение данных, наблюдаемых за достаточно продолжительный период, и представление статистических закономерностей в виде модели, которая, как правило, выражается аналитической функцией. На практическую значимость и точность статистического прогноза сильно влияет выбор модели, используемой для оценки основной компоненты уровня. Нужная модель выбирается после оценки ее качества со статистической точки зрения, т.е. после исследования модели на адекватность и точность.

В статистическом прогнозировании информация о динамике показателей задается временными рядами (ВР) наблюдений, состоящими из  $N$  уровней  $Y_{\phi}(t)$ ,  $t = 1, \dots, N$ . Формально задача прогнозирования сводится к получению оценок  $Y_p(t)$  уровней ВР на некотором будущем временном интервале, т.е. в моменты времени  $t = N + 1, \dots, N + k$ .



Такой процесс связан с многочисленными расчетами и пересчетами, которые можно реализовать с помощью специальных статистических пакетов, таких как Statistica, Statgraphics и других. Однако это можно сделать без финансовых и временных затрат на приобретение и освоение специального программного обеспечения.

В данной работе показано статистическое прогнозирование исследуемого показателя, заданного ВР, состоящим из  $N$  уровней, на  $k$  шагов вперед, путем автоматизации расчетов и текстовых выводов в ТП Excel. Для этого используются линейная и адаптивная модели. После нахождения уравнения модели осуществляется оценка ее качества и построение точечных и интервальных прогнозов. Это делается путем проектирования для каждой модели основных электронных таблиц (ЭТ) и ЭТ дополнительных имен. Основные таблицы нужны для вычисления параметров модели и нахождения ее уравнения; для анализа качества модели; для точечного и интервального прогнозирования с помощью построенной модели. В этих таблицах широко используется автоматизация расчетов по формулам и автоматизация получения текстовых выводов об уравнении модели и ее качестве. Автоматизация расчетов и текстовых выводов, а также связь между основными таблицами модели осуществляется с помощью ее таблицы дополнительных имен. Работа логических формул, используемых для анализа качества моделей и получения соответствующих выводов, реализуется с помощью таблицы дополнительных имен общей для всех моделей.

Основные ЭТ и таблицу дополнительных имен каждой модели можно представить в виде отдельной электронной книги, предназначенной для прогнозирования только по этой модели. Для выполнения сравнительного анализа результатов прогнозирования, на основе разных моделей, основные и дополнительные таблицы всех моделей должны находиться в одной электронной книге. В этой общей электронной книге проектируются еще две основные сводные ЭТ. Одна из них предназначена для сравнительного анализа качества построенных моделей. Другая таблица используется для сравнения точечных и интервальных прогнозов, полученных на основе разных моделей. Сводные таблицы автоматически заполняются данными из основных таблиц и анализируются. Затем делается вывод о том, какую из моделей нужно использовать для прогнозирования исследуемого показателя.

**Таблица 1.** Динамика сбыта продукции

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сбыт продукции (тыс. ед.)	72	74	76	75	79	80	82	85	89

Работа электронной книги “Сравнительный анализ двух моделей статистического прогнозирования”, предназначенной для прогнозирования на пять шагов вперед ( $k = 5$ ) показателей, заданных ВР, состоящими из девяти уровней, ( $N = 9$ ), показана на примере ВР, в котором отражена динамика сбыта продукции предприятия за девять месяцев (таблица 1).

### Прогнозирование на основе линейной модели

Прогнозирование на основе линейной модели (ЛМ) предполагает, что оценка прогнозируемого показателя  $Y_p(t)$  осуществляется по формуле (1):

$$Y_p(t) = a + b \cdot t \quad (1)$$

В формуле (1)  $a$  и  $b$  – параметры модели. Они оцениваются по методу наименьших квадратов (МНК) [1;2], согласно которому

$$b = \frac{\sum_{t=1}^N ((t - t_{cp}) \cdot (Y_{\phi} - Y_{\phi cp}))}{\sum_{t=1}^N (t - t_{cp})^2},$$

$$a = Y_{\phi cp} - b \cdot t_{cp}.$$

Такая оценка параметров выполняется с помощью таблицы “Оценка

параметров ЛМ” (таблица 2). После указания в столбце  $Y_{\phi}(t)$  информации о прогнозируемом показателе вычисляются параметры модели  $b = 118,0000/60 = 1,9667$  и  $a = 79,1111 - 1,9667 \cdot 5 = 69,2778$ . Затем находится уравнение ЛМ (2).

**Таблица 2.** Оценка параметров ЛМ

Номер п/п	$t$	$t-t_{cp}$	$(t-t_{cp})^2$	$Y_{\phi}(t)$	$Y_{\phi}(t)$	$(t-t_{cp}) \cdot Y_{\phi}(t)$	$Y_p(t)$	$E(t)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	-4	16	72	-7,1111	28,4444	71,2444	0,7556
2	2	-3	9	74	-5,1111	15,3333	73,2111	0,7889
3	3	-2	4	76	-3,1111	6,2222	75,1778	0,8222
4	4	-1	1	75	-4,1111	4,1111	77,1444	-2,1444
5	5	0	0	79	-0,1111	0,0000	79,1111	-0,1111
6	6	1	1	80	0,8889	0,8889	81,0778	-1,0778
7	7	2	4	82	2,8889	5,7778	83,0444	-1,0444
8	8	3	9	85	5,8889	17,6667	85,0111	-0,0111
9	9	4	16	89	9,8889	39,5556	86,9778	2,0222
Сумма	45	0	60	712	0,0000	118,0000	375,889	0,0000
Среднее зна-	5			79,1111				
$a$	69,2778				$b$	1,9667		

$$Y_p(t) = 69,2778 + 1,9667 \cdot t \quad (2)$$

Качество модели определяется ее адекватностью и достаточной точностью. Модель считается адекватной, если ее ряд остатков  $E(t)$  обладает свойствами случайности и независимости последовательных уровней, а также, с надежностью близкой к единице, подтверждается гипотеза о нормальности распределения последовательных уровней этого ряда.

Оценка качества модели выполняется с помощью ЭТ “Проверка случайности и независимости” и “Проверка нормальности и точности” [1;4]. При проектировании этих таблиц для проверки случайности уровней ряда остатков используется критерий поворотных точек. Проверка независимости (отсутствия автокорреляции) осуществляется путем проверки отсутствия в ряде остатков систематической составляющей. Это делается с помощью  $d$ -критерия Дарбина-Уотсона. Соответствие ряда остатков нормальному закону распределения определяется при помощи  $R/S$ -критерия. Ряд остатков ЛМ (2) указан в столбце  $E(t)$  таблицы 2. Применение к нему перечисленных критериев, с надежностью  $p$  близкой к единице, указывает на адекватность модели.

Точность модели определяется средним квадратичным отклонением  $s$  (точнее его наилучшей статистической оценкой) и средней относительной ошибкой  $E_{отн}$ . Для ЛМ (2)  $E_{отн} = 1,5573\%$  (менее 5%), что свидетельствует об удовлетворительной точности этой модели [3].

**Таблица 3.** Точечное и интервальное прогнозирование по ЛМ

$t$	Шаг $k$	Прогноз $Y_p(N+k)$	$U(k)$	Нижняя граница $Y_p(N+k)-U(k)$	Верхняя граница $Y_p(N+k)+U(k)$
$l$	$2$	$3$	$4$	$5$	$6$
10	1	88,9444	1,6431	87,3014	90,5875
11	2	90,9111	1,7389	89,1722	92,6500
12	3	92,8778	1,8457	91,0321	94,7234
13	4	94,8444	1,9617	92,8827	96,8061
14	5	96,8111	2,0854	94,7257	98,8965

В таблице 3 указаны данные о точечном и интервальном прогнозировании ( $p = 0.7$ ) на пять шагов вперед на основе ЛМ (3). Так как эта модель обладает свойствами адекватности и точности, то утверждение о том, что, при сохранении сложившихся закономерностей развития, результат прогноза попадет в интервал, образованный нижней и верхней границами, правомерно.

#### Прогнозирование на основе адаптивной модели

В прогнозировании, для лучшего учета особенностей изменения исследуемого показателя в конце интервала наблюдения, используются адаптивные модели. В таких моделях наибольшее значение при оценке параметров придается последним наблюдениям. Рассмотрим одну из таких моделей – модель Брауна (3), в которой  $k$  – число шагов прогнозирования,  $a(t-1)$ ,  $b(t-1)$  – параметры модели.

$$Y_p(t) = a(t-1) + b(t-1) \cdot k \quad (3)$$

Корректировка  $a(t)$  и  $b(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, N$ , осуществляется по формулам (4).

$$a(t) = a(t-1) + b(t-1) + E(t) \cdot (1-B^2), \quad b(t) = b(t-1) + E(t) \cdot (1-B)^2 \quad (4)$$

В этих формулах  $B$  – коэффициент дисконтирования данных, отражающий большую степень доверия к более поздним показаниям,  $E(t)$  – отклонение расчетного показателя от фактического,  $a(0)$ ,  $b(0)$  – начальные значения параметров модели.

Начальные значения параметров  $a(0)$  и  $b(0)$  являются базой для последующих уточнений. Они оцениваются по первым пяти известным уровням  $Y_\phi(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, 5$ , при помощи МНК. Такая оценка выполняется в таблице 4. В результате получается  $b(0) = 15,0000/10 = 1,5000$  и  $a(0) = 75,2000 - 1,5000 \cdot 3 = 70,7000$ . Затем эти оценки уточняются.

**Таблица 4.** Нахождение начальных значений параметров.

Номер п/п	$t$	$t-t_{cp}$	$(t-t_{cp})^2$	$Y_\phi(t)$	$Y_\phi(t)-$	$(t-t_{cp}) \cdot (Y(t)-Y_{фсп}(t))$	$Y_p(t)$
$l$	$2$	$3$	$4$	$5$	$6$	$7$	$8$
1	1	-2	4	<b>72</b>	-3,2000	6,4000	72,2000
2	2	-1	1	<b>74</b>	-1,2000	1,2000	73,7000
3	3	0	0	<b>76</b>	0,8000	0,0000	75,2000
4	4	1	1	<b>75</b>	-0,2000	-0,2000	76,7000
5	5	2	4	<b>79</b>	3,8000	7,6000	78,2000
Сумма	15	0	10	376	0,0000	15,0000	376
Среднее значение	3			75,2000			
$a(0)$		70,7000		$b(0)$	1,5000		

Предположим, что  $k = 1$ . Тогда значения прогнозируемого показателя вычисляются по формуле (5).

$$Y_p(t) = a(t-1) + b(t-1) \quad (5)$$

Пусть в формулах (4)  $B = 0,6$ , тогда с учетом формулы (5), получаются формулы (6), которые используются для корректировки значений параметров.

$$a(t) = Y_p(t) + E(t) \cdot 0,64, \quad b(t) = b(t-1) + E(t) \cdot 0,16 \quad (6)$$

Для уточнения текущих значений величин  $Y_p(t)$ ,  $a(t)$ ,  $b(t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, 9$ , по формулам (5) и (6), используется таблица 5.

После уточнения значений параметров на последнем шаге, с учетом того, что  $a(9) = 88,0443$ ,  $b(9) = 2,3171$ , находится соответствующее уравнение модели Брауна (7), в котором  $N = 9$ .

**Таблица 5.** Уточнение параметров АМ

Номер п/п	$t$	$Y_{\phi}(t)$	$t-1$	$a(t-1)$	$a(t)$	$b(t-1)$	$b(t)$	$Y_p(t)$	$E(t)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	72	0	<b>70,7000</b>	72,0720	<b>1,5000</b>	1,4680	72,2000	-0,2000
2	2	74	1	72,0720	73,8344	1,4680	1,5416	73,5400	0,4600
3	3	76	2	73,8344	75,7754	1,5416	1,6414	75,3760	0,6240
4	4	75	3	75,7754	75,8700	1,6414	1,2548	77,4168	-2,4168
5	5	79	4	75,8700	78,3249	1,2548	1,5548	77,1248	1,8752
6	6	80	5	78,3249	79,9567	1,5548	1,5740	79,8797	0,1203
7	7	82	6	79,9567	81,8311	1,5740	1,6491	81,5307	0,4693
8	8	85	7	81,8311	84,4529	1,6491	1,8923	83,4802	1,5198
9	9	89	8	84,4529	<b>88,0443</b>	1,8923	<b>2,3171</b>	86,3451	2,6549

$$Y_p(N+k) = 88,0443 + 2,3171 \cdot k \quad (7)$$

Проверка качества модели осуществляется по критериям, указанным для ЛМ (2), на основании ряда остатков  $E(t)$  таблицы 5. Его исследование с надежностью близкой к единице указывает на адекватность полученной АМ Брауна. Эта модель имеет удовлетворительную точность, т.к. имеет следующие характеристики точности:  $S = 1,5649$ ,  $E_{отн} = 1,4234\%$ .

Данные о прогнозировании на основе АМ (7) приводятся в таблице 6.

**Таблица 6.** Точечное и интервальное прогнозирование по АМ

$t$	Шаг $k$	Прогноз $Y_p(N+k)$	$U(k)$	Нижняя граница $Y_p(N+k)-U(k)$	Верхняя граница $Y_p(N+k)+U(k)$
$1$	$2$	$3$	$4$	$5$	$6$
10	1	90,3613	2,0310	88,3303	92,3923
11	2	92,6784	2,1494	90,5290	94,8278
12	3	94,9954	2,2814	92,7140	97,2768
13	4	97,3125	2,4248	94,8877	99,7373
14	5	99,6296	2,5777	97,0518	102,2073

**Сравнительный анализ моделей.**

Результаты исследования качества ЛМ(2) и АМ(7) приводятся в таблице 7.

**Таблица 7.** Таблица качества моделей

Модель	Незави- си- мость	Слу- чай- ность	Норма- льность	Адекват- ность	S	$E_{отн},$ %	Точность
Линейная $Y(t)=69,2778+1,9667 \cdot t$	да	да	да	выполня- ется	1,266	1,2337	удовлетвори- тельная
Адаптивная $Y(t)=88,0443+2,3171 \cdot k$	да	да	да	выполня- ется	1,5649	1,4234	удовлетвори- тельная

Результаты точечного и интервального прогнозирования ( $p = 0,7$ ) приводятся в таблице 8.

**Таблица 8.** Таблица результатов прогнозирования

$t$	Шаг $k$	Линейная модель		Адаптивная модель	
		$Y_p(N+k)$	$U(k)$	$Y_p(N+k)$	$U(k)$
$1$	$2$	$3$	$4$	$5$	$6$
10	1	88,9444	1,6431	90,3613	2,0310
11	2	90,9111	1,7389	92,6784	2,1494
12	3	92,8778	1,8457	94,9954	2,2814
13	4	94,8444	1,9617	97,3125	2,4248
14	5	96,8111	2,0854	99,6296	2,5777

В выводах, полученных на основании таблиц 7 и 8, указывается на то, что обе модели имеют практическую значимость, так как удовлетворяют свойствам точности и адекватности. Точечные прогнозные оценки моделей имеют явную близость. Характеристики точности лучше у линейной модели. Для прогнозирования исследуемого показателя нужно использовать линейную модель. Дальнейший прогноз, на основании новых данных таблицы 1, может привести к другому результату.

Работа полезна при работе со студентами, т.к. позволяет им лучше освоить практическое применение методов математической статистики.

**Список литературы**

1. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. - М.: Статистика, 1979. - 200с.

2.Г.Корн, Т.Корн. Справочник по математике. *Для научных сотрудников и инженеров.* - М.: Наука, 1977.-.832с.

3.Гмурман В.Е.Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие.. - М.: Издательство Юрайт, 2010.-.479с.

4.Антипова Т.Н. Автоматизация экономического прогнозирования в ТП Excel: учеб. пособие. - М.: Изд.-во МГУПИ, 2008.-.86 с.

### **ШУМОВЫЕ ЭФФЕКТЫ: КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (РАЗДЕЛ 3)**

**Филатов-Бекман С. А.**

*Доцент Российской государственной специализированной академии искусств,  
кандидат педагогических наук,  
преподаватель Московской государственной консерватории им. П. И. Чайковского*

### **NOISE EFFECTS: COMPUTER INVESTIGATION OF SPECTRAL CHARACTERISTICS (PART 3)**

**Filatov-Beckmann S. A.**

*Associate Professor, Russian State Special Academia of Art,  
Teacher, Moscow Tchaikovsky Conservatory*

#### **Аннотация**

Обсуждаются результаты компьютерных экспериментов по сравнительному исследованию свойств белого и розового шумов в полосе частот около 4200 Гц. Приводятся сравнения фазовых реконструкций для средних и высоких частот. Обсуждается вопрос о параметрах самоорганизации.

#### **Abstract**

The results of computer investigation for comparative analyze of white noise and pink noise for frequency band around 4200 Hz are discussed. Are presented diagrams of phase reconstruction for middle and hay frequent. Parameters of self-organization are discussed.

**Ключевые слова:** сигнал, белый шум, розовый шум, фазовая реконструкция, параметры самоорганизации

**Keywords:** signal, white noise, pink noise, phase reconstruction, parameters of self-organization

Анализ шумовых сигналов, начатый нами в предыдущем разделе, имеет важное значение при проведении курсов музыкальной информатики и цифровой обработки музыкальных сигналов для студентов – музыкальных звукорежиссеров.

В работе [7] сравнивались сигналы белого и розового шумов (БШ и РШ соответственно) для узкой полосы частот, соответствующей низкому регистру фортепианной клавиатуры. В работах [5, 7, 8] аналогичное сопоставление проводилось также для достаточно узкой полосы частот, соответствующей низкому и среднему регистру (опорные частоты 20 и 330 Гц, расположенная в центральной части полос 20 – 21 Гц и 318 – 342 Гц соответственно). В предлагаемой работе анализируются некоторые свойства шумовых эффектов для высокочастотной области; опорная частота составляет 4186 Гц, ей соответствует полоса шириной 210 Гц.

Как известно, в процессе обработки музыкальной информации выделяются аналоговые, дискретные и цифровые сигналы [3]. Первые из них порождаются как классическими, так и электронными музыкальными инструментами, представляя собой акустические колебания; им можно поставить в соответствие непрерывную гладкую функцию, так как они существуют в любой момент времени на заданном интервале [2]. Дискретные сигналы существуют лишь в определенные (фиксированные) моменты времени; количество временных пунктов в течение одной секунды определяется частотой сэмплирования, изменяющейся в интервале от нескольких тысяч до 100-200 тысяч. Цифровым сигналам присуща квантовая природа, так как, помимо дискретизации информации по времени, амплитуда сигнала делится на значительное количество уровней, в слое между которыми сигналу приписывается постоянное значение (которое может варьироваться в зависимости от применяемого алгоритма квантования).

Как правило, дискретные и цифровые музыкальные сигналы порождаются при записи аналоговой информации; цифровые сигналы генерируются также на основе виртуальных синтезаторов, встроенных в компьютерные программы – музыкальные редакторы.

Чисто шумовые эффекты представляют немалый интерес как для компьютерных исследований, так и для современной композиции. Включение небольших «порций» белого или «окрашенного» шума способно привести к существенному изменению тембра как некоторой интегральной характеристики звучания, что весьма немаловажно для одного из направлений теории современной композиции – компьютерной музыки [4].

Компьютерные методы исследования являются практически единственным инструментом, позволяющим проникнуть во внутреннюю структуру цифровых музыкальных сигналов. Можно сформулировать несколько целей, которым отвечает данное направление исследований. Это – та или иная коррекция сигнала, оптимизация, т. е. «очистка» от посторонних призвуков; изменение темпа, высоты, тональности и тембра.

Перечисленные задачи можно отнести скорее к области музыкальной звукорежиссуры, и под сигналом в данном случае следует понимать полноценную запись той или иной сложности, которая после соответствующей обработки доводится до слушателя. Обработка записи осуществляется, как правило, на базе компьютерных программ, таких, как музыкальные редакторы и виртуальные студии.

Компьютерные эксперименты на основе различных музыкальных сигналов нацелены на фиксацию и исследование тех свойств музыкальной информации, которые, как правило, недоступны для непосредственного слухового восприятия, но могут играть существенную роль, например, в области современной музыкальной психологии. Генерация шумов, а также коррекция тембра в нашем случае осуществляется на основе программы – музыкального редактора Sound Forge [9].

Компьютерное исследование свойств музыкальных и, в частности, шумовых сигналов проводится на основе авторской музыкально-статистической модели (версия 4.1); ее достаточно подробное описание содержится в [6]. Данная модель способна вычислять некоторые характеристики сигнала, как чисто статистические, так и относящиеся к области современной нелинейной динамики, или синергетики.

Подобные возможности модели открывают, хотя бы в принципе, достаточно заманчивые перспективы. Очевидно, что простая фиксация тех или иных шумовых эффектов дает сравнительно мало пищи для размышлений. Качественного изменения ситуации можно было бы добиться лишь в том случае, если свойства «родственных» и далеких друг от друга шумовых эффектов будут сопоставлены друг с другом.

Один из способов организации подобного сопоставления состоит в выделении узких спектральных участков (полос) с последовательным сравнением свойств белого шума и его «окрашенных» аналогов. Поскольку любой музыкальный сигнал – динамическая (т. е. изменяющаяся во времени) система, постольку сопоставление переходит во

взаимодействие – философскую категорию, положенную в фундамент современной синергетики [1]. Именно процесс взаимодействия способен привести к явлениям *самоорганизации*, формирующимся в процессе эволюции динамической системы.

Самоорганизация характеризуется теми или иными параметрами. Проведенные нами эксперименты свидетельствуют о том, что на роль подобного параметра претендует *метрика*, или расстояние между точками фазовой реконструкции сигнала (рассмотренная в предыдущем разделе).

Практически все основные переменные музыкально-статистической модели в той или иной степени представляют собой функции метрики. Так, распределение пульсаций является отражением изменчивости расстояний между точками фазового «портрета», или метрики; интеграл корреляции показывает отношение количества значений метрики из некоторого диапазона к количеству всех возможных значений, или число возможных термодинамических состояний. Энтропия динамической системы есть логарифм количества термодинамических состояний; линейная аппроксимация графика энтропии позволяет оценить угловой коэффициент, или тангенс угла наклона прямой к горизонтальной оси; угловой коэффициент рассматривается как корреляционная (или фрактальная) размерность фазовой реконструкции. Мгновенное значение размерности может быть представлено как производная энтропии по логарифму метрики.

Сравним фазовые реконструкции БШ и РШ для средних (330 Гц) и высоких (около 4200 Гц) частот (верхний слева и нижний слева рисунки уже рассматривались нами в предыдущем разделе):

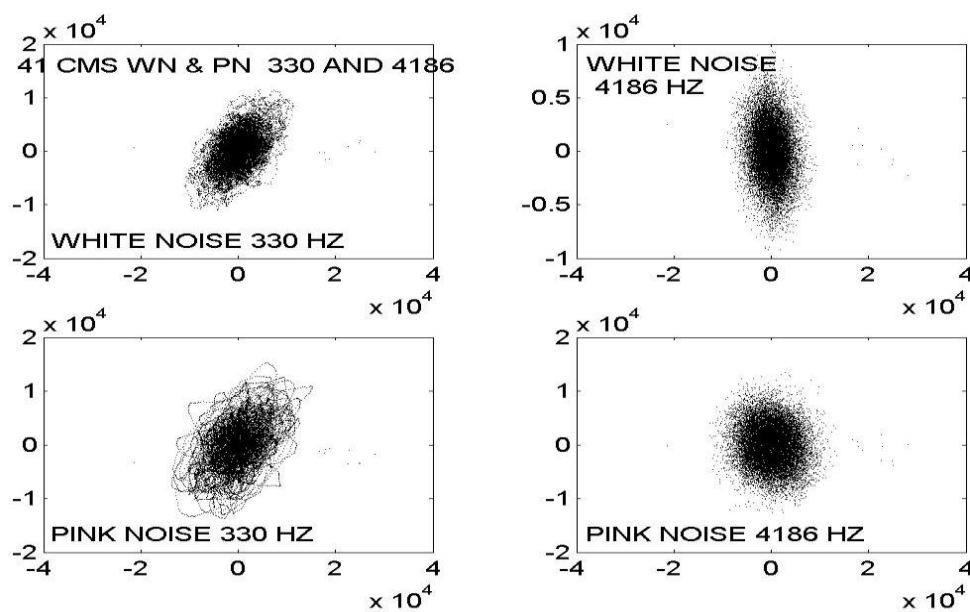


Рис. 1. Фазовые реконструкции белого и розового шумов для средних и высоких акустических частот

На первый взгляд может показаться, что рисунки достаточно близки друг к другу, однако более внимательный анализ позволяет сформулировать некоторые отличия.

Так, сравнивая между собой реконструкции БШ и РШ «по вертикали», т. е. для средних частот, отмечаем, что структура реконструкции РШ – более «рыхлая»; это проявляется в значительном количестве иррегулярных «траекторий» на периферии, отчетливо проступающих на рисунке. Реконструкции БШ и РШ для высоких частот ближе друг к другу; обе реконструкции отличаются достаточно компактной топологией.

Теперь проведем сравнение по горизонтали. Мы видим, что БШ сохраняет компактную структуру как для средних, так и для высоких частот; РШ «уплотняет» топологию с ростом частоты.



Для того чтобы оценить сложность иррегулярных траекторий фазовой реконструкции РШ для средних частот, приведем увеличенную копию левой нижней реконструкции на рис. 1:

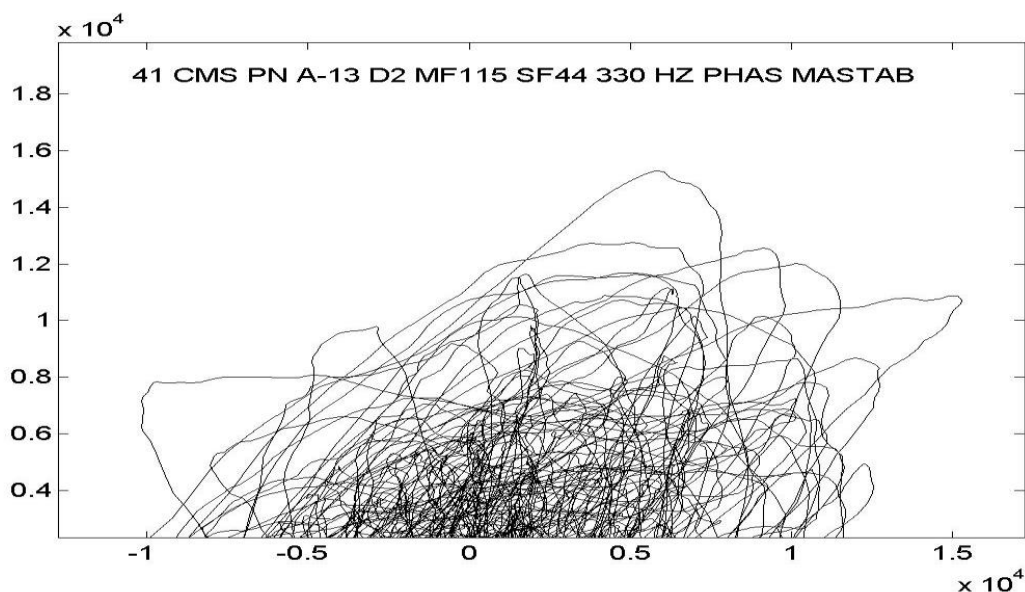


Рис. 2. Увеличенная копия фазовой реконструкции РШ для частоты 330 Гц

В данном случае нами сохранены линии, соединяющие множество точек. Как было отмечено в работе [7], фазовая реконструкция БШ для низких частот практически лишена внутренней структуры.

Таким образом, наши эксперименты показывают, что метрика может выступать как некоторый *параметр самоорганизации*; это проявляется в постепенном уплотнении топологии фазовых отображений двух видов рассмотренных шумов. Найденные закономерности носят пока чисто визуальный характер; количественное исследование данных закономерностей мы предполагаем провести в следующем разделе.

#### Литература

1. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 336 с.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Для вузов, том I. М., «Наука», 1976 г., 436 с. с илл.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер: 2007. – 751 с.: ил.
4. Теория современной композиции: Учебник. М., МУЗЫКА, 780 с.: муз., ил.
5. Development of Creative Potential with RSSAA Students at the Course “Electronic and Computer Music”. Sergei Filatov-Beckmann. – Proceedings of the 2015 International Conference on Arts, Design and Conterporary Education (ICADCE 2015). Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Volume 23. – Moscow, Russia. 22-23 April 2015. – Atlantic Press & Sruare des Bouleaux, 75019 Paris France. – PP. 551-553.
6. Филатов-Бекман С. А. Компьютерно-музыкальное моделирование: Учебное пособие для высшей школы. – М.: ООО «Сам полиграфист», 2015. – 160 с.: ил., нот.
7. Филатов-Бекман С. А. К вопросу о тонких спектральных характеристиках «белого» и «розового» шумов // Образование: традиции и инновации: Материалы X международной научно-практической конференции (17 декабря 2015 года). – Отв. редактор Уварина Н. В. – Прага, Чешская республика: Изд-во WORLD PRESS s r. O., 2016. – С. 229-233.
8. Филатов-Бекман С. А. О некоторых спектральных характеристиках различных видов шумов (раздел 2) (в печати)

9. Цоллер С. А. Создание музыки на ПК: от простого к сложному. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 320 с.: ил.

## ИЕРАРХИЧЕСКИЙ LRC-КОД ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

**Винников В.В.**

*технический писатель, ООО «Акронис»  
Москва,*

**Иваничкина Л.В.**

*программист-разработчик, ООО «Проект Икс»  
Москва*

## HIERARCHICAL LRC PROVIDING RELIABILITY OF DATA STORAGE SYSTEMS

**Vinnikov V.V.**

*technical writer, ООО Acronis  
Moscow,*

**Ivanichkina L.V.**

*software developer, ООО Proekt Iks  
Moscow*

### **Аннотация**

Настоящая работа посвящена исследованию свойств иерархического LRC метода, применяемого для обеспечения надежности систем хранения данных. Рассматриваемый метод относится к классу методов помехоустойчивого кодирования, которые позволяют при возникновении ошибок восстанавливать исходные данные за счет внесенной в них перед этим избыточности. В работе показано, что применение иерархической структуры дает возможность сократить вычислительные затраты на кодирование, что может быть существенным при реализации кода для медленных процессоров с низким уровнем энергопотребления.

### **Abstract**

This paper investigates the properties of hierarchical LRC, providing the reliability of data storage systems. The considered method belongs to erasure codes, which recover initial data from corruption at the cost of space overhead due to introduced redundancy.

**Ключевые слова:** помехоустойчивые коды, коды Рида—Соломона, LRC-коды, среднее время до потери данных, надежность хранилища.

**Keywords:** erasure codes, Reed—Solomon codes, LRC-codes, mean time to data loss, storage reliability.

### **Введение**

Современные требования по объему размещаемых полезных данных приводят к тому, что распределенные системы хранения петабайтного масштаба состоят из тысяч и десятков тысяч дисковых накопителей. Согласно законам математической статистики, в любом большом ансамбле элементы выходят из строя с достаточной регулярностью. При этом, чем больше мощность множества задействованных жестких дисков, тем выше совокупная частота отказов, как единичных, так и коллективных. Для компенсации выхода из строя дисковых накопителей и предотвращения необратимой потери данных, содержимое системы хранения резервируется путем добавления к исходному объему инфор-

мации некоторой избыточности. Часто избыточность организуется с помощью помехоустойчивых кодов, например, широко используемых  $(n, k)$  кодов Рида—Соломона, где  $k$  соответствует символьной длине блока исходных данных, а  $n$  — длине закодированных данных. В этом случае обеспечение надежности данных подразумевает размещение закодированных блоков данных на различных дисках системы, что гарантирует восстановление исходных данных при отказе не более  $(n - k)$  дисков.

Несмотря на то, то коды Рида—Соломона обеспечивают максимальный уровень помехоустойчивости при минимальном объеме вносимой избыточности, в современных распределенных системах хранения данных имеются ограничения по их практическому применению. В силу распределенной аппаратной архитектуры жесткие диски системы связаны между собой сетевыми каналами с ограниченной пропускной способностью и ненулевой задержкой при передаче данных. Так, при восстановлении отказавшего диска требуется передача блоков данных с  $k$  дисков, а следовательно, необходимо выполнение  $k$  сетевых операций. Для сокращения служебного сетевого трафика, различными производителями РСХД были предложены схемы кодирования, позволяющие восстановить исходные данные по меньшему числу блоков ценой увеличенных издержек на объем привнесенной избыточности.

#### Коды локального восстановления

Одним из вариантов компромиссных схем являются иерархические LRC-коды локального восстановления, изложенные, например, в работе [2]. Основное отличие от классических кодов Рида—Соломона заключается в древовидной структуре алгоритма кодирования, когда  $k_0$  блоков исходных данных кодируются  $(n_0, k_0)$  схемой Рида—Соломона, затем, каждый из  $n_0$  блоков закодированных данных разбивается на  $k_1$  блоков второго уровня и кодируется  $(n_1, k_1)$  схемой. Далее, алгоритм применяется рекурсивно до желаемого уровня вложенности. Например, для схемы  $n_i = 3, m_i = 2, i \in \{0; 1\}$  моделирующая Марковская цепь будет иметь следующие состояния.

Начальное состояние — нет дисковых сбоев:

$$S^{(000|000|000)}.$$

Одиночные дисковые сбои:

$$S_{(0,0,1)} = \{S^{(000|000|001)}, S^{(000|000|010)}, S^{(000|000|100)}\},$$

$$S_{(0,1,0)} = \{S^{(000|001|000)}, S^{(000|010|000)}, S^{(000|100|000)}\},$$

$$S_{(1,0,0)} = \{S^{(001|000|000)}, S^{(010|000|000)}, S^{(100|000|000)}\}.$$

Двойные дисковые сбои:

$$S_{(0,1,1)} = \{S^{(000|001|001)}, S^{(000|010|001)}, S^{(000|100|001)}, \dots, S^{(000|100|100)}\},$$

$$S_{(1,0,1)} = \{S^{(001|000|001)}, S^{(010|000|001)}, S^{(100|000|001)}, \dots, S^{(100|000|100)}\},$$

$$S_{(1,1,0)} = \{S^{(001|001|000)}, S^{(010|001|000)}, S^{(100|001|000)}, \dots, S^{(100|100|000)}\},$$

$$S_{(0,0,2)} = \{S^{(000|000|011)}, S^{(000|000|101)}, S^{(000|000|110)}\},$$

$$S_{(0,2,0)} = \{S^{(000|011|000)}, S^{(000|101|000)}, S^{(000|110|000)}\},$$

$$S_{(2,0,0)} = \{S^{(011|000|000)}, S^{(101|000|000)}, S^{(110|000|000)}\}.$$

Тройные дисковые сбои:

$$\begin{aligned}
S_{(1,1,1)} &= \{S^{(001|001|001)}, S^{(010|001|001)}, S^{(100|001|001)}, \dots, S^{(100|100|100)}\}, \\
S_{(0,1,2)} &= \{S^{(000|001|011)}, S^{(000|010|011)}, S^{(100|100|011)}, \dots, S^{(000|100|110)}\}, \\
S_{(1,0,2)} &= \{S^{(001|000|011)}, S^{(010|000|011)}, S^{(100|000|011)}, \dots, S^{(100|000|110)}\}, \\
S_{(0,2,1)} &= \{S^{(000|011|001)}, S^{(010|101|001)}, S^{(100|110|001)}, \dots, S^{(000|110|100)}\}, \\
S_{(1,2,0)} &= \{S^{(001|011|000)}, S^{(010|011|000)}, S^{(100|011|000)}, \dots, S^{(100|110|000)}\}, \\
S_{(2,0,1)} &= \{S^{(011|000|001)}, S^{(101|000|001)}, S^{(110|000|001)}, \dots, S^{(110|000|100)}\}, \\
S_{(2,1,0)} &= \{S^{(011|001|000)}, S^{(101|001|000)}, S^{(110|001|000)}, \dots, S^{(110|100|000)}\}, \\
S_{(0,0,3)} &= \{S^{(000|000|111)}\}, S_{(0,3,0)} = \{S^{(000|111|000)}\}, S_{(3,0,0)} = \{S^{(111|000|000)}\}.
\end{aligned}$$

Восстанавливаемые четверные дисковые сбои:

$$\begin{aligned}
S_{(1,1,2)} &= \{S^{(001|001|011)}, S^{(010|001|011)}, S^{(100|001|011)}, \dots, S^{(100|100|110)}\}, \\
S_{(1,2,1)} &= \{S^{(001|011|001)}, S^{(010|011|001)}, S^{(100|011|001)}, \dots, S^{(100|110|100)}\}, \\
S_{(2,1,1)} &= \{S^{(011|001|001)}, S^{(101|001|001)}, S^{(110|001|001)}, \dots, S^{(110|100|100)}\}, \\
S_{(0,1,3)} &= \{S^{(000|001|111)}, S^{(000|010|111)}, S^{(000|100|111)}\}, \\
S_{(1,0,3)} &= \{S^{(001|000|111)}, S^{(010|000|111)}, S^{(100|000|111)}\}, \\
S_{(0,3,1)} &= \{S^{(000|111|001)}, S^{(000|111|010)}, S^{(000|111|100)}\}, \\
S_{(1,3,0)} &= \{S^{(001|111|000)}, S^{(010|111|000)}, S^{(100|111|000)}\}, \\
S_{(3,0,1)} &= \{S^{(111|000|001)}, S^{(111|000|010)}, S^{(111|000|100)}\}, \\
S_{(3,1,0)} &= \{S^{(111|001|000)}, S^{(111|010|000)}, S^{(111|100|000)}\}.
\end{aligned}$$

Достижимые состояния безвозвратной потери данных:

$$\begin{aligned}
S_{(1,2,2)} &= \{S^{(001|011|011)}, S^{(010|011|011)}, S^{(100|011|011)}, \dots, S^{(100|110|110)}\}, \\
S_{(2,1,2)} &= \{S^{(011|001|011)}, S^{(101|001|011)}, S^{(110|001|011)}, \dots, S^{(110|100|110)}\}, \\
S_{(2,2,1)} &= \{S^{(011|011|001)}, S^{(101|011|001)}, S^{(110|011|001)}, \dots, S^{(110|110|100)}\}, \\
S_{(1,2,3)} &= \{S^{(001|011|111)}, S^{(010|011|111)}, S^{(100|011|111)}, \dots, S^{(100|110|111)}\}, \\
S_{(2,3,1)} &= \{S^{(011|111|001)}, S^{(101|111|001)}, S^{(110|111|001)}, \dots, S^{(110|111|100)}\}, \\
S_{(3,1,2)} &= \{S^{(111|001|011)}, S^{(111|010|011)}, S^{(111|100|011)}, \dots, S^{(111|100|110)}\}, \\
S_{(1,3,2)} &= \{S^{(001|111|011)}, S^{(001|111|011)}, S^{(100|111|011)}, \dots, S^{(100|111|110)}\}, \\
S_{(3,2,1)} &= \{S^{(111|011|001)}, S^{(111|101|001)}, S^{(111|110|001)}, \dots, S^{(111|110|100)}\}, \\
S_{(2,1,3)} &= \{S^{(011|001|111)}, S^{(101|001|111)}, S^{(110|001|111)}, \dots, S^{(110|100|111)}\}, \\
S_{(0,2,3)} &= \{S^{(000|011|111)}, S^{(000|101|111)}, S^{(000|110|111)}\}, \\
S_{(2,0,3)} &= \{S^{(011|000|111)}, S^{(101|000|111)}, S^{(110|000|111)}\}, \\
S_{(2,3,0)} &= \{S^{(011|111|000)}, S^{(101|111|000)}, S^{(110|111|000)}\}, \\
S_{(0,3,2)} &= \{S^{(000|111|011)}, S^{(000|111|101)}, S^{(000|111|110)}\}, \\
S_{(3,0,2)} &= \{S^{(111|000|011)}, S^{(111|000|101)}, S^{(111|000|110)}\}, \\
S_{(3,2,0)} &= \{S^{(111|011|000)}, S^{(111|101|000)}, S^{(111|110|000)}\}.
\end{aligned}$$

С учетом вышеизложенных выражений, состояния Марковской цепи можно представить в укрупненном виде:

$$\begin{aligned}
S_{0,0} &= S_{(0,0,0)}, S_{1,1} = \{S_{(0,0,1)}, S_{(0,1,0)}, S_{(1,0,0)}\}, \\
S_{2,1} &= \{S_{(0,1,1)}, S_{(1,0,1)}, S_{(1,1,0)}\}, S_{2,2} = \{S_{(0,0,2)}, S_{(0,2,0)}, S_{(2,0,0)}\}, \\
S_{3,1} &= \{S_{(1,1,1)}\}, S_{3,2} = \{S_{(0,1,2)}, S_{(1,0,2)}, S_{(1,2,0)}, S_{(0,2,1)}, S_{(2,0,1)}, S_{(2,1,0)}\}, \\
S_{3,3} &= \{S_{(0,0,3)}, S_{(0,3,0)}, S_{(3,0,0)}\}, S_{4,2} = \{S_{(1,1,2)}, S_{(1,2,1)}, S_{(2,1,1)}\}, \\
S_{4,3} &= \{S_{(0,1,3)}, S_{(1,0,3)}, S_{(1,3,0)}, S_{(0,3,1)}, S_{(3,0,1)}, S_{(3,1,0)}\}, \\
S_{5,3} &= \{S_{(1,1,3)}, S_{(1,3,1)}, S_{(3,1,1)}\}, \\
S_{DL} &= \left\{ \begin{array}{l} S_{(1,2,2)}, S_{(2,1,2)}, S_{(2,2,1)}, S_{(1,2,3)}, S_{(2,3,1)}, \\ S_{(3,1,2)}, S_{(1,3,2)}, S_{(3,2,1)}, S_{(2,1,3)}, S_{(0,2,3)}, \\ S_{(2,0,3)}, S_{(2,3,0)}, S_{(0,3,2)}, S_{(3,0,2)}, S_{(3,2,0)} \end{array} \right\}.
\end{aligned}$$

С учетом проведенных преобразований вид Марковской цепи представлен на рис.

1.

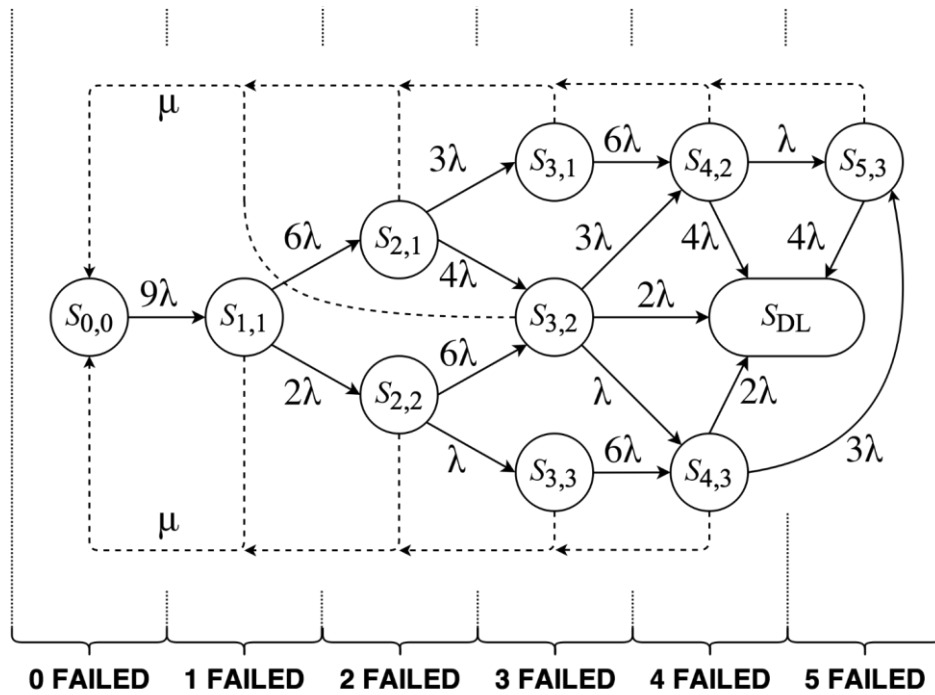


Рисунок 1. Марковская цепь для двухуровневого кода Рида—Соломона (3,2)

Из рисунка 1 видно, что итоговый фрагмент данных на максимальном уровне вложенности может гарантированно выдержать три дисковых сбоя и подмножество сбоев до пяти дисков включительно.

Согласно вышеописанной Марковской цепи, подматрица интенсивностей перехода  $E$  имеет вид:

$$\begin{pmatrix}
-9\lambda & 9\lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mu & -(8\lambda + \mu) & 6\lambda & 2\lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mu & 0 & -(7\lambda + \mu) & 0 & 3\lambda & 4\lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mu & 0 & 0 & -(7\lambda + \mu) & 0 & 6\lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\mu & 0 & 0 & 0 & -(6\lambda + \mu) & 0 & 0 & 6\lambda & 0 & 0 & 0 \\
\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & -(6\lambda + \mu) & 0 & 3\lambda & \lambda & 0 & 0 \\
\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -(6\lambda + \mu) & 0 & 6\lambda & 0 & 0 \\
\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -(5\lambda + \mu) & 0 & 0 & \lambda \\
\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -(5\lambda + \mu) & 3\lambda & 0 \\
\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -(4\lambda + \mu) & 0
\end{pmatrix}.$$

Уравнения для определения МТТФ имеют следующий матрично-векторный вид [1]:

$$E \times (T_1 T_2 \dots T_9 T_{10})^T = (1 0 \dots 0 0)^T, MTFP = \sum_{i=1}^{10} T_i.$$

### Результаты расчетов

Для численной оценки среднего времени до потери данных (MTTDL) можно использовать следующие модельные параметры хранилища, указанные в работе [3]. Пусть интенсивность дисковых сбоев  $\lambda$  будет равна  $(200000 \text{ часов})^{-1}$ , а интенсивность восстановления дисков  $\mu$  составляет  $(1 \text{ час})^{-1}$ . Расчет MTTDL для  $(n, k)$ -кода Рида—Соломона осуществляется по формулам [3]:

$$MTTDL_{Block} \cong \frac{\mu^{n-k}}{\lambda^{n-k+1} \prod_{\ell=0}^{n-k} (n - \ell)}, MTTDL_{Storage} \cong \frac{MTTDL_{Block}}{N_{Blocks}}.$$

Сравнительный анализ кодов LRC и Рида—Соломона показывает, что  $(9,4)$ -код Рида—Соломона, возвращающий такой же объем закодированных данных (9 блоков) по величине MTTDL превосходит на порядки иерархический LRC-код. Модель кода Рида—Соломона со схемой  $(7,4)$ , обеспечивающего такой же уровень надежности по гарантированному количеству восстанавливаемых ошибок как в иерархическом LRC-коде, возвращает величину MTTDL близкое к аналогичному значению для иерархического LRC-кода (см. рис. 2). При этом, результирующий объем данных, закодированных иерархической LRC-схемой оказывается выше на 2 блока.

Превышение объема является следствием уменьшения общей вычислительной нагрузки на сервер, поскольку в иерархической схеме используется только кодирование по схеме  $(3,2)$ , тогда как в одноуровневом коде Рида—Соломона проводятся расчеты по схеме  $(7,4)$ . Поскольку прямое систематическое кодирование имеет сложность  $O((n - k)k)$ , схема  $(7,4)$  требует  $O(12)$  операций в поле Галуа  $GF(2^w)$ , тогда как двух уровневая схема  $(3,2)$  затрачивает всего  $O(2)$  операций над полем  $GF(2^{2w})$  и  $3O(2)$  операций над полем  $GF(2^w)$ .

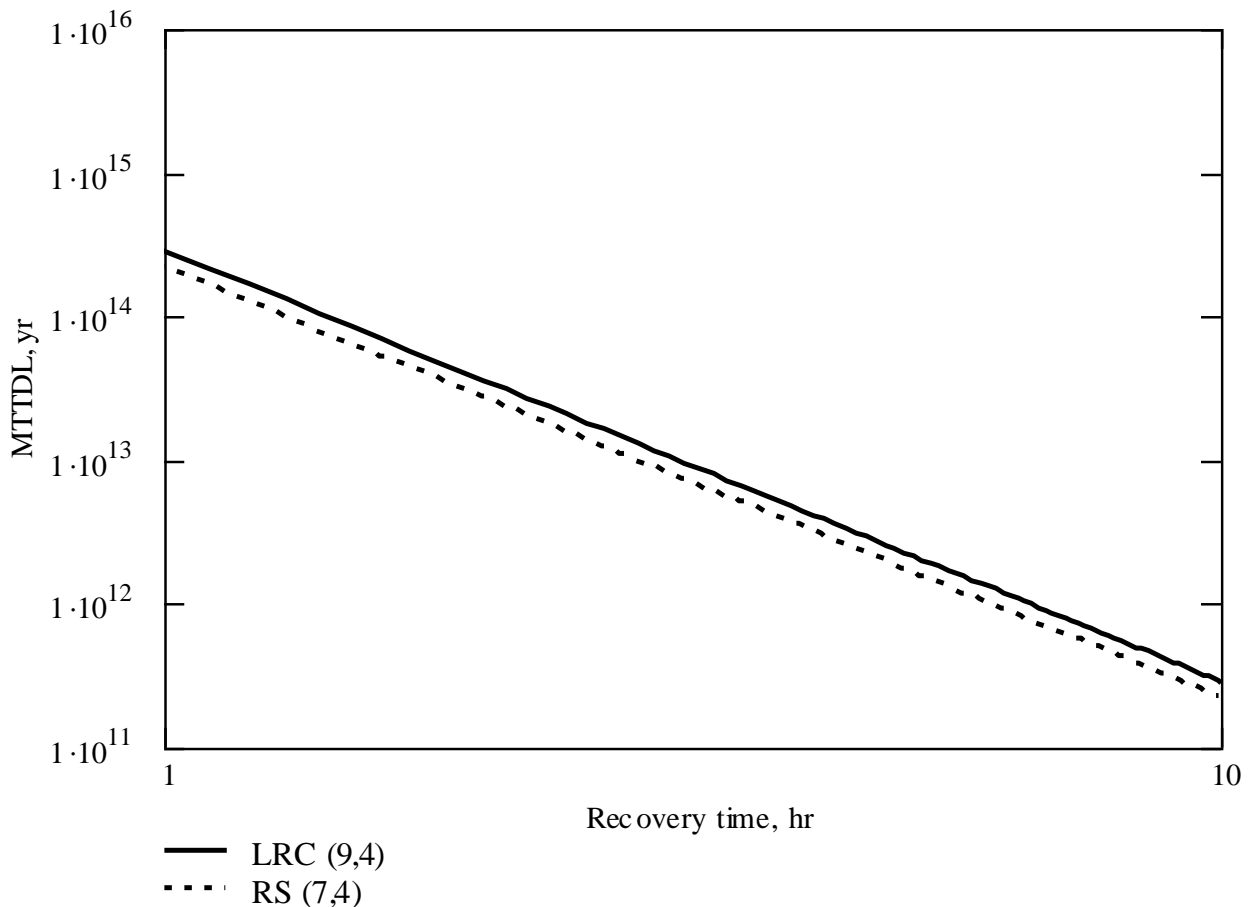


Рисунок 2. Зависимость MTTDL данных (в годах), закодированных схемами LRC и Рида—Соломона, от среднего времени восстановления дисков (в часах).

### **Заключение**

На основании проведенного анализа можно сформулировать рекомендацию использовать одноуровневый код Рида—Соломона с потенциальной возможностью его расширения для экономии вычислительных ресурсов на более высокие уровни вложенности, реализующие LRC-код с иерархическим распределением хранимых блоков данных и четности по дискам сервера, серверам стойки и различным стойкам.

*Статья опубликована в рамках выполнения прикладных научных исследований при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Соглашения о предоставлении субсидий № 14.579.21.0010. Уникальный идентификатор Соглашения RFMEFI57914X0010.*

### **Список литературы**

1. Buzacott, J. A. Markov approach to finding failure times of repairable systems // Reliability, IEEE Transactions on, – 1970. – 19(4). – С. 128–134.
2. Soro, A., and Lacan, J. FNT-based Reed-Solomon erasure codes / A. Soro, J. Lacan // Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2010 7th IEEE. – 2010. – С. 1-5.
3. Ivanichkina, L. Computer Simulator of Failures in Super Large Data Storage / L. Ivanichkina, A. Neporada // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – 8(28). – С. 1679–1691.

## ГРАВИТАЦИОННАЯ И МАГНИТНАЯ ПОСТОЯННЫЕ

Егоров В. А.

«Петровский колледж», 198095, Санкт-Петербург

## GRAVITY AND MAGNETIC CONSTANTS

Egorov V.A.

"Petrovsky College", 198095, St. Petersburg

### Аннотация

В работе выведены формулы для расчёта гравитационной и магнитной постоянных. При этом считали, что нуклоны в ядре объединяются в дейтроны, а поля гравитационных, как и ядерных сил не имеют сферической симметрии. Магнитная и гравитационная постоянные найдены из рассмотрения механизма создания полей.

### Abstract

The work deduced the formula for calculating the gravitational and magnetic constants. It is assumed that the nucleons in the nucleus are combined into deuterons, and gravitational fields as nuclear forces do not have spherical symmetry. The magnetic and gravitational constants found during consideration of the mechanism to create fields.

**Ключевые слова:** гравитационная, магнитная постоянные

**Keywords:** gravity, magnetic constants

Ядерные силы взаимодействия нуклонов зависят от направления их спинов, а потенциал ядерных сил не имеет сферической симметрии. Кроме того, протоны и нейтроны объединяются, если их спины параллельны друг другу. Найдём величину гравитационной постоянной из предположения, что протоны и нейтроны объединяются в ядре в дейтроны. Каждый дейтрон ядра создаёт не симметричное гравитационное поле. Все избыточные нейтроны будут находиться на поверхности ядра атома, как это определено для свинца – 208 в работе [1].

Пусть в капельной модели ядра [2] дейтрон представляет собой вытянутую каплю – трубку. Радиус трубки будет равен

$$r = \frac{\hbar}{m_p c}, \quad (1)$$

где  $m_p$  – масса протона,  $c$  – скорость света,  $\hbar$  – постоянная Планка. Найдём среднюю плотность «среды» трубки из сравнения энергии связи дейтрона с его энергией покоя -

$$\rho = \frac{\alpha_0^2 m_p^4 c^3}{\pi^2 \hbar^3}, \quad (2)$$

где  $\rho$  – средняя плотность среды в трубке,  $\alpha_0$  – постоянная ядерных сил. Подобное рассмотрение не является чем-то новым. Так в работе [3] А.Д. Чернин объясняет общее космологическое расширение с ускорением, как движение в вакууме, который представляется непрерывной средой разлитой с постоянной плотностью во всём мировом пространстве. Комментарии к утверждениям А.Д. Чернина даны в [4].

Считаем, что среда в трубке вращается. Тогда скорость вращения среды в трубке на расстоянии  $R$  от дейтрона определяется по формуле

$$v = \frac{\alpha_0 c r}{R}. \quad (3)$$

Формула (3) подобна скорости движения электрона на стационарных орбитах в атоме водорода Н. Бора. То есть для среды в трубке выполняется закон сохранения момента импульса.



Вращение среды изменяет давление в трубке. Используя формулу Больцмана и соотношения (1), (2), (3), найдём произведение

$$\Delta p S^2 = \frac{1}{3} \frac{\alpha_0^4 \hbar^3}{m_p^2 c} \cdot \frac{1}{R^2}, \quad (4)$$

где  $S$  – площадь сечения трубки. Сравним полученное выражение (4) с формулой, полученной в [5]

$$\Delta p S^2 = \gamma 16\pi \cdot m_p^2. \quad (5)$$

Исходя из определения физического смысла гравитационной постоянной в (4) предполагаем, что  $R = 1$  м. Тогда из (4) и (5) получаем выражение гравитационной постоянной

$$\gamma = \frac{\alpha_0^4 \hbar^3}{48\pi \cdot cm_p^4}. \quad (6)$$

Найдём значение гравитационной постоянной (6), взяв значения входящих в формулу величин из [6, с. 86], аналогично постоянной тонкой структуры, и [7]:

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{\alpha_0^4 \hbar^3}{48\pi \cdot cm_p^4} \cdot \frac{1}{m^2} = \frac{1,054571800^3 \cdot 10^{-102}}{48 \cdot \alpha_0^{-4} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8 \cdot 3,141592654 \cdot 1,672621898^4 \cdot 10^{-108}} \cdot \frac{1}{m^2} \\ &= \frac{331455,7331}{\alpha_0^{-4}} \cdot 10^{-11} = \frac{331455,7331}{222,9^2} = 6,67122 \cdot 10^{-11} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Дж}^3 \text{с}^4}{\text{кг}^4 \text{м}^3} = \frac{H^3 \text{м}^3 \text{с}^4}{\text{кг}^4 \text{м}^3} = \frac{H \cdot \text{кг}^2 \text{м}^5 \text{с}^4}{\text{кг}^4 \text{м}^3 \text{с}^4} = \frac{H \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$\alpha_0^2 \approx \frac{2 \cdot E_D}{m_p \cdot c^2} = \frac{2 \cdot 2,22457 \text{ МэВ}}{938,2720813 \text{ МэВ}} = 0,004741844. \quad \alpha_0^{-2} \approx 210,9 \div 225?$$

$$\gamma = 6,67408 \cdot 10^{-11} - (2014г.); \quad 6,67545 - (2013г.)$$

### Магнитная постоянная

Найдём индукцию магнитного поля  $dB$ , создаваемую элементом  $dl$  проводника с силой тока  $I$ . Принято изображать магнитное поле силовыми линиями индукции. Для прямого проводника с током линии индукции имеют коаксиальную структуру. Если рассматривать такую структуру линий как круговые движения материальных частиц, то она подобна структуре возникающей в центральном поле сил. Такие частицы находящиеся на любом расстоянии  $R$  от проводника имеют одинаковую секторальную скорость. Моменты импульса частиц среды будут равны:

$$\nu_0 \cdot R_0 = \nu \cdot R, \quad \nu = \frac{\nu_0 \cdot R_0}{R}, \quad (7)$$

где  $\nu_0$  – «дрейфовая» скорость движения электронов по линиям напряжённости электрического поля – трубкам тока равна скорости вращения частиц в трубке,  $\nu$  – составляющая скорости движения среды вакуума по линиям индукции на расстоянии  $R$  – от проводника, а  $R_0 = r$  – радиус трубки тока.

Дифференцируя (7) получаем, что

$$d\nu = -\frac{\nu_0 \cdot r}{R^2} dR \quad (8)$$

Для элемента проводника с током  $dl$  получаем, что

$$dR = dl \cdot \sin \theta,$$

где  $\theta$  – угол между элементом проводника  $dl$  и вектором  $R$ . Подставляя полученное значение  $dR$  в формулу (8) получаем –

$$d\nu = -\frac{v_0 \cdot r}{R^2} dl \cdot \sin \theta. \quad (9)$$

Запишем дрейфовую скорость электронов через силу тока:

$$v_0 = \frac{I}{nSq_e}, \quad nS = \frac{N}{Sl_T} \cdot S = \frac{1}{2l_0},$$

$n$  – концентрация носителей тока,  $l_T = 2l_0$  – расстояние между электронами в трубке тока,  $l_0$  – расстояние равное двум длинам стоячих волн де Бройля в трубке тока. Подставим полученные значения величин в формулу (9) –

$$d\nu = -\frac{2l_0 \cdot r \cdot I \cdot dl \cdot \sin \theta}{q_e \cdot R^2}. \quad (10)$$

Движущийся электрон в трубке тока создаёт дополнительный магнитный поток:

$$\Phi = \frac{2\pi\hbar}{q_e} \cdot \frac{\alpha^2}{2n^2} = \frac{2\pi\hbar}{q_e} \cdot \frac{\omega}{\omega_0}, \Rightarrow SdB = \frac{2\pi\hbar}{q_e} \cdot \frac{d\omega}{\omega_0}. \quad (11)$$

Этот магнитный поток передаётся через боковую поверхность трубки тока –

$$S_{\bar{\sigma}} = 2\pi \cdot r \cdot l_0.$$

Подставим в выражение (11) площадь боковой поверхности трубки, собственную частоту, определённую в [5] –

$$\omega_0 = \frac{mc^2}{\hbar}$$

Также считаем, что радиус трубки электрона подобен радиусу протона (1), а масса соответствует массе электрона. В итоге для  $dB$  получаем выражение:

$$dB = \frac{2\pi \cdot \hbar}{2\pi \cdot q_e c \cdot l_0} d\omega. \quad (12)$$

Циклическую частоту движения электрона в формуле (12) (де Бройля) запишем через его кинетическую энергию:

$$\omega = \frac{\alpha \cdot mc\nu}{2\hbar}, \Rightarrow d\omega = \frac{\alpha \cdot mc}{2\hbar} d\nu. \quad (13)$$

Таким образом, после подстановки в формулу (12) всех известных нам величин - (13), (10), получаем формулу закона Био – Савара – Лапласа:

$$dB = -\frac{4\pi \cdot \alpha \cdot \hbar}{4\pi \cdot q_e^2 c} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin \theta}{R^2}.$$

$$\mu_0 = \frac{4\pi\alpha \cdot \hbar}{q_e^2 c} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma_H}{\text{м}}. \quad (14)$$

В полученном выражении (6) коэффициент  $\alpha^4$  показывает, сколько энергии рассеивается протонными – гравитационными трубками в окружающее пространство. Аналогичную (6) формулу можно получить выражение для коэффициента пропорциональности в законе Кулона. Заметим, что между электрическими зарядами взаимодействие осуществляется по «электронным» трубкам и нет рассеяния энергии трубкой [3]. Тогда коэффициент пропорциональности в законе Кулона равен:

$$k = \frac{c\hbar}{32\pi\eta \cdot e^2}, \quad \eta \approx 1,363...$$

Следовательно, можно говорить, что связь между электромагнитным и гравитационным полями существует только в механизме создания полей. Выведенные формулы (6) и (14) показывают, что существует прямая связь между всеми фундаментальными постоянными.

### Список литературы

1. C. J. Horowitz, Z. Ahmed, C.-M. Jen, A. Rakhman, P. A. Souder, M. M. Dalton, N. Liyanage, K. D. Paschke, K. Saenboonruang, R. Silwal, G. B. Franklin, M. Friend, B. Quinn, K. S. Kumar, D. McNulty, L. Mercado, S. Riordan, J. Wexler, R. W. Michaels, G. M. Urciuoli. «Weak charge form factor and radius of  $^{208}\text{Pb}$  through parity violation in electron scattering». Phys. Rev. C 85, 032501(R) (2012).
2. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. М. 2009, – 728 с.
3. Чернин А.Д. Тёмная энергия и всемирное антитяготение. УФН, т. 178, № 3, с. 267 – 300. (2008)
4. Лукаш В.Н, Рубаков В.А. Тёмная энергия: мифы и реальность. УФН, т. 178, № 3, с. 301 – 308. (2008)
5. Егоров В.А. Природа квантовых явлений. Кинетические модели взаимодействий элементарных частиц и ядер. СПб. РЕНОМЕ, 2015, - 216 с.
6. Вихман Э. Квантовая физика. М., 1977, - 416 с.
7. CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2014\* Peter J. Mohr<sup>†</sup>, David B. Newell<sup>‡</sup>, Barry N. Taylor<sup>§</sup> National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 20899-8420, USA (Dated: July 30, 2015). <http://arxiv.org/pdf/1507.07956v1.pdf>

### ЕДИНОЕ ПОЛЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.

**Катышев А.Н.**

*Beer – Шева Израиль.*

### THE UNIFIED FIELD AND INTERACTIONS.

**Katyshev Alexey**

*Beer Shtva Israel*

#### **Аннотация.**

В работе дано описание единого поля, которое при взаимодействии с материей, меняет свои качественные характеристики и образует обратную связь. поле – материя – поле. Выводится формула, связывающая гравитационный и энергетический фон системы через движение ее частей и спин частицы.

#### **Abstract.**

This work gives a description of the unified field which at the interaction with the matter changes its qualitative characteristics and develops the feedback: field-matter-field. The formula is derived that relates the gravitation and energy background of the system by the movement of its parts and the particle spin.

**Ключевые слова:** поле, взаимодействие, движение, элементы.

**Keywords:** field, interaction, movement, elements.

Картина мира позволяет нам сделать предположение о том, что материя, распространённая в пространстве, есть проявление свойств поля, которое в своем движении формирует материю как вещество, придает ей все физические свойства и симметрию, само являясь материей. То есть в пространстве материя формирует материю. А значит можно утверждать о дискретности природы, обусловленности и главенстве отношений собственных элементов природы. Уровнях отношений, где большие количественные характеристики низших уровней (всего 4) заметно уменьшаются. Можно говорить, что все отношения происходят только через константы и только пропорционально константам.

Появляется мерность. Поэтому математика, а не наоборот. У природы есть количественная сторона в виде элементов поля и вещества (частиц). Это единственная материальная составляющая. Есть качественная, в виде внесения в результате взаимодействия, определенного количества движения. Т.е. изначальный механизм существования природы обуславливает жесткую конструктивность и самоорганизацию.

### **Изначальный механизм образования природы.**

Предположим, что существует одна (о дальнейшем ее внутреннем строении мы не говорим) наименьшая частица (элемент) поля гравитон (условное название). В движении элементы поля передают определенно закономерное количество движения взаимодействующей материи. И не только при взаимодействии, но и при достаточном сближении. То есть у элементов поля есть реальная область отталкивания. Элементы поля, равномерно пронизывающие пространство, представляют собой квантовый, но не всегда одинаковый поток со всех направлений. И поэтому любая, до определенных размеров сколь угодно малая или большая область пространства, пересекается полем. И если в этой области пространства нет сконцентрированной материи, то элементы поля пересекают это пространство без взаимодействия. Если же в какой либо области пространства существует сконцентрированная материя в виде вещества, то элементы поля, пересекая это пространство и внедряясь в область сконцентрированной материи, удерживают частицы (вещество) от распада. В случае стабильных частиц поле может удерживать только определенную область сконцентрированной материи в пространстве.

Параметры поля :  $10^{40}$  элементов одновременно в 1 куб. м. Примерно  $137^2$  направлений. Скорость  $C$ .

Частица в движении, кроме того, что поглощает гравитоны, испускает их. Механизмом испускания является спин. За один таксономический акт (по одному элементу поля с каждой стороны) частица получает  $137^2$  элементов поля. Но это в идеальном случае, когда вокруг нет частиц. Это обусловлено структурой элементов поля в пространстве. Реально частицу окружают другие частицы и она получает на  $k$  элементов меньше ( $137^2 - k$ ). К примеру у поверхности Земли  $k = 5$ . Но сколько частица за один таксономический акт поглощает, столько и излучает. Это один из компонентов ЗС.

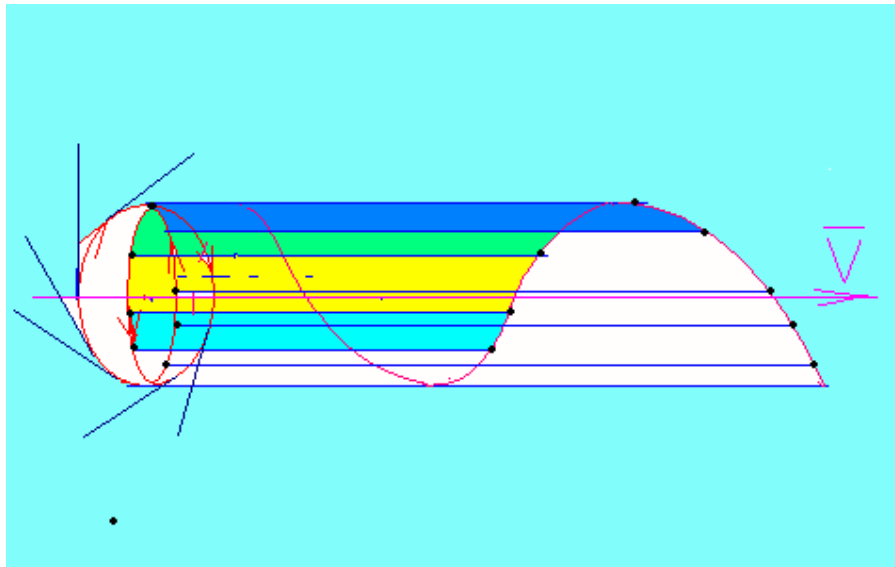
Внешнее поле формирует также спин частицы. Это внутреннее движение частицы, локально зависящее от количественного внесения элементов поля с константной скоростью  $C$ . Частица раскручивается в двух плоскостях. Всегда по вектору скорости, где линейная скорость раскрутки равна  $C$ . И перпендикулярно вектору скорости, где изначальная линейная скорость  $1/137C$  и зависит от локальной энергетики системы ( $137^2 - k$ ) Это один из элементов гравитации и, что важнее, основной компонент конструктивности природы. (Здесь не рассматриваем).

Механизм внутреннего движения оставляет движение по вектору скорости постоянной и равной  $C$ . Но механизм перпендикулярной составляющей уменьшается на  $\Omega k$ , где

$$\Omega = 3,86... * 10^{-7} C. 1/137 - \Omega k$$

К сведению – постоянная тонкой структуры  $\alpha = 1/137 - \Omega k$ , откуда можно точно узнать  $k$  на поверхности Земли.

Рассмотрим образование фотона частицей. Вращение в двух плоскостях – по вектору движения линейная скорость  $C$  и здесь же излучение элементов поля. В перпендикулярном направлении линейная скорость  $1/137 - \Omega k$ , где  $k$  определяет локальную энергетику частицы. Излучение дискретно 137 раз в плоскости вращения по вектору скорости.



Кроме фона излучения с характеристикой 1/секунда, появляется образование из 137 последовательных элементов поля – фотон. Он определяет локальную энергетику частицы и скорость частицы (Доплер для фотонов) и вектор движения.

### Основные характеристики материи.

У неживой материи есть три основные характеристики. Движение, взаимодействия и вероятность процессов. Пространство – объем создаваемый полем в идеале из  $137^2$  направлений, зависящих от распределения в нем материи. Поле обуславливает симметрию пространства, стабильность и симметрию частиц и их образований. Материя в движении образует асимметрию взаимодействий. Стабильность обеспечивают законы сохранения и константы на всех уровнях отношений. Вероятность обусловлена количественной характеристикой поля. В природе нет бесконечности и сингулярности и любое свойство проявляется как процесс. Движение происходит под действием силы. У элементов поля есть реальная область отталкивания и поэтому не одинаково время взаимодействия, которое всегда интервал. Интервал времени взаимодействия против вектора скорости наименьший и возрастает до перпендикулярного, где он равен интервалу нулевой скорости движения. Затем возрастает до максимального по вектору скорости. (Можно сказать мгновенной скорости). От интервала времени зависит величина энергетического взаимодействия, а по вектору скорости движения эта величина наибольшая. И если мы берем разность энергетических взаимодействий, то она наибольшая по вектору скорости и поэтому частица “знает” куда двигаться в следующее мгновение.

Результирующий вектор сил направлен по вектору скорости. Эти временные интервалы на квантовом уровне и есть время у неживой материи, которое отличается от времени у Разума.

$$2 \cdot L \text{-----} 1 \text{---} V \cdot L1 - L2 \text{----} L \cdot 2$$

2.- элемент поля, вектор скорости к частице.

1.- частица.

$L = (1,9 \dots 10^{-16} \text{M})$  - длина реальной области отталкивания.

$V$  - скорость частицы с вектором в направлении  $V$ .

$$D = V / C$$

$$L1 = \frac{L}{1 - D}$$

где  $D = V/C$

$L1$  - длина, на которой взаимодействуют частица с полем по вектору движения.

$$L2 = \frac{L}{1 + D}$$

L2 = против вектора.

$$L1 - L2 = L3$$

$$L3 = \frac{2LD}{1 - D^2}$$

Время взаимодействия по вектору t1

$$t1 = \frac{L}{C * (1 - D)}$$

Против вектора движения t2

$$t2 = \frac{L}{C * (1 + D)}$$

Разность времени взаимодействия между частица – поле t1 - t2 = t.

$$t = \frac{2LD}{C * (1 - D^2)} \quad a = \frac{L3}{t^2} \quad a = \frac{C^2 * (1 - D^2)}{2LD}$$

$$F = m * a$$

$$F = \frac{mC^2 * (1 - D^2)}{2LD}$$

$$A = F * L3 \quad A = m * C^2$$

$$\text{импульс } p = F * t = m * C$$

Если мы примем во внимание, что взаимодействия на квантовом уровне и примем за секунду

td = L/C, где L и C const. А движение V/C = D, то

$$F = \frac{mC * (1 - D^2)}{2td * D}$$

Это же говорит о том, что работа силы на интервале (разности интервалов) в симметричном поле не зависит от движения и всегда локально постоянна, а сила и значит ускорение, с увеличением количества движения уменьшается. C/L – частота 1 – 2 уровня.

В данном случае энергия, как количественная величина является мерой способности элементов поля совершать работу над массой.

### Об инерции.

И т.д. -----o-----o-----o-----o-----o-----o-----o-----o-----o----- и т.д.

Простой пример. Проведите линию. Где – то посередине поставьте жирную точку – это частица. Теперь в обе стороны от частицы на равном расстоянии (равных интервалах) по линии поставьте маленькие точки – элементы поля. Элементы поля движутся к частице. Скорость C = const.

Если частица неподвижна (условно), то число взаимодействий элементы поля – частица за любой промежуток, который мы называем временем, с обеих сторон равны. Но частица движется и в нашем примере по линии. Она прошла интервал равный расстоянию между гравитонами, т.е. на рисунке до первого элемента. Так вот в динамике, в этом случае, число взаимодействий против вектора движения всегда на 2 больше, чем по вектору. И это число 2 верно в любой части Вселенной. Определим интервал, на котором частица движется неравномерно. Количество разностей взаимодействия вещества и поля на интервале  $S = \frac{2\pi R}{\alpha}$

n = 2, что означает – ускорение (отрицательное) против вектора скорости в симметричном поле при движении частицы на интервале создают 2 не симметричных элемента поля. А это значит, что при n = 2 интервал равен одному  $S = \frac{2\pi * R}{\alpha}$

$$R = 0,9 \dots 10^{-15} \text{М.}$$

Симметричным полем является поле, у которого противоположные частотные характеристики равны. Количество/секунда. Т.е. движение частицы состоит из равных интервалов, где частица движется неравномерно, независимо от количества движения. Где  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры. Параметры частицы в начале и в конце интервала равны. Т.е. силы, слагающиеся из разности сил встречных элементов поля, компенсируются двумя свободными от разности силами на интервале движения. Но в движущихся связанных системах частиц частота элементов поля (количество/сек.) перераспределяется так, что частотная характеристика по и против вектора движения равна. По вектору увеличивается на  $1/1 - D$  и уменьшается, как принимаемая, на  $(1 - D)$  и наоборот. Поэтому работа силы  $mC^2$  на интервале скомпенсирована противоположными силами. И движение в системе начинается с нуля. Количество разностных сил на интервале  $\frac{1}{D} - 1 = \frac{1-D}{D}$ . Разностная сила

$$F = \frac{mC^2 * (1-D^2)}{2LD}$$

Работа силы на интервале  $L3 F * \frac{2LD}{1-D^2} = mC^2$  Работа сил на интервале S равна силе F на сумму интервалов L3. Сумма интервалов  $L3 = (1 - D) / D$

$$F3 * \frac{2L}{1+D} = mC^2$$

2 силы компенсирующие сумму разностных сил

$$L2 = \frac{L}{1+D} \quad t2 = \frac{L}{C * (1+D)} \quad a = \frac{L2}{t2^2} = \frac{C^2 * (1+D)}{L}$$

$$F2 * \frac{L}{1+D} = mC^2 \quad \text{сумма интервалов} = 2. \quad F4 = 2 F2$$

$$F4 * \frac{2L}{1+D} = mC^2 \quad F3 * \frac{2L}{1+D} = mC^2 \quad F3 = F4.$$

Инертная сила проявляется только при изменении движения, т.е. при изменении частотной характеристики поля. Если частица при взаимодействии с единичными элементами поля движется и взаимодействует пропорционально константам поля, образуя движение на интервале, то при переходе на следующий уровень (макро), движения на интервалах складываются, т.е. являются суммой. При идентичных условиях временные интервалы движения и взаимодействий равны. Равномерное движение складывается из равных интервалов предыдущего уровня, где каждая частица движется неравномерно.

### **Сравнительные характеристики.**

**Аристотель**

Движущееся тело останавливается, если сила, его толкающая, прекращает свое действие.

**Галилей**

...скорость, однажды сообщенная движущемуся телу, будет строго сохраняться, поскольку устранены внешние причины ускорения или замедления, — условие, которое обнаруживается только на горизонтальной плоскости, ибо в случае движения по наклонной плоскости вниз уже существует причина ускорения, в то время, как при движении по наклонной плоскости вверх налицо замедление; из этого следует, что движение по горизонтальной плоскости вечно.

**Ньютон**

Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

**Современное**

Существуют такие системы отсчета, относительно которых материальная точка при отсутствии внешних воздействий (или при их взаимной компенсации) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Инерция – свойство тел сохранять покой или равномерное прямолинейное движение, если внешние воздействия на него отсутствуют или взаимно скомпенсированы.

Из данной работы.

Инерция свойство тел сохранять покой (ИСО) или равномерное движение, если внешние воздействия взаимно скомпенсированы на интервале.

Или Инерция — свойство тел, а значит каждой, входящей в тело частицей, сохранять покой внутри связанной системы и общее равномерное движение, если внешние воздействия взаимно скомпенсированы на интервале движения.

Список литературы, тем более с известными именами названных в статье ученых можно считать излишним. Здесь прямое решение естественной задачи. У этого решения нет альтернативы и такое решение не рассматривалось. Так же это решение не является альтернативным современной физике, а ее дополняет.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАИБОЛЕЕ УДАЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ СИГНАЛА КОСМИЧЕСКОЙ РАДИОСВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MAXIMA**

**Ларионов А.М.**

*магистрант Томского государственного педагогического университета, Россия,  
г. Томск.*

**Стахин Н.А.**

*кандидат физико-математических наук, доцент,  
доцент Западно-Сибирского филиала ФГБОУ ВО РГУП  
Россия, г. Томск.*

## **MODELING FOR THE MOST SUCCESSFUL DIRECTION OF THE SPACE COMMUNICATIONS SIGNAL USING "MAXIMA" COMPUTER ALGEBRA SYSTEM**

**Larionov A.M.**

*Tomsk State Pedagogical University, student of masters degree.*

**Stakhin N.A.**

*Assistant professor  
Russian University of Justice, West Siberian branch, Tomsk*

### **Аннотация**

Введено понятие *наиболее удачного направления сигнала связи* и выполнен модельный расчет направления сигнала для дальней космической связи. Аналитические и численные расчеты и построение рисунка выполнены в системе компьютерной математики Maxima. Представлен полный листинг команд с подробными комментариями.

### **Abstract**

The concept of the most successful direction of the communication signal is introduced. The simple model calculations of the most successful direction for remote satellite communication are done. Analytical formulas, numerical calculations and drawings were made in “Maxima” computer mathematics. Full listing of teams with detailed comments is presented.

**Ключевые слова:** система компьютерной математики Maxima, космические аппараты, космическая радиосвязь, наиболее удачное направление сигнала радиосвязи.

**Keywords:** computer mathematics Maxima, spacecraft, space radio, the most successful space radio direction.

Полеты в космос в наши дни стали обычным делом. Недавно ракета-носитель



Протон вывела на орбиту с космодрома Байконур и отправила к Марсу очередную экспедицию [1]. Известно, что при выводе космического аппарата (КА) на определенную орбиту для стыковки с другим аппаратом и для полетов на другие планеты время старта ракеты должно быть подходящим для этой цели. Оно называется “стартовым окном”.

Для радиосвязи между космическими аппаратами не столь важно время начала радиокommunikации, сколь важно направление радиосигнала. Радиосигнал может не попасть на антенну приемника, если направление радиосигнала выбрано неправильно. Дальняя космическая связь характеризуется ослаблением сигнала, доплеровским смещением частоты, а также значительными задержками по времени. Для связи требуются остронаправленные антенны и совершенные системы их наведения. Проще всего осуществить передачу сигнала с Земли на КА т.к. в этом случае мощность сигнала может быть достаточно большой. При передаче сигнала с КА на Землю проблема решается развитием сети принимающих антенн космической связи [2]. Наибольшую трудность представляет передача радиосигнала с одного космического аппарата на другой, так как в этом случае и мощность сигнала невелика и размеры антенны, принимающей сигнал, увеличить нельзя.

Принимая во внимание движение космического аппарата, на который отправляется сигнал, в космическом пространстве и некоторую неточность места нахождения КА, заключаем, что связь между двумя космическими аппаратами будет наиболее успешной в тех случаях, когда сигнал направлен по касательной к траектории движения приёмника. Кроме того находим, что среди прочих направлений существует *наиболее удачное направление* радиосигнала. Рассмотрим модельные расчеты наиболее удачного направления радиосигнала.

Пусть приемник движется в свободном пространстве по некоторой орбите и нас интересует касательная к этой орбите. Известно, что первая производная функции численно равна тангенсу угла наклона касательной к кривой в рассматриваемой точке. Отсюда следует, что для нахождения касательной к орбите приемника необходимо знать уравнение орбиты, координаты точки касания и уметь рассчитывать первую производную. Впрочем, координаты точки касания в общем случае известны приближенно, сигнал направляется не вдоль прямой, соединяющей космические аппараты, а с некоторой поправкой на перемещение приемника. Сигнал радиосвязи отправляется и летит в свободном пространстве длительное время. Так, например, сигнал от Земли до КА Розетта, отправленного для встречи с кометой Чурюмова-Герасименко, летел 28 минут 20 секунд [3]. Что касается космического аппарата Розетта, то ему понадобилось десять лет полета в космическом пространстве для прибытия на орбиту кометы и осуществления посадки привезенного с собою модуля Philae на поверхность кометы.

Межпланетная станция «Вояджер-1» летит уже 38 лет и 7 месяцев и добралась до границы Солнечной системы. Сигнал связи от межпланетной станции «Вояджер-1» летит к Земле более 18 часов 40 минут 40 секунд [4]. Для передачи и приема сигналов используется спутники-ретрансляторы, развивается Сеть дальней космической связи НАСА [5]. Тем не менее, несмотря на принимаемые меры и огромные затраты на их реализацию, скорость приёма данных от удалённых космических аппаратов очень низкая [6].

Выполним конкретный модельный расчет *наиболее удачного направления* радиосигнала с одного КА на другой КА. Для простоты будем рассматривать двумерный случай, а для наглядности расчетов использовать программу Maxima [7-10] – систему компьютерной математики, активно внедряемую в учебные программы многих университетов.

Пусть приемник движется по стационарной эллиптической орбите (последнее, как известно, следует из законов Кеплера). Пусть, для определённости, уравнение орбиты –

это следующее уравнение эллипса в каноническом виде

$$\frac{(y-6.5)^2}{2.5^2} + \frac{(x-3)^2}{1.5^2} = 1. \quad (1)$$

где единица расстояния по абсциссе и по ординате соответствует нескольким астрономическим единицам длины.

Требуется провести прямую, исходящую из фиксированной точки с координатами (5;1), так, чтобы эта прямая коснулась эллипса (1). То есть оказалась касательной к нему.

Обозначим координаты точки касания через  $(x;y)$ . С одной стороны, из курса математики известно, что тангенс угла наклона искомой прямой равен производной  $y'(x)$ , вычисленной в точке касания. С другой стороны, тангенс этого угла равен отношению противолежащего катета величины  $y-1$  к прилежащему катету величины  $x-5$ . Таким образом, задача сводится к нахождению решения уравнения вида

$$(y-1)/(x-5) = y'(x). \quad (2)$$

Обобщая постановку задачи на случай нахождения уравнения касательной к произвольной выпуклой кривой, находим, что в общем случае требуется решить уравнение вида  $(y - y_0)/(x - x_0) = y'(x)$  и рассчитать производную  $y'(x)$  в точке решения для некоторой выпуклой функции  $y(x)$ . В такой постановке решаемая задача принадлежит к новому типу задач, имеющих практическую ценность.

Для решения сформулированной модельной задачи будем использовать компьютерную алгебру *Mathima*, не привязывая разработку алгоритма к конкретным численным параметрам: размерам эллипса и положению фиксированной точки относительно эллипса. Численные значения координат исходной точки и размеры орбиты будем использовать лишь на этапе визуализации решения. Дистрибутив *Mathima* не имеет справки на русском языке, поэтому рассматриваемый в настоящей работе модельный расчет мы снабдим подробными поясняющими комментариями.

Переходя к вычислениям, вместо уравнения эллипса вида (1) далее мы будем использовать две другие функции (3), получаемые из (1), и соответствующие верхней и нижней половине графика эллипса, так как только в этом случае уравнение орбиты можно рассматривать как однозначную функцию.

Из (1) для уравнения верхней и нижней половины эллипса находим

$$y = 6.5 \pm 2.5 \sqrt{1 - \frac{(x-3)^2}{1.5^2}}, \quad (3)$$

где верхний знак (плюс) соответствует верхней половине, а нижний знак (минус) – нижней половине графика эллипса. Сначала мы рассчитаем абсциссу точки касания с нижней частью эллипса, а затем и с верхней (см. лист. 1).

Команда `%i1` записывает (3) на языке *Mathima* для случая, когда перед квадратным корнем использован знак минус, ответ `%o1` – это уравнение нижней половины эллипса. При исполнении команды `%i2` *Mathima* численно решает уравнение и находит абсциссу точки касания; команда `%i2` использует две функции: функцию `diff(%o1,x,1)` – для расчета первой производной от предыдущего выражения `%o1` по аргументу  $x$  и функцию `find_root(Eq,x,a,b)` для поиска численного решения уравнения `Eq` в диапазоне изменения независимой переменной  $x$  в интервале от  $a$  до  $b$ . Численное решение искомое в интервале  $[1.6,4.4]$ , для абсциссы точки касания найдено  $2.120307256797524$ . Полученное значение было использовано далее для расчета наклона касательной в точке касания `1` – команда `%i4`.

## Листинг 1

```

(%i1) /* уравнение нижней половины эллипса */
13/2-5/2*sqrt(1-4/9*(x-3)^2);

(%o1) 
$$\frac{13}{2} - \frac{5\sqrt{1 - \frac{4(x-3)^2}{9}}}{2}$$


(%i2) /* численно решается уравнение y'(x)=(y-1)/(x-5) */
find_root(diff(%o1,x,1)=(%o1-1)/(x-5),
x,1.6,4.4);

(%o2) 2.120307256797524

(%i4) /*рассчитывается наклон 1 в точке касания */
diff(%o1,x,1)$ %, x=%o2;

(%o4) -1.206746047248235

(%i5) /* численно решается уравнение y'(x)=(y-1)/(x-5)
для верхней половины эллипса */
find_root(diff(13-%o1,x,1)=(13-%o1-1)/(x-5),
x,4,4.49);

(%o5) 4.484125248239414

(%i7) /* рассчитывается наклон 2 в точке касания */
diff(13-%o1,x,1)$ %, x=%o5;

(%o7) -11.36468252418039

(%i8) /*рассчитывается ордината 1 точки касания */
%o1, x=%o2;

(%o8) 4.475057835149014

(%i9) /* рассчитывается ордината 2 точки касания */
13-%o1, x=%o5;

(%o9) 6.862752775999406

(%i10) /* совместный график */
wxplot2d([%o1,13-%o1,1+%o4*(x-5),
1+%o7*(x-5)], [x,0,5], [y,1,10],
[gnuplot_preamble, "set grid;"])$

```

Аналогично расчетам, проведённым для точки касания 1, команды %i5-%i7 позволяют найти наклон касательной, проведённой из точки старта сигнала в точку касания 2, т. е. к дальней части орбиты. Команды %i8, %i9 использованы для расчета ординат обеих точек касания в виде ответов %o8, %o9. При этом, ради простоты уравнение дальней части орбиты в явном виде не выписывалось, а для него использовалось эквивалентное выражение 13-%o1.

На совместном графике, построенном в Maxima, (рис. 1), изображены: нижняя половина эллипса – %o1 и верхняя половина эллипса 13-%o1; касательная в нижнюю точку касания 1+%o4\*(x-5) и касательная к верхней половине эллипса 1+%o7\*(x-5). Исходной точкой для обеих касательных к эллипсу на рис. 1 является правый нижний угол с координатами (5;1).

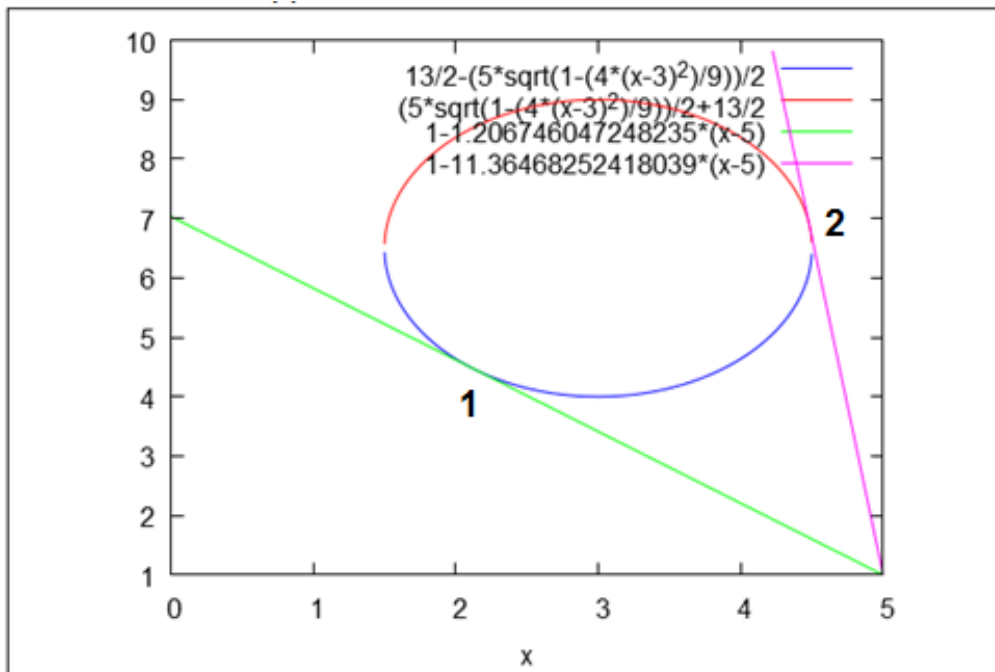


Рис. 1. Две касательные к эллипсу из исходной точки

Графики, приведенные на рис. 1, визуализируют ответы Maxima, полученные в лист. 1. Сигнал связи согласно условию задачи должен направляться из правого нижнего угла графика вдоль прямой, лежащей внутри угла, образованного касательными, проведенными к орбите приемника – в точки 1, 2. Согласно нашим расчетам тангенс угла наклона прямой, вдоль которой следует посылать сигнал, должен попадать в интервал значений от -11.36468252418039 до -1.206746047248235. В тех случаях, когда поправку на перемещение приемника можно не учитывать, сигнал следует направлять по прямой, соединяющей источник и приемник. Но радиокommunikация при дальней космической связи и слабой мощности сигнала будет наиболее успешной, если сигнал связи будет посылаться к точкам касания 1 или 2; при этом нужно предусмотреть, что за время прохождения сигнала приемник также окажется примерно в той же точке.

#### Список литературы

1. Запущенная с Байконура межпланетная станция долетит до Марса в октябре  
URL: // <https://rns.online/military/Zapuschennaya-s-Baikonura-mezhplanetnaya--stantsiya-doletit-do-Marsa-v-oktyabre-2016-03-15/>
2. Системы спутниковой связи // [http://reis.rtf.urfu.ru/portal/prime/net/glob\\_net/f3.htm](http://reis.rtf.urfu.ru/portal/prime/net/glob_net/f3.htm)
3. Посадка на комету Чурюмова-Герасименко <http://spacegid.com/posadka-na-kometu.html>
4. Сеть дальней космической связи НАСА [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сеть\\_дальней\\_космической\\_связи\\_НАСА](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сеть_дальней_космической_связи_НАСА)
5. Вояджер-1 // <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вояджер-1>
6. Дальняя космическая связь // [http://ru.wikipedia.org/wiki/Дальняя\\_космическая\\_связь](http://ru.wikipedia.org/wiki/Дальняя_космическая_связь).
7. Ильина В. А., П. К. Силаев Система аналитических вычислений Maxima для физиков-теоретиков. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. – 113 с.
8. Маевский Е. В., Ягодский П. В. Компьютерная математика. Высшая математика в СКМ Maxima. Часть I. Введение. М.: Финансовый университет. 2014 – 196 с. URL: [http://e-math.ru/maxima/Math\\_in\\_Maxima\\_526\\_20131218.pdf](http://e-math.ru/maxima/Math_in_Maxima_526_20131218.pdf) (дата обращения 31.03.2016).

9. Стахин Н. А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima. Учебное пособие. – Москва, 2008. – 86 с. **URL:** ftp://ftp.altlinux.ru/pub/people/black/MethodBooks/Maxima.pdf (дата обращения 31.03.2016).

10. Чичкарев Е. А. Компьютерная математика с Maxima: Руководство для школьников и студентов. М.: Alt Linux, 2012. – 384 с

## НОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА МАЙКЕЛЬСОНА-МОРЛИ

Новалов А.А.  
Челябинск

## NEW MODEL MICHELSON-MORLEY EXPERIMENT

Konovalov A.A.  
Chelyabinsk

### Аннотация

В настоящей работе предлагается новая математическая модель интерференционного опыта Майкельсона. В результате обработки таблицы наблюдений опыта 1887г, в рамках новой модели получено значение скорости «эфирного ветра» на уровне  $V=7.23$  км/с.

### Abstract

In this paper we propose a new mathematical model of the interference experiment of Michelson. As a result of the processing of the table the experience of 1887 observations in the framework of the new model produced a value of "aether wind" speed at  $V = 7.23$  km / s.

**Ключевые слова:** эфирный ветер, эфир, интерферометр, преобразования Лоренца  
**Keywords:** the ethereal wind, ether, the interferometer, the Lorentz transformation

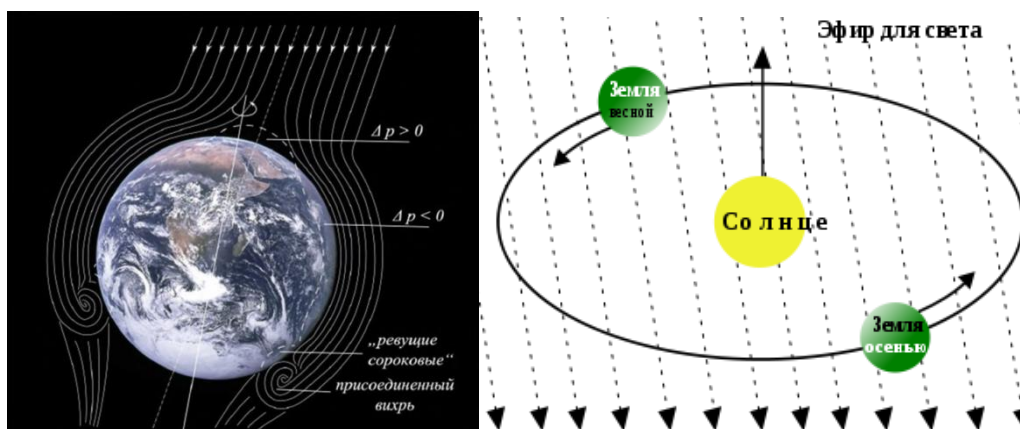


Рис 1 Движение Земли в эфире Рис 2 Обтекание Земли эфиром

Если эфир существует, то Земля, двигаясь сквозь него со скоростью 30 км/с, должна испытывать воздействие «эфирного ветра» (рис 1,2). Для регистрации «эфирного ветра» требовался прибор, способный зарегистрировать величину «второго порядка», пропорциональную  $v^2 / c^2 = 10^{-8}$ .

В 1887 г. А. Майкельсон и Э. Морли для обнаружения эфирного ветра предложили использовать интерферометр, способный обеспечить необходимую точность. Общий вид интерферометра показан на рис. 3а, а ход лучей в нем – на рис. 3б.

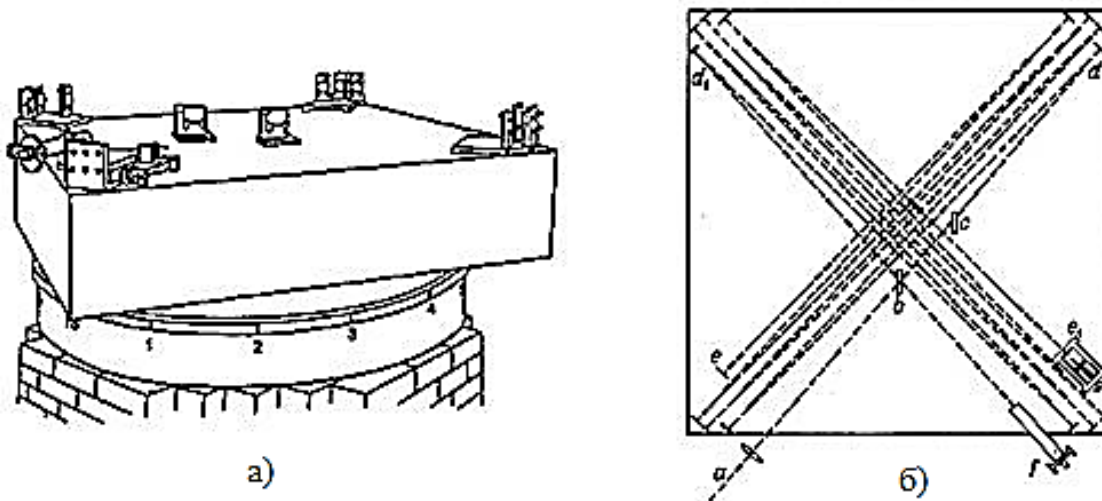


Рис 3 а) – общий вид интерферометра, б) – ход лучей в приборе

Предположим, что плечо интерферометра  $AC$  (рис 4а) совпадает с направлением движения Земли по орбите. Другое плечо (перпендикулярное) направлено в сторону Солнца (рис 1). Время, прохождения светом путей  $AC$  и  $AB$  (туда и обратно) *будет различным*. В результате в фокусе зрительной трубы  $f$  наблюдается интерференционная картина (рис 5).

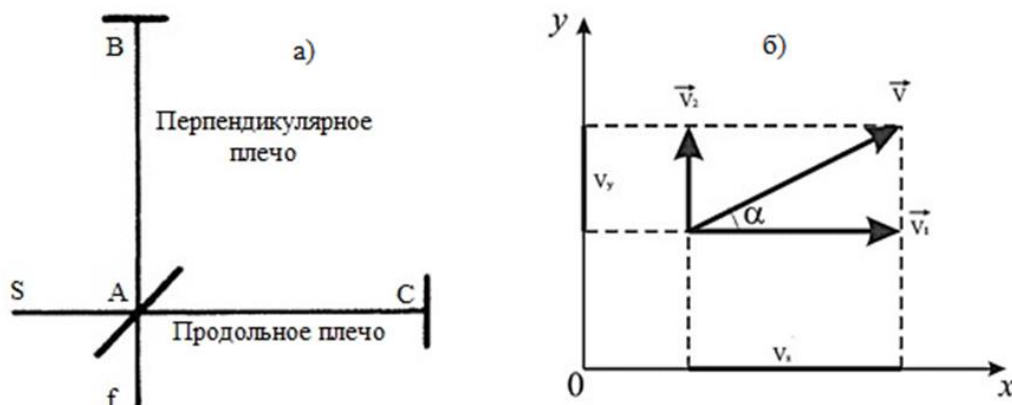


Рис 4. Схема интерферометра и система координат  $XOY$

Подробное описание интерферометра и хода лучей в интерферометре, математической модели опыта можно найти в работах авторов [1,2,3,4].

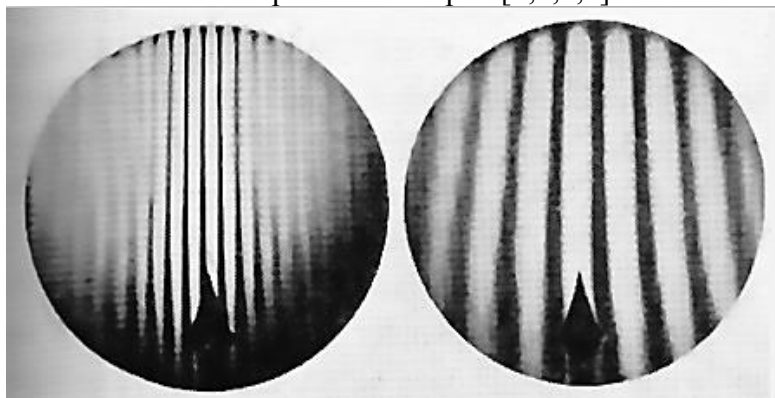


Рис 5 Интерференционная картина в зрительной трубе  $f$

Интерферометр позволял обнаруживать смещение с точностью в  $0.01$  полосы. Однако, обнаружить эфирный ветер не удалось.

Результаты наблюдений 1887г Таблица 1

Утренние наблюдения																	
	16.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Июль 8	44.7	44.0	43.5	39.7	35.2	34.7	34.3	32.5	28.2	26.2	23.8	23.2	20.3	18.7	17.5	16.8	13.7
Июль 9	57.4	57.3	58.2	59.2	58.7	60.2	60.8	62.0	61.5	63.3	65.8	67.3	69.7	70.7	73.0	70.2	72.2
Июль 11	27.3	23.5	22.0	19.3	19.2	19.3	18.7	18.8	16.2	14.3	13.3	12.8	13.3	12.3	10.2	7.3	6.5
Среднее	43.1	41.6	41.2	39.4	37.7	38.1	37.9	37.8	35.3	34.6	34.3	34.4	34.4	33.9	33.6	31.4	30.8
Среднее в длину волны	.862	.832	.824	.788	.754	.762	.758	.756	.706	.692	.686	.688	.688	.678	.672	.628	.616
	.706	.692	.686	.688	.688	.678	.672	.628	.616								
Конечное среднее	.784	.762	.755	.738	.721	.720	.715	.692	.661								
Вечерние наблюдения																	
Июль 8	61.2	63.3	63.3	68.2	67.7	69.3	70.3	69.8	69.0	71.3	71.3	70.5	71.2	71.2	70.5	72.5	75.7
Июль 9	26.0	26.0	28.2	29.2	31.5	32.0	31.3	31.7	33.0	35.8	36.5	37.3	38.8	41.0	42.7	43.7	44.0
Июль 12	66.8	66.5	66.0	64.3	62.2	61.0	61.3	59.7	58.2	55.7	53.7	54.7	55.0	58.2	58.5	57.0	56.0
Среднее	51.3	51.9	52.5	53.9	53.8	54.1	54.3	53.7	53.4	54.3	53.8	54.2	55.0	56.8	57.2	57.7	58.6
Среднее в длину волны	1.026	1.038	1.050	1.078	1.076	1.082	1.086	1.074	1.068	1.086	1.076	1.084	1.100	1.136	1.144	1.154	1.172
	1.068	1.086	1.076	1.084	1.100	1.136	1.144	1.154	1.172								
Конечное среднее	1.047	1.062	1.063	1.081	1.088	1.109	1.115	1.114	1.120								

В Таблице 1 представлены результаты наблюдений 1887 г. [2].

Новая модель эксперимента естественным образом описывает интерференционный опыт 1887 г. Свяжем с интерферометром координатную систему XOY (рис 4б). Начало координатной системы поместим в середину полупрозрачного зеркала А (рис 4 а). При вращении интерферометра меняются величины проекций скорости эфирного ветра на плечи интерферометра (XOY).

Проекции скорости эфирного ветра на оси будут  $V_x$  и  $V_y$ . При расчете времени движения луча вдоль плеч, скорость света  $c$  векторно складывается с проекциями  $V_x = V \cos \alpha$  и  $V_y = V \sin \alpha$ . Времена движения луча света от точки А (рис 4а) к зеркалам С и В (туда и обратно):

$$(1) \quad \begin{aligned} t_{x1} &= l / (c - V_x); & t_{y1} &= l / (c - V_y); \\ t_{x2} &= l / (c + V_x); & t_{y2} &= l / (c + V_y); \end{aligned}$$

Время распространения лучей света вдоль осей X и Y (плеч интерферометра) будет равна сумме этих времен:

$$T_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{l}{(c - V_x)} + \frac{l}{(c + V_x)} = l \left( \frac{1}{(c - V_x)} + \frac{1}{(c + V_x)} \right); \quad (2)$$

$$T_y = t_{y1} + t_{y2} = \frac{l}{(c - V_y)} + \frac{l}{(c + V_y)} = l \left( \frac{1}{(c - V_y)} + \frac{1}{(c + V_y)} \right); \quad (3)$$

Окончательно:

$$\begin{aligned} T_x &= 2lc \left( \frac{1}{(c^2 - V_x^2)} \right) \approx \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{V_x^2}{c^2} \right); \\ T_y &= 2lc \left( \frac{1}{(c^2 - V_y^2)} \right) \approx \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{V_y^2}{c^2} \right); \end{aligned} \quad (4)$$

Разность времен распространения лучей вдоль плеч интерферометра:

$$\Delta T = T_y - T_x = \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{V_y^2}{c^2} \right) - \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{V_x^2}{c^2} \right) = \frac{2l}{c^3} (V_y^2 - V_x^2); \quad (5)$$

Выразим проекции  $V_x$  и  $V_y$  через полную скорость эфирного ветра  $V$ :

$$\Delta T = \frac{2l}{c^3} (V^2 \cos^2 \alpha - V^2 \sin^2 \alpha) = \frac{2lV^2}{c^3} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha); \quad (6)$$

Если  $\Delta T$  умножить на скорость света  $c$  мы получим разность путей лучей света в плечах интерферометра в метрах:

$$\Delta S = \Delta T \cdot c = \frac{2lV^2}{c^2} (\cos \alpha - \sin \alpha)(\cos \alpha + \sin \alpha); \quad (7)$$

Сделав очевидные тригонометрические преобразования [5], получаем:

$$\Delta S = \frac{2lV^2}{c^2} \sqrt{1 + \sin 2\alpha} \sqrt{1 - \sin 2\alpha} \quad (8)$$

Принимая во внимание, что  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$  перепишем последнюю формулу в виде:

$$\Delta S = \frac{2lV^2}{c^2} \sqrt{1 + 2 \sin \alpha \cos \alpha} \sqrt{1 - 2 \sin \alpha \cos \alpha} \quad (9)$$

Все величины, входящие в формулу известны. Остается только данные таблицы 2 (абсолютные значения разностей  $\Delta N$ ) перевести в метры и найти скорость эфирного ветра  $V$ . Обозначим:

$$\begin{aligned} f_1 &= \sqrt{1 + 2 \sin \alpha \cos \alpha} \\ f_2 &= \sqrt{1 - 2 \sin \alpha \cos \alpha} \end{aligned} \quad (10)$$



Тогда: 
$$\Delta S = \frac{2lV^2}{c^2} f_1 f_2 \quad (11)$$

Из этого выражения найдем значение скорости эфирного ветра  $V$  :

$$V = \sqrt{\frac{\Delta S c^2}{2l f_1 f_2}} \quad \text{или} \quad V = \sqrt{\frac{\Delta N \cdot c^2 \cdot 0.02 \cdot 5.9 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot l \cdot f_1 \cdot f_2}}; \quad (12)$$

$\Delta S$  - разность хода лучей в плечах интерферометра в метрах. В таблицах 1 и 2 величины приводятся в «отсчетах регулировочного винта». Выразим  $\Delta S$  через  $\Delta N$  - разность хода лучей в отсчетах прибора:  $\Delta S = \Delta N \cdot 0.02 \cdot 5.9 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .

Здесь  $V$  - скорость эфирного ветра,  $c$  - скорость света,  $l$  - длина плеча интерферометра, 0.02 - коэффициент, переводящий деления регулировочного винта в длины волн,  $\lambda = 5.9 \cdot 10^{-7}$  - длина волны (желтый цвет) источника света. Для выявления периодических зависимостей берутся разности между отсчетами прибора и трендом (рис 8).

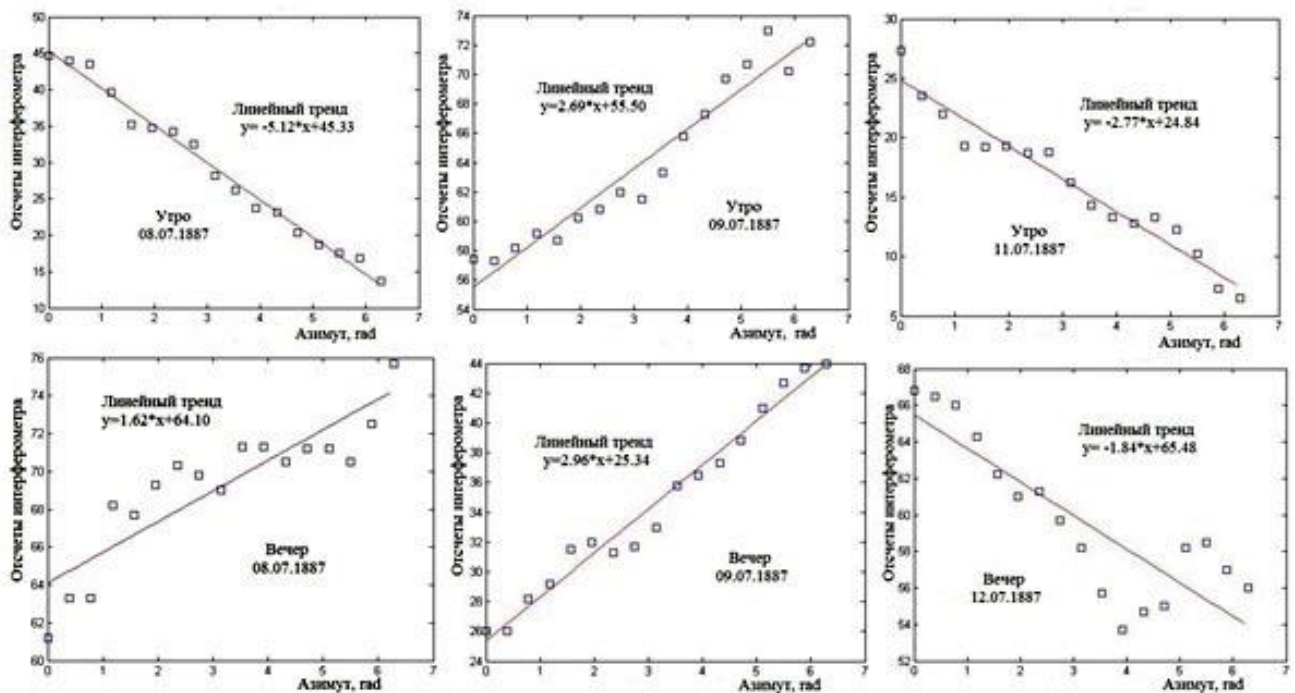


Рис 8. Отсчеты и линейный тренд

Разности  $\Delta N$  между отсчетами и линейными трендами приведены в таблице 2.

Разности  $\Delta N$  между отсчетами и линейным трендом Таблица 2

N	Азимут (rad)	Утро 08.07	Утро 09.07	Утро 11.07	Вечер 08.07	Вечер 09.07	Вечер 12.07
16	0	-0.6301	1.8925	2.4584	-2.9017	0.6552	1.3152
1	0.3930	0.6842	0.7333	-0.2520	-1.4390	-0.5067	1.7399
2	0.7850	2.1933	0.5769	-0.6652	-2.0747	0.5342	1.9628
3	1.1780	0.4076	0.5177	-2.2756	2.1880	0.3723	0.9875
4	1.5700	-2.0833	-1.0387	-1.2888	1.0523	1.5133	-0.3897
5	1.9620	-0.5742	-0.5952	-0.1020	2.0166	0.8542	-0.8668
6	2.3550	1.0401	-1.0543	0.3876	2.3793	-1.0077	0.1579
7	2.7480	1.2544	-0.9135	1.5772	1.2420	-1.7697	-0.7174
8	3.1400	-1.0365	-2.4700	0.0641	-0.1937	-1.6287	-1.4946
9	3.5330	-1.0222	-1.7291	-0.7464	1.4690	0.0093	-3.2699
10	3.9260	-1.4080	-0.2883	-0.6568	0.8316	-0.4527	-4.5452
11	4.3180	0.0012	0.1553	-0.0699	-0.6040	-0.8117	-2.8223
12	4.7100	-0.8897	1.4988	1.5169	-0.5397	-0.4707	-1.7994
13	5.1030	-0.4754	1.4397	1.6065	-1.1770	0.5673	2.1253
14	5.4950	0.3337	2.6832	0.5933	-2.5127	1.1083	3.1481
15	5.8880	1.6480	-1.1760	-1.2171	-1.1500	0.9463	2.3728
16	6.2800	0.5571	-0.2324	-0.9303	1.4143	0.0873	2.0957

По данным таблицы 2 по формуле (12) рассчитывались скорости эфирного ветра. Полученные значения скоростей сведены в таблицу 3.

Скорости эфирного ветра,  $V$  Таблица 3

N	Азимут (rad)	Утро 08.07.	Утро 09.07.	Утро 11.07	Вечер 08.07	Вечер 09.07	Вечер 12.07
16	0	5.5151	9.5580	10.8937	8.2627	2.0529	10.0581
1	0.3930	6.8365	7.0775	4.1490	8.8632	8.0400	12.7312
2	0.7850	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
3	1.1780	5.2756	5.9455	12.4652	8.9648	6.2238	12.0465
4	1.5700	10.0283	7.0810	7.8876	5.1042	4.7668	9.3200
5	1.9620	6.2516	6.3649	2.6349	6.4118	7.4329	13.8600
6	2.3550	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
7	2.7480	9.2622	7.9041	10.3858	10.0232	0.7975	14.9542
8	3.1400	7.0735	10.9194	1.7591	3.0579	8.8669	8.4940
9	3.5330	8.3429	0.8507	7.1291	9.1962	10.9774	6.9892
10	3.9260	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
11	4.3180	0.2867	3.2616	2.1882	11.7532	7.6494	7.7056
12	4.7100	6.5535	8.5060	8.5572	7.1273	8.5470	4.3373
13	5.1030	5.6851	9.8933	10.4507	12.1963	5.0310	8.1936
14	5.4950	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
15	5.8880	10.6334	8.9825	9.1381	9.9363	5.8962	10.9259
16	6.2800	5.1859	3.3494	6.7014	11.8354	5.6240	7.9680

После статистической обработки данных было построено распределение скоростей эфирного ветра [6,7].

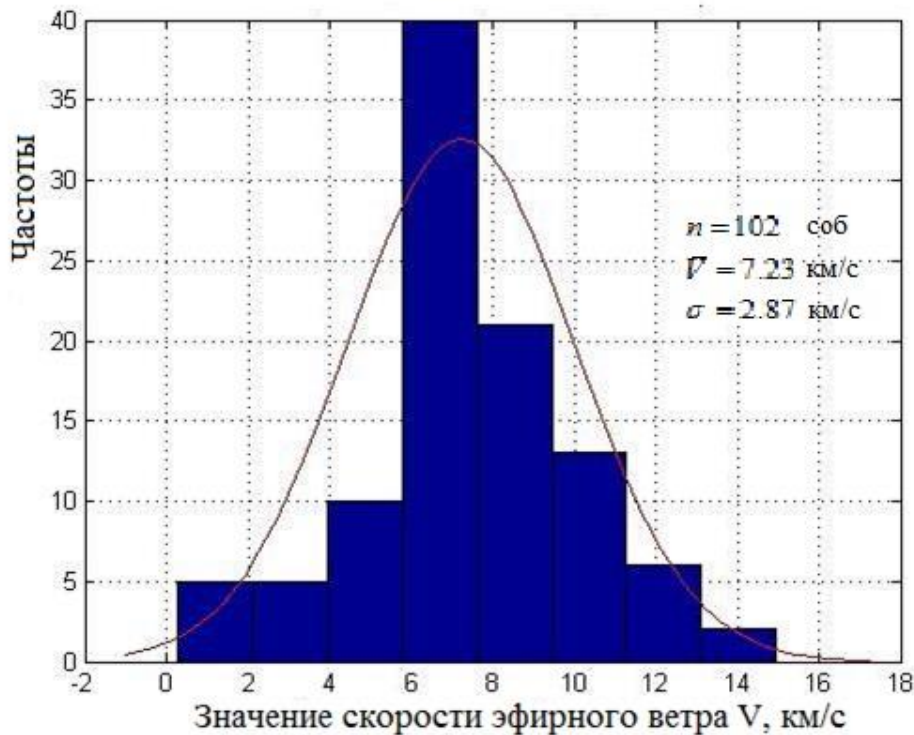


Рис 14 Распределение величины скорости эфирного ветра  $V$

### Заключение

Несмотря на «отрицательный» результат опыта 1887 г. для спасения концепции эфира была выдвинута гипотеза о том, что при движении продольного плеча прибора сквозь эфир его длина уменьшается, замедляется ход часов и увеличивается масса тела.

$$l = l_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2}, \quad t = t_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}, \quad m = m_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2};$$

Это предположение легло в основу «преобразований Лоренца», которые в свою очередь стали основой последующих теорий.

Полученное в работе значение скорости эфирного ветра  $V = 7.23$  км/с. ставит под сомнение правомерность использования «преобразований Лоренца» в теориях как не имеющих экспериментального основания.

### Список итературы

1. В.А Ацюковский, Эфирный ветер, 2-е издание, Энергоатомиздат, 2011 г. 289 .
2. Там же. А. Майкельсон, Э. Морли. Об относительном движении Земли и светового эфира (1887), 289. (41-57).
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. Оптика. М. Наука. Гл. ред. Физ.- мат литературы. 1970 г. 537 с (193).
4. On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether (1887) by Albert Abraham Michelson and Edward MorleyZ/American Journal of Science, 1887, 34 (203). (333-345).
5. А.Е. Цикунов. Сборник формул по математике. ООО «Питер Пресс, Санкт - Петербург. 2007 г., 160.
6. Д. Худсон. Статистика для физиков. Из-во Мир, Москва, 1970 г. (185) с
7. В. П. Дьяконов. MATLAB.\*R2006/R2007/: Самоучитель.-М.;ДМЛ Пресс, 2008.-768.

# НУРОН – ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА, КВАНТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО И СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ

Нуруллин А. Г.  
Ведущий инженер  
Лаборатория №18  
Россия, Московская область, г.Серпухов

## NURON IS AN ELEMENTARY PARTICLE, THE QUANTUM ELECTROMAGNETIC RADIATION OF MILLIMETER AND SUBMILLIMETER RANGES

Nurullin A.G.  
Lead engineer  
Laboratory No. 18  
Serpukhov, Moscow region, Russia

### Аннотация

На различных этапах развития науки и техники шкала электромагнитных излучений совершенствовалась, менялась. В настоящем исследовании особое внимание обращается на электромагнитные излучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов.

По аналогии с оптическим диапазоном, в котором кванты энергии определены как фотоны, в области ЭМИМСД предлагается ввести термин **нурон** как квант энергии ЭМИМСД.

Приводятся оценочные расчёты числа излучаемых нурунов. Наложение большого количества излучаемых нурунов приводит к макроскопическому проявлению квантовых явлений. Ряд особенностей макроскопических явлений позволяют прояснить многие вопросы организации и самоорганизации различных объектов природы и техники.

### Abstract

At different stages in the development of science and technology, the scale of electromagnetic radiation was improved, changed. In this study particular attention is drawn to electromagnetic radiation of millimeter and submillimeter ranges.

By analogy with the optical range in which the quanta of energy identified as photons, in the field EMIMSD it is proposed to introduce the term nuron as a quantum of energy EMIMSD.

Provides estimates of the number of emitted nurons. The imposition of a large number of emitted nurons leads to a macroscopic manifestation of quantum phenomena. A number of features of macroscopic phenomena make it possible to clarify many aspects of organization and self-organization of various objects of nature and technology.

**Ключевые слова:** электромагнитные волны миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, ЭМИМСД, нурун

**Keywords:** electromagnetic irradiations of millimeter and submillimeter diapasons, EMIMSD, nuron

### 1. Введение

На различных этапах развития науки и техники шкала электромагнитных излучений совершенствовалась, менялась. Например, оптический диапазон выделяется из-за большого объёма информационного обеспечения мозга живых существ через систему зрения. А в связи с бурным развитием радиотехники специалисты разработали радиодиапазон. С развитием космической техники активно осваивались метровый, сантиметровой и миллиметровый диапазоны, в том числе с исследованием «окон прозрачности»

атмосферы Земли. Не обошли вниманием миллиметровые, субмиллиметровые и инфракрасные диапазоны в астрофизике.

В настоящем исследовании особое внимание обращается на электромагнитные излучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов (далее по тексту – ЭМИМСД, причём не только в понимании излучения, но также и поглощения, и в более широком смысле волн). ЭМИМСД находятся на стыке радиодиапазона и оптического диапазона, а именно на верхней границе СВЧ и нижней области инфракрасного диапазона.

При анализе результатов экспериментальных исследований по воздействию электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности (ЭМИМД) на различные объекты флоры и фауны были выявлены следующие особенности, характеризующие взаимосвязь воздействия ЭМИМД с основными процессами, регулирующими жизнедеятельность организмов ([1] - [8]):

1.1. Общность описанных биологических эффектов для всего живого мира.

1.2. Необычность наблюдаемых реакций живых организмов на амплитудные и частотные характеристики ЭМИМД.

1.3. Отсутствие связи наблюдаемых биологических эффектов с нагревом или с радиационным изменением тканей.

1.4. Высокая воспроизводимость результатов экспериментов.

1.5. Содействие восстановлению больного организма.

1.6. Защита организма от последующих неблагоприятных воздействий.

1.7. Значительная зависимость от времени облучения.

Естественно, по аналогии с оптическим диапазоном, в котором кванты энергии определены как фотоны, в области ЭМИМСД предлагается ввести термин **нурон** как квант энергии ЭМИМСД.

## 2. Характеристики нурона

Если принять за:

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж\*с - постоянная Планка ([11]);

$1 \text{ эВ} = 1,60 \cdot 10^{-19}$  Дж - 1 электронвольт ([11]);

$\lambda \sim 10 \dots 0,1$  мм - длины волн ЭМИМСД;

$\nu \sim 30 \dots 3000$  ГГц - частоты ЭМИМСД;

$E_{\text{нур}}$  - энергия кванта ЭМИМСД,

то  $E_{\text{нур}} = h \cdot \nu$  и составляет  $2 \cdot 10^{-23} \dots 2 \cdot 10^{-21}$  Дж или же  $1,25 \cdot 10^{-4} \dots 1,25 \cdot 10^{-2}$  эВ, т.е. в пределах 0,00013-0,013 эВ (1).

Вывод №1: Введение нового вида связи с опорой на энергетические характеристики нуронов ЭМИМСД чрезвычайно упрощает понимание биохимических реакций, расширяет границы их познания и, в то же время, их рамочно ограничивает.

Вывод №2: Область исследований на основе обмена квантами ЭМИМСД является фундаментальной основой строения живого мира ([9] - [10]).

Вывод №3: Действительно, такой вид связи с энергетическими характеристиками  $E_{\text{нур}}$  в пределах 0,00013-0,013 эВ целесообразно назвать нуронной (лучевой) связью.

## 3. Роль нуронов в организации макроскопичности реального мира.

Открытые недавно квантовые точки представляют собой коллоидные растворы физических частиц с ограниченным размером 10-15 нм по трём координатам пространства. Они обладают способностью поглощать энергию в широком диапазоне излучений и переходить в возбуждённое состояние с последующим излучением в видимом диапазоне ([12] - [14]). Если принять размеры атома в долях нм, то число атомов в квантовой точке составляет порядка  $10^5$  единиц (2).

Генерируемые при репликации ДНК электромагнитные волны обладают высокой пространственной и временной когерентностью ([15] - [18]). Это связано с тем, что:

3.1. ДНК отличается высокой упорядоченностью структуры.

3.2. Во всех клетках живого организма ДНК имеют идентичное строение.

3.3. В живом организме происходит постоянный процесс репликации ДНК, синтез новых клеток.

Вывод №04: Именно нуклеиновые (ДНК, РНК, и пр.) кислоты и белки как их производные выполняют роль гетероструктур, а точнее – квантовых точек, но в живом материале.

Вывод №05: Процесс репликации вызывает излучение нулонов с последующим поглощением при «доставке» необходимого триплета в репликативную вилку. Т.о. репликативная вилка является внутренним источником генерации нулонов.

Вывод №06: Нулоны от внешних генераторов вносят вклад в изменение хода биохимической реакции.

В живом мире происходит упорядоченное распределение квантовых точек в объёме материала. Это обеспечивается высокой упорядоченностью структур под управлением ДНК-генераторов ([9] - [10]).

Если принять, что:

$N \sim 10^{13}$  - количество клеток в одном килограмме веса живого организма,

$t \sim 3600$  сек. - время деления клетки живого организма,

$T \sim 10^7$  сек. - период времени между актами деления клетки,

то количество клеток, находящихся одновременно в процессе деления

$$n = N \cdot t / T \sim 3 \cdot 10^9 \quad (3).$$

Соответственно, в каждом кубическом миллиметре живого организма одновременно находится в процессе деления около  $10^3$  (тысячи) клеток (4).

Данная количественная оценка позволяет проводить аналогию интерференции между ЭМИМСД, излучаемыми в репликационных вилках ДНК, и когерентными волнами при голографии.

При встрече когерентных волн ЭМИМСД в пространстве образуется система стоячих волн, максимум которых соответствует зонам, в которых интерферирующие волны находятся в одной фазе, а минимумы - в противофазе.

Голография как способ записи и восстановления волнового поля, основанный на регистрации интерференционной картины, имеет следующие особенности ([15] - [18]):

3.4. Предметная и опорная волны обладают высокой когерентностью.

3.5. Амплитудно-фазовое пространственное распределение волнового поля создается в соответствии с принципом Гюйгенса-Френеля.

3.6. Имеется зависимость от способа формирования предметной и опорной волн.

3.7. Имеется зависимость от способа записи интерференционной картины.

3.8. Регистрируется распределение амплитуды и фазы предметной волны относительно опорной.

3.9. Остаются одинаковыми свойства негативной и позитивной записи.

3.10. Каждый малый участок записи способен восстановить все изображение.

3.11. Передаются градации яркости до 5-6 порядков.

3.12. Проявляется избирательность объемных голограмм по отношению к длине волны источника.

3.13. При экспонировании в излучении, содержащем несколько спектральных линий, для каждой длины волны образуется своя трехмерная интерференционная структура.

3.14. Объемные голограммы образуют только одно изображение.

3.15. Трехмерные фазовые интерференционные картины обладают 100%-ной достижимой дифракционной эффективностью.

3.16. При восстановлении создается полная иллюзия существования объекта, неотличимого от оригинала.

3.17. Изображение объекта можно осматривать с разных направлений.

При репликации дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) необходимо отметить следующие особенности:

3.18. В области репликационной вилки ДНК происходит процесс джоузефсоновской генерации ЭМИМД.

3.19. Частота зависит от приложенного напряжения к репликационной вилке ДНК.

3.20. Приложенное напряжение зависит от синтезируемого участка ДНК (текущего кода ДНК).

3.21. ЭМИМД являются монохроматическим излучением в промежуток времени от начала синтеза до конца синтеза текущего триплета нуклеиновой кислоты.

3.22. После перехода на процесс синтеза следующего триплета ЭМИМД генерируется на другой монохроматической частоте.

#### **4. Заключение**

Введение нурона как элементарной частицы (кванта) ЭМИМСД с энергией (1) сталкивается с целым веером проблем корпускулярно-волнового дуализма. Однако результаты оценочных расчётов (2), (3), (4) показывают существование уровня макроскопичности и квантовая система становится классической. Иными словами – речь идёт о макроскопических проявлениях квантовой физики, суперпозиции миллиардов нуронов. Мы можем наблюдать глазами квантовые проявления.

#### **Список литературы**

1. Голант М.Б. Влияние монохроматических электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности на биологические процессы // Биофизика, 1986. - Т. XXXI, вып. 1. - с. 139 - 147.

2. Смолянская А.З., Виленская Р.Л. Действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на функциональную активность некоторых генетических элементов бактериальных клеток // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 458 - 460.

3. Базанова Э.Б., Брюхова А.К., Виленская Р.Л., Гельвич Э.А., Голант М.Б., Ландау Н.С., Мельникова В.Ш., Микаэлян Н.П., Охохонина Г.М., Севастьянова Л.А., Смолянская А.З., Сычева Н.А. Некоторые вопросы методики и результаты экспериментального исследования воздействия СВЧ на микроорганизмы и животных // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 455 - 456.

4. Севастьянова Л.А., Виленская Р.Л. Исследование влияния радиоволн сверхвысокой частоты миллиметрового диапазона на костный мозг мышей // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 456 - 458.

5. Севастьянова Л.А., Голант М.Б., Адаменко В.Г., Виленская Р.Л. Влияние сверхвысокочастотного излучения на изменение количества клеток костного мозга, вызванное действием противоопухолевых химеотерапевтических препаратов // Биологические науки, 1971. - № 6 (90). - с. 58-59.

6. Девятков Н.Д. Влияние электромагнитных излучений миллиметрового диапазона длин волн на биологические объекты // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 453 - 454.

7. Кондратьева В.Ф., Чистякова Е.Н., Шмакова И.Ф., Трескунов А.А. Влияние радиоволн миллиметрового диапазона на некоторые свойства бактерий // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 460 - 461.

8. Манойлов С.Е., Кондратьева В.Ф., Чистякова Е.Н., Стрелкова М.А. Влияние электромагнитных волн миллиметрового диапазона на некоторые стороны белкового метаболизма бактерий // Успехи физических наук, 1973. - Т. 110, вып. 3. - с. 461 - 462.

9. Материалы IV съезда биофизиков России. 20-26 августа 2012г., ННГУ им. Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород.

10. Материалы IV съезда биофизиков России. 20-26 августа 2012г., ННГУ им. Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород.

11. Физика. Большой энциклопедический словарь / гл.ред. А.М.Прохоров, 4 изд., М.: Ф50. Большая Российская энциклопедия, 1998. - 944с.: ил., 2л. цв.ил.
12. Елисеев А.А., Киселева Е.А., Авдошенко С., Наноазбука: квантовые точки. ФНМ МГУ. 06 июня 2007.
13. Олейников В.А. Квантовые точки в биологии и медицине. Природа №3 (2010), 22
14. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: Физматлит, 2007. — 416 с.
15. Нуруллин А.Г., Нуруллин Р.Г. Роль интерференции электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности в живой природе. Тула: Вестник новых медицинских технологий, № 1, 1999.
16. Нуруллин Р.Г., Нуруллин А.Г. Сверхпроводимость дезоксирибонуклеиновой кислоты и ее значение для безопасности жизнедеятельности человека. Казань: Казанская государственная сельхозакадемия, 1995.
17. Нуруллин Р.Г., Нуруллин А.Г. Роль электромагнитных излучений миллиметрового диапазона малой мощности в живой природе. Научный доклад на Международной школе «Проблемы теоретической биофизики». М.: МГУ, 15-20 июня, 1998 /на русском и английском языках/.
18. Патент РФ № 2024083. МКИ - Н 01 В 12/00. Органический сверхпроводник / Авт. изобрет. Р.Г. Нуруллин, А.Г. Нуруллин. - заявл. 02.12.91, заявка № 5014602/07; опубл. 30.11.94, Бюл. №22.

### **НИЗКОЧАСТОТНОЕ ПРОХОЖДЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ДВОЙКОПЕРИОДИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ТРЕЩИН В ТРЕХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ**

**Ремизов М.Ю.**

*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» ДГТУ  
Ростов-на-Дону*

### **3-D LOW FREQUENCY PENETRATION OF ELASTIC WAVES THROUGH A DOUBLY PERIODIC SYSTEM OF CRACKS**

**Remizov M.Yu.**

*Don state technical University DSTU  
Rostov-on-don*

#### **Аннотация**

Данная работа посвящена выводу аналитических выражений для коэффициентов отражения и прохождения, когда плоская волна падает на двумерную решетку с периодическим массивом прямоугольных щелей в упругой изотропной среде в трехмерной постановке. В режиме частотного диапазона одной моды задача сводится к гиперсингулярному интегральному уравнению. Показано, что кроме свойства гиперсингулярности интегрального уравнения обнаружены новые сингулярности по каждой из координат двумерной решетки.

#### **Abstract**

The paper is devoted to the calculation of the reflection and transmission coefficients, when a plane wave is incident on a two-dimensional grating with a periodic array of rectangular cracks in the elastic material in 3-D. In the one-mode frequency range the problem is reduced to a single hypersingular integral equation, which leads to an explicit representation of the wave characteristics for various sizes of the cracks. New singularities along each coordinate of two-



dimensional grating have been revealed for the obtained hypersingular integral equation of double singularity

**Ключевые слова:** двояко-периодический массив трещин, распространение одной моды; интегральное уравнение; полуаналитический метод; коэффициенты отражения и преломления.

**Keywords:** doubly periodic array of cracks; one-mode propagation; integral equation; semi-analytical method; reflection and transmission coefficients

В настоящей работе мы продолжаем исследование двояко-периодической структуры, расположенной в бесконечной плоскости в 3-D случае. Так же, как и в [1-6], мы предполагаем, что при нормальном падении волны имеет место режим распространения одной моды, т.е.  $ak_1 < \pi$ , ( $a > c$ );  $ck_1 < \pi$ , ( $c > a$ ). Здесь  $k_1$  - волновое число продольной падающей волны, представляемой в виде экспоненты  $e^{ik_1x}$ . Целью настоящей работы является получение новых аналитических выражений для коэффициентов отражения и прохождения в случае трехмерного распространения и описание новых свойств ядра полученного гиперсингулярного интегрального уравнения.

## 2. Математическая постановка задачи.

Рассмотрим среду, которая состоит из бесконечной плоскости  $x = 0$ , содержащую двумерный бесконечный периодический массив трещин, с периодами по осям  $y$  и  $z$   $2a$  и  $2c$  соответственно. Если мы изучаем падение плоской волны на решетку вдоль положительного направления оси  $x$ , то в силу симметрии вопрос сводится к рассмотрению волновода ширины  $2a$  вдоль оси  $y$  и  $2c$  вдоль оси  $z$ , (рис.1). Следовательно, если падающая волна единичной амплитуды, как предполагается, распространяются нормально к плоскости  $x = 0$ , то потенциалами Ламэ, удовлетворяющие уравнению Гельмгольца, являются следующие функции:

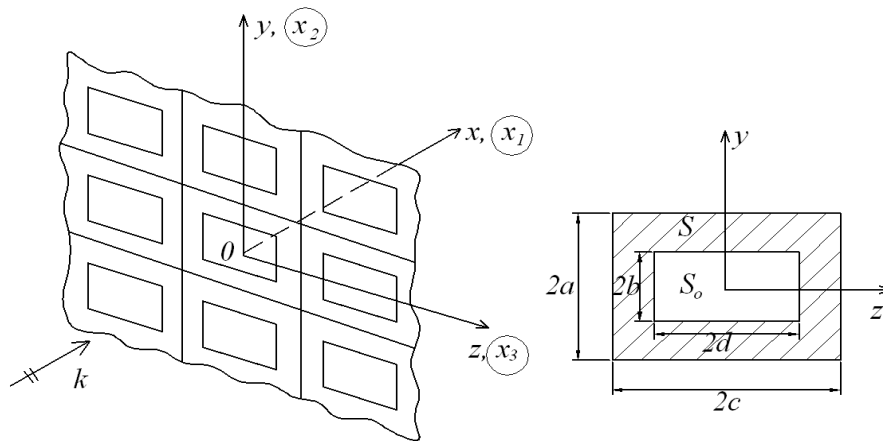


Рис.1 Распространение падающей волны через периодический массив просветов.

$$\varphi^{left} = e^{ik_1x} + Re^{-ik_1x} + \sum_{n+j>1}^{\infty} A_{nj} e^{q_{nj}x} \cos\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi jz}{c}\right);$$

$$\psi_1^{left} = \sum_{n+j>1}^{\infty} B_{nj}^1 e^{r_{nj}x} \sin\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi jz}{c}\right);$$

$$\psi_2^{left} = \sum_{n+j>1}^{\infty} B_{nj}^2 e^{r_{nj}x} \cos\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi jz}{c}\right);$$

$$\psi_3^{left} = \sum_{n+j>1}^{\infty} B_{nj}^3 e^{r_{nj}x} \sin\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi jz}{c}\right), \quad x < 0, \quad n+j > 0, \quad (2.1a)$$

$$\begin{aligned} \varphi^{right} &= T e^{ik_1 x} + \sum_{n,j=1}^{\infty} C_{nj} e^{-q_{nj}x} \cos\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi jz}{c}\right); \\ \psi_1^{right} &= \sum_{n,j=1}^{\infty} D_{nj}^1 e^{-r_{nj}x} \sin\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi jz}{c}\right); \\ \psi_2^{right} &= \sum_{n,j=1}^{\infty} D_{nj}^2 e^{-r_{nj}x} \cos\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi jz}{c}\right); \\ \psi_3^{right} &= \sum_{n,j=1}^{\infty} D_{nj}^3 e^{-r_{nj}x} \sin\left(\frac{\pi ny}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi jz}{c}\right), \quad n+j > 0, \quad x > 0. \quad (2.1b) \end{aligned}$$

Заглавные буквы здесь являются неизвестными константами и  $q_{nj} = [(\pi n/a)^2 + (\pi j/c)^2 - k_1^2]^{1/2}$ ,  $r_{nj} = [(\pi n/a)^2 + (\pi j/c)^2 - k_2^2]^{1/2}$ . Гармонической временной множитель берется в видео  $e^{-i\omega t}$ ,  $k_1, k_2$  являются продольным и поперечным волновыми числами. При этом, параметрами  $R, T$  являются коэффициенты отражения и прохождения. Далее возьмем компоненты тензора напряжений  $\sigma_{xx}; \sigma_{xy}; \sigma_{xz}$  и вектора перемещений  $u_x, u_y, u_z$  в терминах потенциалов, используя стандартные формулы Грина-Ламэ.

Потенциалы  $\psi_s(y, z)$ ,  $s = 1, 2, 3$  должны удовлетворять дополнительному условию  $\text{div} \psi_s(y, z) = 0$ ,  $s = 1, 2, 3$ . (2.2)

В рассматриваемой задаче плоская продольная волна с потенциалами

$$\varphi_0 = e^{ik_1 x}, \quad \bar{\psi} = 0 \quad (2.3)$$

приходит из  $-\infty$ , и порождает отраженное поле. Предполагая непрерывность поля перемещений  $u_x, u_y, u_z$  вне трещин, введем для трещин следующий вектор неизвестных функций  $g_x(y, z), g_y(y, z), g_z(y, z)$ , ( $x = 0$ ):

$$\bar{u}^{(left)} - \bar{u}^{(right)} = \bar{g}(y, z); \quad (y, z) \in S_0. \quad (2.4)$$

Используя (2.1), (2.3), получим все необходимых постоянные, входящие в потенциалы (2.1) в терминах  $g_x(y, z), g_y(y, z), g_z(y, z)$ . Интегрируя уравнения (2.4) по области  $S_0 = \{(y, z) : |y| < b, |z| < d\}$ , имеем

$$ik_1(1-R-T) = \frac{1}{4ac} \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) d\eta d\zeta. \quad (2.5)$$

Ортогональность тригонометрических функций сведет (2.4), (2.5) к соотношениям

$$[A_{nj} + C_{nj}]q_{nj} + [B_{nj}^{(3)} - D_{nj}^{(3)}] \frac{\pi n}{a} - [B_{nj}^{(2)} - D_{nj}^{(2)}] \frac{\pi j}{c} = \frac{4}{ac} \iint_S g_x(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta; \quad (2.6a)$$

$$-[A_{nj} - C_{nj}] \frac{\pi n}{a} + [B_{nj}^{(1)} - D_{nj}^{(1)}] \frac{\pi j}{c} - [B_{nj}^{(3)} + D_{nj}^{(3)}] r_{nj} = \frac{4}{ac} \iint_S g_y(\eta, \zeta) \sin\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta; \quad (2.6b)$$

$$-[A_{nj} - C_{nj}] \frac{\pi j}{c} + [B_{nj}^{(2)} + D_{nj}^{(2)}] r_{nj} - [B_{nj}^{(1)} - D_{nj}^{(1)}] \frac{\pi n}{a} = \frac{4}{ac} \iint_S g_z(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta;$$

(2.6c)

Условия непрерывности напряжений на на границе, имеют место в виде

$$\sigma_{xx}^{(left)} = \sigma_{xx}^{(right)}; \sigma_{xy}^{(left)} = \sigma_{xy}^{(right)}; \sigma_{xz}^{(left)} = \sigma_{xz}^{(right)}, \quad x=0 \quad \forall(y, z). \quad (2.7)$$

После применения для (2.7) аналогичной процедуры интегрирования по области  $S_0$  и, принимая во внимание свойство ортогональности тригонометрических функций, получим с учетом (2.6) систему

$$E_1 \frac{k_1^2}{2} (2 - c_1^2/c_2^2 + q_{nj}^2) + E_6 a_n r_{nj} - E_4 c_j r_{nj} = 0; \quad -E_2 q_{nj} a_n - E_5 (a_n^2 - \frac{k_2^2}{2}) + E_3 c_j a_n = 0;$$

$$-E_2 q_{nj} c_j + E_3 (c_j^2 - \frac{k_2^2}{2}) - E_5 c_j a_n = 0; \quad (2.8)$$

$$E_2 q_{nj} + E_5 a_n - E_3 c_j = \frac{4}{ac} \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta;$$

$$-E_1 a_n + E_4 a_n c_j / r_{nj} - E_6 r_{nj} + E_6 c_j^2 / r_{nj} = \frac{4}{ac} \iint_{S_0} g_y(\eta, \zeta) \sin\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta;$$

$$-E_1 c_j - E_6 a_n c_j / r_{nj} + E_4 r_{nj} - E_4 a_j^2 / r_{nj} = \frac{4}{ac} \iint_{S_0} g_z(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta, \quad (2.9)$$

где введены переменные  $E_m, m=1-7$ ,

$$E_1 = A_{nj} - C_{nj}; \quad E_2 = A_{nj} + C_{nj}; \quad E_3 = B_{nj}^{(2)} - D_{nj}^{(2)}; \quad E_4 = B_{nj}^{(2)} + D_{nj}^{(2)};$$

$$E_5 = B_{nj}^{(3)} - D_{nj}^{(3)}; \quad E_6 = B_{nj}^{(3)} + D_{nj}^{(3)}; \quad E_7 = B_{nj}^{(1)} - D_{nj}^{(1)}, \quad (2.10)$$

и обозначено  $a_n = \pi n/a; c_j = \pi j/c$ . Линейная алгебраическая система шестого порядка относительно  $E_m, m=1-6$  (2.9) учитывает условие (2.3b) в виде

$$E_4 a_n + E_6 c_j - E_7 r_{nj} = 0. \quad (2.11)$$

Решение этой системы определяет постоянные  $A_{nj}, C_{nj}, B_{nj}^{(2)}, B_{nj}^{(3)}, D_{nj}^{(2)}, D_{nj}^{(3)}$ , три из которых для  $x < 0$ , используемых ниже, принимают вид.

$$A = \frac{2}{ac\Delta_0} [\alpha_1 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta + \alpha_2 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \sin\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta$$

$$+ \alpha_3 \iint_{S_0} g_z(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta];$$

$$B_{nj}^{(2)} = \frac{2}{ac\Delta_0} [\beta_1 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta + \beta_2 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \sin\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta$$

$$+ \beta_3 \iint_{S_0} g_z(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta];$$

$$B_{nj}^{(3)} = \frac{2}{ac\Delta_0} [\gamma_1 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta + \gamma_2 \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \sin\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \cos\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta$$

$$\begin{aligned}
& + \gamma_3 \iint_{S_0} g_z(\eta, \zeta) \cos\left(\frac{\pi n \eta}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j \zeta}{c}\right) d\eta d\zeta; \\
\Delta_0 & = [c_j / r_{nj} + a_n^2 / (r_{nj} c_j) - r_{nj} / c_j] [r_{nj} / \alpha - 1 / r_{nj}] a_n \\
& - [-a_n^2 / (c_j r_{nj}) + r_{nj} / c_j - r_{nj} c_j / \alpha] [c_j^2 / (r_{nj} a_n) - r_{nj} / a_n + a_n / r_{nj}]; \quad \alpha = \frac{k_1^2}{2} (2 - c_1^2 / c_2^2 + q_{nj}^2).
\end{aligned}
\tag{2.12}$$

Теперь мы можем получить все неизвестные константы, взятые из (2.8)-(2.12) и использовать эти значения в условиях равенства нулю компонент напряжений (2.7) на трещине. Здесь мы должны принять во внимание, что в задаче остается только одна нетривиальная функция раскрытия  $g_x(y, z); |y| < b; |z| < d$ , входящая в соотношение.

$$\sigma_{xx}^{(left)} = \sigma_{xx}^{(right)} = 0, \quad x = 0. \tag{2.13}$$

Опуская некоторые рутинные математические преобразования окончательно получаем следующее интегральное уравнение для этой функции  $g_x(y, z)$ :

$$\frac{2}{ac} \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) \left\{ \sum_{n+j>0} \frac{R_{nj}}{q_{nj}} \cos\left[\frac{\pi n(y-\eta)}{a}\right] \cos\left[\frac{\pi j(z-\zeta)}{c}\right] \right\} d\eta d\zeta = -(1+R)k_2^4, \tag{2.14}$$

где числитель выражения ядра принимает форму функции Рэлея  $R_{nj} = [2(a_n^2 + c_j^2) - k_2^2]^2 - 4r_{nj}q_{nj}(a_n^2 + c_j^2)$ . При этом функции раскрытия в направлении осей  $y, z$  равны тождественно нулю.

### **3. Аналитические выражения волновых характеристик.**

Так же как и в [3], рассмотрим вспомогательное уравнение

$$\frac{1}{ac} \iint_{S_0} h(\eta, \zeta) \left\{ \sum_{n+j>0} \frac{R_{nj}}{q_{nj}} \cos\left[\frac{\pi n(y-\eta)}{a}\right] \cos\left[\frac{\pi j(z-\zeta)}{c}\right] \right\} d\eta d\zeta = 1, \quad H = \iint_{S_0} h(\eta, \zeta) d\eta d\zeta. \tag{3.1}$$

В терминах четной функции  $h(y, z)$  из (2.5) и (2.14) получаем:

$$g_x(y, z) = \{(k_2^4 / 16acik_1)J_x - k_2^4 / 2\}h(y, z). \tag{3.2}$$

где было обозначено

$$J_x = \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) d\eta d\zeta. \tag{3.3}$$

После интегрирования уравнения (3.2) по области  $S_0$  получаем линейное алгебраическое уравнение, решив которое имеем

$$J_x = \frac{Hk_2^4}{16acik_1 - Hk_2^4}. \tag{3.4}$$

Как только  $H, J_x$  определены находим все необходимые параметры и волновые характеристики. Коэффициенты отражения и преломления будут выражаться так

$$R = -[8ik_1ac]^{-1}J_x; \quad T = 1 - R - [4ik_1ac]^{-1}J_x. \tag{3.5}$$

### **4. Свойства интегрального уравнения.**

Начнем с рассмотрения символа ядра полученного интегрального уравнения  $L_{nj}$ .

$$\frac{2}{ac} \iint_{S_0} g_x(\eta, \zeta) K(y - \eta, z - \zeta) d\eta d\zeta = -(1 + R)k_2^4; \quad K(y, z) = \sum_{n+j>0}^{\infty} L_{nj} \cos\left[\frac{\pi y}{a}\right] \cos\left[\frac{\pi j z}{c}\right];$$

$$L_{nj} = \frac{R_{nj}}{q_{nj}}. \quad (4.1)$$

Заметим, что  $L_{nj} \approx -4k_2^2(a_n^2 + c_j^2)^{1/2}$ ,  $(n, j) \rightarrow \infty$ . Тогда, сумма составляющая ядро преобразуется к виду

$$K(y, z) = \sum_{n+j>0}^{\infty} [L_{nj} + 4k_2^2(a_n^2 + c_j^2)^{1/2}] \cos\left[\frac{\pi y}{a}\right] \cos\left[\frac{\pi j z}{c}\right] - 4k_2^2 \sum_{n+j>0}^{\infty} (a_n^2 + c_j^2)^{1/2} \cos\left[\frac{\pi y}{a}\right] \cos\left[\frac{\pi j z}{c}\right]. \quad (4.2)$$

Сейчас первая сумма ядра есть некоторая регулярная функция. Вторая имеет как регулярную, так и и сингулярную части. В результате выделения регулярной и сингулярной части при

$a = c$ ;  $\tilde{y} = \frac{y - \eta}{a}$ ;  $\tilde{z} = \frac{z - \zeta}{c}$  и, опустив далее знак тильды, приходим к представлению.

$$I(y, z) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (a_n^2 + c_j^2)^{1/2} \cos[\pi n y] \cos[\pi j z] - \sum_{n=1}^{\infty} n \cos[\pi n y] - \sum_{j=1}^{\infty} j \cos[\pi j z]$$

$$= -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{\infty} j \cos[\pi j z] - \frac{1}{2\pi^2 (y^2 + z^2)^{3/2}} + \frac{1}{2\pi^2 y^2} - \frac{1}{2\pi^2} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{(y^2 + (2j + z)^2)^{3/2}} + \frac{1}{(y^2 + (2j - z)^2)^{3/2}} \right\}$$

$$- \frac{1}{2\pi^2} \sum_{j=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{jK_1(j|2\pi n + \pi y|)}{|2\pi n + \pi y|} + \frac{jK_1(j|2\pi n - \pi y|)}{|2\pi n - \pi y|} \right\} \cos[\pi j z]. \quad (4.3)$$

Здесь  $K_1(\xi)$  функция Макдональда (первого рода). В итоге получаем сингулярную и регулярную части соответственно

$$I_s(y, z) = \frac{1}{2\pi^2} \left\{ \frac{1}{y^2} - \frac{1}{4\sin^2(\pi z/2)} - \frac{1}{(y^2 + z^2)^{3/2}} \right\};$$

$$I_r(y, z) = -\frac{1}{2\pi^2} \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{(y^2 + (2j + z)^2)^{3/2}} + \frac{1}{(y^2 + (2j - z)^2)^{3/2}} \right\} -$$

$$- \frac{1}{2\pi^2} \sum_{j=1}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{jK_1(j|2\pi n + \pi y|)}{|2\pi n + \pi y|} + \frac{jK_1(j|2\pi n - \pi y|)}{|2\pi n - \pi y|} \right\} \cos[\pi j z]. \quad (4.4)$$

В заключение необходимо отметить, что полученная двойная сингулярность имеет место наряду с сингулярностью по каждой из переменной в отдельности. Для анализируемой задачи такая особенность была обнаружена впервые. Стабильность при двумерной сингулярности гиперсингулярных интегральных уравнений доказана, тогда как стабильность всей  $I_s(y, z)$  с учетом сингулярности по каждой из координат пока доказанной не является. Сейчас мы проводим расчетные эксперименты для выявления сути новой комбинированной сингулярности.

### Список литературы

1. J.D. Achenbach JD, Li Z.L. "Reflexion and transmission of scalar waves by a periodic array of screens", *Wave Motion* 8, 1986. 225–234 p.
2. J.W. Miles. "On Rayleigh scattering by a grating". *Wave Motion* 4, 1982. 285–292.
3. E. Scarpetta, M.A. Sumbatyan. "Explicit analytical results for one-mode oblique penetration into a periodic array of screens", *IMA Journal of Applied Mathematics* 56, 1996. 109–120.

4. E. Scarpetta, M.A. Sumbatyan, "Low-frequency penetration of acoustic waves through a periodic arbitrary-shaped grating: the three-dimensional problem", *Wave Motion* 22, 1995. 133–144.
5. E. Scarpetta, M.A. Sumbatyan, "On wave propagation in elastic solids with a doubly periodic array of cracks, *Wave Motion* 25, 1997. 61–72.
6. E. Scarpetta, V. Tibullo, On the three-dimensional wave propagation through cascading screens having a periodic system of arbitrary openings, *Int. J. Eng. Sci.* 46, 2008. 105–111.