

ISSN 2308-4944

№ 3 (11)
2014

Teoretičeskaâ i prikladnaâ nauka

Theoretical & Applied Science

Integration of Science & Education

**Materials of the International
Scientific Practical Conference**

30.03.2014

Gothenburg, Sweden

**Teoretičkaâ i prikladnaâ
nauka**

**Theoretical & Applied
Science**

№ 3 (11)

volume 1

2014

International Scientific Journal

Theoretical & Applied Science

Editor-in Chief:

Alexandr N. Shevtsov (Kazakhstan)

The Editorial Board:

Prof. Vladimir N. Kestelman (USA)

Prof. Arne Jönsson (Sweden)

Prof. Sagat Zhunisbekov (Kazakhstan)

Founder : **International Academy of Theoretical & Applied Sciences**

Published since 2013 year.

Issued Monthly.

International scientific journal «Theoretical & Applied Science», registered in France, and distributed by the Central libraries of Kazakhstan, USA, Europe, Russia and CIS.

Address of editorial offices: 080000, Kazakhstan, Taraz, Djambyl street, 128.

Phone: +777727-606-81

E-mail: T-Science@mail.ru

<http://www.T-Science.org>

ISSN 2308-4944



© Collective of Authors

© «Theoretical & Applied Science»

Theoretical & Applied Science

International Scientific Journal

Theoretical & Applied Science

Materials of the International Scientific Practical Conference

Integration of Science & Education

30.03.2014

Gothenburg, Sweden

The scientific Journal is published monthly 30 number, according to the results of scientific and practical conferences held in different countries and cities.

Each conference, the scientific journal, with articles in the shortest time (for 1 day) is placed on the Internet site:

<http://www.T-Science.org>

Each participant of the scientific conference will receive your own copy of a scientific journal to published reports, as well as the certificate of the participant of conference

The information in the journal can be used by scientists, graduate students and students in research, teaching and practical work.

International Academy expresses gratitude for assistance in development of international connections and formation of journal:

Taraz Technical Institute,
080012, Kazakhstan, Taraz, Suleimenov 6,
Phone 8 (7262) 45-42-99. e-mail: tar-ti@mail.ru

KVN International, Inc.,
Linköping University,
Taraz State University named after M.Kh.Dulaty.

International Scientific Journal

Theoretical & Applied Science

ISJ Theoretical & Applied Science, -№ 3 (11), 2014. (ISPC Integration of Science & Education, 30.03.2014, Gothenburg, Sweden) **-188 p.**

ISSN 2308-4944



SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.

Sagat Zhunisbekov

doctor of technical Sciences, Professor,
 academician of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, rector
 Taraz technical Institute, Kazakhstan
tar-ti@mail.ru

Nurlan Darkhanuly Markhabatov

student 3 courses of speciality Mathematics
 Taraz State University named after M.Kh.Dulaty

Alexandr Nikolayevich Shevtsov

candidate of technical Sciences, President of International Academy
 International Academy of Theoretical & Applied Sciences, (USA, Sweden, Kazakhstan)
Shev_AlexXXXX@mail.ru

MODELING AND PROGRAMMING IN MATHCAD SUSTAINABILITY AND SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract: This article discusses a number of points related to the numerical solution of differential equations of the second order, and the study of their stability in MathCad.

Key words: stability, differential equation, second order.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАМИРОВАНИЕ В МАТНСАД УСТОЙЧИВОСТИ И РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Аннотация: В данной статье рассматривается ряд моментов, связанных с процессом численного решения дифференциальных уравнений второго порядка и исследования их устойчивости в MathCad.

Ключевые слова: устойчивость, дифференциальное уравнение, второй порядок.

Исследованию решений параболических уравнений посвящены труды многих ученых: Киреев В.И., Пантелеев А.В., Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л., Рихтмайер Р.Д., Вержбицкий В.М., Демидович Б.П., Марон И.А., Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я., Кабдыкайыр К., Плис А.И., Сливина Н.А., Такабаев М.К. и многих других [1-4]. Между тем при попытке численного решения и построения компьютерной модели расчета у студентов возникает ряд проблем. Использование и применение на занятиях компьютерных программ, таких как Maple, MathCad, MatLab и др. с одной стороны казалось бы должно способствовать пониманию дисциплины. Но на практике обнаруживается другая тенденция. Недостаточно просто изучить материал и обзорные лабораторные по данным компьютерным программам и общие методы решения примеров. Необходимо более тщательное и углубленное изучение по каждой отдельной теме дисциплины, и даже по каждому отдельному примеру.

Рассмотрим решение дифференциального уравнения параболического типа на множестве R^2 , где $D = (0, T^*) \times (0, l)$ в операторном виде [1]:

$$Lu = f, \quad (t, x) \in D, \quad (1)$$

$$lu = r, \quad (t, x) \in \partial D, \quad (2)$$

$$D_{h\tau} = \{(t_k, x_n): 1 \leq k \leq M-1, 1 \leq n \leq N-1\} \quad (3)$$

$$\tau = T^* / M, \quad h = l / N \quad \tau_k = t_{k+1} - t_k, \quad k = 0, \dots, M-1, \quad (4)$$

$$h_n = x_{n+1} - x_n, \quad n = 0, \dots, N-1.$$

$$u^{h\tau} = \begin{pmatrix} u_0^0 & u_1^0 & u_2^0 & \dots & \dots & u_N^0 \\ u_0^1 & u_1^1 & u_2^1 & \dots & \dots & u_N^1 \\ u_0^2 & u_1^2 & u_2^2 & \dots & \dots & u_N^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_0^M & u_1^M & u_2^M & \dots & \dots & u_N^M \end{pmatrix} \quad (5)$$

Расписывая (1-5) в конечных разностях получим [1]:

$$\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + f(t, x), \quad 0 < t < T^*, \quad 0 < x < l, \quad (6)$$

$$u(0, x) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (7)$$

$$u(t, 0) = \mu(t), \quad 0 \leq t \leq T^*,$$

$$u(t, l) = \nu(t), \quad 0 \leq t \leq T^*.$$

$$\frac{y_n^{k+1} - y_n^k}{\tau} = a^2 \theta (\Lambda y^{k+1})_n + a^2 (1 - \theta) (\Lambda y^k)_n + g_n^k, \quad (8)$$

$$k = 0, \dots, M-1, \quad n = 1, \dots, N-1,$$

$$y_n^0 = \varphi_n \equiv \varphi(x_n), \quad n = 0, \dots, N, \quad (9)$$

$$y_0^k = \mu^k \equiv \mu(t_k), \quad k = 0, \dots, M, \quad (10)$$

$$y_N^k = \nu^k \equiv \nu(t_k), \quad k = 0, \dots, M. \quad (11)$$

где

$$(\Lambda y^k)_n \equiv \frac{y_{n-1}^k - 2y_n^k + y_{n+1}^k}{h^2}, \quad (\Lambda y^k)_n \equiv \frac{y_{n-1}^{k+1} - 2y_n^{k+1} + y_{n+1}^{k+1}}{h^2}. \quad (12)$$

Причем возможно использование нескольких шаблонов:

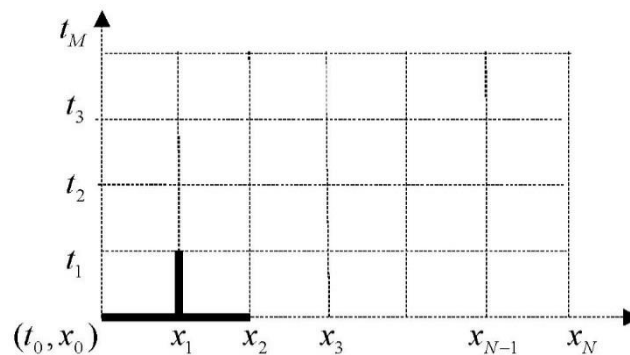


Рисунок 1 – Шаблон при $k = 0, n = 1$ для y_1^1 .

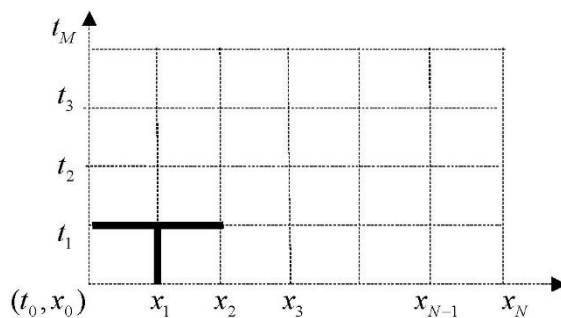


Рисунок 2 - Шаблон при $k=0, n=1$ для y_1^1, y_2^1 .

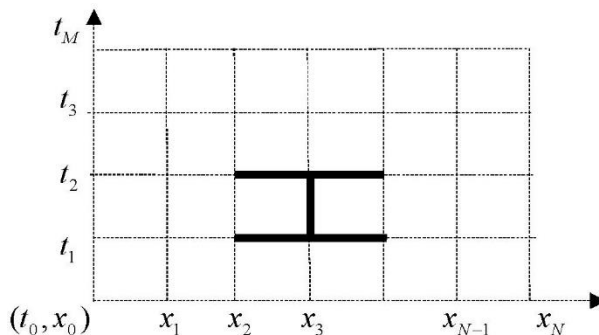
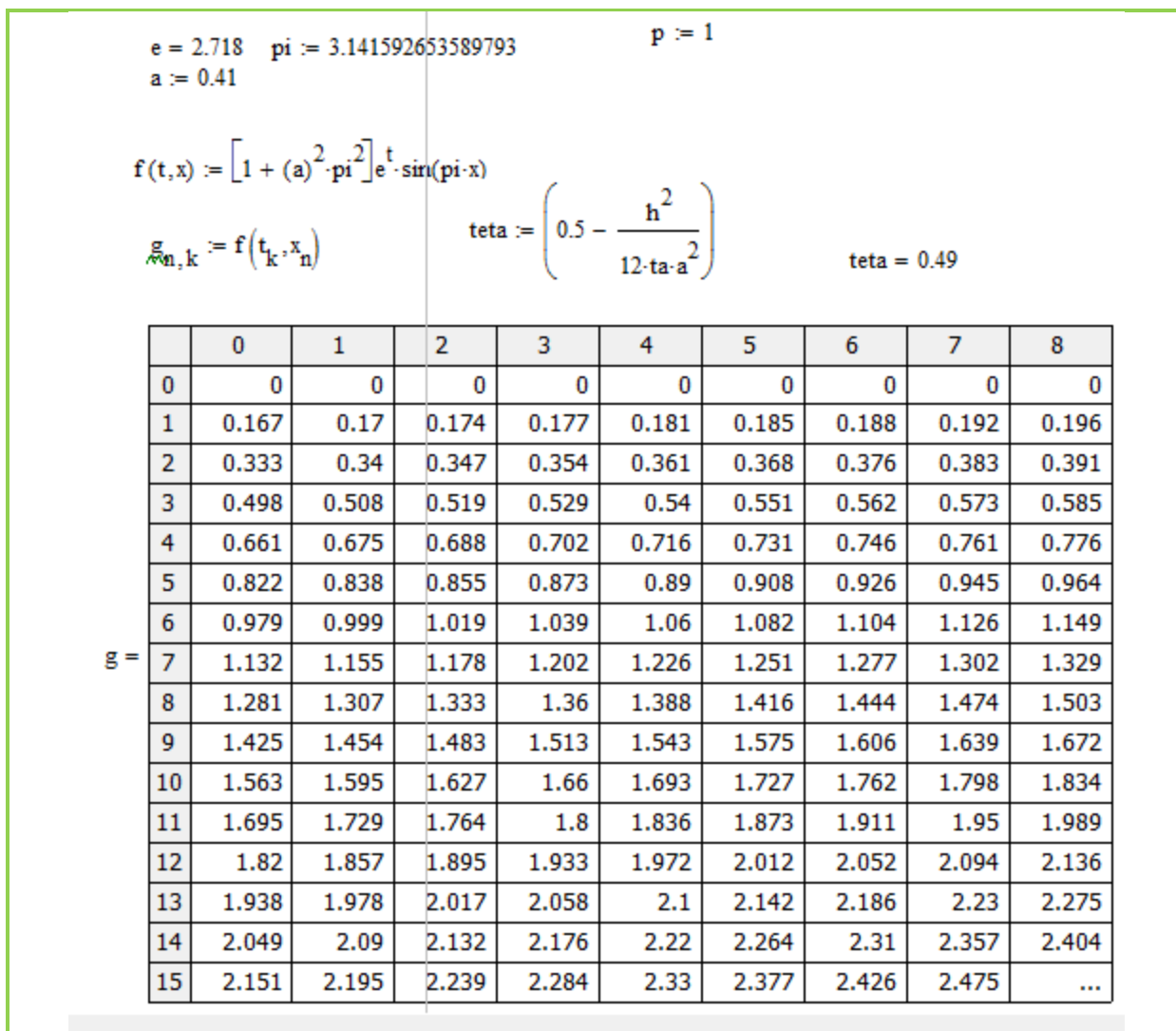


Рисунок 3 - Шаблон при $k=1, n=3$ для y_2^2, y_3^2, y_4^2 .

| | | | |
|------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| $N := 50$ | $M := 50$ | $L := 1$ | $Tz := 1$ |
| $k := 0, 1..M-1$ | | $ta := \frac{Tz}{M}$ | $h := \frac{1}{N}$ |
| | $n := 1, 2..N-1$ | $ta = 0.02$ | $h = 0.02$ |
| $k =$ | $n =$ | $t_k := k \cdot ta$ | $x_n := n \cdot h$ |
| 0 | 1 | $t =$ | $x =$ |
| 1 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 3 | 0.02 | 0.02 |
| 3 | 4 | 0.04 | 0.04 |
| 4 | 5 | 0.06 | 0.06 |
| 5 | 6 | 0.08 | 0.08 |
| 6 | 7 | 0.1 | 0.1 |
| 7 | 8 | 0.12 | 0.12 |
| 8 | 9 | 0.14 | 0.14 |
| 9 | 10 | 0.16 | 0.16 |
| 10 | 11 | 0.18 | 0.18 |
| 11 | 12 | 0.2 | 0.2 |
| 12 | 13 | 0.22 | 0.22 |
| 13 | 14 | 0.24 | 0.24 |
| 14 | 15 | 0.26 | 0.26 |
| ... | ... | 0.28 | 0.28 |
| | | ... | ... |

Рисунок 4 – Задание начальных условий, шага расчетной сетки.

Рисунок 5 – Задание и расчет $f(t, x)$ в (6).

$$y_{n+1,0} := \sin(\pi \cdot x_n) \quad y_{0,k} := 0 \quad y_{1,k} := 0$$

$$y_{n,k+1} := y_{n,k} + ta \cdot (g_{n,k}) + ta \cdot a^2 \cdot \frac{(y_{n-1,k} - 2y_{n,k} + y_{n+1,k})}{h^2}$$

Рисунок 6 – Задание расчетной схемы.

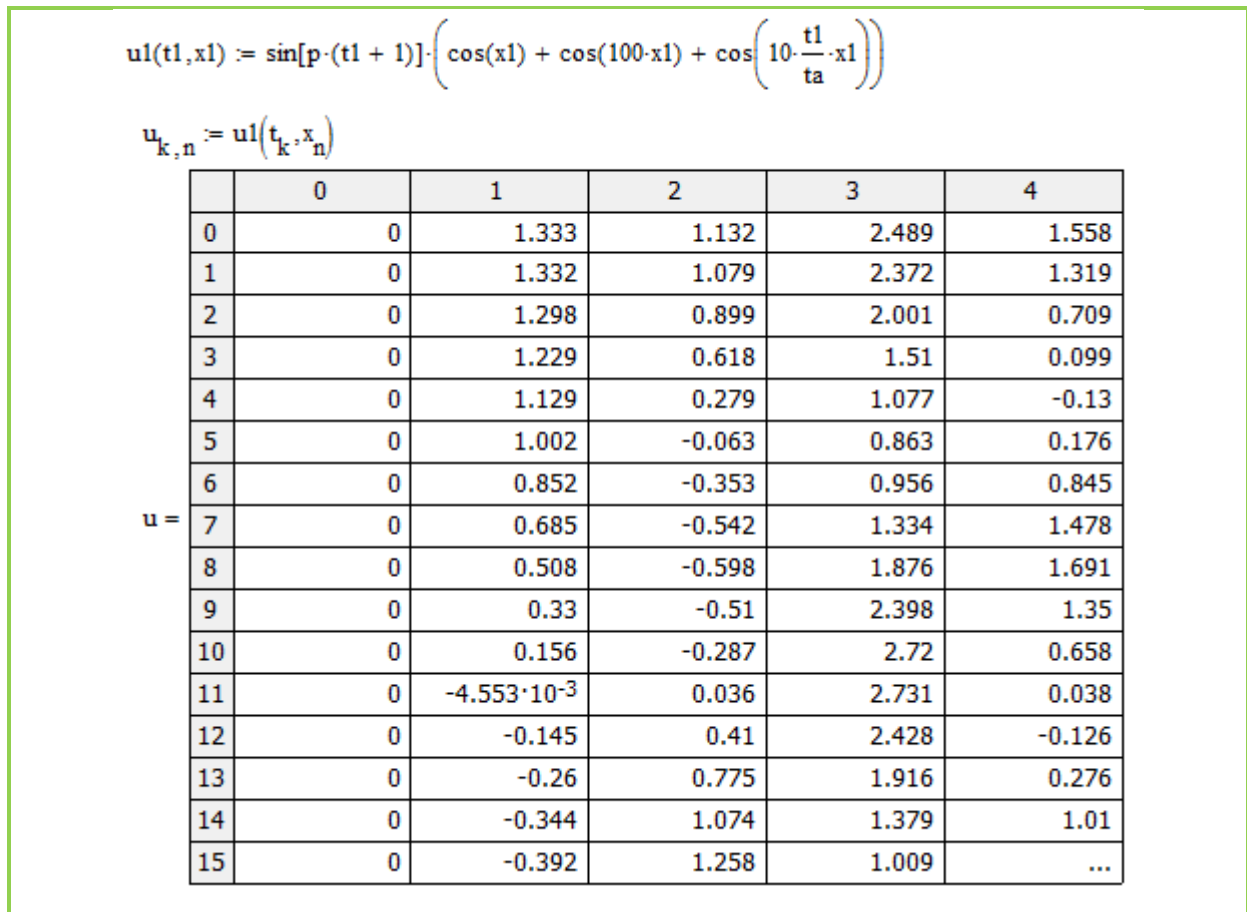


Рисунок 7 – Быстроменяющаяся функция, определяющая точное решение.

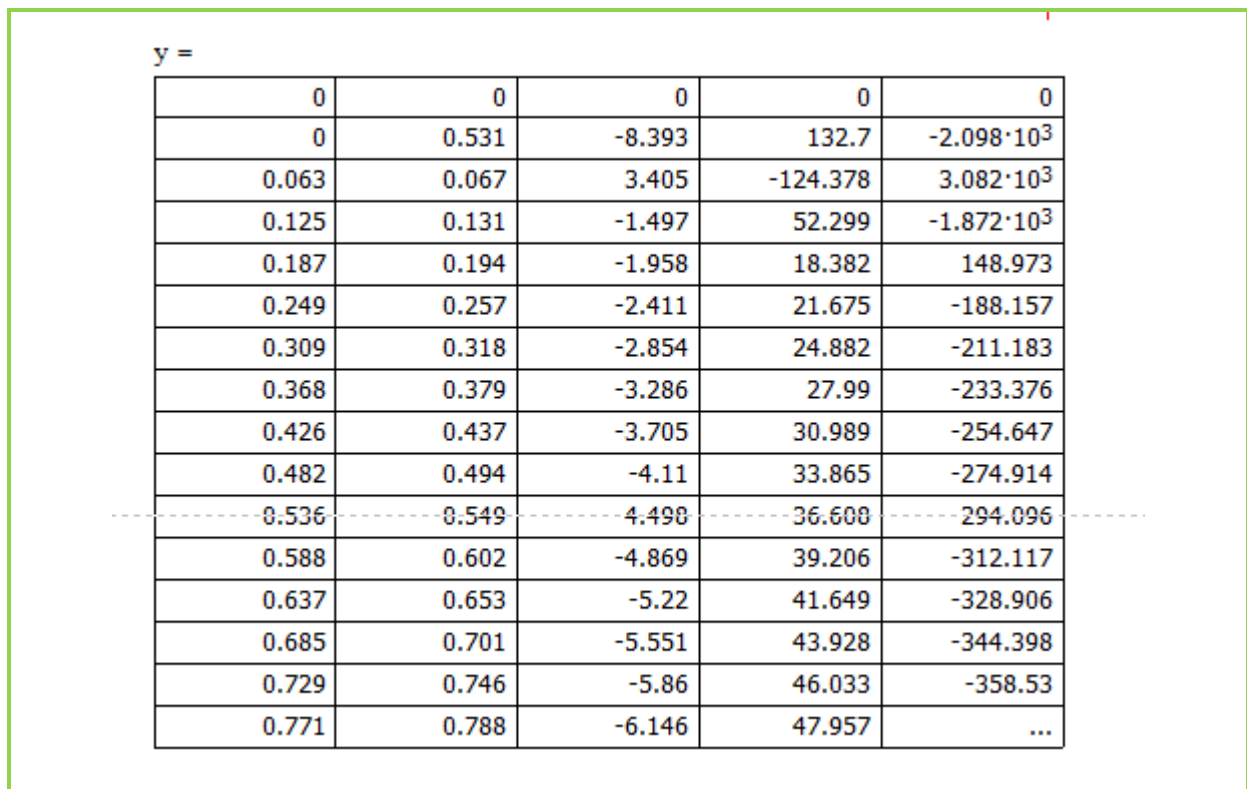


Рисунок 8 – Численные значения функции.

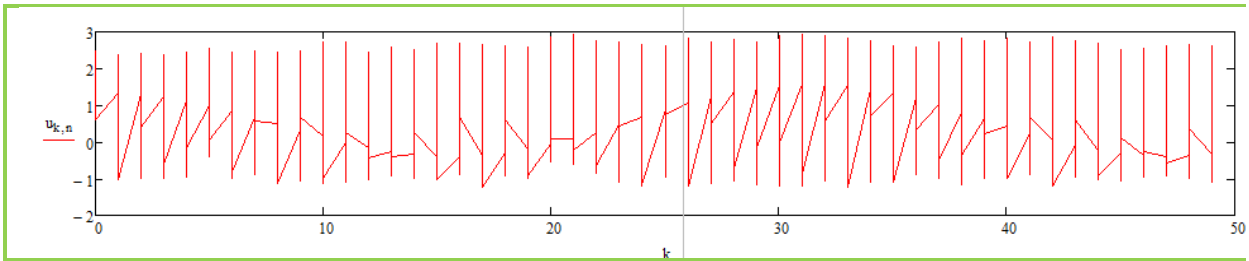


Рисунок 9 – Зависимость точного решения от k .

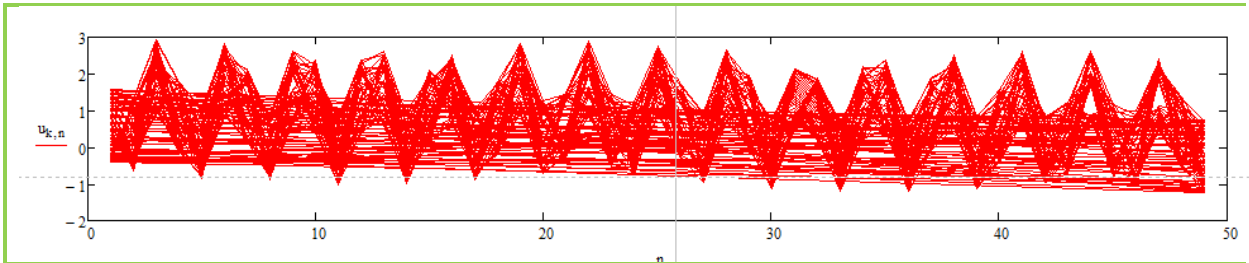


Рисунок 10 – Зависимость точного решения от n .

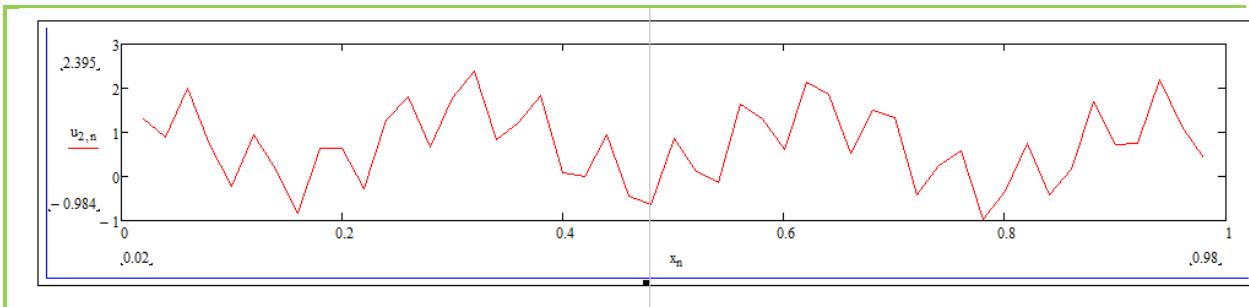


Рисунок 11 – Частное решение функции u от x .

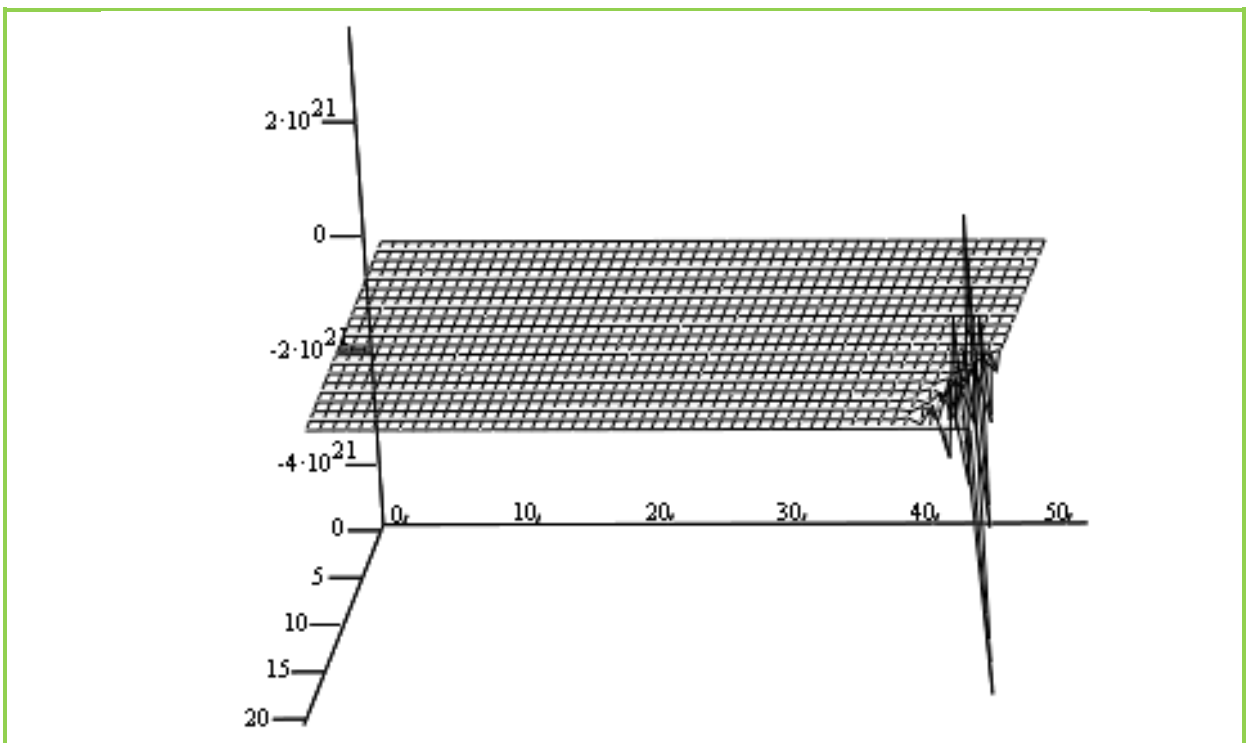


Рисунок 12 – Возмущения численного решения.

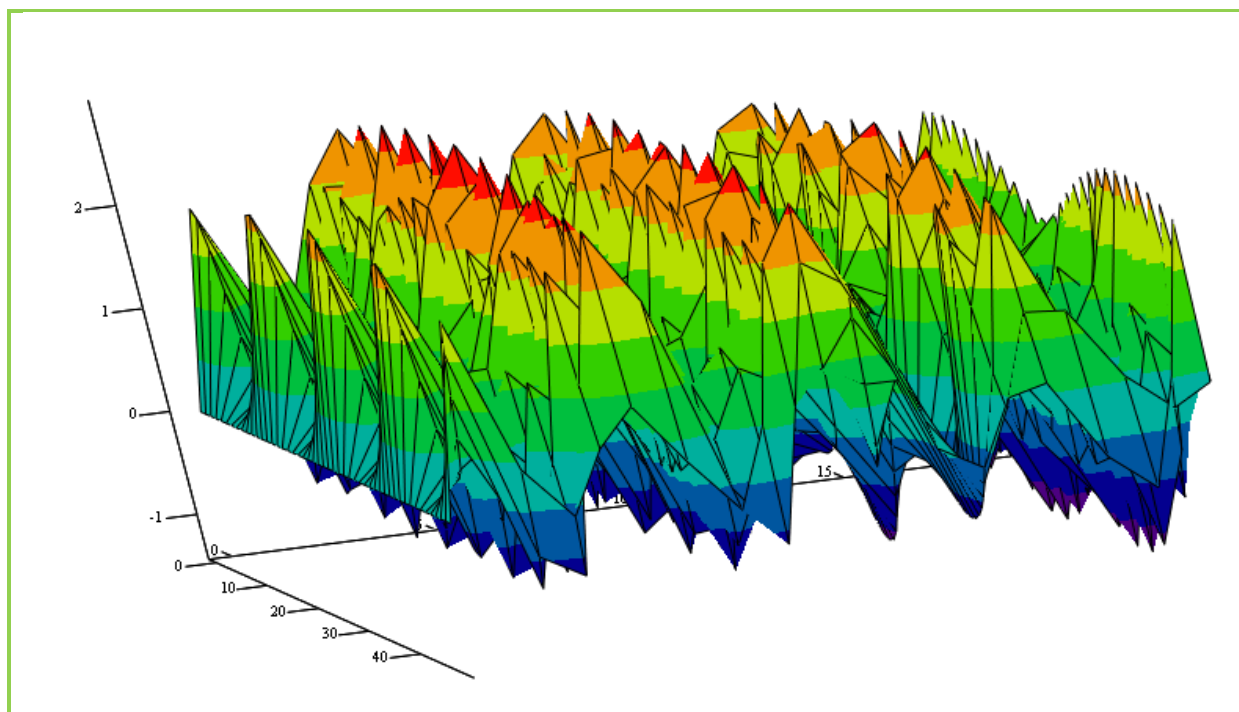


Рисунок 13 – Численное решение по расчетной схеме рис.1.

В настоящее время процесс обучения неразрывно связан с тремя аспектами: построение аналитического и численного решения, а также его компьютерная реализация. При этом если первые два студент изучает на основе известных моделей и примеров, то последний аспект недостаточно описан и сказывается нехватка сборников лабораторных работ. В математике назрела необходимость разработки не обзорных лабораторных работ, а углубленных в узкую специализацию и направленных на проведение исследований.

References:

1. Абиев Н.А. МАТЕМАТИКАЛЫҚ ФИЗИКА ЕСЕПТЕРІН ШЕШУДІҢ АЙЫРЫМДЫҚ СХЕМАЛАРЫ. – Тараз, 2012. -252с.
2. Численные методы решения дифференциальных уравнений параболического типа. URL: http://knowledge.allbest.ru/mathematics/2c0b65625b3bc68b5d43b89421206c36_0.html (Дата доступа 24.03.2014).
3. ТЕПЛОМАССООБМЕН. URL: <http://stringer46.narod.ru/HeatConductivity0.htm> (Дата доступа 24.03.2014).
4. Численные методы решения дифференциальных уравнений параболического типа. URL: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=602539> (Дата доступа 24.03.2014).
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности. URL: http://www.fast-const.ru/articles.php?article_id=21 (Дата доступа 24.03.2014).
6. Конечно-разностный метод решения для уравнений параболического типа. URL: <http://www.bestreferat.ru/referat-213690.html> (Дата доступа 24.03.2014).
7. Разностные схемы: явная и неявная схемы. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=46738> (Дата доступа 24.03.2014).
8. Решение дифференциальных уравнений в частных производных. URL: http://teacher.ucoz.net/Lecture/Scilab/glava_12.pdf (Дата доступа 24.03.2014).
9. Решение двумерных дифференциальных уравнений параболического типа. URL: http://ikt.muctr.ru/html2/7/lek7_10.html (Дата доступа 24.03.2014).
10. Дифференциальные уравнения в частных производных. URL: <http://el1504.narod.ru/Charter13/1.htm> (Дата доступа 24.03.2014).

SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.

Ainur Kaldybekkyzy Akylbek

student of second course, specialty "Mathematics"

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty, Kazakhstan

Gulnur Duisenbekkyzy Duisenbekova

student of second course, specialty "Mathematics"

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty, Kazakhstan

Aktoty Maulenkyzy Zhumabekova

student of second course, specialty "Mathematics"

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty, Kazakhstan

Zhanat Amirkhanovna Kuserbayeva

student of second course, specialty "Mathematics"

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty, Kazakhstan

Alexandr Nikolayevich Shevtsov

candidate of technical Sciences, President of International Academy

International Academy of Theoretical & Applied Sciences, (USA, Sweden, Kazakhstan)

Shev_AlexXXXX@mail.ru**ERRORS IN MAPLE NOT CAUSING ERRORS**

Abstract: In this article some of features syntax Maple considered, when some form of entries in some cases clasificarea as an error, and the other leads to the correct decision.

Key words: Maple, error, syntax.

ОШИБКИ В MAPLE НЕ ПРИВОДЯЩИЕ К ОШИБКАМ

Аннотация: В данной статье рассматривается ряд особенностей синтаксиса Maple, когда определенная форма записи в одних случаях класифицируется как ошибка, а в других приводит к правильному решению.

Ключевые слова: Maple, ошибка, синтаксис.

Данное исследование проводилось в течение 3 семестра 2014 года, при преподавании дисциплины «Системы аналитических вычислений в математических исследованиях», для студентов второго курса, специальности «Математика». В процессе решения отдельных примеров [1-10], синтаксиз компьютерной алгебры Maple допускает ошибки и продолжает вычислять задание (Рис.1) (подразумевается ошибка с точки зрения математики – точнее сказать ее отсутствие).

```
> restart;
z:=x^7*cos*3*y;
z:=3 x7 cos y
```

Рисунок 1 – Допущенная ошибка.

При правильной записи (Рис.2)

```
> restart;
z:=x^7*cos(3*y);
z:=x7 cos(3 y)
```

Рисунок 2 – Правильная запись функции.

Причем знак * после синуса как и после других тригонометрических функций рассматривается по разному. Аналогичная ситуация наблюдается и с другими арифметическими знаками (Рис.3).

```
> restart;
z:=x^7*cos-3*y;
z:=x^7*cos+3*y;
z:=x^7*cos/3*y;
```

$$z := x^7 \cos - 3 y$$

$$z := x^7 \cos + 3 y$$

$$z := \frac{1}{3} x^7 \cos y$$

Рисунок 3 – Ошибки в записи.

При более тщательном анализе (Рис.4), становится понятно, что Maple не рассматривает тригонометрическую функцию, пока не появляется скобка.

```
> restart;
z:=x^7*cos(3*y);
z1:=x^7*cos-3*y;
z2:=x^7*cos+3*y;
z3:=x^7*cos*3*y;
z4:=x^7*cos/3*y;
```

$$z := x^7 \cos(3 y)$$

$$z1 := x^7 \cos - 3 y$$

$$z2 := x^7 \cos + 3 y$$

$$z3 := 3 x^7 \cos y$$

$$z4 := \frac{1}{3} x^7 \cos y$$

```
> Diff('z',y)=diff(z,y);
Diff('z1',y)=diff(z1,y);
Diff('z2',y)=diff(z2,y);
Diff('z3',y)=diff(z3,y);
Diff('z4',y)=diff(z4,y);
```

$$\frac{\partial}{\partial y} z = -3 x^7 \sin(3 y)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} z1 = -3$$

$$\frac{\partial}{\partial y} z2 = 3$$

$$\frac{\partial}{\partial y} z3 = 3 x^7 \cos$$

$$\frac{\partial}{\partial y} z4 = \frac{1}{3} x^7 \cos$$

Рисунок 4 – Проверка.

А сама запись только больше вводит в заблуждение! Не давая правильно, и вовремя интерпретировать допущенную ошибку.

Подобная ситуация наблюдается так и в следующих случаях:

```
> z:=5*x^7*cos*3^y;
z1:=5*x^7*cos(3^y);
```

$$z := 5 x^7 \cos 3^y$$

$$z1 := 5 x^7 \cos(3^y)$$

```
> Diff('z',y)=diff(z,y);
Diff('z1',y)=diff(z1,y);
```

$$\frac{\partial}{\partial y} z = 5 x^7 \cos 3^y \ln(3)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} z1 = -5 x^7 \sin(3^y) 3^y \ln(3)$$

Рисунок 5 – Проверка.

Не смотря на повторяемость и явное несоответствие математической записи, многие из ошибок не вызывают у студентов подозрения, при всей очевидности проблемы.

```

[ > b:=5*x^7+y*cos*y;
                                     b := 5 x7 + y2 cos
[ > t:=diff(b,x);
                                     t := 35 x6
[ > diff(b,y);
                                     2 y cos
[ > restart;
[ > int(2*x*d*x/sqrt(5-2*x^2),x);

                                     
$$\int 2 \frac{x^2 d}{\sqrt{5-2x^2}} dx$$

[ > int(sin(x)/(cos*x+1)^1/3,x);
                                     
$$\frac{1}{3} \frac{\text{Si}\left(x + \frac{1}{\cos}\right) \cos\left(\frac{1}{\cos}\right)}{\cos} - \frac{1}{3} \frac{\text{Ci}\left(x + \frac{1}{\cos}\right) \sin\left(\frac{1}{\cos}\right)}{\cos}$$

[ > int(cos(2*x)*cos(3*x),x);
                                     
$$\frac{1}{2} \sin(x) + \frac{1}{10} \sin(5x)$$

[ > z:=8*x^3*y^3+9*x*y+x^3*cosy^3+y^3;
                                     z := 8 x3 y3 + 9 x y + x3 cosy3 + y3
[ > a:=diff(z,x);
                                     a := 24 x2 y3 + 9 y + 3 x2 cosy3
[ > diff(z,y);
                                     24 x3 y2 + 9 x + 3 y2
[ > diff(z,x$2);
                                     48 x y3 + 6 x cosy3
[ > diff(z,y$2);
                                     48 x3 y + 6 y
[ > diff(a,y$2);
                                     144 x2 y

```

```

> int(x/2*x^2-7,x);
      1
      x^4 - 7x
      8

> int(sin^6(3*x)*cos(3*x),x);
      1
      sin(3x) sin^6
      3

> int(exp(1-6*x^2)*x,x);
      -1
      e^(1-6x^2)
      12

> int(cos(x)/sin^4(x),x);
      sin(x)
      sin^4

> int(1/sqrt(5-7*x-3*x^2),x);
      1
      sqrt(3) arcsin(6/sqrt(109) * sqrt(109) * (x + 7/6))
      3

```

Приведем некоторые полученные статистические данные (табл.1). В каждом из заданий имелось 12 примеров.

Таблица 1

Результаты исследования

| № | Ошибки | Вариант задания | | | | | | | | | | | | Общ., % | |
|---|--|-----------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---------|--------|
| | | 1 | 3 | 4 | 7 | 8 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 19 | 20 | | max, % |
| 1 | $\cos*3^y$ $\cos 3^y$ | 1 | - | 3 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 25 % | 4 % |
| 2 | $\cos^4(3*x)$ \cos^4 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 % | 0.7 % |
| 3 | $\sin^2(3*x)$ \sin^2 | - | 1 | - | - | 2 | - | - | - | - | 1 | 1 | - | 16 % | 3 % |
| 4 | $\text{Int}(4*x*d*x,$ $\int 4 \frac{x^2 d}{\sqrt{3-4x^2}} dx =$ $\text{Int}(dx$ $\int \frac{dx}{\sqrt{3-4x^2}}$ | - | - | 4 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 33 % | 3 % |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|-----|
| 5 | $\sin * x$ $\sin x$ $\cos * 5 * x$ $5 \cos x$ $\cos * x * y$ $\cos x y$ | - | - | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 33 % | 6 % |
| 6 | $\cos(x)^{1/3}$ $\sqrt[3]{\frac{\sin x}{\cos(x)}}$ | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 16 % | 2 % |
| 7 | \exp^{\cos} \exp^{\cos} $\exp^{(3*x^2+4)}$ $e^{(3x^2+4)}$ | - | - | 2 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 16 % | 2 % |
| 8 | $\sin x$ $\sin x$ | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 16 % | 1 % |
| 9 | $\sqrt{x^2}$ $\sqrt{x^2}$ $e^{(5-2*x^2)}$ $e^{(5-2x^2)}$ | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 16 % | 2 % |
| 10 | $\cos y^3$ $\cos y^3$ $\sin 6 * y$ $\sin 6 y$ | - | - | - | - | 1 | - | - | 7 | - | - | - | - | 58 % | 6 % |
| Итого | | | | | | | | | | | | | | 34 % | |

В результате получили, что среднее число допущенных ошибок, не превышает 34 %. На выполнение задания студентам отводилось 75 минут, средняя успеваемость получилась - 66%. Большая часть из обнаруженных ошибок довольно сложно определима и не была замечена студентами. Проведенное исследование показывает необходимость увеличения акцента на свойствах дифференциала, и его возникновения – как и почему он появляется при вычислении интеграла, по всей видимости курс математического анализа не дает студентам в полной мере этой информации, а также необходимость проведения проверок в процессе записи и решения примеров системами компьютерной алгебры.

Также возможна выработка и введение какой либо общей структуры синтаксиса для современной математики, с учетом ее компьютеризации, и стремления к оптимизации процесса обучения.

References:

1. Никонорова Ю.В. Прикладные математические пакеты Maple.-Уч.пособие. - Волгодонск, 2011. - 59 с.
2. Матросов, А.В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. -СПб.: БХВ-Петербург, 2001, 528 с.
3. Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. Введение в Maple V. Математический пакет для всех. – М.: Изд-во “Мир”, 1997. – 208 с.
4. Дьяконов В.П. Математическая система Maple V R3/R4/R5. М.: Солон, 1998, 400с.
5. Прохоров Г.В. и др. Пакет символьных вычислений Maple V / Г.В. Прохоров, М.А. Леденев, В.В. Колбеев. – М.: Изд-во “Петит”, 1997. – 200 с.
6. Шевцов А.Н. Математическое моделирование в прикладных задачах. Алгоритмы программирования Delphi & Maple, – Тараз, 2012. -232 с.
7. Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А. Программирование и разработка приложений в Maple. -Изд.: ГрГУ, Международная академия ноосферы, 2007. - 459с.
8. Васильев А.Н. Maple 8. Самоучитель. -Диалектика, -2003. -352с.
9. Сдвижков О.А. Математика на компьютере, Maple 8. -Изд.: СОЛОН-Пресс, 2003. -175с.
10. Прохоров Г.В. Пакет символьных вычислений Maple 5. -Изд.: Петит, 2001. - 203с.

SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.

Marler Maukenovich Ilipov

doctoral student in the specialty "6D070400-Computing Equipment and Software" of
L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Kazakhstan
ilipov@gmail.kz

Ayman Serikovna Iskakova

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Department of
Fundamental Mathematics of L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Kazakhstan
ayman.astana@gmail.com

**MECHANISM OF OPTIMAL CHOICE OF CASE - BASED REASONING THE
SITUATIONAL VECTOR WITH QUANTITATIVE COORDINATES**

***Abstract:** This paper describes algorithms for computing the membership function of case - based reasoning and the choice of case-based reasoning the situational vector with quantitative coordinates with an example in the system of RFID is submitted.*

***Key words:** case-based reasoning, the matrix of knowledge, minimax method.*

УДК 517.11

**МЕХАНИЗМ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРЕЦЕДЕНТА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ
СИТУАЦИОННОГО ВЕКТОРА С КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ КООРДИНАТАМИ**

***Аннотация:** В работе описаны алгоритмы вычисления функции принадлежности прецедента и выбора прецедента при наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами с примером применения в системе работы RFID.*

***Ключевые слова:** прецедент, матрица знаний, метод минимакса.*

Процесс оперативного вывода по прецеденту является достаточно сложным и неоднозначным. Сложность оперативного вывода по прецеденту и прогнозирования его последствий усугубляется тем, что этот процесс практически всегда осуществляется в условиях действия факторов неопределенности и риска. Основной задачей управления интегральными схемами, например, чипами или микрочипами, является обеспечение помехоустойчивости, решение которой в условиях перекрываемости сигналов весьма затруднено [1, с.35].

Как известно (см., например, [2, с. 172]), для интеллектуальной поддержки принятия решений на основе прецедентов проблемных ситуаций используется один из следующих типов правил: правила распознавания класса прецедентов, к которому следует отнести текущую проблемную ситуацию.

В данной статье представляется подход к организации оперативного вывода по прецеденту на основе формализации матрицы знаний.

Ранее в работе Прохорова М. Д. и Федунова Б.Е. [3, с. 62] был введен алгоритм выбора прецедента при наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами. Основным содержанием от результатов работы [3, с. 69] является описание матрица знаний и вывод прецедента, основанный на метод логического вывода

максимин. Результаты представленной статьи отличаются от [3, с. 62-73] тем, что выбор прецедента основывается на метод логического вывода минимакс.

Допустим, имеем матрицу знаний по прецедентам, которая была представлена в работе [3, с. 62].

Прежде всего, представим алгоритм определения функции принадлежности μ_{dj} ($x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$) прецедента d_j , интерпретируемого как нечёткое множество на универсальном множестве. $U_d = U_{x_1} \times \dots \times U_{x_i} \times \dots \times U_{x_n}$, где U_{x_i} - универсальное множество, на котором заданы термы лингвистической переменной x_i , а U_d – декартово произведение универсальных множеств U_{x_i} .

Рассмотрим принадлежности нечёткого множества, которое образовано следующим отношением $\mu_{a_1^{j_1}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_i^{j_i}}(x_i) \vee \dots \vee \mu_{a_n^{j_n}}(x_n)$, где через “ \vee ” обозначена операция “max”, или в терминах математической логики предикат конъюнкции.

Анализируя весь блок логических высказываний, относящийся к прецеденту d_j (блок соответствующих строк матрицы знаний), замечаем, что они представляют собой объединение соответствующих нечётких множеств, образовавшихся при рассмотрении строк выделенного блока. Функция принадлежности этого объединения, отождествляемая с функцией принадлежности прецедента d_j , в соответствии с [7], будет:

$$\mu_{d_j}(x_1, \dots, x_n) = (\mu_{a_1^{j_1}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_n^{j_n}}(x_n)) \wedge \dots \wedge (\mu_{a_{jK_j}^{j_{K_j}}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_n^{j_{K_j}}}(x_n))$$

где через « \wedge » обозначена операция “min”, или в терминах математической логики предикат дизъюнкции.

Формально представленный алгоритм определения функции принадлежности прецедента d_j можно записать в виде:

- а) фиксируем произвольную точку $(x_1^*, \dots, x_n^*) \in U_{x_1} \times \dots \times U_{x_n}$,
- б) для каждого блока матрицы знаний, соответствующего d_j , определяем $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$ в этой точке согласно схеме табл. 1.

Таблица 1.

Выбор принадлежности прецедента

| n/n | Координаты ситуационного вектора | | | max | min | d |
|-----------|----------------------------------|-----|---------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|
| | x_1 | ... | x_n | | | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| j_1 | $(a_1^{j_1})^*$ | ⋮ | $(a_n^{j_1})^*$ | $\max_i (a_i^{j_1})^*$ | $\min_j \max_i (a_i^j)^*$ | μ_{d_j} |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | |
| j_{K_j} | $(a_1^{j_{K_j}})^*$ | ⋮ | $(a_n^{j_{K_j}})^*$ | $\max_i (a_i^{j_{K_j}})^*$ | | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

Операция $\min_i a_i^{j_s}$ производится над числами, стоящими в строках “i”, $1 \leq i \leq n$ и в столбец “min” заносится минимальное число в соответствующей строке. Операция $\min_j \max_i (a_i^j)^*$ выделяет среди полученных строчных минимумов $1 \leq j_s \leq K_j$ наибольший. Это число и является значением функции принадлежности $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$ в этой фиксированной точке (x_1^*, \dots, x_n^*) . Проведя такие вычисления для каждой точки универсального множества, получим интересующие нас функции принадлежности.

На основе текущих измерений точка (x_1^*, \dots, x_n^*) формируется с количественными значениями его координат. Только в этой фиксированной точке (x_1^*, \dots, x_n^*) в момент поступления замера и нужно определить значение функции $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$.

При наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами (все координаты вектора измерены по числовым шкалам) для выбора наиболее подходящего прецедента вовсе нет необходимости полностью определять функции принадлежности $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$ на всем множестве точек универсального множества. Достаточно рассчитать их значение только для фиксированных числовых значений координат вектора, который мы получили в результате наблюдения. Для этого придется однократно воспользоваться алгоритмом беря в качестве (x_1^*, \dots, x_n^*) координаты наблюденного ситуационного вектора.

В результате для каждого прецедента d_j мы получим число $d_j(x_1^*, \dots, x_n^*)$, являющееся степенью принадлежности d_j точке (x_1^*, \dots, x_n^*) .

Исходя из такой интерпретации, наиболее предпочтительным прецедентом для разрешения наблюдаемой ПрС/С будет прецедент d_j^* , для которого

$$d_j^*(x_1^*, \dots, x_n^*) = \min_{1 \leq j \leq p} d_j(x_1^*, \dots, x_n^*).$$

В отличие от [5, с. 53] в оперативно реализованном механизме вывода по прецеденте нет необходимости «принудительно» вводить метрику в алгоритм предпочтения прецедентов.

Таким образом, в идею алгоритма входит метод минимакса — правило принятия решений, используемое в теории игр, теории принятия решений, исследовании операций, статистике и философии, см, например [6, 149; 7, с. 144; 8, с. 45].

Систему работы RFID можно представить как процесс, посредством которого собираются данные в определенный момент времени. Причем не редко встречаются ситуации, когда в определенный момент времени одновременно поступают данные от n меток (см. [1, с. 35]), случайным образом перекрывающих друг друга.

Согласно работ [9, с. 2; 10, с. 92], поведенческая модель радиоприемного тракта (RX chain) состоит из Verilog-модулей, которые реализуют процессы детектирования поднесущей, фильтрации, усиления и детектирования входного высокочастотного сигнала, представленного в языке Verilog 16-разрядным двоичным сигналом. Иными словами, что сигнал по форме является вектором x объема 16, связанных с влиянием перекрывающихся сигналов. То есть на искажение влияют n перекрывающихся сигналов. Допустим, что истинный сигнал представим в виде вектора \mathbf{l}_0 , на который наложили искажение \mathbf{u} , состоящее из n сигналов (векторов), принимающие значения из множества $\mathbf{l}_1, \mathbf{l}_2, \dots, \mathbf{l}_d$.

Пусть поступают данные от n меток, поступающие в определенный момент времени одновременно, описываются ситуационным вектором с координатами $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, представленными лингвистическими переменными: x_1 — энергетика сигнала от метки №1; x_2 — энергетика сигнала от метки №2; и так далее; x_n — энергетика сигнала от метки № n . Пусть для этого класса наблюдались два прецедента d_1, d_2 , каждый из которых применялся в двух (разных) случаях. Лингвистические переменные принимают следующие унифицированные значения (термы): $x_i = \{\text{статический низкий уровень, статический высокий уровень}\}$, $i = 1, \dots, n$.

Пусть каждый терм лингвистических переменных представлен унифицированным универсальным множеством (десятибалльная шкала) и унифицированными кусочно-линейными (треугольными) функциями принадлежности. Допустим, например, матрица знаний для этой системы представлена в табл.2, при $n=3$.

Таблица 2.

Пример выбора принадлежности прецедента

| № п/п | Координаты ситуационного вектора | | | max | min |
|----------|----------------------------------|----------------|----------------|-----|-----|
| | x ₁ | x ₂ | x ₃ | | |
| 1.1 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.8 |
| 1.2 | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | |
| 1.3 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | |
| 1.4 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | |
| 2.1 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 2.1 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | |

Вывод: наиболее предпочтительным прецедентом для разрешения ПрС/С ($x_1^* = 0,4$, $x_2^* = 0,4$, $x_3^* = 0,6$) является прецедент d_2 .

Таким образом, в настоящей работе сформулирован алгоритм оперативного вывода по прецеденту с применением в управлении интегральными схемами .

References:

1. Филлипенко И.В. Математическая модель систем радиочастотной идентификации с кодовым разделением каналов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. 5/3 (53). С. 34- 36.
2. Черняховская Л. Р., Федорова Н.И., Низамутдинова Р.И. Интеллектуальная поддержка принятия решений в оперативном управлении деловыми процессами предприятия // Вестник УГАТУ. Серия управление, вычислительная техника, информатика. Уфа: УГАТУ. 2011. Т. 15, № 2(42). С.172-176.
3. Прохоров М. Д. Федунев Б.Е. Вывод по прецеденту в базах знаний бортовых интеллектуальных систем, размещаемых на борту антропоцентрических объектов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2010/03. С. 62-73.
4. Дшхунян В.Л. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты / В.Л. Дшхунян, В.Ф. Шаньгин. М.: ООО «Издательство АСТ»: Издательство «НТ Пресс», 2004. 695 с.
5. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. // Искусственный интеллект и принятие решений». №2. 2009. стр. 45-57.
6. Блэкуэлла Д., Гиршик М.А. Теория игр и статистических решений / пер. с англ. И.В. Соловьева. под ред. Б. А. Севастьянова М.: изд. иностр. лит. 1958. 374 с.
7. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972. 368 с.
8. [Godonoaga A.](#), [Balan P.](#) A probabilistic method for solving minimax problems with general constraints // Bul. Acad. Ştiinţe Repub. Mold. Mat., 2010, [номер 1](#), С. 33–46
9. Галев А.В., Косолапов А.С. Исследование влияния структурных помех на помехоустойчивость систем с широкополосными шумоподобными сигналами при когерентном приеме // Электронное научно-техническое издание Наука и образование. 2012, №4, апрель. С.1-15.
10. Вертегел В.В. Моделирование системы радиочастотной идентификации // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 131/2012. Серія: Інформатика, електроніка, зв'язок. Севастополь, 2012. С. 95-101.

SECTION 6. Metallurgy and energy

Vyacheslav Semenovich Slavin

Doctor of Technical Sciences, Professor,
FSEI HPE Nosov Magnitogorsk State Technical University
slavin_v_s@list.ru

Alexander Ivanovich Norets

Candidate of sciences in pedagogics, Assistant Professor,
FSEI HPE Nosov Magnitogorsk State Technical University
norets_a@mail.ru

Valentina Ignatovna Bilichenko

Assistant Professor,
FSEI HPE Nosov Magnitogorsk State Technical University
cat138@yandex.ru

Vitaly Sergeevich Pantelev

MA student
FSEI HPE Nosov Magnitogorsk State Technical University
momzmstu@mail.ru

UDC 621.778.1.073

**EFFICIENCY INCREASE OF SHAPES DRAWING PROCESSES DUE TO THE
ROLLER DIES APPLICATION**

***Abstract:** The article describes efficiency increase of technological schemes of producing profile shapes from ferrous and non-ferrous metals by using roller dies considered by the example a calibrated steel hexagon and a contact wire. Describes the advantages of using a housingless roller dies and their dual sets, given examples of their effective use in the industry.*

***Key words:** roller drawing dies; drawing dies housingless type; drawing of shaped sections.*

Metal deformation processes in the calibers formed by two or more non-driven rollers are more often used when developing new technological schemes of shapes production by drawing. This is connected with advantages of drawing in roller dies in comparison with monolithic dies, caused by replacement of the sliding friction by the rolling friction. And this is also connected with the possibility of technological operations reduction at the expense of more favorable deformation conditions over the whole billet perimeter.

We will consider the advantages of various economically effective design schemes of drawing on the examples of producing from round billets the calibrated steel hexagon in accordance with GOST 8560-78 and a contact copper conductor and copper alloys in accordance with GOST 2584-86.

Currently for production of a calibrated steel hexagon different technological processes are used in hardware industry. The most widely applied is the method of drawing in monolithic dies. Hot rolled hexagonal or circular blanks are usually used as a billet.

As a rule, when a hot rolled hexagonal is used the finished product is produced by drawing for one pass. Low economic efficiency of this technological process is connected: with the billet's high cost, a relatively low resistance of the expensive tool (compared with drawing a calibrated circle) and the need of "freezing" of current assets for acquisition of special billets for all the range, both according to standard sizes, and according to steel grades.

Application of the unified round section billets reduces expenditure for its acquisition and storage, however in that case the expenses for the drawing process are significantly

increased as the final product is obtained after a few passages. Moreover, for some metals additional annealing and surface preparation for drawing are required.

One of the most effective ways to eliminate the disadvantages mentioned above is the use of drawing in dies with multi-roller caliber. Various technological schemes of receiving the calibrated steel hexagon from a round billet with application of the roller dies of various designs are used at hardware plants of ferrous metallurgy.

There is a well known drawing process in which the leader dimensions of a hexagon are produced in a closed three-roll die caliber but the finishing pass is carried out in a monolithic die [1, p.65]. However the application of the closed type caliber imposes additional restrictions to size tolerances of the used billet because at caliber overflow on the intermediate shape surface the defects in the form of "whiskers" may appear, and if the caliber is not enough filled up the insufficient work up of the finished section faces is possible.

The technology is also known according to which the formation of the hexagon leader dimensions from a round billet is carried out in the die with displaced couples of rollers, and the finished precise dimensions – in a monolithic die [2, p.36]. Thus drawing can be carried out in one pass with obtaining finished dimensions or separately in two passes. The roller die calibration system is a rhombus in the first pair of rolls and a smooth barrel in the second pair of rolls. The disadvantage of this process is the instability of the geometric dimensions of the shape circle due to the calibration system and the reduction of physical and mechanical properties of the finished product due to unevenness of the step deformation scheme.

The most effective, in our opinion, is the three-stage deformation scheme with application of three-roller calibers in one pass (fig. 1). Formation of the hexagon leader dimensions from a round billet is carried out in three-roller calibers of the first 2 and the second 3 deformation steps constructed according to the system: a triangle – the triangle with rotation around the axis at the angle of 60° . The finishing dimensions of the finished product are formed in the monolithic die 4 in the third deformation step for one pass. The advantage of this scheme is the uniform distribution of reduction between the first stages of deformation which provides increase of physical and mechanical properties of the finished metal product [3, p.385]. The system of calibers consisting of the first two deformation stages: a triangle – a triangle makes it insensitive to the choice of the initial billet diameter, and the total deformation (up to 40-45 %) is limited by the requirements of physical and mechanical properties of the finished product. The back tension created by metal deformation at the first two steps of billet forming provides increased resistance of the monolithic die and a significant decrease of energy consumption.

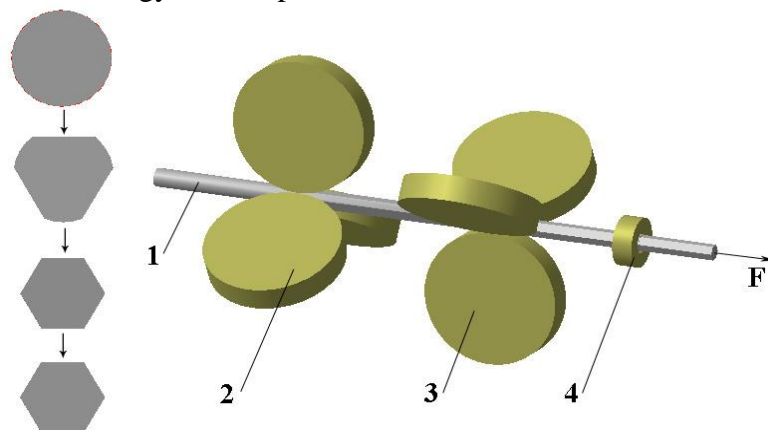


Figure 1 - The scheme of three-stage deformation for one pass.

For implementation of the developed technological scheme of producing the calibrated steel hexagon at the JSC “MMK-Metiz” (Magnitigorsk) dual sets of the housingless roller dies were developed for drawing lines and finishing bars of the type 1026 and 1028

produced by the Irkutsk plant of heavy mechanical engineering. It was planned to produce a calibrated steel hexagon with wrench sizes from 8 to 17 mm on the line 1026 (Fig. 2), and on line 1028 - with wrench sizes from 18 to 27 mm. It should be noted that the compactness of dual roller die kits sizes permits to install them on drawing machines from other manufacturers without significant alterations.



Figure 2 - Line for drawing and finishing bars with dual set of the housingless roller dies.

Experience in the production of calibrated steel hexagon in accordance with GOST 8560-78 using the developed scheme of forming a circular blank and housingless roller dies confirmed its economic efficiency and validity [4, p.91].

We will consider creation of the new arrangement scheme of contact wire drawing from copper and its alloys in accordance with GOST 2584-86.

The traditional known scheme of production of a contact wire (fig. 3) represents formation of a finished product for five passes [5, p.136].

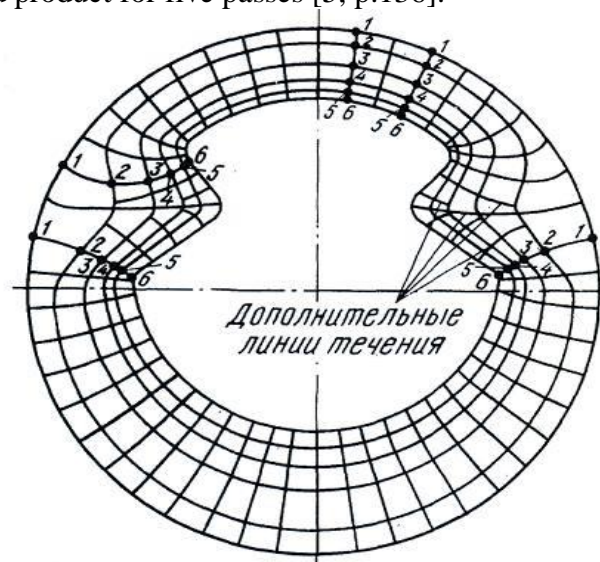


Figure 3 - The traditional scheme of production of a contact wire.

A significant number of transitions is associated with high local deformations where it is difficult to supply lubricants which have the following consequences: low tool life, deterioration of the finished product quality, high energy costs. In order to provide the required accuracy of each pass rigid billet orientation must be respected which determines the complexity of the process.

When drawing a contact wire from copper and its alloys the most effective is the two-stage scheme with application of roller dies with a three - and four-roller caliber (fig. 4) which provides formation of a finished profile for one pass [6, p.302]. In this case the leader pear-shaped profile is obtained at the first stage of deformation, and at the second deformation stage the ready shape with finished dimensions is produced.

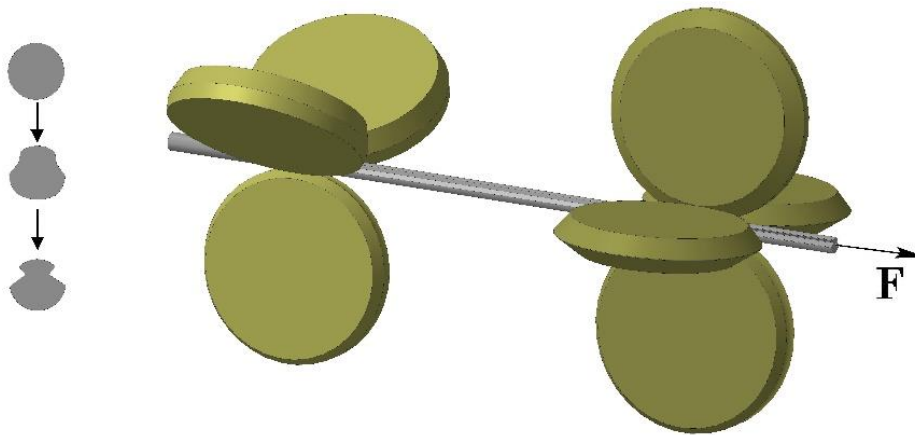


Figure 4 - The two-stage scheme with application of roller dies.

The conducted laboratory researches of the shape MF-100 formation in accordance with GOST 2584-86 showed that the proposed arranged scheme can improve the physical and mechanical properties of the finished product, significantly increase the resistance of the drawing tool and reduce energy costs.

For ensuring the production of shapes in roller dies according to the described schemes, and also for production of other types of shapes we created and tested various designs of housingless roller dies in which calibers are formed by three and four rollers. On the basis of the conducted researches a parametrical row of housingless roller dies with three - and four-roller calibers and also with the displaced couples of rollers [7, p.124; 8, p.158] was constructed for drawing of the shapes with various areas of cross section from 0,5 to 1800 mm². For expansion of an assortment and increase of the produced products accuracy due to metal deformation on all the billet perimeter the dual sets of roller dies with three - and four-roller caliber were created.

Advantages of housingless roller dies over the existing analogs are as follows: high caliber rigidity, providing the required accuracy of the final product, and the compactness of design that permits to make use of the existing-drawing equipment without essential reconstruction.

In addition, the developed roller dies design permits to create a variety of two-and three-stage schemes of drawing with the use of monolithic dies:

- a roller die – a roller die;
- a roller die – a monolithic die;
- a monolithic die – a roller die;
- a roller die - a roller die - a monolithic die.

Such schemes provide the use of both drawing modes ad-vantages.

The dual sets of roller dies in the combination only with three - or four-roller calibers are often used for producing a shape of the round section from a round billet, a cold-drawn reinforcing wire with higher requirements to the shape cylindrical parameters. In certain cases the combination of three and four-roller calibers will allow to increase technological effectiveness of producing the shaped profiles of complex forms.

Thus, the technological and economic feasibility of various arrangement schemes of shapes drawing with the use of the housingless roller dies is presented on examples of producing the calibrated steel hexagon and the contact wire from copper and its alloys.

References:

1. Malikov A.G., Demura Y.A., Zubko T.V., Klimova V.N., Ilyukovich B.M. Effektivnaya tekhnologiya proizvodstva shestigrannoi kalibrovannoi stali iz kroglogo podkata. [The effective technology of production the calibrated steel hexagon from round billet]. *Stal'*. [Steel], 1992, no.9, pp. 65-67.
2. Kol'chak V.S., Ribkin A.V., Nikitina L.A., Nikitina G.P. Osvoenie proizvodstva shestigrannikh prutkov iz legirovannikh stalei. [Development of production of hexagon bars from alloyed steels]. *Stal'*. [Steel], 2002, no.5, pp. 36-37.
3. Patent no. 2235614 (RF, B21C1/00) Slavin V.S., Platov S.I., Antsupov V.P., Panteleev V.S., Urtsev V.N., Shtol V.Y. Sposob polucheniya kalibrovannogo shestigrannogo profilya. [Method of production of calibrated steel hexagon profile]. *Bulletin izobretanii i poleznikh modelei*. [Official Bulletin of Inventions and Utility Models], 2004, no. 25.
4. Slavin V.S., Vershigora S.M., Panteleev V.S. Kombinirovannaya tekhnologicheskaya schema proizvodstva kalibrovannogo shestigrannogo prokata. [Combined production flowsheet calibrated steel hexagon]. *Stal'*. [Steel], 2007, no.2, pp. 91-93.
5. Ermanok M.Z., Vatrushin L.S. Volochenie tsvetnikh metallov i splavov. [Drawing of non-ferrous metals and alloys]. Moscow: Metallurgy, 1988, 288 p.
6. Patent no. 2492010 (RF, B21C1/00) Slavin V.S., Norets A.I. Sposob volocheniya provoda kontaktnogo iz medi i ee splavov. [The method of drawing contact wire from copper and its alloys]. *Bulletin izobretanii i poleznikh modelei*. [Official Bulletin of Inventions and Utility Models], 2013, no. 25.
7. Slavin V.S. Rolikovie voloki s mnogovalkovim kalibrom besstaninnogo tipa. [The housingless roller dies with multiroll caliber]. *Nauka i tekhnologii. Tom 2. Trudi XXVI Rossiiskoi shkoli*. [Science and Technology. Volume 2. Proceedings of the XXVI Russian school]. Moscow: Russian Academy of Sciences, 2006, pp. 115-126.
8. Slavin V.S. Rolikovie voloki besstaninnogo tipa. [The housingless roller dies]. Magnitogorsk: Magnitogorsk State University, 2010, 169 p.

SECTION 6. Metallurgy and energy.**Bazartai Alimbayevich Alimbayev**

doctor of technical sciences,

Professor of the department «Building materials and constructions»

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Kazakhstan

Bauyrzhan Zharkynbekovich Manapbayev

candidate of technical sciences,

associate professor of the Department of «Oil and gas engineering »

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Kazakhstan

jiboj@mail.ru**Zhanna Bazartayevna Alimbayeva**

Senior lecturer of the department « Architecture and construction production »

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Kazakhstan

Olzhas Ongarovich Kozhas,

student of the Department of Oil and gas engineering

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Kazakhstan

Diana Bekbosynovna Rysbai

student of the Department of Oil and gas engineering

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Kazakhstan

**ABOUT ONE WAY OF DRAWING OF THE ANTICORROSION COVERING ON
THE INTERNAL SURFACE OF PIPES**

Abstract: The paper presents a brief analysis of the methods of applying anti-corrosion coatings for metals and provides a method of anticorrosive coating on the inner surface of the pipe based on the ferromagnetic properties of metals.

Key words: corrosion, ferromagnetic domains, Lorentz's force, an anticorrosive covering.

**ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ
НА ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ ТРУБ**

Аннотация: В статье приведен краткий анализ способов нанесения антикоррозионных покрытий на металлы и предложен способ нанесения антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность труб с учетом ферромагнитных свойств металлов.

Ключевые слова: коррозия, ферромагнитные домены, сила Лоренца, антикоррозионное покрытие.

В настоящее время острой проблемой нефтегазодобывающей отрасли стали аварии промысловых трубопроводов. Одна из основных причин аварий – коррозия металлов.

На крупнейших нефтегазовых месторождениях Казахстана, как Кашаган, Тенгиз, Карачаганак предусмотрены технологии поддержания пластового давления с помощью закачки в пласт сухих сернистых газов, добываемых с нефтью на этих месторождениях. В обводненных старых месторождениях, где объемы добычи нефти с каждым годом уменьшаются, поддержания пластового давления производится путем закачки в пласт воды. С увеличением срока эксплуатации месторождений возрастает объем добываемой минерализованной воды, закачанной в пласт для поддержания пластового давления. Это присуще старым месторождениям нефти и газа в Атырауской и Мангистауской областях. При этих процессах и мероприятиях возрастает опасность

внутренней коррозии трубопроводов, резервуаров и другого оборудования. Задача осложняется в связи с ростом металлофонда нефтедобывающих предприятий, интенсификацией процессов добычи нефти и попутно добываемой пластовой воды. Соответственно увеличиваются потери металла из-за коррозии.

По информации «Гринпис», на нефтепромысловых трубопроводах происходит около 30-50 тыс. аварий в год, которые приводят к разливу 10-20 млн. тонн нефти. При этом около 90 % аварий происходит по причине коррозионного поражения материала труб.

Данные по промысловым трубопроводам месторождений Казахстана не имеются по следующим причинам: не функционирование в нашей стране организации по мониторингу технического состояния промысловых трубопроводов; скрывание фактов отказов и аварии от контролируемых органов; хозяевами многих месторождений нефти и газа являются частные или иностранные инвесторы, которые полностью не отчитываются перед властями. Этот факт не дает право рассуждать, что в нашей стране не происходят отказы и аварии промысловых трубопроводов из-за коррозии. Они происходят часто, и это большая проблема.

Учитывая это, в работе предложены результаты исследований и способ по защите от коррозии внутренних стенок промысловых трубопроводов, используемых в нефтегазовой отрасли.

Предлагаемый способ [1] относится к строительству и ремонту объектов добычи, транспортировки, переработки и хранения нефти, газа и воды и может быть использовано при защите от внутренней коррозии трубопроводов в различных отраслях промышленности.

К наиболее распространенным способам защиты трубопроводов от внутренней коррозии относятся: технологические мероприятия, ингибиторная защита, применение коррозионностойких труб, применение защитных покрытий. Однако у всех этих способов и методов кроме достоинств есть и недостатки, которые определяют использование одного из них. Остановимся на некоторые из них.

Известен способ нанесения антикоррозионного покрытия на металлическую поверхность [2], включающий обработку металлической поверхности вращающейся упругой щеткой. Материал покрытия (металл) при взаимодействии с ворсом щетки плавится и в виде капель переносится на обрабатываемую поверхность. Упрочненная таким образом металлическая поверхность обладает большей стойкостью к атмосферной коррозии.

Также известен способ нанесения антикоррозионного покрытия на металл, включающий подачу на его поверхность материала антикоррозионного покрытия и обработку ее вращающимся рабочим органом, где подачу материала антикоррозионного покрытия на поверхность металла осуществляют в твердом виде, а в качестве рабочего органа используется шлифовальный круг и материала антикоррозионного покрытия используют стекло, пластмассу или металл [3].

Недостатком данных способов являются повышенная энергоемкость из-за необходимости расплавления материала покрытия или из-за энергозатраты на вращения шлифовального круга, низкое качество антикоррозионного покрытия и повышенную опасность, связанную с разлетанием металла при вращении щетки и шлифовального круга.

Известен способ восстановительного ремонта и подготовки к эксплуатации нарезных нефтегазопромысловых труб и передвижной комплекс для его осуществления, содержащий первоначальную подготовку к ремонту труб, их разбраковку и очистку, неразрушающий контроль тела труб и их резьбовых элементов, ремонт, гидравлические испытания труб, нанесение на трубные резьбовые элементы антизадириное покрытие, очистку внутренней поверхности труб и нанесение на нее

антикоррозионное покрытие с последующей сушкой, маркировку и комплектацию в трубные колонны. Ремонт проводят путем ультразвукового восстановления, для чего после контроля качества резьбовых элементов единый технологический поток труб распределяют на два технологических ручья, при этом гидроиспытания труб совмещают с неразрушающим контролем тела трубы методом акустической эмиссии, а между ультразвуковой обработкой резьбовых элементов и нанесением антизадириного покрытия на трубный резьбовой элемент каждой из труб выдерживают время, меньшее периода релаксации металла на контактных поверхностях резьб [4].

Недостатком данного способа является сложная последовательность технологического процесса, оборудование и переоборудование его различными дополнительными устройствами и средствами. Это приводит к сложности конструкции устройства и большим материальным затратам.

Недостатком всех выше указанных способов является не учет того факта, что стальные конструкции являются ферромагнитными материалами, в которых в нормальных условиях существуют доменные структуры. Тем не менее, имеются изобретения, основанные на магнитной обработке технологических жидкостей, которые применяются для снижения коррозии внутренней поверхности трубопроводов технологических жидкостей в разных отраслях.

Известен способ обработки коррозионной среды, включающий воздействие на среду магнитным и электрическим полями и создание градиента концентрации ионов. Электрическое поле индуцируют магнитным полем. Вектор магнитной индукции магнитного поля перпендикулярен вектору скорости потока среды. Индуцируемое электрическое поле перемещает ионы-деполяризаторы в направлении от корродирующей поверхности. Технический результат заключается в снижении скорости коррозии металла трубопроводов за счет минимизации катодных процессов деполяризации, способствующих коррозии металла [5].

Недостатком данного и тому подобных [6] способов является недостаточный учет ферромагнитных свойств металла труб, постоянное использование электроэнергии, контроль состава коррозионной среды, который влечет за собой постоянное регулирования обработки магнитными и электрическими полями. Это приводит к сложности конструкции устройства и постоянным материальным затратам.

Задачей исследования является разработка способа нанесения антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность труб с учетом влияния ферромагнитных свойств металла труб, с целью повышения их долговечности.

Известно, что механизм развития коррозии играет важную роль при разработке способов и методов защиты от коррозии стальных конструкций. Учет ферромагнитных свойств стальных конструкций дает возможность пересмотреть механизм развития коррозии [7] и предложить более эффективные методы защиты от коррозии. Механизм заключается в следующем.

Адсорбция коррозионно-активных веществ из среды влияет на уменьшение сродство поверхностных атомов поверхностей стальных конструкций. Под действием различных нагрузок и ударов на ослабленных адсорбцией поверхностях стальных конструкций появляются трещины.

Элементы стальных конструкций являются ферромагнитными материалами, состоящие из доменных структур [8]. В свою очередь, появившиеся трещины и дефекты повреждают доменные структуры в ферромагнитных материалах, в которых при повреждении изменяются магнитные характеристики.

При нарушении доменной структуры стали, происходит разделение доменов на части (рис.1), из-за этого в концах трещин начинают создаваться магнитные полюса [9], а между ними действовать магнитное поле.

Как известно [10], на заряды движущихся в магнитном поле, созданном от нарушенных структур ферромагнитных доменов, то есть между краями трещин, действует сила Лоренца, описываемая по формуле

$$\vec{F}_L = q \cdot [\vec{v} \cdot \vec{B}], \quad (1)$$

В обычной водной среде присутствуют молекулы воды H_2O , ионы гидроксония H_3O^+ и гидроксила OH^- . Перемещение ионов в воде происходит по особому, так называемому эстафетному механизму [11], который состоит в том, что между ионами гидроксония H_3O^+ и молекулами воды, а также между молекулами воды и ионами OH^- непрерывно происходит обмен ионами водорода H^+ . Под действием силы Лоренца [12] происходит разделение ионов с разными знаками, это способствует дополнительному появлению между краями трещин ионов водорода H^+ и гидроксил-ионов OH^- , то есть диссоциации воды.

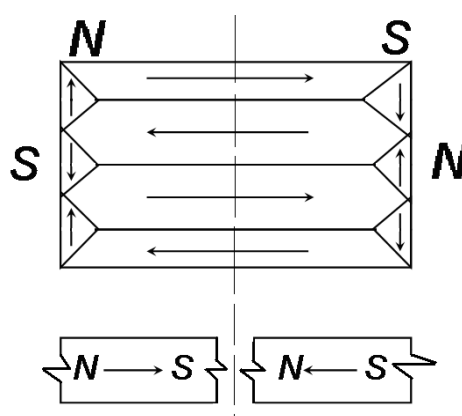


Рисунок 1 - Схема разрушения доменной структуры

Кроме этого, сила Лоренца играет важную роль при абсорбции частиц из водной среды. Особенно, интенсивно будут поглощаться трещинами положительные ионы по направлению силы Лоренца. На ионы q движущиеся с определенной скоростью v в магнитном поле B действует сила Лоренца F_L , которая старается повернуть ионы в перпендикулярном направлении (рис.2). За счет силы Лоренца действующем в этом магнитном поле ионы водорода H^+ и гидроксил-ионы OH^- будут притягиваться к краям трещины как к полюсам магнита (рис.3).

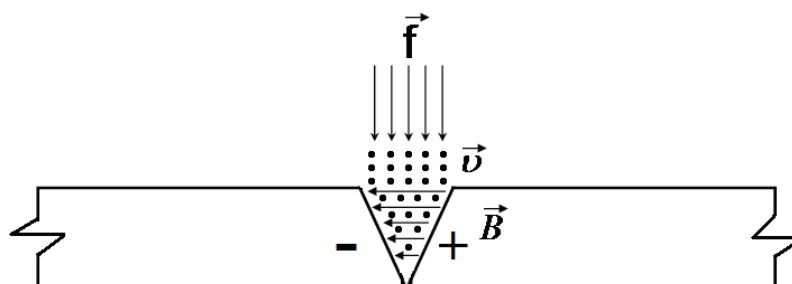


Рисунок 2 - Направления силы Лоренца, скорости движения ионов и магнитного поле касательно трещины в доменной структуре

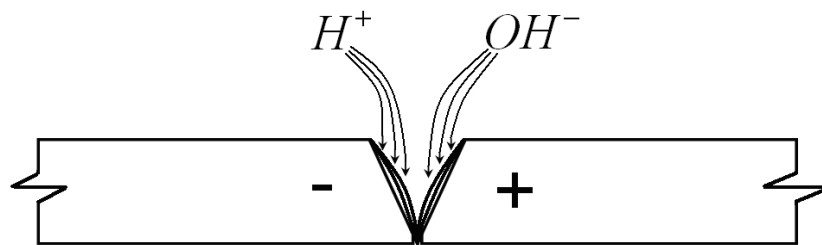
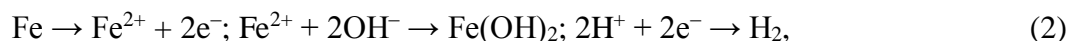


Рисунок 3 - Наполнение трещины доменной структуры ионами H^+ и OH^-

После прохождения физического процесса начинается химический процесс, т. е. реализуется этап развития трещин — их коррозионное зарождение. В трещине из-за недостатка кислорода активно протекает реакция



В результате химической реакции образуется гидроксид железа (II), который создает пленку. Она наполняет образовавшиеся трещины (рис.4), что приводит к замедлению или завершению выше приведенных физических и химических процессов, то есть к пассивации металла. Также, в данном случае активно восстанавливается и абсорбируется водород. За счет силы Лоренца к вершине трещины сильно притягиваются и абсорбируются только ионы водорода H^+ , так как они имеют положительный заряд q ионов.

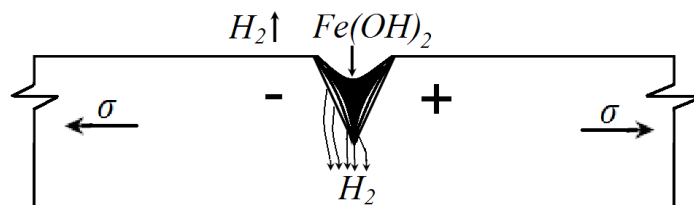
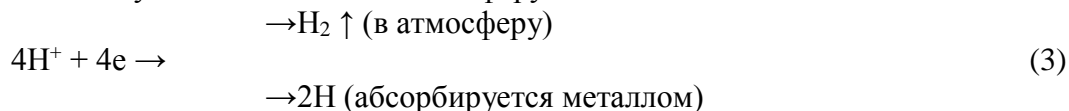


Рисунок 4 - Образованная пленка из гидроксида железа (II) в трещине и восстановление ионов водорода

В трещине ионы водорода H^+ восстанавливаются, и по двум схемам удаляются из трещины, то есть часть абсорбируется в структуру металла через вершину трещины, а остальная часть удаляется как газ в атмосферу:



Часть водорода, попавшая в металл, диффундирует по его объему в зону максимальных трехосных напряжений, которая находится перед вершиной трещины. Поступивший в эту зону водород, ускоряет процесс коррозионного подрастания трещины, так как наводороживание металла существенно снижает его коррозионную стойкость (рис.4).

На внешней поверхности оксидной пленки, доступной растворенному кислороду в воде, гидроксид железа (II) окисляется до гидроксида железа (III):



В дальнейшем происходит частичная дегидратация гидроксида железа (III). Данная реакция описана в следующей формуле:



Стальные конструкции работают в постоянных условиях переменных нагрузок (напряжений). При малейшем механическом воздействии - увеличение величин механических напряжений или простое механическое воздействие на элементы стальных конструкций, ранее отмеченные трещины раскрываются, и возобновляется процесс коррозии. Требуется, чтобы даже при образованных трещинах защитные покрытия сохраняли металл от коррозии.

Учитывая вышесказанное, в нами предложен следующий способ нанесения антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность труб (рис.5):

- перед тем как на внутреннюю поверхность трубы наносится покрытие, определяем по опыту эксплуатации данной трубы его напряженно-деформированную работу и дефектные участки;
- крепко закрепляем трубу 5 на лежак для труб;
- с одной стороны трубы заглушаем неподвижной опрессовочной головкой 6, а с другой стороны подвижной опрессовочной заглушкой 4;
- соединяем к подвижной опрессовочной заглушке подводящие 2 и отводящие 7 патрубки, которые соединены к насосной установке 1, развивающий высокий напор;
- в качестве материала антикоррозионного покрытия используем силикатно-эмалевые, полимерные или комбинированные покрытия;
- подводящие и отводящие патрубки имеют шаровые клапаны 3;
- включаем насос, который подает антикоррозионное покрытие в подводящий патрубков с давлением выше на 25-30% от рабочего давления трубы;
- от избыточного давления на внутренней поверхности трубы должны раскрыться трещины, неоднородности, дефекты и другие повреждения;
- при удержании давления в данном состоянии, антикоррозионное покрытие тщательно наносится на внутреннюю поверхность трубы, заполняя покрытием все образованные трещины и дефекты;
- процесс продолжается определенное время, которое зависит от свойств трубы и антикоррозионного покрытия;
- высушиваем трубу в соответствии со всеми требованиями;
- проверяем качество покрытия и при необходимости опять повторяем вышеуказанные мероприятия.

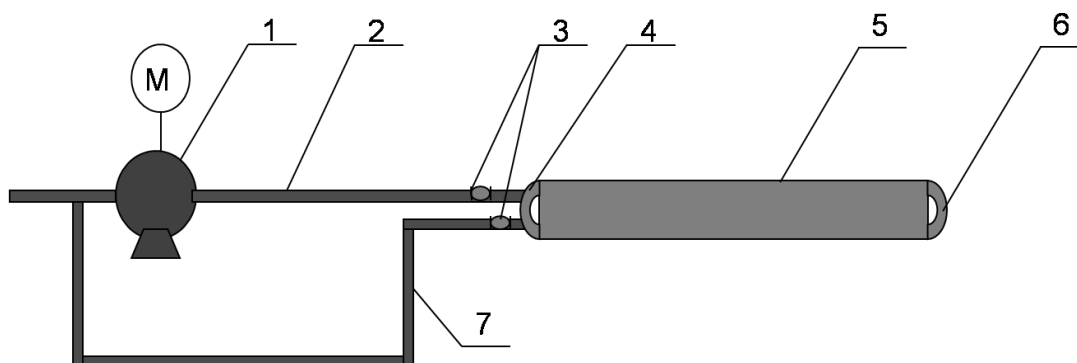


Рисунок 5 - Предлагаемая схема нанесения антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность труб

Предложенный способ легко реализуем в промышленных условиях, поскольку для его реализации требуется стандартное оборудование.

При выполнении этих мероприятий по нанесению антикоррозионного покрытия, образованные трещины и дефекты будут заполнены покрытием, это не позволит адсорбироваться агрессивным веществам из транспортируемой жидкости, которые способствуют интенсивной коррозии внутренней стенки труб.

References:

1. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж. Инновационный патент РК №27327. Способ нанесения антикоррозионного покрытия на внутреннюю поверхность труб / Бюллетень №9 РГКП «Национальный институт интеллектуальной собственности», Астана.Опубл. 16.09.2013.
2. а.с. СССР № 1206068, В 24 В 39/00, от 1986. Способ нанесения покрытия на металлическую поверхность.
3. Мравян К.П., Шахов В.В. Патент № 2167219, С23С26/00 от 20.05.2001. Способ нанесения антикоррозионного покрытия на металл.
4. Калинин О.Б., Родзянко Е.Д., Маркин В.А., Чебанов В.Б., Новичков А.А. Патент № 000285, В23Р 6/00, В23Q 41/00 от 25.06.1998. Способ восстановительного ремонта и подготовки к эксплуатации нарезных нефтегазопромысловых труб и передвижной комплекс для его осуществления.
5. Лаптев А.Б., Навалихин Г.П., Цыпышев О.Ю. Патент № 2293707, С02F 1/48 от 20.02.2007. Способ обработки потока коррозионной среды.
6. Лаптев А.Б. Патент № 2287492, С02F 1/48 от 20.11.2006. Способ обработки потока технологической жидкости и устройство для его осуществления.
7. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж. Развитие коррозии в элементах металлических конструкций в водной среде. – Тараз: Тараз университеті, 2012.-136 с.
8. Акулов Н.С. Ферромагнетизм. - М.-Л.: Госиздат. технической и теоретической литературы, 1939.
9. Гораздовский Т.Я. Неразрушающий контроль. - М.: Знание, 1977.- 64 с.
10. Савельев И.В. Курс общей физики. Электричество. - М.: Наука, 1970. – Т.2. - 432 с.
11. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учеб. для хим. спец. вузов. Под редакцией А.Г.Стромберга. - 4-е изд. испр. - М.: Высш. шк., 2001. - 527 с.
12. Брановер Г.Г., Цинобер А.Б. Магнитная гидродинамика несжимаемых сред. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1970. - 380 с.

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Valentin Vladimirovich Redchis

Professor, Candidate of Technical Sciences

Kremenchug University of Economics, Information Technology and Management,
Ukraine**Elena Valentinovna Holovina**

Docent

Kremenchug University of Economics, Information Technology and Management,
Ukraineelenholz@gmail.com**RELATIONSHIP THREE THEORIES OF PNEUMATIC TYRE**

Abstract: Proved analytically and experimentally confirmed a interrelation of three theories: rolling pneumatics M.V. Keldysh, withdrawal and angular deformation of tires.

Key words: curvature of the trajectory, the angle of relative rotation of contact sheets, angular and lateral stiffness of tire, coefficient of resistance withdrawal.

УДК 629.113.075:629.114.4

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТРЕХ ТЕОРИЙ КАЧЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ

Аннотация: Аналитически доказана и экспериментально подтверждена закономерная взаимосвязь теорий: качения пневматика М.В. Келдыша, увода и угловой деформации шины.

Ключевые слова: кривизна траектории, угол относительного поворота контактного отпечатка, угловая и боковая жесткости шины, коэффициент сопротивления уводу.

В настоящее время существует три теории качения пневматической шины по криволинейной траектории: теория увода, теория качения пневматика М.В. Келдыша и теория угловой деформации. Теория Келдыша В.М. и теория угловой деформации основаны на деформационном явлении в контактном отпечатке без учета скольжения. Теория увода основана на силовой зависимости боковой силы от угла увода. Одновременное использование трех теорий значительно расширит круг задач, возникающих при проектировании автомобилей и даст возможность повысить точность их решения.

Анализ исследований известных ученых по управляемости, устойчивости, автоколебаниям управляемых колес («шимми») показал, что ни одна из трех теорий качения пневматической шины по криволинейной траектории в отдельности не позволяет решить полностью все задачи, выдвигаемое практикой проектирования колесных машин. При анализе было замечено, что должна существовать закономерная (аналитическая) взаимосвязь между теорией увода, теорией угловой деформации пневматической шины при движении по криволинейной траекторией и теорией качения пневматика М.В. Келдыша (уравнение неголономных связей).

Основное уравнение теории угловой деформации шины (1) из [1]:

$$\theta = \frac{a + 2x}{4R}, \text{ рад.} \quad (1)$$

где a – большая ось контактного отпечатка, м;

x – смещение центра кривизны траектории относительно центра отпечатка, м;

R – радиус кривизны траектории, м.

Все величины необходимые для определения момента сопротивления криволинейному движению, определяются в статике.

На участке линейной зависимости графика $M = f(\theta)$ при определении угловой жесткости шины c_ω :

$$M = c_\omega \cdot \theta, \text{ Нм} \quad (2)$$

Относительная угловая скорость поворота контактного отпечатка в плоскости дороги определяется (3):

$$\omega_{\text{отн}} = \frac{d\theta}{dt} = \frac{d(a+2x)}{4R \cdot dt} = \frac{V}{2R}, \text{ рад/с} \quad (3)$$

где V – скорость центра колеса, м/с.

Мощность, затраченная только на криволинейное движение колеса, определяется (4):

$$N_{\text{кр}} = M \cdot \omega_{\text{отн}} = c_\omega \cdot \frac{a+2x}{4R} \cdot \frac{V}{2R} = \frac{c_\omega \cdot V \cdot (a+2x)}{8R^2}. \quad (4)$$

Выразив радиус кривизны траектории R через угол θ из (1) и подставив в (4) получим:

$$N_{\text{эв}} = \frac{2 \cdot c_\omega \cdot V \cdot \theta^2}{(a+2x)}. \quad (5)$$

При $x = 0$:

$$N_{\text{эв}} = \frac{2 \cdot c_\omega \cdot V \cdot \theta^2}{a}. \quad (6)$$

Мощность, затраченная на качение колеса только от увода, определяется по (7) из [2]:

$$N_{\text{ув}} = V \cdot K_y \cdot \delta^2. \quad (7)$$

Зависимости (6) и (7) хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Сравнивая (6) и (7) получим

$$\delta = \theta. \quad (8)$$

Т.е., угол относительного поворота контактного отпечатка есть не что иное как угол увода при криволинейном движении, из (6) и (7):

$$K_y = \frac{2 \cdot c_\omega}{a}, \text{ Н/рад}. \quad (9)$$

Проверим (9) по независимым экспериментальным данным.

По данным А.С. Литвинова для шины 260-508(9.00-20) при $R_z = 12000$ Н, $p_{\text{ш}} = 0,35$ МПа, $K_y = 56500$ Н/рад., $c_\omega = 4814$ Нм/рад., $a = 0,177$ м. Рассчитанное значение коэффициент сопротивления увода по (9) $K_y = 54396$ Н/рад.

Доктор технических наук А.П. Солтус в работе [3 стр.410] проверил зависимость (9) на автомобиле, оборудованном передней осью специальной конструкции. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Сравнительная оценка расчета коэффициента сопротивления уводу по (9) с экспериментальными данными [3]. № | Модель и размерность шины | Нагрузка на шину, кН | Давление воздуха, МПа | Коэффициент K , Н/рад. | | |
|--|---------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|------------------------------|
| | | | | эксперимент | Расчет по (9) | Относительная погрешность, % |
| 1 | И - Н142Б 9.00 – 20Р | 22 | 0,72 | 96048 | 96060 | 0,0125 |
| 2 | И – П184 1220 × 400 - 533 | 26 | 0,3 | 98542 | 98535 | 0,0071 |

Как видно, взаимосвязь теории увода и теории угловой деформации пневматической шины, движущейся по криволинейной траектории или с наклоном к вертикальной плоскости, осуществляется через уравнения (5), (6), (8), (9).

Уравнение (10) [4] неголономных связей М.В. Келдыша определяет кривизну траектории средней линии шины от действия внешней боковой силы (инерции или другой), приложенной к центру колеса, при отсутствии скольжения в отпечатке:

$$\frac{1}{R} = \alpha_k \cdot \lambda - \beta_k \cdot \varphi - \gamma_k \cdot \chi, \quad (10)$$

где λ , φ – боковая и угловая деформации шины, соответственно – м, рад.;

χ – угол наклона колеса к вертикальной плоскости, рад.;

α_k , β_k , γ_k – кинематические коэффициенты шины, зависящие от ее конструкции, давления, нагрузки и коэффициента сцепления.

Уравнение (10) редко использовалось в теории управляемости и устойчивости автомобилей в связи с большой трудностью определения кинематических коэффициентов.

Теория угловой деформации шины позволила определить эти коэффициенты простым расчетно-экспериментальным методом [5, стр.129-134]:

$$\alpha_k = \frac{16 \cdot \theta_B^2}{a^2 \left(\frac{1}{\cos 2\theta_B} - 1 \right)}, \frac{1}{i^2}; \quad (11)$$

$$\beta_k = \frac{2 \cdot c_{\omega} \cdot \alpha_k}{a \cdot c_{uy}}, \frac{1}{i}; \quad (12)$$

Допустив, что $\varphi = 0$, $\chi = 0$ в (10), радиус кривизны траектории средней линии шины определяется (13):

$$R_k = \frac{c_{uy}}{\alpha_k \cdot F_y}, \text{ м} \quad (13)$$

где θ_B – максимальный угол поворота колеса на месте, при определении угловой жесткости c_{ω} , при котором существует, практически, линейная зависимость между моментом и углом поворота колеса, рад.;

a – большая ось контактного отпечатка, м;

c_{uy} – боковая жесткость шины, Н/м;

F_y – боковая сила, приложенная в центре колеса, Н.

Определив радиус кривизны траектории средней линии шины R_k по (13), с помощью (1) можно определить угол увода (угол относительного поворота отпечатка

относительно вертикальной оси (8)). Зная θ можно определить по (2) момент сопротивления криволинейному движению.

Из выше сказанного можно сделать выводы:

1. Теория увода взаимосвязана с теорией угловой деформацией пневматической шины, движущейся по криволинейной траектории или с наклоном к вертикальной плоскости, через уравнения (5), (6), (8), (9).

2. Теория качения пневматика М.В. Келдыша (уравнение (10)) взаимосвязана с теорией угловой деформации, уравнение (1), зависимостями (11), (12), (13).

На базе соединения и взаимосвязи трех теорий была создана математическая модель и алгоритм [6, 7] для определения показателей управляемости и устойчивости на стадии проектирования при маневре «переставка», «вход в круг $R = 35$ м», «рывок руля», момента сопротивления повороту управляемых колес на различных скоростях движения, времени запаздывания реакции поворота продольной оси автомобиля на поворот рулевого колеса, др.

Основной недостаток всех трех теорий - слабо изученное явление «сгеер» (псевдоскольжение) в контактном отпечатке.

References:

1. Редчиц В.В. О явлении относительного поворота контактного отпечатка движущегося колеса. Автомобильная промышленность, 1974, №3, с. 28-30.
2. Иларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля / Иларионов В. А. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
3. Солтус Анатолий Петрович. Основы теории рабочего процесса и расчета управляющих колесных модулей : дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.05.03 / Анатолий Петрович Солтус. – Киев, 1994. – 476 с.
4. Келдыш М.В. Шимми переднего колеса трехколесного шасси. Труды ЦАТИ, №564, 1945.
5. Редчиц В.В., Расчетно-экспериментальный метод определения кинематических коэффициентов пневматических шин в уравнении неголономных связей. / В.В. Редчиц, А.А. Голобородько, // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов ХНАДУ. – Харьков, 2001. – Вып. 7-8. – С. 129 – 134.
6. Редчиц В.В. Исследование управляемости трехосных автомобилей при маневре «переставка» / В.В. Редчиц, Е.В. Головина, О.Ф. Кораблев // Нові технології. Науковий вісник КУЕІТУ. – 2011. – №4(34) – С.80 – 87.
7. Редчиц В.В. Центр относительного поворота двухосного автомобиля. / В.В. Редчиц, Е.В. Головина // Нові технології. Науковий вісник КУЕІТУ. – 2007. – №3(17) – С.95 – 99.
8. Маневренность и тормозные свойства колесных машин. / [Подригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И., Бобошко А.А.] – Харьков.: Издание ХНАДУ, 2002. – 404 с.
9. Редчиц В.В. Центр относительного поворота трехосного автомобіля / В.В. Редчиц, Е.В. Головина // Нові технології. Науковий вісник КУЕІТУ. – 2012. – №4(8) – С.60
10. Теория движения боевых колесных машин. / [Антонов Д.А., Беспалов С.И., Лазаренко В.П., Маковой В.С., Тимофеев В.Д., Шишкин В.А] – М.: Издание академии бронетанковых войск, 1993. – 385 с.

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Sagat Zhunisbekov

doctor of technical Sciences, Professor,
academician of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, rector
Taraz technical Institute, Kazakhstan
tar-ti@mail.ru

Alexandr Nikolayevich Shevtsov

candidate of technical Sciences, President of International Academy
International Academy of Theoretical & Applied Sciences, (USA, Sweden, Kazakhstan)
Shev_AlexXXXX@mail.ru

Zhanara Askerbayevna Keulimzhayeva

2 year Magistr, the specialty "Mathematics "
Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan
Janka_9009@mail.ru

ON THE PROBLEM OF MODELING OF MACROMOLECULES OF POLYMERS

Abstract: In this article a number of studies and some aspects of construction of mathematical models of polymer molecules, their characteristics, properties and laws.

Key words: macromolecule, model, a polymer.

О ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАКРОМОЛЕКУЛ ПОЛИМЕРОВ

Аннотация: В данной статье рассматривается ряд исследований и некоторые аспекты построения математических моделей полимерных молекул, их особенности, свойства и закономерности.

Ключевые слова: макромолекула, модель, полимер.

Одно из важных направлений развития теории полимерных макромолекул связано с численными методами имитации молекулярных движений. Впервые исследования полимерной динамики проводились Штокмайером и Вердые, для достаточно простых решеточных моделей полимерных цепей (Рис.1) методом Монте-Карло [1, 2]. Данный метод предполагал задание типов элементарных перестроек конформаций цепи, а затем разыгрывалось временное изменение ансамбля цепей. В последующем, метод Монте-Карло был развит и углублен в работах Жени и Моннери, Тарана, Гриднева, Скворцова, Бирштейна и Готлиба и др.

В настоящее время наиболее применяемым и дающим наиболее детальное описание макромолекулярной динамики с учетом микроструктуры и локальных взаимодействий дает прямая имитация молекулярного движения методами молекулярной и броуновской динамики.

В методе **Молекулярной динамики** решаются уравнения классической механики для малого объема полимерной системы, содержащего частицы цепей и растворителя. Сам метод основан на специальных математических методах молекулярной динамики цепных молекул с жесткими связями в работах Балабаева, Гривцова и Шноля, Даринского, Готлиба, Неелова, Лукьянова, Олейника, Мазо, Риккерта, Гунстерена, МакКаммона и др..

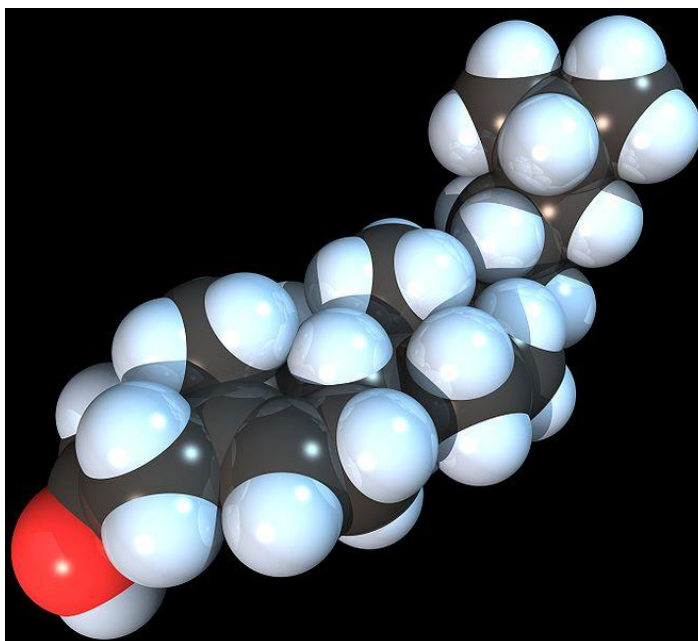


Рисунок 1 – Модель полимера [4].

Метод **Броуновской динамики** основан не на уравнениях движения выведенных в классической динамике, а на уравнениях Ланжевена для выделенной цепи на фоне вязкой матрицы, моделирующей окружающую среду (другие макромолекулы). Развитию этого метода посвящены труды Зимма, Фиксмана, Гельфанда, Даринского, Неелова, Клушина, Готлиба.

Методы прямой имитации молекулярного движения в отличие от численных методов моделирования на решетчатых моделях цепи методами Монте-Карло позволяет детально изучить механизмы локальной подвижности в полимерах без априорных предпочтений о типе, характере и масштабах элементарных движений, характерных другим методам.

Пространственные модели и проблема аппроксимации.

Одной из основных проблем изучаемой при исследовании макромолекул, и различных полимерных структур, является – проблема разработки адекватного и эффективного алгоритма аппроксимации структуры макромолекулы – более простыми аналогами.

Для сравнительной оценки гибкости макромолекул различных полимеров их цепи представляют свободно-сочленёнными, состоящими из отрезков, называемых статистическими сегментами. Каждый из сегментов включает столько мономерных звеньев, сколько необходимо для того, чтобы он мог свободно вращаться относительно предыдущего сегмента (рис.2).

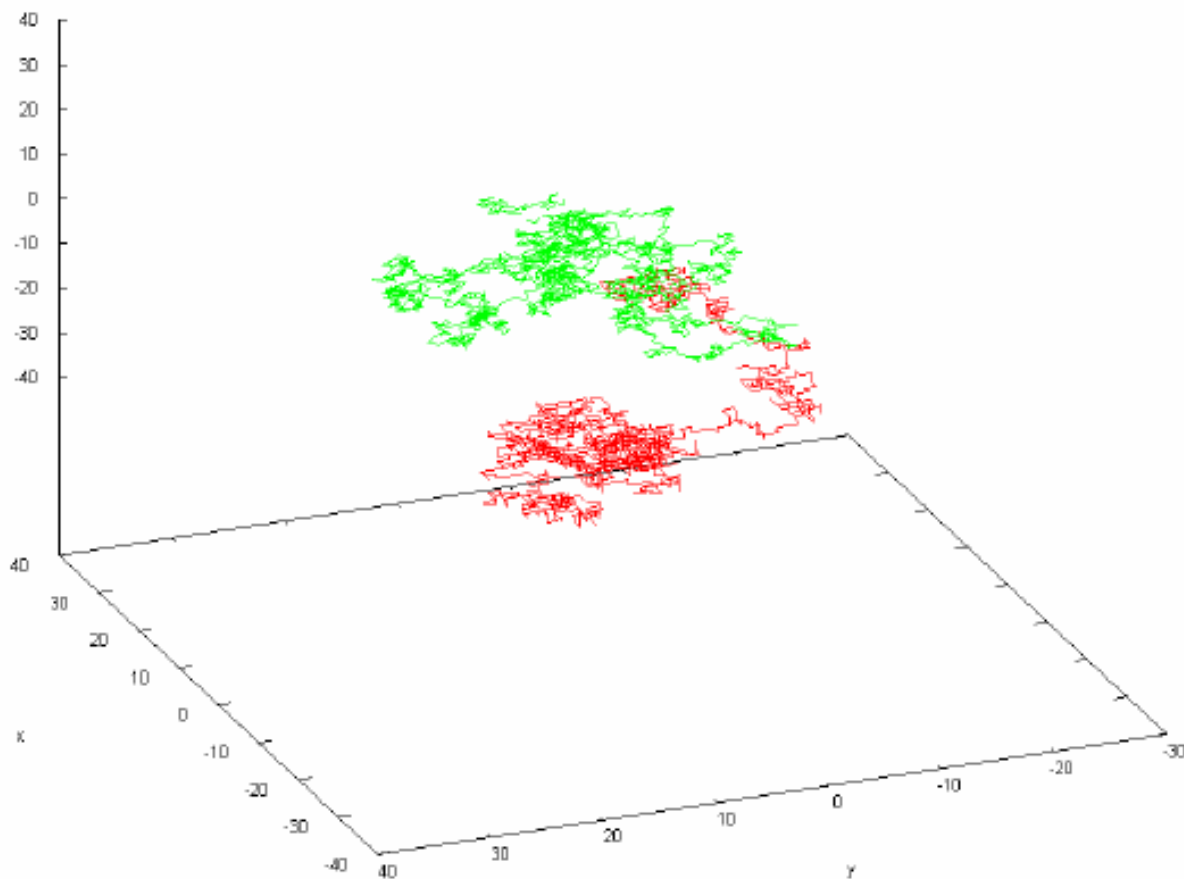


Рисунок 2 – Пространственные модели макромолекул.

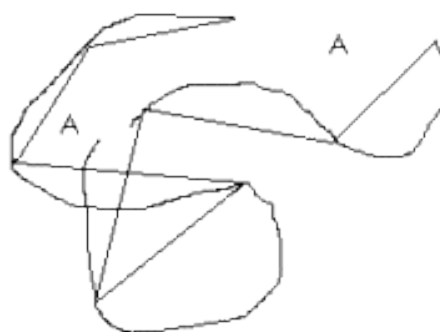


Рисунок 3 - Полимерная цепь, образованная из статистических сегментов Куна.

Таким образом, статистический сегмент (или как его ещё называют сегмент Куна) является мерой свободы вращения в реальных макромолекулах и, соответственно, мерой их гибкости. Учитывая сказанное, квадрат среднего расстояния между концами цепи \bar{h}^2 и её контурную длину L можно выразить через величину сегмента. Таким образом, в зависимости от гибкости полимерной цепи её сегмент может содержать от нескольких единиц до нескольких десятков мономерных звеньев.

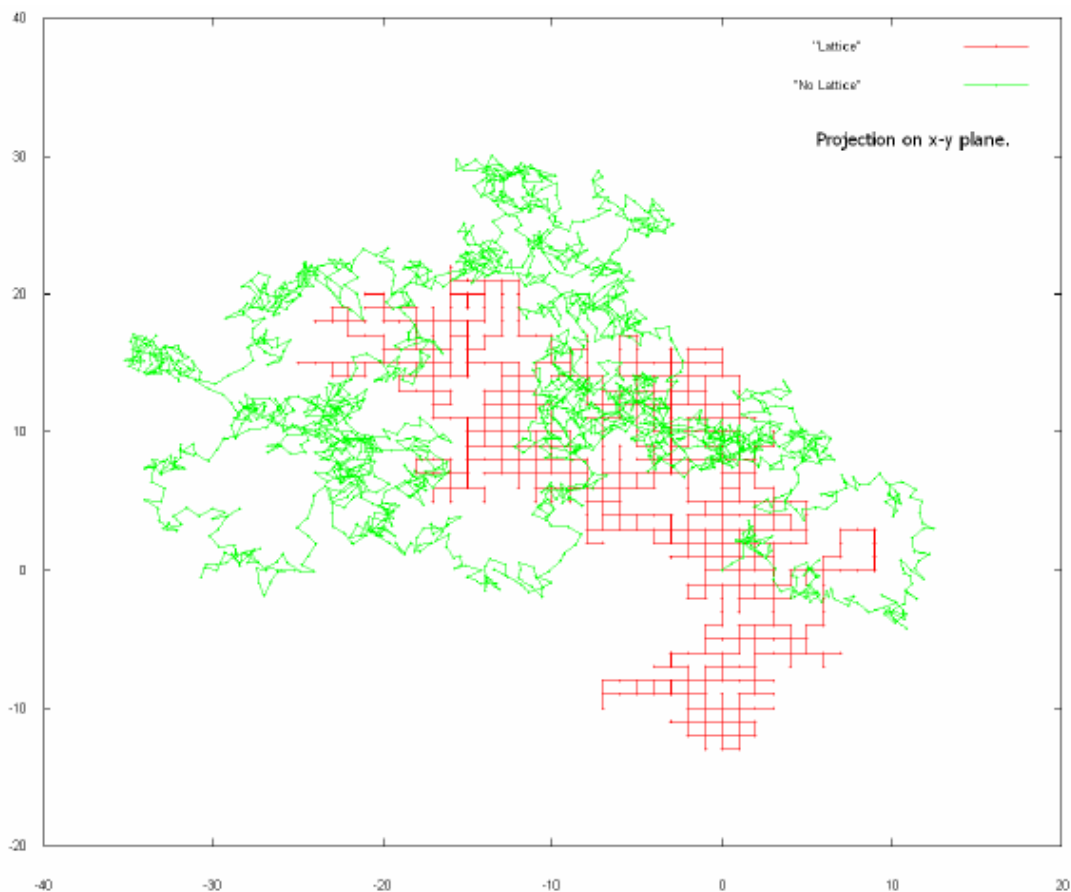


Рисунок 4 - Аппроксимация молекулы статистическими сегментами.

Основные подходы к математическому моделированию макромолекул

Основная задача статистической теории - вычисление средних значений различных величин, которые характеризуют поведение системы в состоянии равновесия[5]. Существуют два подхода к решению этой общей задачи. В первом случае среднее значение $\langle A \rangle$ некоторого свойства $A(r, v)$, которое предполагается зависящим от совокупности координат- $\{r\}$ и скоростей $\{v\}$ частиц, определяют путем усреднения множества "мгновенных" значений $A[r(t), v(t)]$, наблюдаемых в последовательные моменты времени t на достаточно протяженном интервале τ :

$$A = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} A[r(t), v(t)] dt \quad (1)$$

Этот подход, называемый *усреднением по времени*, исходит из того, что нам известны законы движения частиц системы.

Альтернативный путь вычисления средних значений параметров системы был определен Больцманом, а затем развит Гиббсом в отдельную теорию. Идея этого подхода заключается в том, что наблюдаемое свойство рассматривается не как среднее по времени, а как среднее по множеству различных состояний системы, которые возникают с определенной вероятностью. Такой подход называют *усреднением по*

ансамблю. Вероятность (или частота) возникновения того или иного состояния пропорциональна его статистическому весу

$$\omega = e^{-U/kT},$$

где U - потенциальная энергия данной конфигурации,
 k - константа Больцмана,
 T - абсолютная температура.

В этом случае наблюдаемые средние значения даются общим выражением

$$A = \int \dots \int A(r) \omega(r) dr / \int \dots \int \omega(r) dr \quad (2)$$

Оба фундаментальных принципа определения средних значений могут быть положены в основу вычислительных схем, реализуемых на компьютере. При этом необходимо знать лишь способ расчета потенциальной энергии системы как функции координат r . Результаты расчетов, какого - либо свойства одной системы вычисляемые по одному и другому пути должны совпадать при длительном времени наблюдения за системой в первом подходе и при очень большом числе испытаний во втором подходе.

Проблема расчета гибкости цепи

Различают два вида гибкости цепи: термодинамическую (статистическую) и кинетическую (динамическую). Первая является равновесной, она определяется химическим строением макромолекул и реализуется в результате теплового движения отрезков цепи. Макромолекулы в растворах участвуют в тепловом движении посредством макроброуновского и микроброуновского движения. В первом случае макромолекулы перемещаются как целое, во втором - перемещаются отдельные кинетически независимые отрезки цепи, называемые сегментами. Микроброуновское движение осуществляется за счет столкновений сегментов макромолекул с другими сегментами или молекулами растворителя. В каждый момент времени сегмент претерпевает множество столкновений. Как правило, результирующий момент силы не равен нулю, в результате сегмент движется в направлении результирующего момента, а вместе с ним в эту сторону выгибается макромолекула. Многократные изгибы макромолекулы, являющиеся следствием ее участия в тепловом молекулярно-кинетическом движении, приводят к свертыванию макромолекулы в клубок. Кинетическая гибкость характеризует скорость конформационных переходов, т.е. время, необходимое для смены локальных конформаций. Существует два механизма термодинамической гибкости, один из которых применим для гибкоцепных полимеров, другой - для жесткоцепных.

Проблема учета упругости при построении модели полимера.

Механическая модель молекулы полимера.

Под моделью полимера будем понимать правила, описывающие взаимодействие частиц между собой и/или с внешними полями, то есть в формулировке вида и способа вычисления функции потенциальной энергии.

В ряде задач удобно рассматривать молекулу не как электронно-ядерную систему, а как систему взаимодействующих атомов. Предполагается, что энергию взаимодействия можно разделить на ряд составляющих [5].

1. Энергия деформации связи.

При отклонении длин связей от их нормального значения возникает энергия деформации связи ($E_{св}$). Обычно связь рассматривают как гармонический осциллятор. При этом можно предположить, что при малых деформациях энергия ковалентных связей подчиняется следующей зависимости.

$$U(R) = K \times (R - R_i)^2$$

где K – силовая постоянная,

R – равновесная длина связи

R_i – мгновенная длина связи

Иногда энергию взаимодействия связанных атомов описывают “мягким” Леннард-Джонсовским потенциалом.

2. Энергия деформации углов.

Для каждого атома в молекуле существуют некоторые идеальные углы, отклонение от которых требуют затрат энергии угловых деформаций ($E_{угл}$). Предполагается, что эта энергия аддитивна, причём при малых отклонениях справедлив закон Гука. [7]

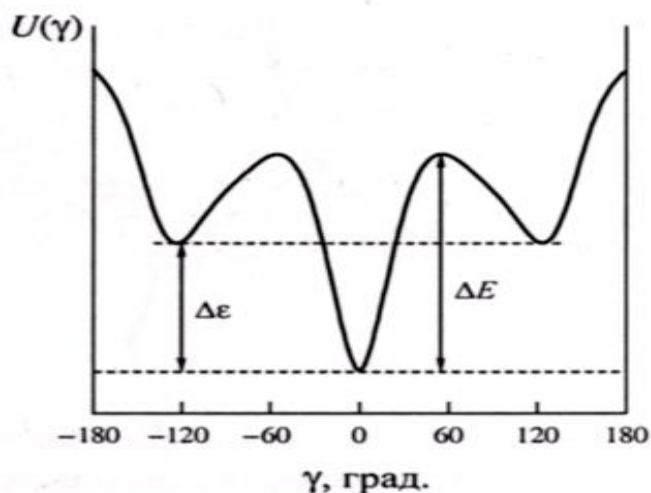


Рисунок 5 - Зависимость потенциальной энергии от угла поворота молекулы.

Аналогично энергии деформации связей можно записать.

$$U(\theta) = C \times (\theta_i - \theta)^2$$

где C – силовая константа,

θ - идеальное значение угла связи,

θ_i – мгновенное значение угла связи

Деформация углов происходит значительно легче, чем деформация связей (константа К на порядок выше, чем С).

3. Невалентные взаимодействия атомов (E_c).

Имеют ту же природу, что и межмолекулярные. Эти взаимодействия могут описываться различными потенциалами. Одним из примером описания является потенциал Леннарда-Джонса. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия имеют тот же порядок, что и тепловое движение атомов (кТ). Если ещё учесть, что число этих взаимодействий равно $N(N-1)/2$, то можно сделать вывод, что при согласованном действии этих сил могут происходить значительные крупномасштабные конформационные перестройки макромолекулы.

4. Торсионная энергия.

Потенциалы невалентных взаимодействий дают слишком малые значения барьеров внутреннего вращения. Это обстоятельство можно изменить, если в конформационную энергию ввести член, зависящий от взаимного расположения связей, присоединённых к оси вращения. Суммарные энергетические затраты, характеризующие отклонения от оптимальной взаимной ориентации связей, определяются как торсионная (или ориентационная) составляющая (E_T) конформационной энергии.

$$U(\varphi) = U_0/2(1 - \cos(n\varphi))$$

где U_0 – барьер внутреннего вращения. Для карбоцепных полимеров это барьер составляет (между транс- и гош- состоянием) составляет примерно 3 ккал/моль.

n – порядок вращения. Для карбоцепных полимеров $n = 3$.

φ - значение двухгранного угла.

5. Электростатические взаимодействия ($E_{эл}$).

Важную роль играет для молекул содержащие сильно полярные связи. За счёт того, что более электроотрицательный атом оттягивает на себя электронную плотность возникает перераспределение заряда и появляются частично положительный и частично отрицательный заряд на атомах. То есть в ковалентная сильно полярная связь – это смесь ковалентной и ионной связи. Также электростатические взаимодействия проявляются в полиэлектролитах. За счёт ионизации ионогенных групп на полимерной цепочке возникают заряды, а следовательно электростатические взаимодействия. В этом случае эти взаимодействия являются дальнедействующими (убывают пропорционально $1/r$) и определяют значительные крупномасштабные конформационные перестройки.

6. Другие составляющие энергии молекулы.

Аналогично в выражении для конформационной энергии могут быть введены члены, учитывающие энергию водородных связей (E_H), взаимодействие неподелённых электронных пар (E_{HP}), влияние среды (E_P) и т.д.

Не все вклады одинаковы важны. Для каждого класса задач выбираются наиболее важные составляющие потенциальной энергии молекулы, а другие не учитываются.

3. Методы молекулярной динамики (МД)

Метод математического моделирования, основанный на подходе усреднения по времени наблюдения называют методом молекулярной динамики. Суть его состоит в следующем [5]:

Рассмотрим систему, состоящую из заданного числа частиц (атомов или молекул). В классической механике движение каждой частицы i с массой m_i может быть описано уравнением Ньютона

$$m_i a_i(t) = f_i(t) \quad (\text{масса} \times \text{ускорение} = \text{сила}).$$

Здесь $f_i(t)$ - сила, действующая в данный момент времени t на частицу i со стороны всех остальных частиц системы (эта сила связана с потенциальной энергией известным соотношением $f_i(t) = -\partial U / \partial r_i$); ускорение определяется как $a_i(t) = dv_i(t)/dt$ или $a_i(t) = d^2 r_i / dt^2$. Если эти производные заменить их конечно-разностными аналогами, то систему уравнений Ньютона, записанных для всех частиц, можно решить на компьютере. То есть, зная координаты частиц $r(t)$ и отвечающие им силы $f(t)$ в некоторый момент времени t , можно через небольшой промежуток времени Δt найти новые координаты $r(t+\Delta t)$ и силы $f(t+\Delta t)$ в следующий момент времени $t+\Delta t$ и т.д., шаг за шагом. Очевидно, что скорости оцениваются как

$$v \approx [r(t+\Delta t) - r(t)] / \Delta t.$$

Вычисляя на каждом шаге интересующий нас параметр A можно проследить его эволюцию во времени, а усреднив по достаточно большому числу сделанных шагов s получаем искомые равновесные свойства. Такую схему расчета принято называть численным экспериментом динамического типа или просто методом *молекулярной динамики* (МД). Используются также различные вариации метода МД, в которых наряду с "внутренними" силами, обусловленными взаимодействием атомов друг с другом, включаются те или иные внешние силы. Подобные схемы моделирования составляют группу методов неравновесной молекулярной динамики.

4. Метод Монте-Карло (МК)

Вычислительную схему, в основе которой лежит альтернативный (вероятностный) принцип определения средних значения, называют методом статистических испытаний или методом *Монте-Карло* (МК) [5]. В этом методе переходы между состояниями системы осуществляются следующим образом. На каждом шаге случайным образом выбирается частица (или группа частиц) и перемещается на небольшое расстояние в случайном направлении. Это приводит к изменению потенциальной энергии системы на некоторую величину ΔU , которая и определяет вероятность перехода

$$p \sim e^{-\Delta U/kT}$$

из "старого" в "новое" состояние системы. Интересующие характеристики вычисляются на каждом шаге и усредняются по большому числу сделанных шагов.

Термодинамические составляющие упругой силы

Природа упругой силы, вызывающей обратимость деформаций, может быть выявлена при анализе термодинамики обратимого растяжения упругого тела [6]. В этом случае при условии $V = \text{const}$ работа внешних сил равна

$$f \cdot dl,$$

где f - приложенная сила;
 dl - удлинение тела.

Согласно первому и второму закону термодинамики,

$$f \cdot dl = dU - TdS, \quad (3)$$

откуда

$$f = \left(\frac{\partial U}{\partial l} \right)_T - T \left(\frac{\partial S}{\partial l} \right)_T. \quad (4)$$

Таким образом, упругая сила имеет две составляющие. Первая из них $(\partial U / \partial l)_T$ соответствует силе, действие которой направлено на снижение внутренней энергии деформированного тела, вторая - $(\partial S / \partial l)_T$ направлена на повышение его энтропии.

Наиболее универсальной характеристикой упругости является модуль Юнга E -коэффициент пропорциональности закона Гука:

$$\sigma = E \cdot \epsilon,$$

где σ - напряжение; ϵ - относительная деформация.

Ниже приведены значения модуля упругости ряда материалов и идеального газа в Па:

| Сталь | Медь | Кварц | Каучук | Газ |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| $2 \cdot 10^{11}$ | $1 \cdot 10^{11}$ | $1 \cdot 10^{11}$ | $5 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^5$ |

По величине модуля упругости все приведенные материалы разбиваются на две группы, одну из которых составляют газы и каучуки, модуль которых намного порядков меньше по сравнению с металлами или стеклом (или в более общей форме по сравнению с кристаллами и переохлажденной застеклованной жидкостью), следовательно, их намного легче деформировать. Кроме того, оказалось, что

температура принципиально различным образом влияет на модуль упругости двух различных групп материалов - нагревание приводит к уменьшению модуля упругости кристаллов, в том числе металлов, и увеличению модуля упругости газов и каучуков.

Упругость идеального газа

Рассмотрим один моль идеального газа, находящегося в цилиндре с поршнем, при двух состояниях: p_1, V_1 и p_2, V_2 , причем $p_1 > p_2$ и $V_1 < V_2$ [6].

Из опыта известно, что самопроизвольно газ может только расширяться, следовательно, состояние 2 термодинамически более выгодно. Причина этого заключается в том, что более разреженное состояние газа характеризуется большей термодинамической вероятностью и, следовательно, большей энтропией. Для расчета термодинамической вероятности используем простейшую объемную решетку, полагая, что в каждой ее ячейке объемом a^3 (a - длина ребра кубической ячейки) находится одна молекула газа. Тогда для состояния 1 число способов расположения N молекул газа в объеме V_1 трактуемое в данном случае как термодинамическая вероятность, равно $(V_1/a^3)^N$, а для состояния 2 - $(V_2/a^3)^N$. Следовательно, относительное изменение термодинамической вероятности газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 можно оценить отношением:

$$\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^N.$$

Поскольку $V_2/V_1 > 1$ и $N \gg 1$, то число W_2/W_1 очень велико, например, при $V_2/V_1 = 1,01$, $W_2/W_1 = 1,01^{6 \cdot 10^{23}}$.

Таким образом, чтобы деформировать (сжать) газ, нужно увеличить давление, т.е. приложить силу. После прекращения воздействия газ самопроизвольно расширится до исходного состояния, которому отвечают большая термодинамическая вероятность и, следовательно, энтропия. Если при фиксированном объеме газ нагревать, то его давление увеличится. В результате для его сжатия следует приложить большее усилие, что означает увеличение модуля упругости газа с ростом температуры.

Упругость идеального клубка

Первая теория эластичности каучука, так называемая кинетическая теория, была предложена в 1932 г. швейцарским ученым Мейером, далее она получила развитие и подтверждение в работах Марка, Джоуля, Куна. В этой теории предполагается, что энтропия каучука складывается аддитивно, исходя из энтропии отдельных цепей. Этот принцип позволяет, учитывая молекулярно-кинетическое движение сегментов макромолекул, сразу же выявить причину обратимости высокоэластической деформации в каучуках.

Как термодинамическая система, изолированный макромолекулярный клубок напоминает газовое облако, в котором роль молекул выполняют кинетически не зависимые отрезки цепи - сегменты. Самопроизвольное тепловое движение сегментов не меняет внутренней энергии системы, поэтому

$$F \equiv -TS. \quad (5)$$

Энтропию идеальной цепи можно вычислить, исходя из уравнения Больцмана:

$$S = k \cdot \ln W, \quad (6)$$

где W - термодинамическая вероятность.

В данном случае речь идет о конформационной энтропии, т.е. энтропии, связанной с возможностью реализации клубком множества конформаций.

Величина W пропорциональна числу конформаций, возможных при заданном R . Поэтому $W \sim P_{(R)}$. Учитывая это, имеем:

$$S = \text{const} - \frac{3}{2} k \frac{R^2}{\langle R^2 \rangle}. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (5), получаем:

$$F = \text{const} + \frac{3}{2} kT \frac{R^2}{\langle R^2 \rangle}.$$

Растяжение клубка под действием внешней силы приводит к отклонению R от наиболее вероятной величины $\langle R^2 \rangle^{1/2}$, уменьшению числа возможных конформаций и, следовательно, уменьшению энтропии.

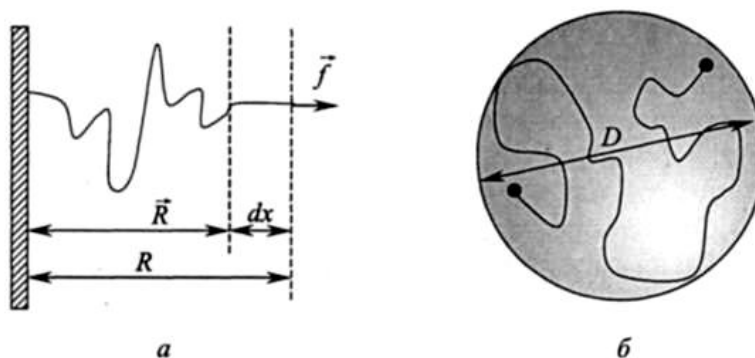


Рисунок 6 – Модель деформированного клубка: а – растяжение, б – сжатие.

Последнее прямо следует из формулы (7). В результате, возникает упругая сила, противодействующая растягивающей и стремящаяся вернуть клубок к состоянию с исходным $\langle R^2 \rangle^{1/2}$ и максимумом энтропии. Выражение для величины упругой силы может быть получено, исходя из следующих соображений. Допустим, что один конец цепи закреплен, а к другому приложена сила f .

Под действием этой силы конец цепи стремится на расстояние dx , дальнейшему смещению будет препятствовать упругая сила $-f$, равная по величине, но противоположная по направлению приложенной силе. Поскольку при $V = \text{const}$, $F = df/dx$ и в данном случае $dx = dR$, то

$$f = -\frac{TdS}{dR} = 3kT \frac{R}{\langle R^2 \rangle}. \quad (8)$$

В рассматриваемой модели векторы \vec{f} и \vec{R} параллельны. Поэтому отношение $R/\langle R^2 \rangle$ можно рассматривать как относительную деформацию, и тогда уравнение (8) по содержанию становится аналогичным уравнению Гука. Из этой аналогии следует, что модуль упругости изолированного идеального клубка пропорционален $3kT$, следовательно, он увеличивается с повышением температуры. Такое поведение также характерно для идеального газа. При сжатии клубка изменение функции Гиббса удобнее оценивать, пользуясь другой моделью. Рассмотрим идеальный гауссов клубок, содержащий n звеньев, помещенный внутри непроницаемой для него сферы с диаметром D , причем

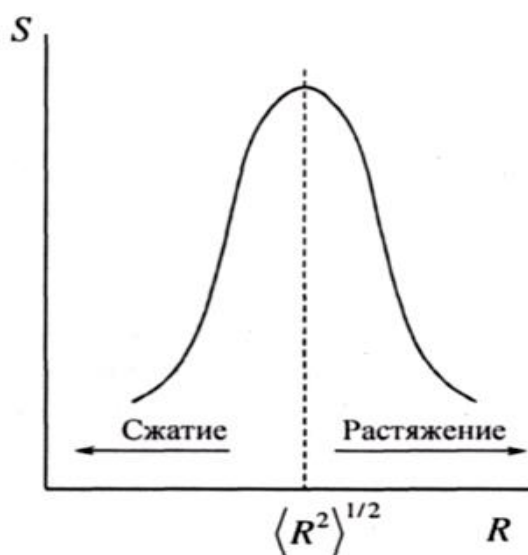


Рисунок 7 – Энтропия изолированного макромолекулярного клубка от его размера.

$D < \langle R^2 \rangle^{1/2}$ (рис. 6, б). Очевидно, что в таких условиях цепь будет касаться стенок сферы в нескольких точках. Пусть средний отрезок цепи, заключенный между двумя контактами со стенкой, содержит в среднем n^* звеньев. Тогда, очевидно, что число контактов клубка со сферой равно

$$n/n^*$$

и на каждом из этих контактов макромолекулярный клубок теряет половину своего конформационного набора. Следовательно, изменение энтропии, вызванное сжатием клубка в сфере, исходя из формулы Больцмана, будет равно:

$$dS = S - S_0 = -k \cdot \ln 2^{n/n^*},$$

где S и S_0 - энтропия деформированного и невозмущенного клубка.

Таким образом, как растяжение, так и сжатие клубка приводят к уменьшению энтропии и возникновению упругой силы, которая стремится вернуть систему к исходному состоянию с максимумом энтропии, соответствующему среднеквадратичному размеру недеформированного клубка.

Упругость полимерной сетки

Чрезвычайно важное в практическом отношении свойство эластичности материально реализуется в резинах, т. е. сшитых каучуках, которые мы далее будем называть полимерными сетками. При теоретическом рассмотрении свойств полимерных сеток в условиях, когда реализуется подвижность сегментов (концентрированные растворы, гели, эластомеры), исходят из того, что отрезок цепи между двумя соседними сшивками, называемый субцепью, сворачивается в клубок, называемый субклубком, свойства которого аналогичны свойствам невозмущенного гауссового клубка. Такая модель позволяет качественно объяснить природу упругости резин аналогично тому, как это было сделано в предыдущем случае, т.е. как энтропийную. При действии приложенного напряжения, например растягивающего, размеры субклубка увеличиваются, что вызывает возникновение упругой силы, стремящейся вернуть клубки к исходному состоянию. По прекращении воздействия субклубки возвращаются к исходным размерам, при этом энтропия достигает максимально возможного значения [6].

Для количественного описания упругости полимерной сетки представим ее определенный объем в виде параллелепипеда, стороны которого ориентированы вдоль осей координат (рис. 8).

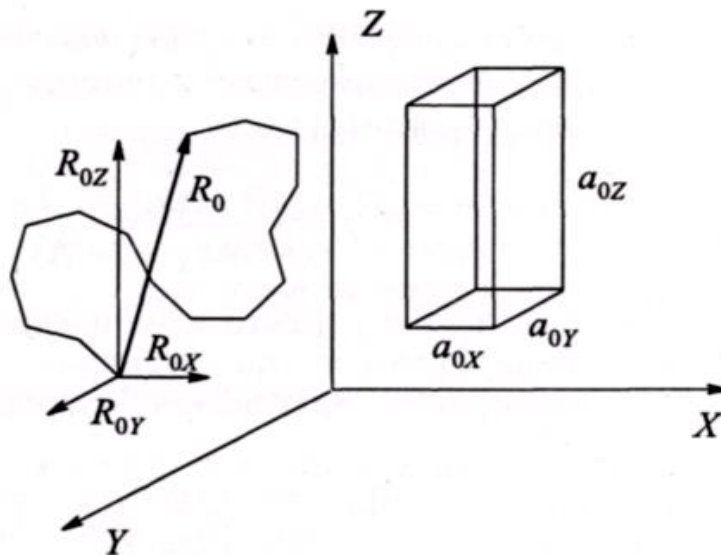


Рисунок 8 – Упругость полимерной сетки.

При растяжении сетки ее размеры вдоль каждой из осей a_{0x} , a_{0y} , a_{0z} изменяются соответственно в λ_x , λ_y , λ_z раз:

$$a_x = a_{0x} \cdot \lambda_x, \quad a_y = a_{0y} \cdot \lambda_y, \quad a_z = a_{0z} \cdot \lambda_z,$$

где $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$, - так называемые коэффициенты вытяжки. Изменение размеров сетки приводит к изменению размеров субклубков. Размер последних так же, как и в случае изолированной цепи, может быть охарактеризован радиусом-вектором, \vec{R}_0 который связан с его проекциями на оси координат соотношением:

$$\vec{R}_0^2 = \vec{R}_{0x}^2 + \vec{R}_{0y}^2 + \vec{R}_{0z}^2.$$

При деформации сетки проекции R_{0x}, R_{0y}, R_{0z} изменяются в такой же степени, как и линейные размеры сетки в направлении осей координат:

$$R_x = R_{0x} \cdot \lambda_x, R_y = R_{0y} \cdot \lambda_y, R_z = R_{0z} \cdot \lambda_z \quad (9)$$

Изменение энтропии субклубка при изменении его размеров от R_0 до R , вызванном деформацией, можно учесть с помощью выражения (8), связывающего энтропию изолированного гауссового клубка с его размерами. В результате имеем:

$$\begin{aligned} \Delta S = S(R) - S(R_0) &= -\frac{3k}{2nl^2} [(R_x^2 - R_{0x}^2) + (R_y^2 - R_{0y}^2) + (R_z^2 - R_{0z}^2)] = \\ &= -\frac{3k}{2nl^2} [(\lambda_x^2 - 1)R_{0x}^2 + (\lambda_y^2 - 1)R_{0y}^2 + (\lambda_z^2 - 1)R_{0z}^2], \end{aligned} \quad (10)$$

где n - число звеньев в субцепи, l - длина звена. Далее необходимо перейти от отдельной субцепи к полимерной сетке. Для этого выражение (10) необходимо умножить на число субцепей в единице объема v , равное количеству сшивок, и на общий объем полимерной сетки V . Кроме того, нужно учесть, что все направления равновероятны, и поэтому, с учетом (9), $R_{0x}^2 = R_{0y}^2 = R_{0z}^2 = \frac{nl^2}{3}$. Тогда для полимерной сетки в целом

$$\Delta S = -kvV \frac{\lambda_x^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2 - 3}{2}. \quad (11)$$

На практике наиболее часто встречается одноосное растяжение или сжатие, например вдоль оси X . Связанные с этим возможности изменения размеров сетки вдоль других осей легко установить, исходя из того фундаментального факта, что каучук и резина при деформации не изменяют объема. Отсюда легко рассчитать, что если $\lambda_x = \lambda$, то

$$\lambda_y = \lambda_z = \lambda^{-1/2}.$$

После подстановки этих значений в уравнение (11) получаем:

$$\Delta S = -kvV \frac{\lambda^2 + (2/\lambda) - 3}{2}. \quad (12)$$

Ранее было показано, что при растяжении гауссовой цепи $\Delta F = -T \cdot \Delta S$, $f = -\partial F / \partial R$. Применительно к рассматриваемой системе упругая сила может быть представлена выражением:

$$f = -\frac{T \cdot \Delta S}{\Delta a_x} = -\frac{T \cdot \Delta S}{\Delta \lambda \cdot a_{0x}} = -\frac{T \cdot S'_\lambda}{a_{0x}}. \quad (13)$$

Для того, чтобы перейти к напряжению, необходимо разделить прилагаемую силу, равную по величине, но противоположную по знаку (направлению) силе упругости, на площадь образца:

$$\sigma = \frac{f}{a_{0y} \cdot a_{0z}} = \frac{T \cdot S'_\lambda}{a_{0x} \cdot a_{0y} \cdot a_{0z}} = \frac{T \cdot S'_\lambda}{V}. \quad (14)$$

Раскрывая значение производной S'_λ окончательно имеем:

$$\sigma = kTv(\lambda - \lambda^{-2}). \quad (15)$$

Соотношение (15) является одним из главных результатов теории эластичности полимерных сеток.

Выражение для модуля упругости может быть получено из (15) для области малых деформаций, когда можно приближенно принять

$$\lambda - \lambda^{-2} = (\lambda - 1) + (1 - \lambda^{-1})(1 + \lambda^{-1}) \approx (\lambda - 1) + \frac{2(\lambda - 1)}{\lambda} \approx 3(\lambda - 1),$$

что ведет к

$$\sigma = 3kTv(\lambda - 1).$$

Величина $(\lambda - 1) = \frac{a_x - a_{0x}}{a_{0x}}$ является относительным удлинением, следовательно, модуль упругости полимерной сетки равен

$$E = 3kTv,$$

где v - количество сшивок в единице объема.

Из данного уравнения следует:

- упругость полимерной сетки, определяемая величиной модуля, пропорциональна количеству сшивок в единице объема;
- модуль упругости полимерной сетки повышается с увеличением температуры.

Таким образом, из рассмотренного следует, что газы и каучуки, в том числе и «сшитые» (резины), имеют сходные характеристики упругости - их модули упругости

близки и в обоих случаях повышаются с увеличением температуры; кроме того, известно, что сжатие приводит к повышению температуры как газов, так и каучуков. Эта аналогия объясняется одинаковой природой упругости, которая, с одной стороны, может быть охарактеризована как энтропийная, с другой - как молекулярно-кинетическая. Первое указывает на природу обратимости деформации, второе - на способ ее реализации, который связан с перемещением молекул газа и сегментов молекул.

Проблема вязкости полимерных систем

Характерной особенностью полимерного состояния вещества является то, что все полимерные материалы, а также расплавы и концентрированные растворы полимеров обладают свойствами как упругого тела, так и жидкости. Это общее явление определяется как вязкоупругость, оно ответственно за особый комплекс свойств, присущих полимерным материалам.

Упруговязкая жидкость, т.е. жидкость, при течении которой накапливаются упругие (обратимые) деформации, может быть представлена механической моделью Максвелла.

К упруговязким жидкостям относятся достаточно концентрированные растворы полимеров, жидкие каучуки, расплавы полимеров. Рассмотрим простой опыт, который доказывает наличие упругого последствия в подобных жидкостях.

Обозначим модуль упругости пружины через E , вязкость демпфера через η , суммарное напряжение на пружине и поршне - через σ . Тогда скорость развития деформации ε можно описать следующим соотношением:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d(\varepsilon_{\text{упр}} + \varepsilon_{\text{тек}})}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta}. \quad (16)$$

Рассмотрим случай, когда деформация модели фиксируется, т.е. $\varepsilon = \text{const}$ и напряжение начнет постепенно уменьшаться в результате возвращения пружины к исходному состоянию. Процесс этот является замедленным, поскольку связан с перемещением поршня в вязкой жидкости. Если в начальный момент, отвечающий фиксации деформации, $t = 0$, $\varepsilon = \varepsilon_0 > \sigma = \sigma_0$ и $d\varepsilon/dt = 0$, то в результате интегрирования уравнения (16) получаем:

$$\sigma(t) = E\varepsilon_0 \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\}$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 \exp\left\{-\frac{t}{\tau}\right\},$$

$$\tau = \eta/E.$$

Параметр τ называется временем релаксации.

τ можно определить как время, в течение которого напряжение уменьшается в «e» раз. Согласно более общему определению, τ можно представить как время,

необходимое для перестройки структуры системы, подвергающейся воздействию, из исходного равновесного состояния к конечному. Явление уменьшения напряжения при фиксированной деформации упруговязкого тела называется релаксацией напряжения.

С помощью методов квантовой химии можно рассчитать многие свойства молекул с любой точностью. То есть можно рассчитать такие свойства как геометрические параметры молекул, определяющие равновесную структуру молекулы, потенциальные поверхности, электронные спектры, энергии разрыва межатомных связей и т.д. Однако чаще всего для понимания какого-либо процесса интересно поведение не индивидуальных молекул, а молекулярных ансамблей, то есть коллективные (коллигативные) свойства, например температура плавления или стеклования вещества, его плотность, диффузионные характеристики. Под ансамблем в зависимости от задачи можно понимать как несколько десятков молекул, организованных в виде кластера, так и макроскопическую совокупность, в которой количество молекул соответствует числу Авогадро $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$. В настоящее время методами квантовой химии можно делать достаточно надежные расчеты лишь для молекулярных систем с числом атомов до одной-двух сотен. Как видно этого явно недостаточно для предсказания коллективных свойств или характеристик даже отдельно взятых макромолекул. Кроме того, следует иметь в виду, что полимеры всегда находятся в окружении плотной среды - низкомолекулярного растворителя или других макромолекул. И это окружение также необходимо принимать во внимание.

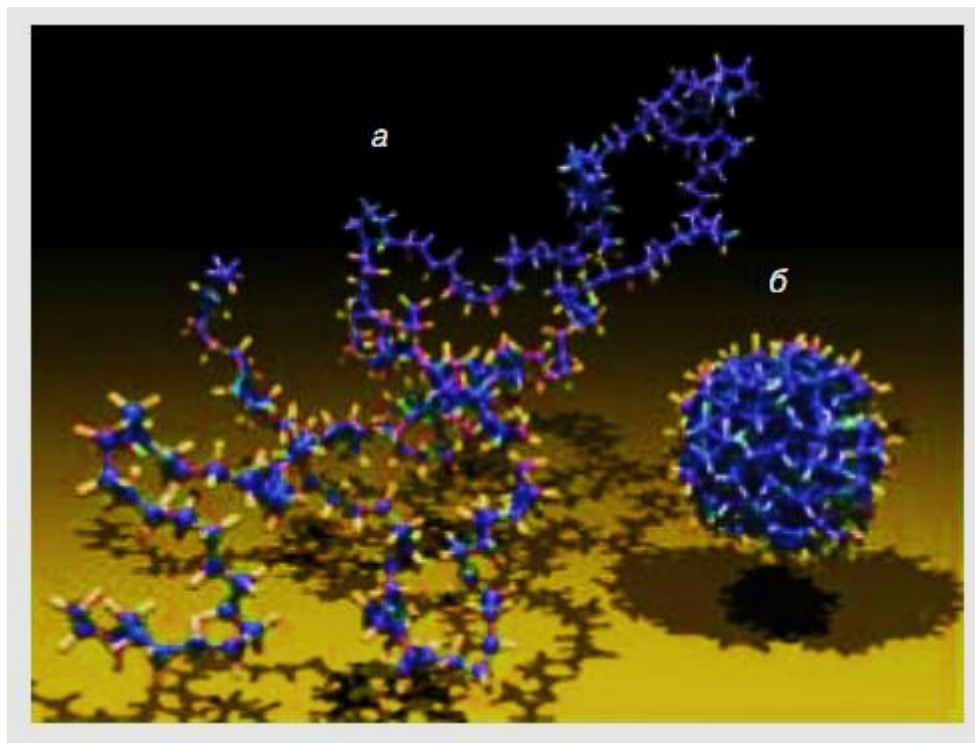


Рисунок 9 - Развернутая и сжатая конформации 1000-звенной полиэтиленовой цепи, полученные при моделировании методом Монте-Карло [4].

В компьютерном моделировании, как уже говорилось выше, используется язык классической физики. Этот отказ от рассмотрения молекулы как электронно-ядерной системы, позволяет коренным образом расширить круг явлений и объектов, доступных исследованию в компьютерном эксперименте. При расчетах методами Монте-Карло или молекулярной динамики существующие суперкомпьютеры способны оперировать системами, в которых число частиц достигает нескольких миллионов. Даже на

современных персональных компьютерах легко удается моделировать многие коллективные свойства различных систем, включая полимерные растворы и расплавы.

Все термодинамические свойства любой системы зависят от температуры, но изучение зависимости их от состава и строения фаз является важной задачей физической химии. Наиболее важные из них это давление, коэффициент теплового расширения, параметры фазовых равновесий. Квантовая химия описывает молекулы при абсолютном нуле температуры. Влияние теплового движения атомов должно учитываться с помощью иных теоретических подходов. В общем случае можно сказать, что за исключением лишь сравнительно небольшого числа идеализированных ситуаций, поведение любой реальной системы определяется ее свободной энергией. Эта энергия складывается из энергетического (энтальпийного) и энтропийного вкладов. Из них наиболее интересен последний. Он связан с числом конформаций, которое способна принимать индивидуальная молекула, и числом конфигураций всего молекулярного ансамбля. Наблюдаемые на опыте свойства всегда являются результатом усреднения по множеству различных состояний системы. Как правило, только такие свойства (например, среднеквадратичные размеры полимерного клубка, среднеквадратичный дипольный момент и поляризация, характеристики светорассеяния) представляют интерес для полимерных систем. Компьютерный эксперимент нацелен на получение именно такой информации и, следовательно, может быть использован для проведения соответствующих расчетов.

Наконец, существует обширная группа динамических, то есть зависящих от времени, характеристик. Они определяют диффузию, вязкость, коэффициенты седиментации, теплопроводность, отклики системы на внешние воздействия и др. Кроме того, для полимеров чрезвычайно важно знать реологические свойства, включающие поведение растворов и расплавов при течении, при сдвиговых деформациях и т.д. Однако время как параметр не входит в квантово-химические уравнения. Следовательно, если необходимо предсказание таких свойств исходя из молекулярных параметров, должен использоваться численный эксперимент динамического типа (включая методы неравновесной молекулярной динамики).

Поворотнo-изомерный механизм гибкости цепи.

К гибкоцепным полимерам относятся полиолефины, большинство полимеров виниловых и винил-диеновых мономеров общей формулы $-(\text{CH}_2-\text{CHX})-$, $-(\text{CH}_2-\text{CXY})-$, где X, Y -заместители основной цепи [6]. Гибкость таких полимеров обусловлена свободой вращения вокруг простых связей основной цепи, механизм гибкости называется поворотнo-изомерным. Рассмотрим детали этого механизма на примере *n*-бутана, который можно представить как фрагмент цепи полиэтилена (рис. 10). При вращении связи C₁-C₂ или C₃-C₄ описывается конус с образующей, направленной под углом δ к оси вращения. Угол δ является дополнительным к валентному, т.е. $\delta = \pi - 190^\circ$. При вращении связи C₃-C₄ атом C₄ описывает окружность, в плоскости которой лежит угол вращения γ , отсчитываемый относительно *транс*-положения. Расстояние между конечными атомами C₁ и C₄ при вращении изменяется и составляет, как показывает расчет, 0,2 нм для *цис*- и 0,38 для *транс*-формы. Поскольку радиусы Ван-дер-Ваальса метильной группы примерно равны 0,2 нм, можно ожидать стерического напряжения *цис*-формы. В этом случае вращение вокруг связи C₂-C₃ не будет свободным. Вследствие взаимного отталкивания заместителей в *i/wc*-положении возникают потенциальные барьеры вращения.[6]

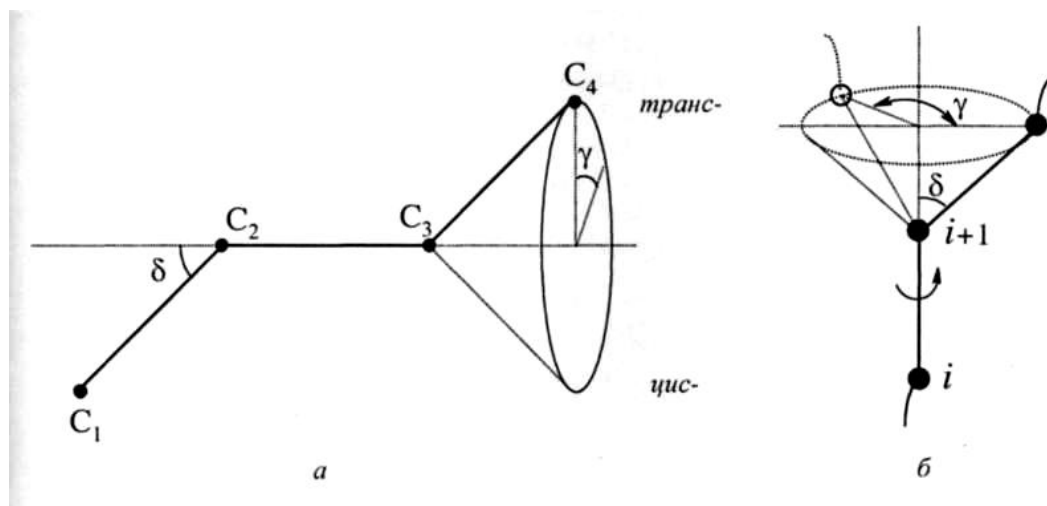


Рисунок 10 - Вращение атома вокруг связей.

Наличие заторможенного вращения вокруг связей С-С нормальных парафинов впервые было экспериментально обнаружено М.С.Ньюменом. По методу Ньюмена изменение формы молекул в результате вращения связей изображают проекциями связей на плоскость, нормальную к оси вращения (рис. 16).

Если смотреть вдоль оси С3-С2, то при вращении связи С3-С4 возможны заслоненные конформации, когда проекции связей на плоскость совпадают (*цис-* и *цис-гош*), и заторможенные (скрещенные) конформации (*транс-* и *транс-гош*) (на рис. 2.15 заслоненные конформации обозначены скобками). При вращении вокруг связи С2-С3 потенциальная энергия системы периодически изменяется – *транс*-конформациям отвечают минимумы энергии, *цис*-конформациям - максимумы (рис. 16). Наиболее глубокий минимум отвечает *транс*-конформации, от которой отсчитывается угол γ . При вращении по часовой стрелке *гош*-конформациям приписывается знак «+», при вращении против часовой стрелки - знак «-». Аналогично обозначение конформации, возникающих при вращении вокруг связей С-С основной цепи полимеров виниловых мономеров (рис. 10, б).[6]. Построим 3D модель и будем отображать не молекулы, а конусы по которым вращаются связи (рис.11-15).[7]

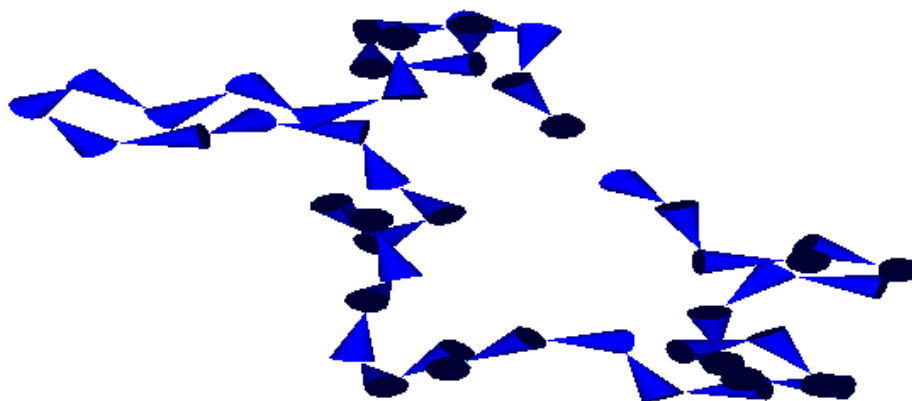


Рисунок 11 - Молекула полимера (50 звеньев), для размерности в 10 анг.

10 ангстрем

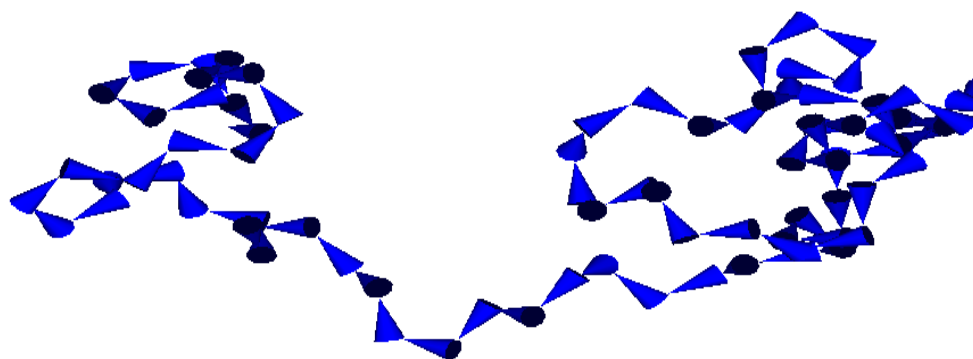


Рисунок 12 - Молекула полимера (50 звеньев), для размерности в 10 анг.

Кол-во атомов в молекуле

Расчет

10 ангстрем

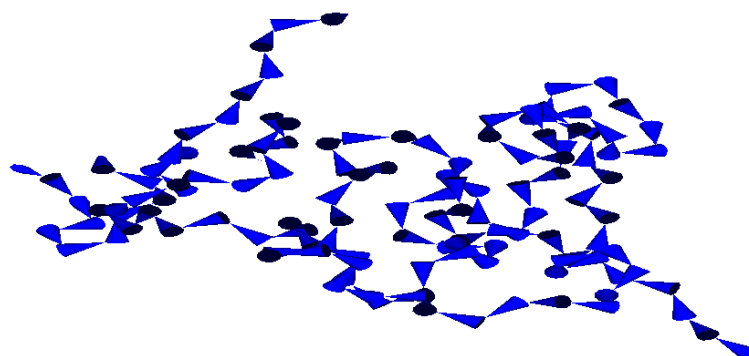


Рисунок 13 - Молекула полимера (100 звеньев), для размерности в 10 анг.

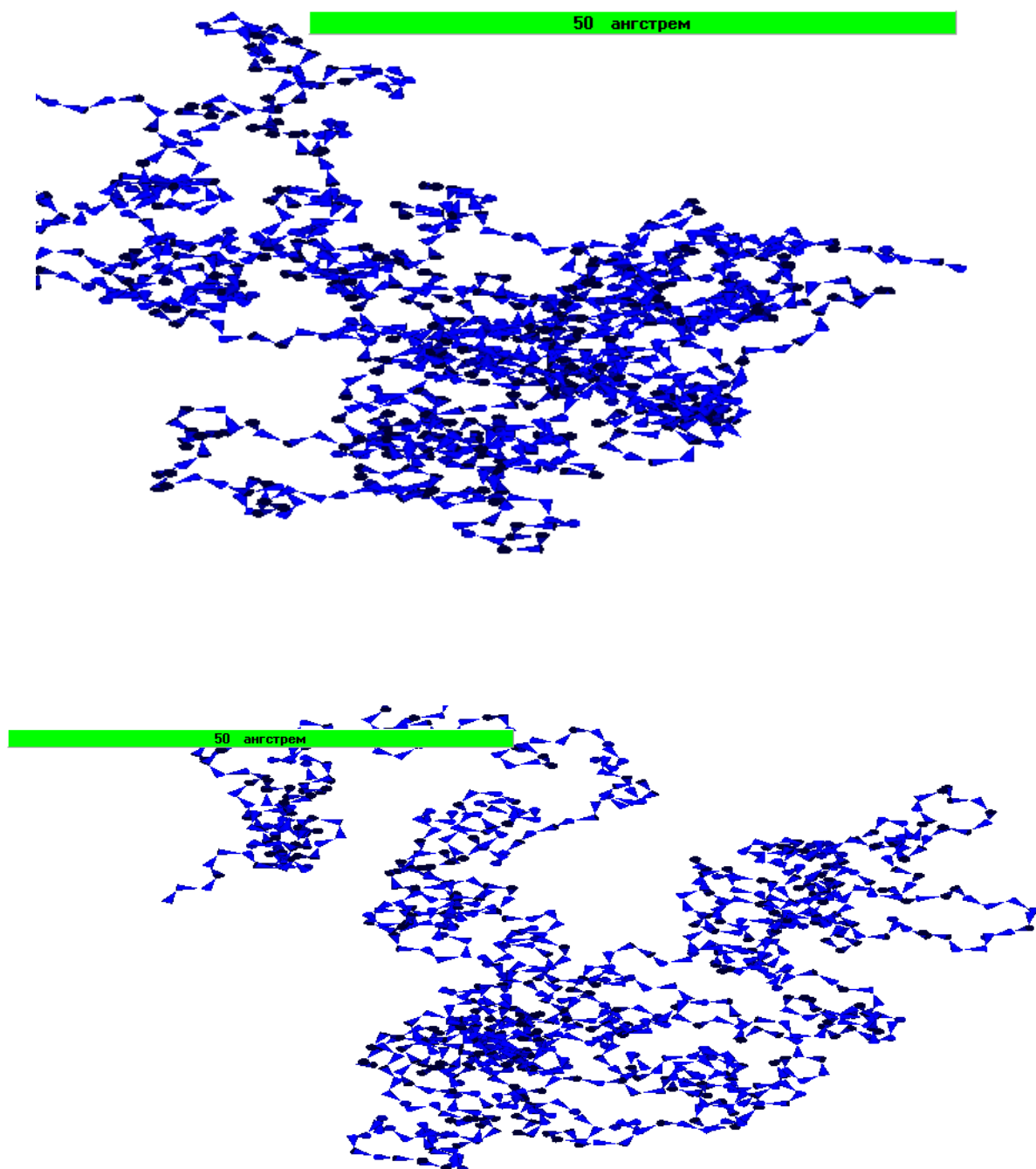


Рисунок 14 - Молекулы полимера (1000 звеньев), для размерности в 50 анг.

Разница между максимальной энергией, отвечающей заслоненной цис-конформации, и минимальной энергией, отвечающей скрещенной *транс*-конформации в *n*-бутане, настолько значительна, что свободного полного вращения вокруг связи C₂-C₃ не происходит. Молекула находится в одной из

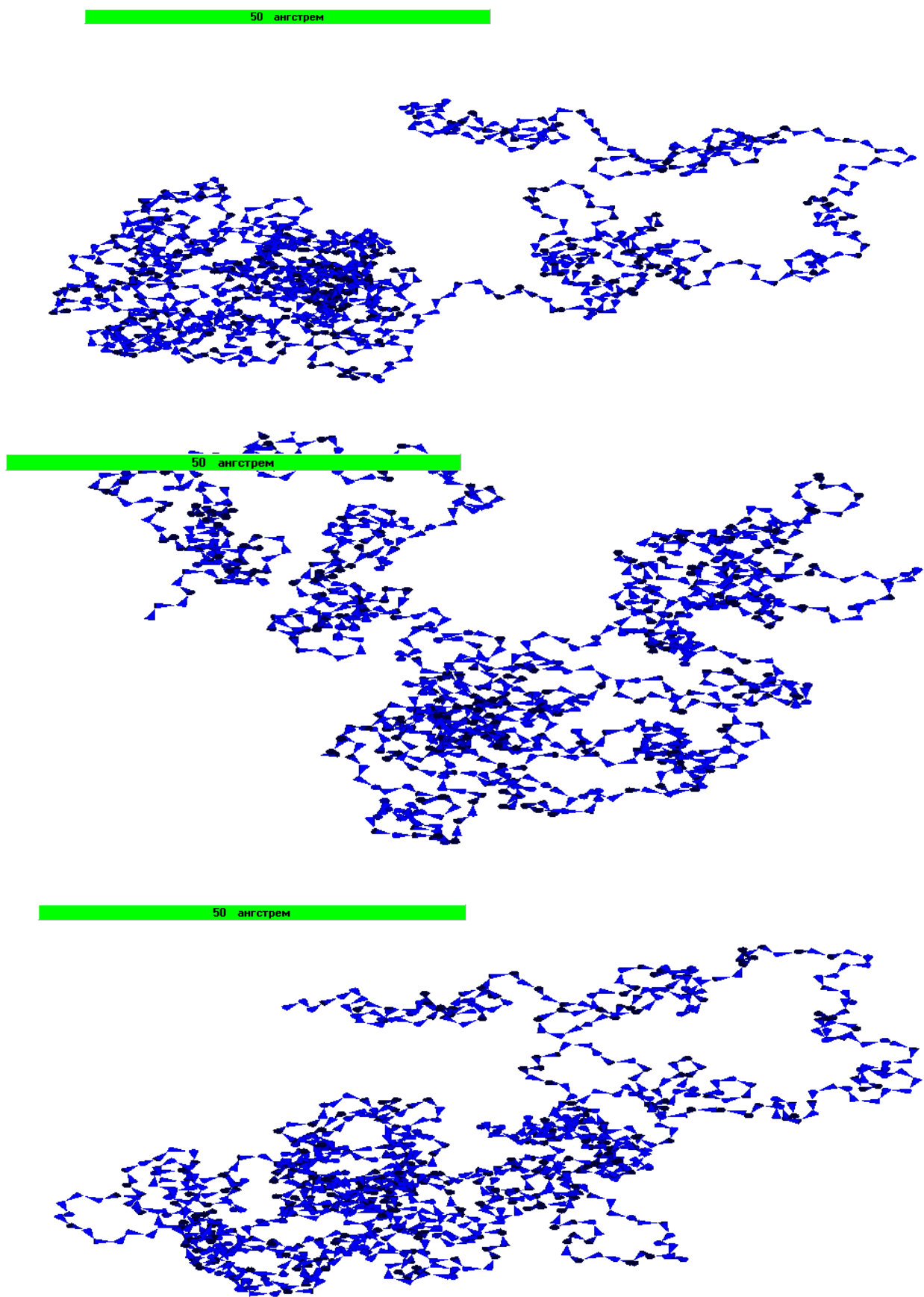


Рисунок 15 - Молекулы полимера (1000 звеньев), для размерности в 50 анг.

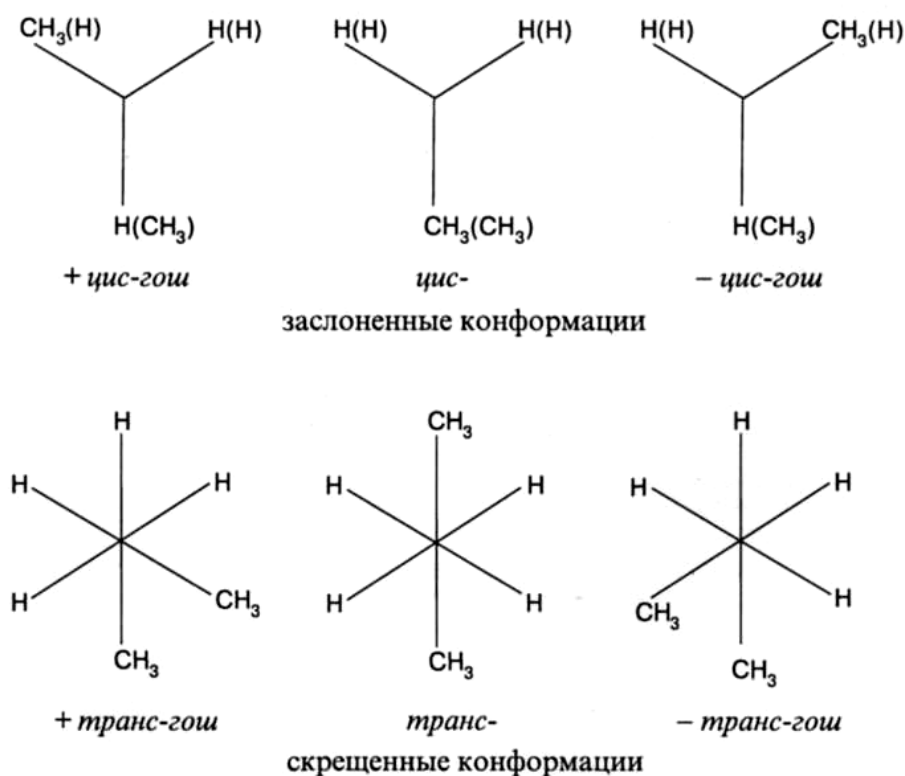


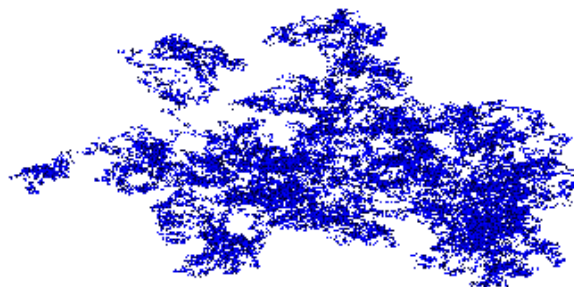
Рисунок 16 – Проекция Ньюмена.

конформаций с минимальными значениями энергии: *транс-*, *-транс-гош* и *+транс-гош* формах.

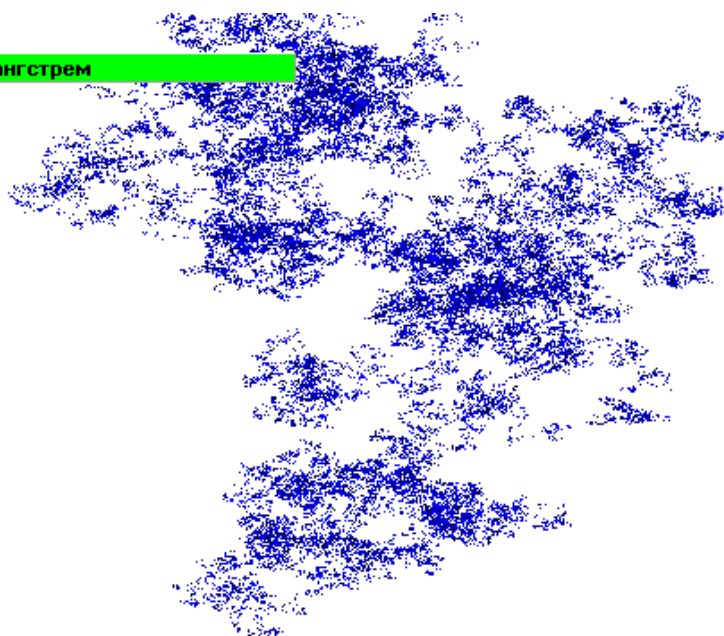
Энергии этих конформаций отличаются всего на 2,5 кДж/моль ($\Delta\epsilon$), а потенциальные барьеры (ΔE), разделяющие их, равны 14 кДж/моль, т.е. также относительно невелики, поэтому происходит постоянная смена конформаций в результате частичного неполного заторможенного вращения вокруг связи $\text{C}_2\text{-C}_3$.

Потенциальные барьеры заторможенного вращения получили название потенциалов торможения. [6]

1 000 ангстрем

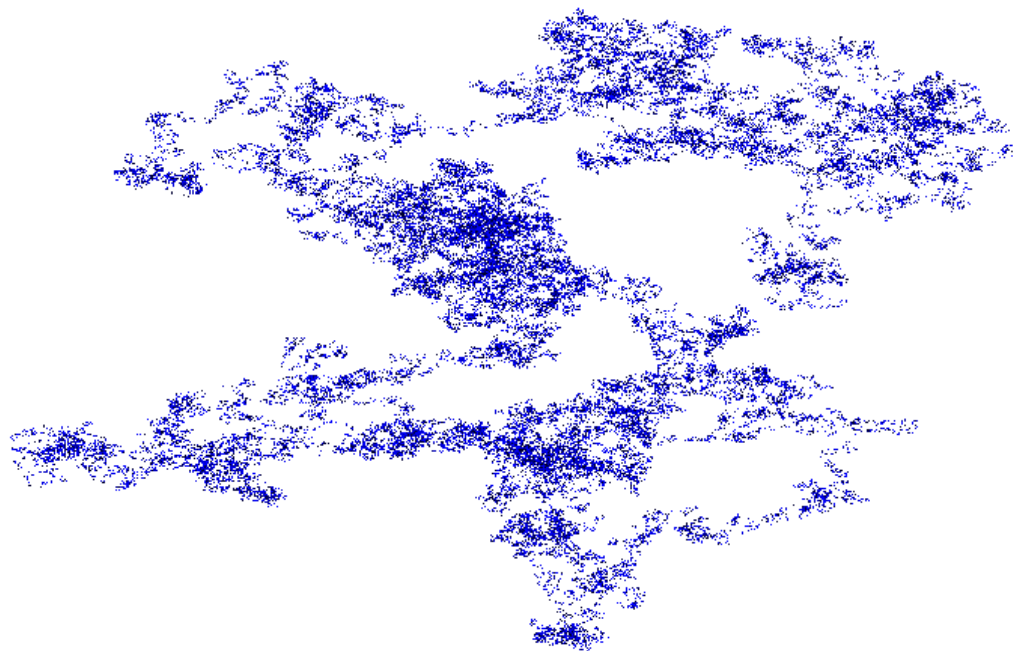


1000 ангстрем

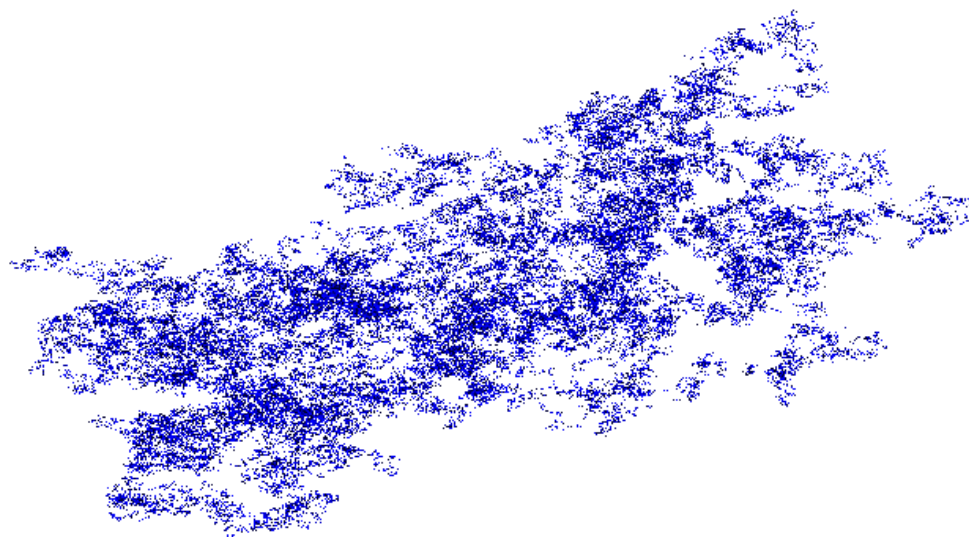


**Рисунок 17 - Макро молекулы полимера (600 000 звеньев),
для размерности в 1000 анг.**

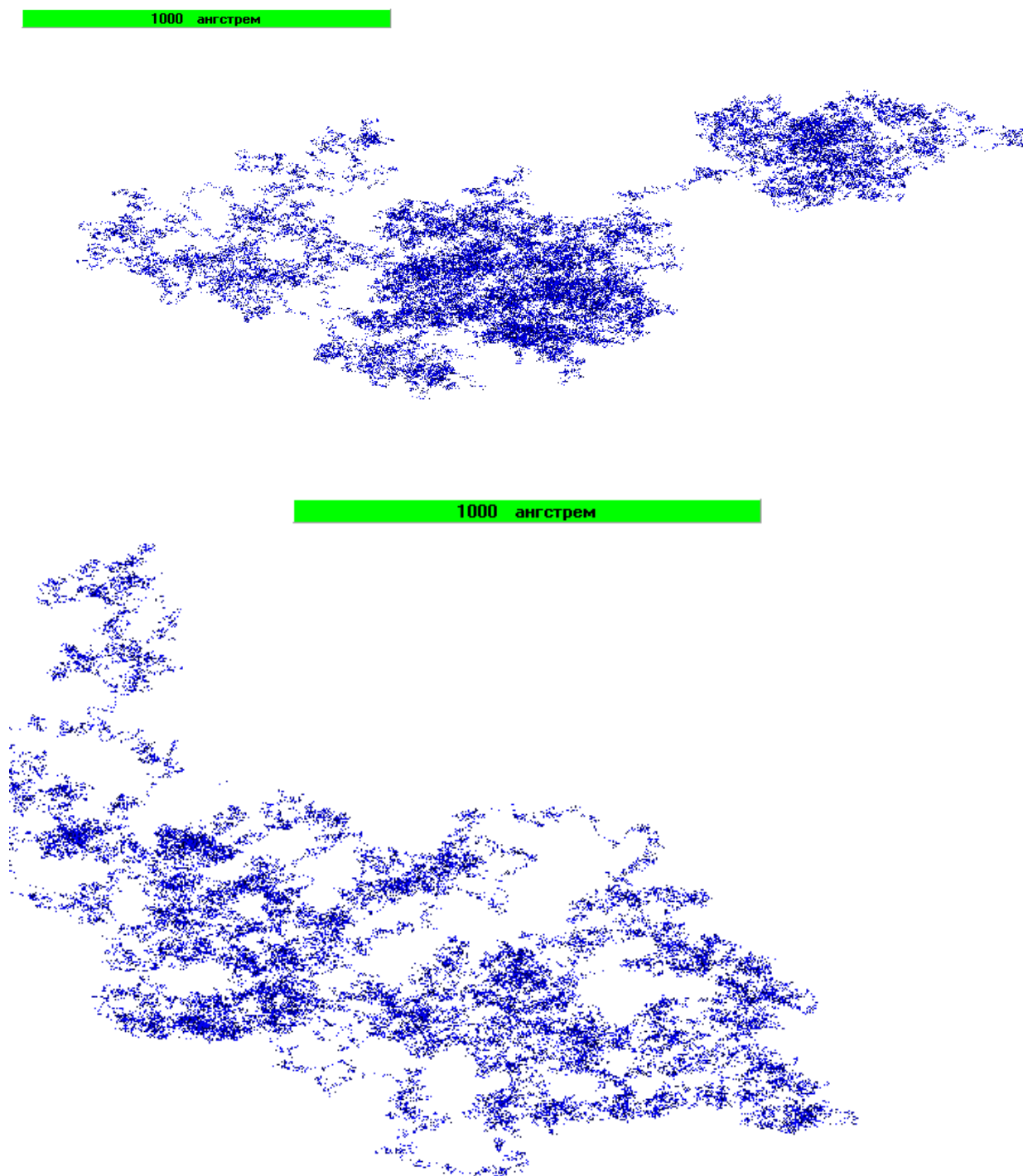
1000 ангстрем



1000 ангстрем



**Рисунок 18 - Макро молекулы полимера (600 000 звеньев),
для размерности в 1000 анг.**



**Рисунок 19 - Макро молекулы полимера (600 000 звеньев),
для размерности в 1000 анг.**

1000 ангстрем

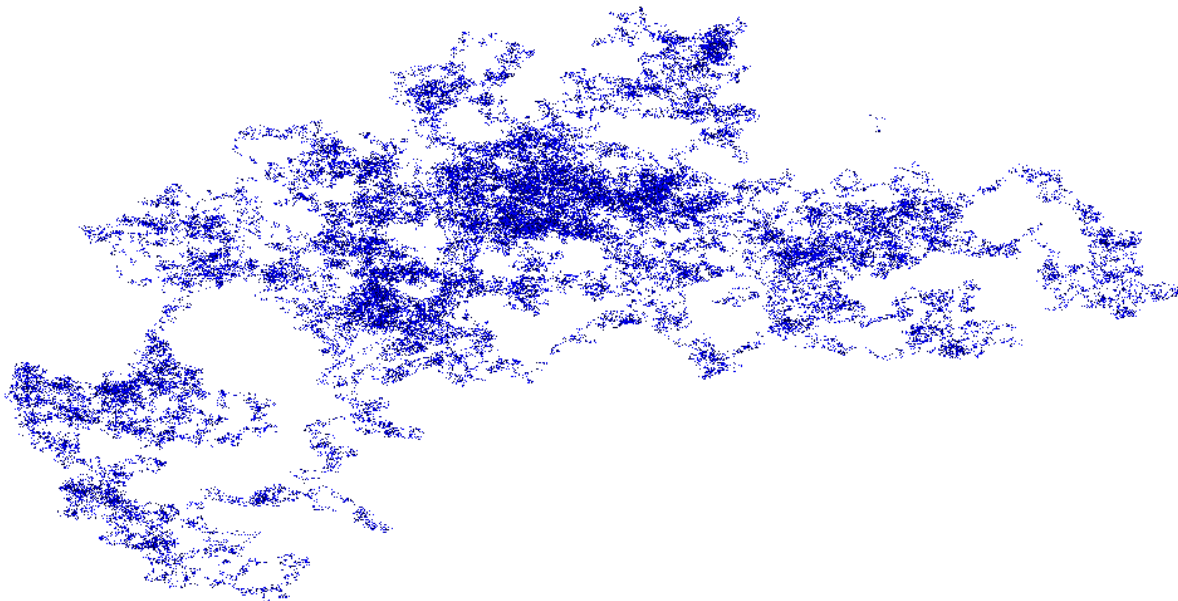


Рисунок 20 - Макро молекула полимера (1000 000 звеньев), для размерности в 1000 анг.

Выводы

Современная наука не может рассматривать какую либо модель без ее компьютерной апробации и достоинство методов компьютерного эксперимента - принципиальная возможность строгого описания весьма широкого круга моделей. В то же время строгие аналитические решения могут быть получены только в редких случаях. Обычно же в аналитических теориях приходится прибегать к тем или иным упрощениям, таким, например, как линейризация исходных уравнений, разложение в ряд по малому параметру, разделение переменных, сведение к задаче меньшей размерности, асимптотическое представление. Практически любые конденсированные многочастичные системы вызывают повышенные сложности для строгого аналитического описания. В этих условиях компьютерный эксперимент становится необходимым для проверки справедливости исходных приближений, заложенных в теорию, и логических следствий, вытекающих из аналитического рассмотрения.

References:

1. Компьютерное моделирование полимеров. [Электронный ресурс]. URL http://revolution.allbest.ru/programming/00064120_0.html (дата обращения: 18.03.2014).
2. Пиотровская Е.М. Исследование различных вариантов решеточных моделей растворов методом Монте-Карло. диссертация кандидата химических наук : 02.00.04 Ленинград, 1974. -199 с.

3. Набиуллин А.Р. Применение методов Монте-Карло и регуляризации Тихонова для моделирования начальной стадии радикальной полимеризации. Диссертация кандидата химических наук, Бирск, -131с.
4. Реферат - Холестерин - строение, биологическое значение, контроль содержания. Компьютерное моделирование полимеров [Электронный ресурс]. URL <http://nashaucheba.ru/v27387/?download2=file> (дата обращения: 18.03.2014).
5. Новиков В.В. Компьютерное моделирование полимеров. -Тверь, 2002. -21с.
6. Семчиков Ю. Д.СЗО Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов. - Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н. И.Лобачевского; М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 368 с.
7. Shevtsov A.N., Keulimzhayeva Z.A., Alpysbayev E.A. ABOUT SOME MODELS OF POLYMER MACROMOLECULES. ISJ Theoretical & Applied Science. - №11(7), 2013. (ISPC «Applied scientific research», 30.11.2013, Belgrade, Serbia). - pp.26-40.
8. Shevtsov A.N., Alimbaev B.A., Manapbaev B.J. COMPUTER MODEL OF THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELDS OF THE DOMAINS IN THE FORM OF MICRO-CRACKS AT FRACTURE OF METALS. ISJ Theoretical & Applied Science. - №6 (2), 2013. (ISPC, «World of Science», 30.06.2013, Hamburg, Germany). - pp.51-64.
9. Kestelman V.N., Jönsson A., Shevtsov A.N. ON SOME DEPENDENCIES STATISTICAL METHODS FOR MODELING OF LONG-TERM STRENGTH OF POLYMERS ISJ Theoretical & Applied Science. - №7 (3), 2013. (ISPC Theoretical Research, 30.07.2013, Stuttgart, Germany). - pp.69-77.
10. Бартенев Г.М., Зеленов Ю.В. Физика и механика полимеров. -М.: Высшая школа, 1983, 390с.
11. Физика полимеров. ЛНУ им. Т.Шевченко, 2009. [Электронный ресурс]. URL http://softacademy.lnpu.edu.ua/Programs/fizika_polimerov/index.htm (дата обращения: 18.03.2014).

SECTION 8. Architecture and construction

Nadiya Rostyslavivna Vildanova

Master of construction, Doctoral student,

Odessa State Academy of Building and Architecture, Odessa, Ukraine,

e-mail: adhimaratma@gmail.com

THE BILINEAR SHEARING STRESS-STRAIN CURVE FOR CONCRETE

Abstract: *The simplified bilinear shearing stress-strain chart of the complete stress-strain curve for concrete in shear and pure torsion has been elaborated on the basis of the experimental research and offered for the reinforced concrete elements' stiffness' calculation.*

Key words: *torsional stiffness, bilinear stress-strain curve for concrete, pure torsion, the secant shearing modulus of concrete.*

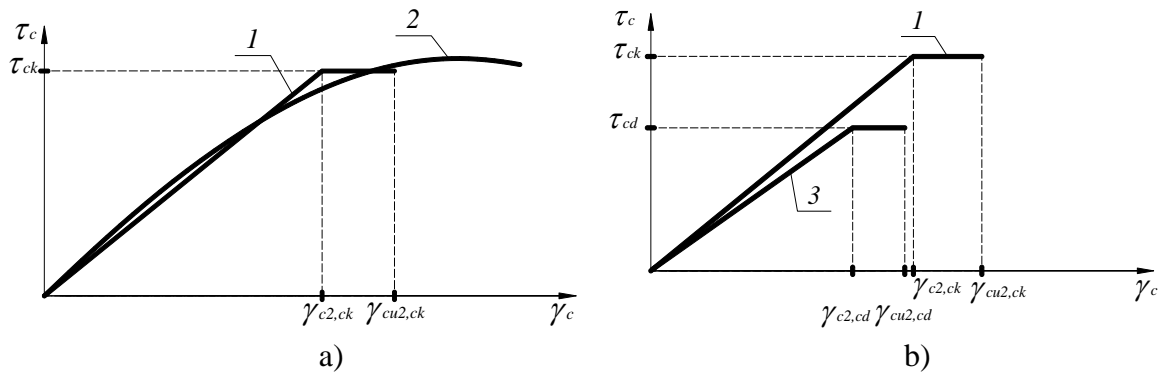
The bending stiffness' studies and mechanical strength characteristics' investigation of RCE under compression-tension are being paid much attention by modern researchers while comparing with the analysis of the torsional effect on the reinforced concrete elements' work. However it should be studied not less because of structures' constant necessity to resist the effect of not only bending and compressing forces but of the torsional ones (for example, in any asymmetrical loading of the spatial structures' elements like bridge superstructures, overlap constructions, as the influence of the forces' redistribution on the side beams causes torsion of the main girder; not to mention spiral staircase and boundary elements of shells and domes etc.). In the issue the building standards and the software packages account the bending stiffness' changing at all the stages of reinforced concrete elements' work, in contrast to the torsional stiffness' reduction owing to the concrete secant shearing modulus' decreasing. And the educational process also avoid shearing stress-strain curve's studying.

The shearing stress-strain curve [21] should be used as the generalized characteristic of the concrete mechanical properties, similar to the compression stress-strain curve [10]. However modern building standards – neither post-Soviet, nor Australian, American, European and others – do not provide design of reinforced concrete structures considering secant shear modulus of concrete [1, 7-9, 12-13, 16-17, 19], while in compression-tension using secant Young's modulus of concrete is prevailing. It can be explained by the lack of the experimental data of the complete shearing stress-strain curve for concrete [4, 6, 10-11, 14-15, 18, 21-22]. The principle of shear and compression stress-strain curve's obtaining for the concrete is common. The difficulty is in the experimental definition of the descending branch's parametric points using traditional experimental settings because of the sudden element's destruction as a result of the ultimate potential deformation energy immediate realization to the impact energy. The essence of the new method of obtaining the shearing stress-strain curve for concrete is in the use of traverse for a supervised efforts' transfer on a concrete model [3, 5]. That's why the experimental research has been conducted, where parametrical points of the curve's descending branch have been defined [2-3, 5, 20]. Complete shearing stress-strain curve has been already explained [2-3, 5], and after the experimental confirmation it is possible to introduce it into design practice.

To simplify the nonlinear shearing stress-strain curve [21] for the engineering estimations the parameters of the bilinear shearing stress-strain chart (fig.1) have been defined by analogy with the compressive-tensile stress-strain diagram [9].

On the fig.1 is noted: 1 – bilinear characteristic stress-strain curve τ - γ for concrete in shear (where the secant shear modulus is defined as the constant, or initial one multiplied by the coefficient of the secant shear modulus' change $G_c = G_c^0 g_c = E_c^0 g_c / [2(1 + \mu_c)]$), according to

[21]); 2 –shearing stress-strain chart for concrete confirmed by the experiments in pure torsion [5]; 3 – bilinear calculation stress-strain chart for concrete under shear τ - γ .



**Figure 1 - a) Calculation and experimental τ - γ dependences;
b) Bilinear stress-strain chart for concrete under shear**

Equivalent critical values of stresses and deformations for the shearing stress-strain curve are prescribed according to the theoretical chart [21] and confirmed experimentally [2-3, 5]. The shearing stresses τ_c of the bilinear shear stress-strain curve should be calculated depending on the relative angular deformations γ_c as

$$\begin{aligned} \tau_c &= G_c \gamma_c \text{ when } 0 \leq \gamma_c \leq \gamma_{c2}; \\ \tau_c &= \bar{\tau}_c \text{ when } \gamma_{c2} \leq \gamma_c \leq \gamma_{cu}, \end{aligned} \tag{1}$$

where ultimate shearing stress is equal to the concrete shearing strength, which depends on the values of compressive f_{ck} and tensile f_{ctk} concrete resistance $\tau_c = \bar{\tau}_c = f_{c,sh} = 0.7 \sqrt{f_{ck} f_{ctk}}$ according to [21].

Accepted notation conventions for the strength and deformability of concrete in shear (similarly to the concrete characteristics in compression according to [8-9]) are given below. *Shearing stresses:* $\tau_{cm} = \tau_{ck} / (1 - 1.64V_c)$ is the average value of the concrete shearing strength, where the constant of variation is equal to 13.5%; τ_{ck} is the characteristic value of the concrete shearing strength; $\tau_{cd} = \tau_{ck} / \gamma_{ct}$ is the calculation value of the concrete shearing strength, where the safety factor is taken as for tension, not compression, as the result of the concrete elements' destruction by reason of the tensile stresses' effect [3, 5]: $\gamma_{ct} = 1.5$ when $\tau_{cd,0.05}$; $\gamma_{ct} = 1.3$ when $\tau_{cd,0.95}$. *Stiffness' characteristics:* G_{cm} is the average value of the initial rigidity modulus of concrete; G_{ck} is the characteristic value of the initial rigidity modulus of concrete; G_{cd} is the calculation value of the initial rigidity modulus of concrete. *Angular deformations:* γ_c is the value of the relative angular deformations for concrete in shear; γ_{c2} is the value of the relative angular deformations for concrete in shear correspondingly to the ultimate shearing stresses τ_{ck} ; γ_{cu} is the value of relative ultimate angular deformations of concrete under shear; angular deformations $\gamma_{c2,ck} = \tau_{ck} / G_{ck}$;

$\gamma_{c2,cd} = \tau_{cd} / G_{cd}$; $\gamma_{cu2,ck} = k_t \times \gamma_{c2,ck}$; $\gamma_{cu2,cd} = k_t \times \gamma_{c2,cd}$, where values of the relative ultimate angular deformations for concrete in shear are accepted after the analysis of the experimental data, according to which the shearing angle increases by $k_t = 24\%$ as compared to the peak point of the curve accordingly to the experiment [5]. When introducing the bilinear chart to the standards on the basis of the experiments' extension one could vary the very value of the k_t coefficient.

For example, the stress-strain curve for the fine-grained concrete C16/20 in shear has been built (fig.2).

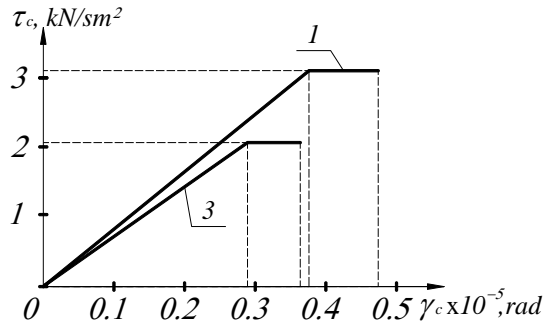


Figure 2 - Bilinear shearing stress-strain chart of the fine-grained concrete C16/20

For the concrete C16/20 according to the experimental data theoretical value of the ultimate shearing stress $\bar{\tau}_c = 0.3091 \text{ kN/sm}^2$, average actual experimental value of the ultimate shearing stress $\bar{\tau}_c = 0.3163 \text{ kN/sm}^2$, the error is 2.27%. The elasticity modulus E_c^0 of heavy-weight concrete is 2700 kN/sm^2 , of fine-grained one is 2200 kN/sm^2 . On the fig.2 the value of the shearing stresses and angular deformations according to the computation by the above mentioned formulas are:

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_{ck} &= 3.10 \text{ MPa}, \tau_{cd} = 2.07 \text{ MPa}, \tau_{cm} = 3.98 \text{ MPa}; \\ \gamma_{c2,ck} &= \tau_{ck} / G_{ck} = 0.389, \gamma_{cu2,ck} = 0.24 \times \gamma_{c2,ck} = 0.482, \\ \gamma_{c2,cd} &= \tau_{cd} / G_{cd} = 0.298, \gamma_{cu2,cd} = 0.24 \times \gamma_{c2,cd} = 0.370. \end{aligned} \quad (2)$$

The safety factor's values for the limit state of the 1st and the 2nd principal criteria for concrete (the ultimate limit state (ULS) and the serviceability limit state (SLS), according to the limit state theory) are taken according to the tab.2.1 of the Standard [9].

So, application of the bilinear concrete shearing stress-strain chart while using secant shearing modulus of concrete in order to consider the torsional stiffness' reduction in calculations essentially simplifies estimations comparatively with the usage of the concrete secant shear modulus according to the theoretical stress-strain curve.

References:

1. ACI 445R-99 Recent Approaches to Shear Design of Structural Concrete. Published: 1999 (Reapproved 2009) Farmington Hills: ACI, 2009. – 55p.
2. ACI 318M-08 Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-08) and Commentary. Farmington Hills: ACI, 2007. – 473p.
3. Azizov T.N., Vildanova N.R. Influence of the Shear Modulus of Concrete on the Structures' Spatial Work. Proceedings: 3d International Conference on Science and Technology 21-22 October 2013, London: Berforts Information Press Ltd, UK, 2013. – pp.97-106.
4. Azizov T., Vildanova N. Theoretical and Experimental Research of the Complete Shearing Stress-Strain Diagram. Geodesy, Architecture & Construction: Proceedings of the 5th

- International Conference of Young Scientists GAC-2013. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2013. – pp.64-65.
5. Azizov T.N. Teoriya prostranstvennoj raboty perekrytij [Theory of the overlappings' spatial work]. Kiev: Naukovij svit Publ., 2001. – 276p.
 6. Azizov T.N., Vildanova N.R. Experimental investigation of the nonlinear shear diagram of concrete. – Collection of scientific works of Odessa State Academy of Building and Architecture. Issue 46 – Odessa: OSABA, 2012. – P.3-8.
 7. Best C.H. Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete Making Materials. ASTM International, 1978. – 882p.
 8. BS EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures. General rules and rules for buildings. London, 2004. – 230p.
 9. DBN V.2.6-98:2009. Betonni ta zalizobetonni konstruktsiyi. Osnovni polozhennya. [Concrete and Reinforced Concrete Structures. Substantive Provisions. Since 1.07.2011] – K.: Minregionbud of Ukraine, 2011. – 71p.
 10. Karpenko N.I. Teoriya deformirovaniya zhelezobetona s treshhinami. [The theory of reinforced concrete with cracks' deformation]. M.: Strojizdat, 1976. – 208p.
 11. Kemp E.L. Torsion in Reinforced Concrete. A report on a Research Project Sponsored by The University Research Board // E.L.Kemp, M.A.Sozen, C.P.Siess. – Urbana, Illinois: University of Illinois, 1961. – 128p.
 12. Chyuan L.D. Torsion in Reinforced Concrete Structures Design Requirements and Procedures in BS 8110 and Eurocode 2. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia. Faculty of Civil Engineering, 2007. – 140p.
 13. Code of Practice for Structural Use of Concrete/Buildings Department. Hong Kong: The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2013. – 207p.
 14. Cowan H.J., Armstrong S. Experiments on the Strength of Remforced and Prestressed Concrete Beams and of Concrete-Encased Steel Joints in Combined Bending and Torsion. – Magazine of Concrete Research, Vol.6, No.19. – U.K.: London, 1955. – pp. 3-20.
 15. Cowan H.J. Kruchenie v obychnom i predvaritel'no napriazhennom zhelezobetone. [Torsion in the ordinary and prestressed reinforced concrete]. M.: Strojizdat. – 104p.
 16. CSA A23.3-04 (R2010) Design of Concrete Structures. Canadian Standards Association, Ontario, 2004. – 214p.
 17. Grube H., Kerkhoff B. Die neuen deutschen Betonnormen DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 als Grundlage für die Planung dauerhafter Bauwerke/The new German concrete standards DIN EN 206-1 and DIN EN 1045-2 as basis for the design of durable constructions/ Betontechnische_Berichte 019-028. Betonnormen. Deutschland, 2003. – ss.19-28.
 18. Hsu T.T.C. Torsion of Structural Concrete A Summary on Pure Torsion // Symposium on Tor sion, SP №18, American Concrete Institute, 1968.- SP-18, 165-178.
 19. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia Statyczne I Projektowanie. Polski Komitet Normalizacyjny, 2002. – 142s.
 20. Vildanova N.R. The Concrete String Element of the Circular and Annular Section's Deflection Mode under the Action of Torsion Taking into Account the Shear Modulus/ Research Bulletin SWorld: Modern scientific research and their practical application. VolJ21304// Odessa: Kupriyenko SV, 2013. – pp.57-64.
 21. Yaremenko O.F., Shkola Yu.O. Nesucha zdatsnist' ta deformatyvniest' zalizobetonnykh sterzhnevnykh elementiv v skladnomu napruzhenomu stani [The reinforced concrete strain elements' bearing capacity and deformability in a compound stress]. Odessa: ODABA, 2010. – 136p.
 22. Zia P. What do We Know about Torsion in Concrete Members? / P. Zia // SD Journal ASCE. – 1970. – N 6. – P.1185.

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Gulbakhor Dilmuradovna Karimova

master student

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty,

Kazakhstan

no_message@inbox.ru**Nina Aleksandrovna Gorbatoyskaya**

candidate of technical Sciences,

Professor, senior lecturer

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty,

Kazakhstan

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FERMENTED MARE'S MILK TO DEVELOP KAS MEDICATED PRODUCTS FOR CHILDREN

Abstract: The paper studies Mare's milk as an alternative raw material in the manufacture of baby food, as it is in the protein composition and structure as close breast milk.

Key words: Mare milk, composition, baby food.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КАШ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ

Аннотация: В статье исследуется кобылье молоко как альтернативное сырье при производстве детского питания, так как оно по белковому составу и структуре максимально приближено женскому молоку.

Ключевые слова: кобылье молоко, состав, детское питание.

Для детей первого года жизни и до года женское молоко является основным видом питания, через которое они получают все необходимые питательные элементы и вещества. Кроме того, грудное молоко – это единственно подходящее по молекулярной структуре пища, которое может переварить и усваивать желудок малышей. Поэтому детское питание производят по принципу максимального приближения состава готового продукта к составу женского молока.

Как правило, для производства различных продуктов детского питания используется коровье молоко, поскольку оно является основным видом сырья молочной промышленности. Однако, кобылье молоко может стать альтернативным сырьем при производстве детского питания, так как оно по белковому составу и структуре максимально приближено женскому молоку.

Рассмотрим химический состав кобыльего молока в сравнении с другими видами молока (табл.1).

Таблица 1**Сравнительный химический состав грудного молока с молоком различных животных (%)**

| Молоко | Сухое вещество | Жир | Белок | Лактоза | Минеральные вещества |
|-----------------|----------------|-----|-------|---------|----------------------|
| Грудное женское | 11,9 | 3,9 | 1,0 | 6,8 | 0,2 |

| | | | | | |
|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Коровье | 12,7 | 3,8 | 3,5 | 4,7 | 0,7 |
| Козье | 13,7 | 4,4 | 3,3 | 4,9 | 0,8 |
| Ослиное | 10,4 | 1,6 | 2,2 | 6,0 | 0,5 |
| Кобылье | 10,1 | 1,0 | 2,1 | 6,7 | 0,3 |

Сухой остаток. Почти на 90 % молоко состоит из воды, остальная часть представляет собой сухой остаток и включает жир, белок, углеводы, минеральные вещества, витамины, ферменты, гормоны и защитные факторы. По количеству сухого остатка можно судить о питательности молока. Из данных таблицы видно, что женское молоко уступает по питательности козьему и коровьему по содержанию белка и превосходит кобылье по содержанию жира.

Жиры оказывают большое влияние на рост и развитие ребенка. Среднее содержание жира в грудном молоке 3,9 %. В среднем оно варьирует от 2,15 до 5,3 % в зависимости от питания мамы. По содержанию жира козье и коровье молоко мало отличается от женского. Несмотря на то, что количество жира в женском и коровьем молоке почти одинаково, по своему составу жир женского молока значительно отличается от жира коровьего молока.

Как видно из рисунка 1, в составе женского молока преобладают ненасыщенные эссенциальные жирные кислоты, которые не синтезируются в организме человека и особенно ребенка первого года жизни.

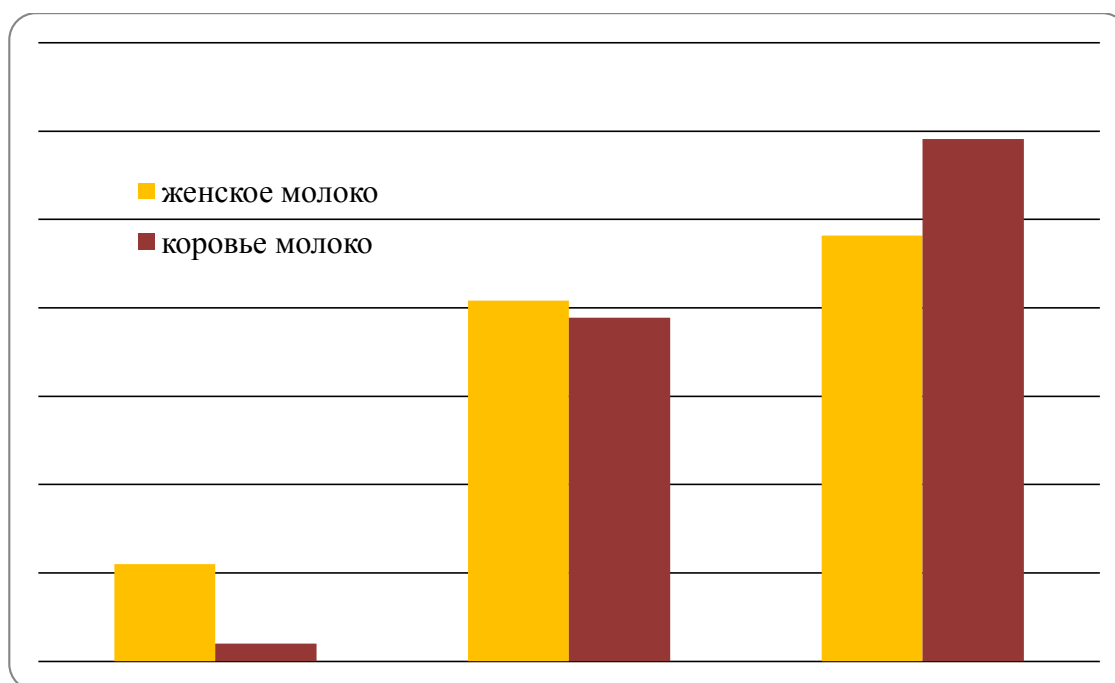


Рисунок 1 – Среднее содержание жирных кислот в женском и коровьем молоке.

Ненасыщенные жирные кислоты способствуют проявлению физиологического действия витаминов (тиамин, аскорбиновая кислота), повышают сопротивляемость организма к инфекциям, и выполняют роль гормонов. Насыщенные жирные кислоты могут раздражать кишечник [1].

В кобыльем меньше всего жира, но по Лаксу, в молочном жире кобылиц содержится 2,29% каприловой кислоты, 2,19% каприновой и 67,8% олеиновой кислот. Таким образом, количество олеиновой кислоты в жире молока кобылиц приближается к содержанию олеиновой кислоты в жире женского молока [2].

По качественному составу жировых шариков женское молоко во многом превосходит коровье, потому что содержит в два раза больше ненасыщенных жирных кислот, в том числе и незаменимых.

Белок. По качеству белка все виды молока делятся на 2 группы: казеиновое и альбуминовое. Это разделение во многом зависит от преобладания в молоке белков казеина или альбумина, которые ведут себя в желудке ребенка по-разному. Альбумин при обработке пищеварительными ферментами превращается в легкоперевариваемые нежные хлопья, а казеин образует плотный сгусток, переваривание которого для грудного ребенка – настоящая проблема. Из данных таблицы 1 женское, кобылье и ослиное молоко относится к альбуминовому, а коровье и козье – к казеиновому.

Альбумин относится к простым белкам, хорошо растворим в воде. Под действием сычужного фермента и кислот альбумин не свертывается, а при нагревании до 70 °С выпадает в осадок. Самая большая часть в альбуминовой фракции приходится на 3-лактоальбумин, а α-лактоальбумин — самый термостабильный сывороточный белок. Альбумин содержит ценную незаменимую аминокислоту триптофан (до 7%), которую не содержат ни один белок. Глобулин присутствует в молоке в растворенном состоянии. Он также относится к простым белкам, свертывается при нагревании в слабокислой среде до температуры 72 °С. Альбумин и глобулин относятся к белкам плазмы крови. Глобулин является носителем иммунных тел. Количество сывороточных белков увеличивается в молозиве до 15%. Альбумин и глобулин (сывороточные белки) с точки зрения физиологии питания более полноценные, чем казеин, так как содержат больше незаменимых кислот и серы. Степень усвоения этих белков молока — 96-98%. [3]

В таблице 2 представлено среднее содержание незаменимых и заменимых аминокислот в белках молока сельскохозяйственных животных, используемых в производстве детского питания в сравнении и с составом белка грудного молока [2].

Таблица 2

Среднее содержание аминокислот в белках молока сельскохозяйственных животных и грудного молока, %

| Аминокислоты | Молоко | | | | | |
|---------------------------|----------------|--------------|--------|--------------------|-----------------|-------|
| | <i>грудное</i> | коровье | | | <i>кобылицы</i> | козье |
| | | сумма белков | казеин | сывороточные белки | | |
| <i>Незаменимые</i> | | | | | | |
| Лизин+гистидин | 8,45 | 8,3 | 8,2 | 9,1 | 7,6 | 9,7 |
| Фенилаланин | 4,71 | 4,9 | 5,0 | 4,4 | 0,6 | 2,5 |
| Метионин | 1,93 | 2,7 | 2,8 | 2,3 | 0,2 | 1,5 |
| Треонин | 4,51 | 4,9 | 4,9 | 5,2 | 4,0 | 4,3 |
| Лейцин+изолейцин | 15,95 | 16,1 | 15,3 | 18,5 | 7,7 | 12,4 |
| Валин | 5,46 | 6,9 | 7,2 | 5,7 | 4,2 | 6,0 |
| Триптофан | 1,66 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | | |
| <i>Заменимые</i> | | | | | | |
| Аргинин | 5,11 | 0,13 | 0,12 | 0,02 | 6,2 | 3,0 |
| Аланин | 3,18 | 0,13 | 0,09 | 0,03 | 3,8 | 3,9 |
| Серин | 5,24 | 0,020 | 0,16 | 0,03 | 6,6 | 6,0 |
| Глутаминовая | 18,68 | 0,76 | 0,66 | 0,13 | 12,6 | 16,7 |
| Аспаргиновая | 10,32 | 0,29 | 0,21 | 0,08 | 5,4 | 5,5 |

| | | | | | | |
|---------|-------------------|------|------|------|---|---|
| Цистин | + цистеин 2,06 | 0,9 | 0,34 | 3,4 | - | - |
| Тирозин | 5,32 | 5,8 | 6,3 | 3,8 | - | - |
| Пролин | 6,31 | 0,36 | 0,33 | 0,03 | - | - |
| Глицин | 2,13 | 0,08 | 0,06 | 0,02 | - | - |

Кроме того, в коровьем и козьем молоке белка в 3 раза больше, чем в женском, поэтому нагрузка на пищеварительную систему при переваривании такого молока гораздо выше. Если обратиться к статистическим данным, то около 80% от общего количества детей, употребляющих продукты из коровьего молока, страдают непереносимостью белка, содержащегося в коровьем молоке.

Лактоза. Лактоза – молочный сахар, придающий кобыльему и женскому молоку сладость и служащий пищей для полезной микрофлоры кишечника. Ближе всего к женскому по содержанию лактозы кобылье молоко (6,8% и 6,7% соответственно), на втором – ослиное (6,0%), а в коровьем молоке – 4,7%.

Из общего содержания сухих веществ на лактозу приходится около 40% и 26% калорийности молока. Лактоза играет важную роль в физиологии развития, так как является практически единственным углеводом, получаемым новорожденными с пищей. Этот дисахарид расщепляется ферментом лактазой, является источником энергии и регулирует кальциевый обмен. В желудке человека фермент лактазу обнаруживают уже на третьем месяце развития плода, и содержания ее достаточно на протяжении всей жизни, если молоко постоянно входит в рацион питания. Лактоза по сравнению с сахарозой менее сладкая и хуже растворяется в воде. Если принять сладость сахарозы за 100 ед., то сладость фруктозы будет 125 ед., глюкозы — 72 ед., лактозы — 38 ед. При температуре 20 °С растворимость лактозы 16,1%, при 50 °С — 30,4%, при 100 °С — 61,2%, в то время как растворимость сахарозы при этих температурах составляет 67,1; 74,2 и 83%. Лактоза является главным источником энергии для молочнокислых бактерий, которые сбрасывают ее на глюкозу и галактозу и далее до молочной кислоты. Под влиянием молочных дрожжей конечные продукты распада лактозы — главным образом спирт и углекислый газ. Особенность лактозы — медленное всасывание (усвоение) стенками желудка и кишечника. Достигая толстого кишечника она стимулирует жизнедеятельность бактерий, продуцирующих молочную кислоту, которая подавляет развитие гнилостной микрофлоры. В молоке преобладает а-форма лактозы, которая придает молоку сладковатый привкус, легко усваивается организмом, но не проявляет выраженных бифидогенных свойств (не является регулятором микробиологических процессов). Кроме лактозы в молоке содержатся в небольших количествах другие сахара — это прежде всего аминоксахара, которые связаны с белками и действуют как стимуляторы роста микроорганизмов. Усвояемость молочного сахара составляет 99%. Энергетическая ценность лактозы 15,7 кДж. [3]

Минеральные вещества (соли молока). Под понятием минеральные вещества подразумеваются ионы металлов, а также неорганические и органические кислоты молока. В молоке содержится 0,7-0,8% минеральных веществ. Большую часть составляют средние и кислые соли фосфорной кислоты. Минеральные вещества содержатся во всех тканях организма, участвуют в формировании костей, поддерживают осмотическое давление крови, являются составной частью ферментов, гормонов. Соли молока и микроэлементы наряду с другими основными компонентами обуславливают высокую пищевую и биологическую ценность молока. Недостаток или избыток солей влечет за собой нарушение коллоидной системы белков, в результате чего они выпадают в осадок. В зависимости от концентрации в молоке ионы делятся на микро- и макроэлементы (Na, K, Ca, Mg, P, Cl, SO₄, HCO₃ и цитраты).

Наряду с макроэлементами в молоке присутствуют в виде ионов и микроэлементы ($\text{мг}/1000 \text{ см}^3$). Микроэлементы являются жизненно необходимыми веществами. Они входят в состав многих ферментов, активизируют или ингибируют их действие, могут быть катализаторами химических превращений веществ, вызывающих различные пороки. Поэтому концентрация микроэлементов не должна превышать допустимых значений.

Высокую потребность организм человека испытывает в таких микроэлементах, как Fe, Si, Co, Zn, J. Растущий детский организм особенно нуждается в таких минеральных веществах, как кальций, фосфор, железо, магний. [3]

Содержание минеральных веществ в козьем и коровьем молоке в 3 – 4 раза превышает их долю в женском грудном молоке. Именно поэтому педиатры не рекомендуют их применение в качестве пищи для грудных детей, так как из-за высокого содержания солей на мочевыводительную систему ребенка приходится огромная нагрузка, это может привести к нежелательным заболеваниям. Ближе всего к грудному молоку по содержанию минеральных веществ кобылье. Грудное молоко уникально еще и тем, что соотношение в нем кальция и фосфора оптимально. Именно в пропорции 2 : 1 усвоение кальция организмом полное [1].

В грудном молоке содержится масса биологически-активных веществ: витамины, ферменты, гормоны и фагоциты (иммунная защита), что и делает его идеальным по содержанию этих веществ для ребенка, поступающих в организм малыша в неизменном виде.

Витамины. В молоке содержатся все жизненно необходимые витамины, но некоторые в недостаточных количествах. Содержание витаминов зависит от сезона года, породы животных, качества кормов, условий хранения и обработки молока. Жирорастворимые витамины устойчивы к нагреванию и начинают разрушаться при температуре свыше $120 \text{ }^\circ\text{C}$ (витамин А), но не устойчивы к действию воздуха, ультрафиолетовых лучей, кислот. Витамин Е является антиокислителем жиров и защищает витамин А от окислительного разрушения. Водорастворимые витамины, за исключением витаминов С и B_{12} , устойчивы к нагреванию. Они хуже выдерживают нагревание в щелочной среде. Витамин РР практически полностью сохраняется после тепловой обработки и хранения молока. Наиболее разрушается при пастеризации и хранении витамин С.

В кобыльем молоке очень много витамина С (до $135 \text{ мг}/\text{л}$), витамина А (до $300 \text{ мг}/\text{л}$), витамина Е (до $1000 \text{ мг}/\text{л}$), достаточно высокое содержание витаминов группы В и др.

Ферменты. Особое значение приобретают гидролитические ферменты, участвующие в расщеплении белка. У.М. Мирзакаримов (1974) изучал активность пепсиногена, трипсина и антитрипсина в женском молоке на протяжении лактации. Активность этих ферментов варьируется в широких пределах и зависит от индивидуальных особенностей. Протеолитическая активность женского молока имеет существенное значение, особенно для детей первых месяцев жизни, так как у них отмечается низкая ферментообразующая функция главных клеток желудка, синтезирующих пепсиноген, и поджелудочной железы, образующей трипсин. Таким образом это ограничение уравнивается благодаря наличию ферментов, содержащихся в женском молоке [1].

Иммунные тела (антитела), гормоны обладают бактерицидными свойствами. Они образуются в организме животного, на непродолжительное время подавляют развитие микроорганизмов. Время, в течение которого проявляются бактерицидные свойства молока, называется бактерицидной фазой. Продолжительность ее зависит от температуры молока и составляет при $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 3 ч, при $5 \text{ }^\circ\text{C}$ — более суток [3].

Ценной особенностью кобыльего молока является высокая калорийность. Установлено, что калорийность 1 л молока казахских кобыл – 493 - 593 ккал, рысисто-казахских помесей 512 – 525, кустанайской, казахских помесей – 512 ккал. Кислотность молока низкая – около 60 Т (рН = 6,6 – 7,0), плотность – 1032 – 1034 кг/м³.

Следует отметить, что содержащиеся в кобыльем молоке жир и низкомолекулярные ненасыщенные нежирные кислоты очень легко усваиваются детским организмом. Кобылье молоко в десять раз больше содержит в своем составе полиненасыщенных жирных кислот, чем коровье, которые являются необходимыми для полноценного развития ребенка. По утверждению специалистов, процент казеина в кобыльем молоке очень низок, в то время как процент глобулинов высок. Психическое, умственное и физическое развитие детей, употреблявших с грудного возраста кобылье молоко и продукты, изготовленные из него, ничем не отличаются от развития детей, которые находились на грудном вскармливании. Кроме того, продукты детского питания из кобыльего молока, такие как кормительные смеси, творожки, йогурты – гипоаллергенны. Использование таких молочных продуктов в питании детей способствует получению детьми полного комплекса всех полезных веществ, как если бы они питались материнским молоком [4].

В результате изучения органолептических и физико-химических показателей качества сырого кобыльего молока были получены следующие результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические и органолептические показатели качества сырого кобыльего молока

| Показатели | Сырое кобылье молоко |
|------------------------------|--|
| Консистенция | Однородная жидкость, без осадка и хлопьев |
| Вкус и запах | Свойственный кобыльему молоку, без посторонних привкусов и запахов |
| Плотность, кг/м ³ | 1030 |
| Кислотность, °Т | 5,6 |
| Массовая доля жира, % | 2,8 |
| Массовая доля белка, % | 2,0 |

Отобранное, для исследования кобылье молоко представляло собой белую с голубоватым оттенком жидкость. На вкус кобылье молоко сладкий и немного терпкий. Консистенция молока однородная, без осадка и хлопьев; вкус и запах чистый, без посторонних привкусов и запахов – свойственный кобыльему молоку.

Основными физико-химическими показателями молока являются: титруемая кислотность (Т⁰) и плотность. По этим показателям можно судить о качестве молока.

Плотность молока – это отношение массы молока при температуре 20⁰С к массе того же объема воды при температуре 4⁰С. Плотность сборного кобыльего молока должна быть не менее 1032,0 кг/м³. На плотность молока влияют в первую очередь белки, соли и жир. Как видно из результатов анализов плотность кобыльего молока соответствует требованиям СТ РК 1005-98.

Титруемая кислотность отражает концентрацию составных частей молока, имеющих кислотный характер. Основными компонентами кобыльего молока, кислотность которого составляет 5,6 °Т, являются кислые фосфорно-кислые соли кальция, натрия, калия, лимоннокислые соли, углекислота и белки.

Как видно из данных анализа, массовая доля жира исследуемого кобыльего молока, оказалась выше стандартных данных – 2,8% в отличие от 1,0%.

Для разработки каши лечебно-профилактического назначения на основе кобыльего молока, использовалось сухое кобылье молоко, полученное сублимационной сушкой. При сублимационной сушке кобыльего молока происходит удаление влаги путем замораживания, при этом не разрушается структура исходного продукта. Воздействие параметров сушки не должно сильно отражаться на конечном продукте. Важно сохранить питательную, пищевую и биологическую ценность исходного продукта при получении из него сухого порошка.

Для определения качества сухого кобыльего молока, полученного в ТОО «Игеру», провели анализ органолептических и физико-химических свойств молока. При этом провели сравнение восстановленного сухого кобыльего молока и сырого кобыльего молока.

Исследование органолептических и физико-химических свойств сухого молока проводили опытным путем на соответствие НД ГОСТ Р 52975-2008 «Молоко кобылье сухое».

Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей сухого кобыльего молока представлены в таблице 4

Таблица 4

Физико-химические и органолептические показатели качества сухого кобыльего молока.

| Показатели качества | Сухое кобылье молоко |
|--|---|
| Внешний вид | Однородный порошок |
| Вкус и запах | Чистый сладковатый вкус, свойственный кобыльему молоку, без каких-либо посторонних привкусов и запахов |
| Консистенция | Мелкодисперсный сухой порошок. Допускается наличие легко рассыпающихся комочков. В восстановленном виде – однородная жидкость, без осадка |
| Цвет | Белый. В восстановленном виде – белый с сероватым оттенком |
| Кислотность, °Т | 3,0 |
| Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, | 0,2 |
| Массовая доля влаги, % | 1,7 |
| Массовая доля жира, % | 2,8 |
| Массовая доля белка, % | 18,1 |

Оценка органолептических и физико-химических показателей кобыльего молока, полученного сублимационной сушкой, показала, что органолептические и физико-химические свойства незначительно отличаются от исходного продукта и соответствуют требованиям ГОСТ Р 52975-2008. Кроме того, индекс растворимости показывает что, сухое кобылье молоко имеет очень хорошую растворимость и быстро восстанавливается при разбавлении.

Восстановление сухого кобыльего молока провели следующим образом: 20 грамм сухого порошка развели в 150 – 180 мл кипяченной воды температурой 30 – 35°С.

По результатам анализа кислотность сухого молока оказалась ниже кислотности сырого кобыльего молока. Это связано с потерями некоторых веществ при сушке, влияющих на кислотность. Массовая доля жира соответствует массовой доле жира

сырого кобыльего молока. Массовая доля белка соответствует требованиям (не менее 16,0%) и составила 18,1%.

Молоко и молочные продукты могут быть причиной микробных пищевых отравлений, в первую очередь, стафилококкового токсикога. Патогенные микроорганизмы могут попадать в молоко в процессе его получения и транспортировки из окружающей среды или могут содержаться в молоке больных животных (стафилококки, бруцеллы, микобактерии туберкулеза). Через молоко и молочные продукты могут передаваться возбудители различных заболеваний. Поэтому основной задачей микробиологического анализа является обеспечение выпуска молочных продуктов детского и диетического питания высокого качества и надежности в санитарном отношении.

Исходное сырое кобылье молоко и полученное сухое кобылье молоко были подвергнуты микробиологическому анализу. Результаты анализов представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

Микробиологические показатели сырого кобыльего молока

| Показатели | Нормы | Сырое кобылье молоко |
|--|-------------------|----------------------|
| КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г), не более | 5*10 ⁵ | 1*10 ⁵ |
| Патогенные, в т.ч сальмонеллы в 25,0 г. | Не допускаются | Отсутствуют |
| Содержание соматических клеток в 1 см ³ (г), не более | 1*10 ⁶ | 1*10 ⁵ |
| Ингибирующие вещества | Не допускаются | Отсутствуют |

Таблица 6

Микробиологические показатели сухого кобыльего молока

| Показатели | Нормы | Сухое кобылье молоко |
|--|-------------------|----------------------|
| КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г), не более | 5*10 ⁴ | 2*10 ⁴ |
| Патогенные, в т.ч сальмонеллы в 25,0 г. | Не допускаются | Отсутствуют |
| БГКП (колиформы) в 0,1 г. | Не допускаются | Отсутствуют |
| <i>S. aureus</i> в 1,0 г/см ³ | Не допускаются | Отсутствуют |

Как видно из результатов микробиологического анализа микробиологические показатели сухого кобыльего молока соответствуют требованиям СанПиН.

Перед сублимационной сушкой необходимо проводить обработку молока (консервирование).

Физические методы консервирования основаны на применении высоких и низких температур, ультразвука, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, ионизирующих излучений и другие.

Для кобыльего молока подходящим методом обработки является *ультрастерилизация* - нагревание молока в течение одной секунды до 150°C в трубчатых аппаратах химически чистым паром путем введения его непосредственно в продукт. При этом режиме устраняются окислительные процессы, приводящие к разрушению витамина С, удаляются некоторые летучие вещества кормового и стойлового происхождения. Такое молоко может храниться длительное время, что особенно важно для южных районов страны.

Безопасность сырого и пастеризованного молока и молочных продуктов зависит, прежде всего, от состава и количества микрофлоры. При санитарно-эпидемиологической экспертизе молока и молочных продуктов обязательно проводится определение их микробиологических показателей.

На основании проведенных анализов исследования физико-химических свойств, органолептических и микробиологических показателей сырого и сухого кобыльего молока, считаем возможным использование сухого кобыльего молока для разработки каш лечебно-профилактического назначения для детей от 6 месяцев.

References:

1. Мазурин А.В. Учебное пособие по питанию здорового ребенка. - Москва: Медицина, 1980 – 208 с.
2. Справочник по детской диетике./Под ред. И.М. Воронцова, А.В. Мазурина.- Л.: Медицина, 1980, 416 с.
3. Химический состав и потребительские свойства молока. [Электронный ресурс] <http://www.znaytovar.ru/new627.html> (Дата доступа 13.03.2014).
4. Смирнова Л.И. Основные принципы и методы консервирования и хранения пищевых продуктов. -Учебное пособие. - Киров: Вятская ГСХА, 2005. -42с
5. Патент РФ № 2272415 Способ консервирования кобыльего молока холодом
6. Вагн Вестергаард. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка Niro A/S Копенгаген, Дания, 2003 г.
7. Вессер Р. Технология получения и переработки молока. - М.: Колос, 1971. - 479 с.
8. Технология производства кумыса из сухого кобыльего молока: Рекомендации. - М.: Россельхозиздат, 1976 - 30 с.
9. В ВКО возник большой спрос на сухой кумыс. [Электронный ресурс] http://news.headline.kz/что_v_strane/v_vko_voznik_bolshoy_spros_na_suhoj_kumyis.html (Дата доступа 13.03.2014).

SECTION 11. Biology. Ecology. Veterinary.

Kaskar Viktorovich Mamyshev

student, group B 51

Institute of Natural Sciences and Mathematics

Khakassia State University NF Katanov, Russia

asdayl@mail.ru**BIOLOGY AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *ULMUS PUMILA L.*
IN THE SYSTEM OF BELTS UYBAT STEPPE**

Abstract: *This article is devoted to problems resuming use systems shelter belts, their restoration and use in agriculture. In systems of shelter belts on the territory of SUE "Montenegrin" located on the territory of the dry steppe zone Uybat steppe conducted a series of studies whose aim was to assess the suitability of agricultural systems, shelter belts, the possibility of using agricultural industry or as rangeland.*

Key words: *shelter belts, elm squat, agriculture, interbelt space, the degree of freezing, preservation, analysis of pigment.*

БИОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *ULMUS PUMILA L.* В СИСТЕМЕ ЛЕСОПОЛОС УЙБАТСКОЙ СТЕПИ

Аннотация: *Данная статья посвящена проблемам возобновления использования систем ползащитных лесополос, их восстановления и использования в сельском хозяйстве. В системах ползащитных лесополос на территории ГУП "Черногорское" расположенной на территории сухостепной зоны Уйбатской степи проводилось ряд исследований, целью которых было дать оценку сельскохозяйственной пригодности систем ползащитных лесополос, возможности использования в аграрной промышленности или как пастбищные угодья.*

Ключевые слова: *ползащитные лесополосы, вяз приземистый, сельское хозяйство, межполосное пространство, степень обмерзания, сохранность, пигментный анализ.*

Современный растительный покров на территории хозяйства ГУП «Черногорское» (бывшее ОПХ «Зеленое») в значительной степени видоизменен под влиянием хозяйственной деятельности человека. На территории опытно-полевого хозяйства «Зеленое», около 40 % площади распаивается. Богарное земледелие ведется на 80 % пахотных угодий, 20 % площади пашни орошается [3, с. 243].

Климат этой зоны резкоконтинентальный, с неблагоприятными для сельского хозяйства особенностями: средняя температура июля 19,4° и января -21,5°. Для территории хозяйства характерно неравномерное выпадение осадка в течение года; преобладают дождевые осадки над снегом, а так же резко выраженный максимум осадков в летний период (июль – август), когда выпадает около половины годовой суммы осадков. Минимум осадков за теплый период приходится на май. Количество осадков за теплый период (апрель – октябрь) составляет 233 мм, а испаряемость за этот период = 547 мм.

В весенне-летний период часты засухи. В целом число дней с суховеями различной интенсивности составляет в год 32,8 дней. Пыльные бури наиболее часты в апреле – мае, когда скорость ветра достигает 17м/с, а иногда и 34 м/с. Господствующими ветрами являются юго-западные.

В 80-х годах прошлого столетия на территории Уйбатской степи были созданы ползащитные лесополосы, основу которых составлял *Ulmus pumila L.* Лесополосы

четырёхрядные, продуваемого типа, направление лесополос с севера на юг, поперек преобладающим ветрам. Средняя высота деревьев 3 – 3,5 м. расстояние между полосами в лесополосе 3 м., а между деревьями в ряду 1,5 м. расположение деревьев в шахматном порядке.

В защитном лесоразведении деревья вяза чрезвычайно гетерогенны. Они отличаются большим полиморфизмом отдельных признаков (размер и характер кроны, семян и листьев, особенности ветвления) и чаще всего представлены спонтанными гибридами между *U. pumila* и *U. campestris*.

Ulmus pumila L. (Ранее называвшееся *Ulmus pinato-ramosa*) – это листопадные деревья 6-15 м высотой, иногда высокий кустарник. Кора стволов глубокотрещиновидная, серая. Листья цельные, 1,5 -5(7) мм длиной, собраны по 10-25 шт. семена (крылатки) 0,7-2 см, округлые. [2, с. 280]

Вяз мелколистный по скорости роста превосходит все другие породы, применяемые в защитных насаждениях. Характерная черта этого вида – массовое развитие силлептических побегов, которые развиваются из пазушных почек. Растут побеги одновременно с главной осью годовичного побега. Он образует силлептические побеги первого, второго и третьего порядков, которые расположены в одной плоскости. В двухлетнем возрасте вяз дает 15-17 однолетних осевых побегов, которые образуют в общей сложности 910 силлептических. Суммарная длина побегов, включая основные, составляет 199 м у одного растения в год. По темпу и особенностям роста побегов вяз мелколистный можно сравнить с древесными видами тропической зоны [4, с 44].

Наряду с интенсивным ростом надземной части вяз мелколистный развивает мощную корневую систему. На темно-каштановых легкосуглинистых почвах в смешанных культурах вес корней вяза в 13 лет превышает вес корней дуба чешского и клена татарского такого же возраста соответственно в 45 и 17 раз.

Мощное развитие коневой системы способствует быстрому и значительному поступлению в надземную часть воды, которая интенсивно расходуется на образование биомассы [4, с 44].

В естественных условиях вяз мелколистный растет приземистым деревом в поясе пустынь по долинам рек или в местах с близким залеганием грунтовых вод. Это один из немногих древесных видов, широко распространенных в пустынях Центральной Азии. Здесь он не приспособляется к уменьшению транспирации в отличие от типично пустынных видов. Это связано с постоянным достаточным увлажнением и необходимостью защиты листьев от жары и засухи.

При благоприятном сочетании биотических факторов растения приобретают свой экологический оптимум за пределами своего естественного ареала. По данным Эсперт С. Д., вяз мелколистный на поливных землях только на транспирацию расходует за час 1200 мг воды на 1 г сухого вещества. Это характерный показатель, свидетельствующий, что вяз мелколистный значительно больше поглощает влаги из почвы, чем другие породы. При достаточном его увлажнении расход влаги на транспирацию в 2-3 раза превышает величину естественной испаряемости. Таким образом, вяз мелколистный как порода быстрорастущая требует для нормального развития значительного количества воды. [4, с. 45]

По данным Князевой Л. А., показатель влажности ствола вяза мелколистного выше, чем у тополя белого, вяза гладкого. Абсолютная влажность древесины колеблется в пределах 70-138 %, что в значительно выше влажности древесины дуба чешского (51-63 %), клена татарского (44-72 %), ясеня пушистого (35-53 %). Большое содержание воды в ядре связано с хорошим развитием проводящей системы в слоях древесины ядра, что обуславливает непрерывное поступление из почвы воды, которая энергично расходуется растением. Это способствует значительному накоплению влаги в его побегах и листьях. Влага в побегах и листьях у вяза мелколистного в 4-5 раз

больше, чем у дуба чешского, клена татарского и других пород. В условиях достаточного увлажнения вяз мелколистный, по исследованиям ряда авторов, отличается высокой интенсивностью транспирации и низкой водоудерживающей способностью, устьица в засуху широко раскрыты. Это еще одна особенность вяза, которая обусловлена условиями жизни его в пределах естественного ареала. [4, с. 47]

В настоящее время полезащитные лесные полосы законсервированы. Многие деревья вяза находятся в угнетенном состоянии. Наблюдается гибель древесных растений и интенсивное засорение межполосного пространства самосевом. В связи с этим для оценки сельскохозяйственной пригодности системы лесополос Уйбатской степи были начаты исследования, проводимые совместно с НИИ аграрных проблем Хакасии. Исследования проводились в течение вегетационных периодов 2012-2013 гг., которые показали высокий процент гибели древесных растений *U. pumila* в лесополосах и большой процент обмерзания растений. [5, с. 60, 6, с. 61]

Методом ленточного сплошного пересчета нами был проведен подсчет встречаемости самосева *U. pumila* в межполосном пространстве, а так же исследовали обмерзание и сохранность самих полезащитных лесополос в системе ПЗЛП в окрестности Летника ФГУП «Черногорский». В лабораторных условиях были исследованы пигментный состав и водный баланс в листовых пластинках. Данные по степени обмерзания и сохранности *U. pumila* в полезащитных лесных полосах, а так же степень засорения межполосного пространства самосевом были обработаны программами MS Excel, STADIA и Sendecor. Результаты представлены ниже:

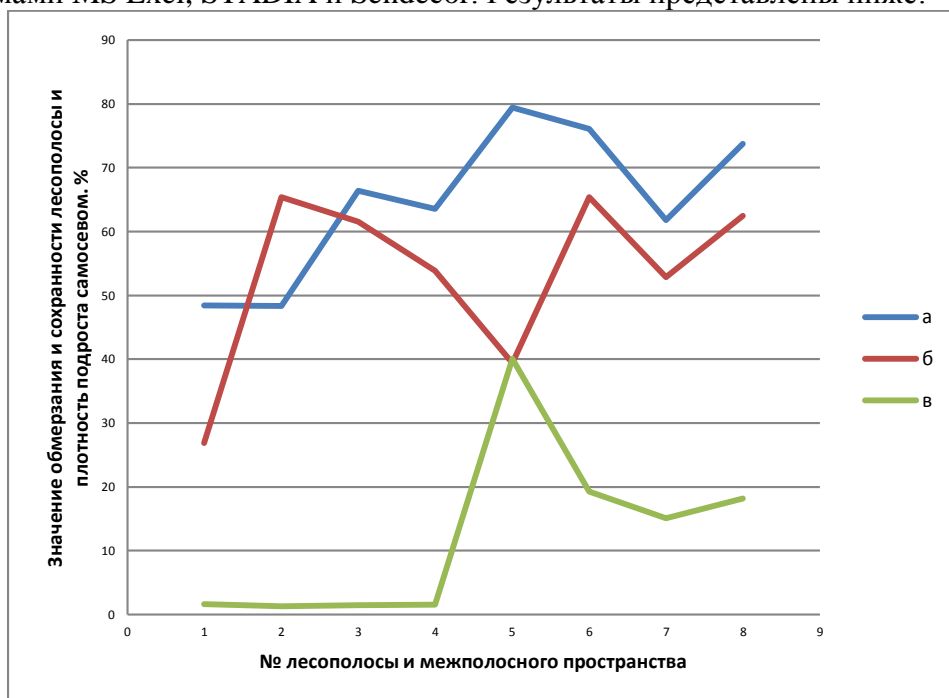


Рисунок 1 - Диаграмма степени обмерзания (а) и сохранности (б) лесополос и плотность подроста самосевом (в) *U. pumila* в окрестности Летника ФГУП «Черногорский».

На данной диаграмме видно, что степень обмерзания и сохранности, а так же плотность подроста самосевом *U. pumila* различна. Средние значения увеличиваются с запада на восток. Можно сделать предположение, что это связано с направлением преобладающих ветров. На данной территории преобладающими ветрами являются юго-западные ветра. Следовательно, наибольшему их воздействию подвергаются лесополосы, расположенные западнее. Степень обмерзания *U. pumila* в ПЗЛП колеблется в пределах от 48,3 % до 79,5 %. Сохранность лесополос в системе

колеблется в пределах от 26,91 % до 77,89 %. Низкое значение плотности подроста самосево на первых 4 межполосных пространствах может быть по причине близкого расположения к первой лесополосе и, следовательно, к открытому пространству. Так же причиной может быть антропогенный фактор. На данной территории производится выпас скота, так же были обнаружены следы пожара прошлых лет.

Самая высокая плотность подроста самосево наблюдается на 5 межполосном пространстве, но при этом данная лесополоса характеризуется высокой степенью обмерзания и низкой сохранности деревьев в лесополосе. Предположительно, это связано с тем, что семена *U. pumila* заносятся на данное межполосное пространство ветром. Так же тут играет не маловажную роль и антропогенный фактор. Тропы крупнорогатого скота были расположены в первых межполосных пространствах.



Рисунок 2 - Относительное содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях *U. pumila* L.

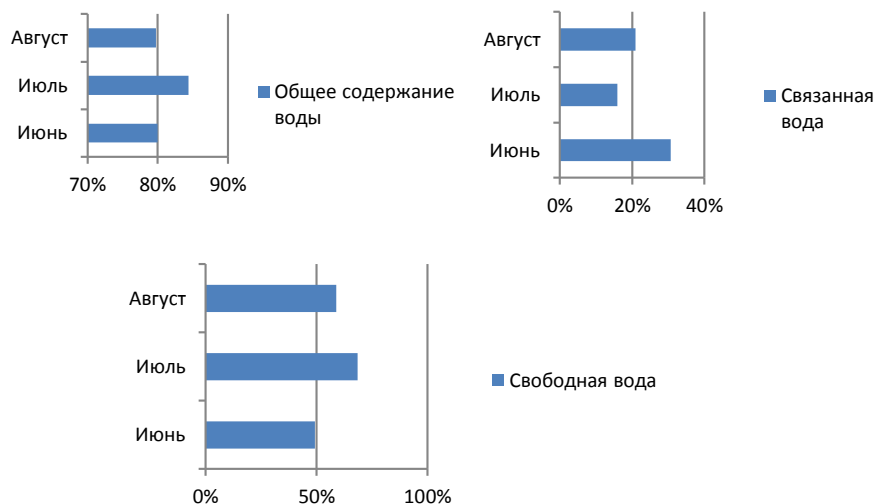


Рисунок 3 - Общее содержание воды, связанная вода и свободная вода в листьях *U. pumila* L.

Изучение водного баланса растений в течении вегетационного периода показало, что колебания данного показателя находятся в пределах физиологической нормы (79-84 %). Выявлены колебания в соотношении свободной и связанной воды в течение вегетационного периода, при общем доминировании свободной воды. Отмечено, что в июле содержание связанной воды составляло 30 %, а в июле происходило резкое снижение до 18 %. Вероятно, увеличение накопления продуктивности вяза в июле способствовало повышению доли свободной воды за счет снижения связанной. Пигментный анализ показал, что соотношение хлорофиллов и каротиноидов составляло 1:3. Вероятно, увеличение доли каротиноидов в фотосинтетическом аппарате способствует повышению устойчивости данного вида к произрастанию в условиях сухостепной зоны Уйбатской степи. Так же следует отметить, что соотношение хлорофилла а к хлорофиллу b = 5. При нормальных условиях этот показатель равен $3 \pm 0,3$. Это говорит о том, что деревья находятся в условиях недостаточного

увлажнения. Возможно, по этой причине происходит гибель и угнетение древесных растений в лесополосах и подроста самосево в межполосном пространстве.

Исследование проводилось по руководством:

- к.б.н, доцента Жукова В.М. Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова,
- к.б.н., с.н.с Мартынова М. А. ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии Россельхозакадемии.

References:

1. Бабанов К. А. Влияние суховея на растения в условиях оптимального водоснабжения // Проектирование и выращивание защитных лесных насаждений. М.. Лесная промышленность, 1969. 256-260.
2. Коропачинский И.Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения азиатской России / Российская академия наук сибирское отделение Центральный сибирский ботанический сад – Новосибирск, 2012 – Ч. 2 – 280-281 стр.
3. Лиховид Н. И. Интродукция деревьев и кустарников в Хакасии / РАСХН Сибирское отделение Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии. – Новосибирск, 1994 – Ч 1 – 348 стр.
4. Лысова Н. В. Вяз мелколистный в защитном лесоразведении // лесное хозяйство, 1976, № 1 – с 44 – 47.
5. Материалы XVII международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий»: в 2-х томах. Том 2. / Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 60-61 стр.
6. Материалы XVIII международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий»: в 2-х томах. Том 2. / Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 61-62 стр.
7. Павлов И.Н., Дворяшин Д.В. Лесные культуры: учебное пособие. - Красноярск: КГТА, 1996 – с. 38.
8. Природа Хакасии. Пособие / Хакасский институт усовершенствования учителя / Прокофьев С. М. / Хакасское книжное издательство / Абакан 1993 г., 206 с.
9. Растительный покров Хакасии / Отв. ред. А. В. Куминова. Новосибирск: Наука, 1976. 143 с.
10. Мартынова М.А., Мартынов М.С. процессы зарастания залежных земель юга средней Сибири в границах систем полезащитных лесных полос. [Электронный ресурс] <http://oren-icn.ru/index.php/stepene/142-sim2012/1908-2012-06-04-05-47-49> (Дата доступа 13.03.2014).

SECTION 12. Geology. Anthropology. Archaeology.

Elnur Latif oğlu Hasanov

Ph.D. postgraduate

corresponding member of International Academy of Theoretical & Applied Sciences
scholar of Ganja Branch of Azerbaijan National Academy of Sciences,

Ganja, Azerbaijan

el-hasanov@mail.ru

BASIC ETHNO-ANTHROPOLOGIC AND HISTORICAL CHARACTERISTICS OF CRAFTSMANSHIP HERITAGE OF GANJA CITY

***Abstract:** In scientific article basic typical craftsmanship branches of Ganja were investigated for the first time from the ethnographic-anthropological point of view. Also, in this work have been researched the main features of these national craftsmanship kinds.*

***Key words:** Azerbaijan, Ganja, ethnographic-anthropological research, handicraft branches*

Ganja, that has changed its location at least 4 times since its establishment, is located in a favorable position from the strategic point of view.

That why it always has been the center of attention of foreigners. One of the areas of initially appeared human civilization was an integral part of Azerbaijan, the historical land of Ganja city. Scientific and archaeological researches have proved that Ganja had been the cradle of science and culture not only of Azerbaijan, but also of the whole East [1].

Most of the natural and geographical conditions, plenty water of rivers, fertile land, rich ore deposit, fuel, wood materials used for construction and craftsmanship, colored plants for getting color and natural caves allowed the first people to live in this area in the Late Stone Age.

1. The craftsmanship of carpet-making is one of the important cultural achievements of the Eastern people in Azerbaijan production of carpets appeared in the I millennium BC. But carpet-making in the first period of Middle Ages has turned to the independent sphere of craft. In Ganja, that has minimum 4000 years history, production of carpets differed with quickly development. In this ancient city, that is native land of great Azerbaijani poet and thinker Sheikh Nizami Ganjavi, were weaved very uncial, inimitable kinds of carpet. In Ganja, that has rich traditions, were prepared carpets with various characteristics. For this reason one of Azerbaijani carpet groups are Ganja carpets or (Ganja–Khazakh carpets). Pay attention that in Ganja namely local kinds of carpets –palaz (carpets without of pile) are weaved. These carpets that are producing by local inhabitants are differing with specific handicraft features. The size of Ganja’s carpets begins from 3 square meters to 10 square meters. Majority of local wool products, richness of natural colors and existence professional carpet–making women made for quick development carpet making craftsmanship in Ganja and in its surround territories [2-4].
2. During passage point of Zoroastrian, moslim, and christian civilization, also location on the Silk Way from West to East, from North to South, suitable natural-geographical conditions, rich soil, mild climate, plentiful rivers, also talented and gifted people of Ganja played exceptional role for developing in Azerbaijan science and culture history. Ganja is located on the ancient caravan routes, so merchants, travelers, scientists and cultural workers from different countries of the world visited Ganja, and first of all, their visiting helped our nation to integrate their spiritual values to all mankind civilizations. Also in XI century, during the Arab

Caliphate flowering, the great thinker Gatrán Tabrizi's population in Ganja shows, that Ganja has become a major center of culture and science in the Muslim East. From the sources it becomes clear; in that period in Ganja there were personal and public libraries, medresses as modern universities, observatories and medical centers. Muslim culture has spread to the neighboring Christian states from here. That why, many scientists, poets, architects, artists from different countries of East settled in Ganja. Also, Sheikh Nizami, appreciating Ganja's cultural level more highly, praised his native city "My Babylon". In the middle of the XII century there were schools, medresses, private and public libraries, "The houses of wisdom" and "Health centers" in Ganja. In historical sources there was information that, in Ganja there was a large library "Dar al-kutub" that had been led by a famous scientist Abulfaz al-Nakhchivany. From Sheikh Nizami's reading and the names of the works, it becomes clear, that there were rich libraries in Ganja. The high value of selcugs, that replacing arabs, to the science and culture, was the reason of formation of a new school of poetry, that was founded by Sheikh Nizami in Ganja. Sheikh Nizami's knowledge on all the spheres of all the sciences, known at that time, show, that he has studied in madras, that belonged to the rich library, where worked well-known scientists of Ganja.

The great Azerbaijani poet Sheikh Nizami had good knowledge about philosophical thoughts of such coryphaeus as Farabi, Kharezmi, Ibn Becci, Abu Ali Ibn Sina, Ibn Rusd. It shows that the language of science of that period - the Arabic language and philosophy were highly taught in Ganja. Nizami's works analysis shows, that he was familiar with the ancient Greek and Indian philosophy also. The using Al-Ustad's work "Munisname" in scientific society made deeper the level of ancient development of the Azerbaijan's literature. A short introduction of "Munisname" book is equal to the whole literary book. Abu- Bakr ibn Khosrov al-Ustad was known as knowledgeable and experienced scholar, writer and poet had knowledge on the world and shariat sciences. That why he was awarded the nickname "Ustad" (Master).

In the scientific and cultural center of the East, in Ganja's literary environment were raised Abu Hafs, Abul Ganji, Abul Ula Ganjavi, Mahsati Ganjavi, Qivami Mutarrizi, Raziya Ganjavi, Mirza Shafi Vazeh, who gave priceless pearls to the treasures of world culture. Especially in that period, presence of such kind of chess-player, composer, thinker women as Mahsati Ganjavi and Raziye, who owned world science and philosophy again shows, that city from cultural point of view, stays on high level [3-5].

3. In middle ages in spheres of gentle and applied art, Ganja of inhabitants of territory, in agriculture life bone was widely applied. Bone products, raw materials, that found during investigations in and around Ganja prove that time bone processing separated from other spheres of craftsmanship. Osteology analysis prove, that most of samples are prepared from the bone of bull, caw, deer among big horde animals and sheep, goat, boar among little horde animals. Only deering investigations in Mingechaur there were found a lot of samples of combs, agriculture instruments and art and other bone things. Such kind of bone samples also were found in monument complexes territory of Injachay and Kerpikli in Goranboy region during excavation. Art samples and dice for playing nard, found in territory Shatal, also attracts our attention. These samples of art make more ancient history of city culture of Azerbaijan and in whole play nard .There were found knife handles, rare geometrical decorations, samples of pipe and other instruments here. During excavations there was found bone products that used as raw materials and cutting with pipe. In XI- XIII centuries this sphere of art was developing mostly. This thought is proved with a lot of bone and horn, found in zone of excavation. This

period from bone there were prepared buttons, knives and etc. Found during archeological excavations and used in wooden treatment and knife, showed that at the beginning of XI – XIII in and around Ganja this sphere of craftsmanship in exist.

4. In this ancient city printed cotton and calico fabrics have been widely produced. In traditional cloth productions the main place took the urban mines. In the early 30s of the XIX century in Ganja there were more than 164 people - weaving. The majority of these artists were weaving. In Ganja, which was the most important center of cloth production were produced different kinds of cotton cloth. Only in the 30s of the XIX century in Ganja were presently working 30 cloth bench. During one year this machine were producing 2000 of white cloth, 200 top of red cloth (shile) and nearly 400 benchchalamaya (thin cloth) spoke. In general, in Ganja from textile there were made cotton cloth with simple painting, various kinds' decorations. In most cases, in the XIX-XX centuries after coarse calico colored in white colors of, it colored to different colors [2-4; 6-10].
5. From the point of view silkworm breeding development and it's preparing technology there were two main forms of production: so-called raw silk weaving and felt weaving. In this important technological process it has such kind of production stages as cocoon opening, silk initial processing, preparing of raw silk, weaving technology, painting and decoration. In the ancient Ganja during the stage of the Middle Ages the great progress of silkworm was represented by raw silk weaving. For this reason, on the basis of local traditions production of delicate silk textiles from raw silk .There were made such kind of important samples of art as atlas and kelaqai (silk kerchief).

We must pay attention to the moment, that differ from the other silk fabrics, kelaqai was prepared by specialists. But distinctly of production of raw silk that was city silkworm breeding and was man activity, felt production was woman work. Historically the traditional art of saddle-making in Ganja developed in direction of cargo and passenger saddle making. The art of saddle-making within the local saddle-types and their components were determined on a specialization. The production of cargo or pack –saddle a rule was engaged by pack-saddle maker. For this reason, in most cases, the profession was called trade of pack-saddle maker.

6. First of all, there have been discovered, that initial ceramic production in Ganja and its surrounding regions are belong to the VIII-VII millennium BC. From the history point of view, these ancient clay vessels, belonging to the Neolithic stage, are differing from the pottery samples of the neighboring ethnic in number characteristics. These differences are seen in preparing technology, also in the area of external surface decoration. From the construction point of view, samples of pottery, that concern to Antique period, also to the period of Hellenism in Ganja, differed in various forms as pictorial vases, ceramic figures and connected dishes. Pottery dishes, that concern to the first stages of Middle Ages of Ganja, are differing from the ceramic samples of Antique period in two features: on shape and for preparing techniques.

During centuries in Ganja and its regions ceramic has following kinds:

1. Building ceramic materials. 2. Unglazed ceramic products. 3. Glazed ceramic products.

Afterwards military, economic and transportation significance of hoarse was decrease, the demand for goods of saddle-making also was decrease. The reason of primitive saddle-making decreasing was wide sale of cheaper factory products.

7. Samples of glass decorations, of BC, we met in the patterns of Ganjachay, Mingechevir, Xachbulaq and others. In these areas, the first centuries BC were found in samples of the glass plate. The majority of containers and the analysis

based on graphical elements of the Roman scholars came to the opinion that the samples of the same scale as the Roman Empire through trade. There are more than 2000 beads in complex materials. Colored beads have prepared of different types products. Mostly distinguish beads that prepared from blue green and grey paste. A group of beads made of bone and antimony [3; 9-14].

8. According to experts' thoughts, such kind of cockleshell that widely spared in the Indian and Pacific Ocean, also the Eastern Mediterranean region were put to Azerbaijan with economic relations. In III-V centuries, the local craftsmen themselves also became to produce better-designed containers. Among the local clay and glass utensils that found in and around Ganja there were big similarity in the form and also in the decoration. All the glass dishes found in and around Ganja are similar with the local clays on decoration of that period. Glass dishes were containing of Iron, cobalt, magnesium and other elements, that were specific elements for Ganja and its surroundings. The development history of this sphere of craftsmanship can be determined only through archaeological research. In general, information about the development of this sphere of was found in 1959-1960 years, glass products in and around Ganja was obtained only at the end of the twentieth century. Results of archaeological excavations in the territory of Azerbaijan and research show that in the preparation of glass utensils were two technical methods: casting method and the method of blowing. The first of these methods is more ancient, but in the Early Middle Ages and Middle Ages were used both of them. Produced glass alloys were transparent colored. By the addition of dusts of various metals in glass alloys people got colored glasses. We can see also to get her with different tinted green glasses also parts of blue, black and pink colored glass dish in sections of IX-X century in Shatal and Ganja. In IX-X centuries appeared dishes that had handle and spout. Among decorations of that period yellow, white and red beads of round and plain form are met mostly. At the beginning of X-XIII centuries development of production of glass in and around Ganja characterized by improvement from the technology point of view. Archaeological researches show, that outside of the cities in the VIII-IX centuries, also big settlements were established. This is often due to density in cities. The art of Textile materials, that concern to weaving craft, consists of spindle heads and needles. The remnants of dying from the Shamkir, Ganja, Shatal and Khunan proves development of dying here. Plant remains have been widely used in dying.

Along with the works and notes of medieval authors and travelers, a lot of material samples, found in the territory of ancient Ganja, also found in Mingachevir and concern to Middle Ages trough, ladle, wooden threshing board, shows that in Ganja wood treatment and sculptor art have a rich tradition. Wood treatment products historically have been represented in various fields of social and cultural life in Ganja. Abundance of local raw materials created favorable conditions for development of metal treatment from ancient times. In general, in the third millennium BC there was high culture of the Bronze Age in our country and in the first millennium transition period from Bronze Age to Iron Age began. In that period in Azerbaijan there were appeared several branches of metallurgy treatment. Jewelries, daggers, arms, copper products and other samples of art have been treated so refined, that in nowadays they are protected as very valuable exhibits in famous museums. Works of art, made from metal, for their content and their form are divided into two major groups: products of art and household goods. Household equipment, works of art, agriculture instruments have been executed into two main technical methods-casting and forging [2-5].

References:

1. Azərbaycan etnoqrafiyası: 3 cildə, I c., Bakı: Şərq-Qərb, 2007, 544 s.
2. Зубов П. Картина Кавказского края. Т. IV, СПб., 1834-1835, с. 34
3. Həsənov E.L. Gəncə İmamzadə türbəsi (tarixi - etnoqrafik tədqiqat). Bakı: Elm və təhsil, 2012, 268 s.
4. Taylor P., Hasanov E.L. Ethnological features of cultural heritage of Ganja (On the basis of Mahsati Ganjavi's creation) // International scientific journal «**Theoretical & Applied Science**» 2013, № 12 (8), pp. 41-44
5. Azərbaycan tarixi üzrə qaynaqlar. Bakı: Azərbaycan Universiteti nəşriyyatı, 1989, 328 s.
6. Həsənov E.L. Die Gändschänischen teppiche von XIX – XX Jahrhundert als geschichtliche - ethnographische quelle / European Science and Technology (Die Europäische Wissenschaft und die Technologien): 2nd International scientific conference. Bildungszentrum Rdk e. V. Wiesbaden, (Germany) 2012, p. 26-27
7. Guliyeva N.M., Hasanov E.L. New ethnographic approach to the research of main decorative - applied arts of Ganja of the XIX – XX centuries / International scientific conference - Achievements in science: new views, problems, innovations. Lodz, (Poland) 2012, p. 56-58
8. Burton-Brown T. Excavations in Azerbaijan, 1948. London, 1951, 250 p.
9. Кавказский календарь на 1854 г. Тифлис, 1853, с. 338-341
10. Hasanov E.L. About fundamental studies on local cultural traditions of Ganja // European journal of Natural History (Fundamental researches: Proceedings of International scientific conference. – Jordan, Aqaba), 2013, № 3, p. 65-68
11. Алиева А.С. Ворсовые ковры Азербайджана XIX - нач. XX веков. Баку: ЭЛМ, 1973, с. 21-25
12. Guliyeva N.M., Hasanov E.L. Investigation of basic decorative-applied arts of Ganja on the basis of some innovative arguments and technologies / Science and Society: Proceedings of the 3rd International scientific-practical conference. London (Great Britain), 2013, p. 281-291
13. Hasanov E.L. Innovative results of ethno-archaeological researches in Ganja (On the basis of handicraft patterns) / Global Science and Innovation: Proceedings of the 1st International scientific conference. Chicago: Publishing house Accent Graphics communications, Chicago (USA), 2013, vol. 1, pp. 251-253
14. The dawn of Art. Leningrad: Aurora Art Publishers, 1974, 196 p.

SECTION 11. Biology. Ecology. Veterinary.**Leonid Alexandrovich Chunihin**Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor,
Gomel State Medical University, Republic of Belarus**Artur Leonidovich Chehovskii**Graduate student,
Gomel State University named Skaryna, Republic of Belarus
chehovskii@mail.ru**Denis Nikolaevich Drozdov**Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor,
Gomel State University named Skaryna, Republic of Belarus**ANALYSIS OF FACTORS AS OF RADON INDEX EXAMPLE OF VITEBSK REGION**

Abstract: *The article addresses the issue of natural radioactive gas – radon. It is shown that increasing the number of factors that determine the presence of radon in the soil, increases the coefficient of correlation of the proposed measure radon and radon activity concentration in the buildings of the rural settlements of the Vitebsk region. The resulting radon indicator can be used to map the territory for radon risk in a large-scale version.*

Keywords: *radon, radon index, Vitebsk region, mapping the territory.*

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РАДОНОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: *В статье затрагивается проблема естественного радиоактивного газа – радона. Показано, что при увеличении числа факторов, определяющих наличие радона в почве, повышается коэффициент корреляционной связи предложенного радонового показателя и объемной активности радона в помещениях зданий сельских населенных пунктов Витебской области. Полученный радоновый показатель может использоваться для картирования территории по радоновому риску в крупномасштабном варианте.*

Ключевые слова: *радон, радоновый показатель, Витебская область, картирование территории.*

Введение. Радон – радиоактивный газ, образующийся в процессе радиоактивного распада в цепочке естественных радионуклидов семейств урана и тория. Согласно оценке НКДАР ООН, радон и его дочерние продукты определяют примерно 3/4 годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации [1]. Радон, являясь компонентом воздуха, попадает в легкие человека при дыхании. Воздействие α -излучения на высокочувствительные клетки дыхательной системы – одна из причин возникновения рака. По оценкам экспертов МКРЗ облучение населения за счет радона обуславливает до 20 % общего количества заболеваний раком легких [2]. Естественный изотоп радона ^{222}Rn , являясь наиболее долгоживущим (период полураспада 3,82 дня), вместе с его дочерними продуктами распада (ДПР) вносят наиболее существенный вклад в облучение человека.

Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его ДПР были показаны в Публикации № 65 МКРЗ, 1993 г. [3]. Одним из основных тезисов данной публикации является необходимость введение понятия и критериев для оценки радоноопасных зон, что является очень важным в случаях недостатка ресурсов для проведения полномасштабных исследований, как, например, в Беларуси. Известно, что основным источником поступления радона в воздух помещений является почва [4]. Учитывая это, можно провести картирование территории по радоновой опасности с использованием геологических показателей, определяющих концентрации радона, выделить наиболее радоноопасные зоны и предложить необходимые противорадоновые мероприятия.

Целью настоящей работы являлся анализ изменения корреляционной связи при увеличении количества показателей, определяющих наличие радона в почвах и породах, сочетание которых выступает в качестве радонового показателя, указывающего на степень радоноопасности территории.

Материалы и методы исследований. Материалами для данной работы являлись результаты измерения объемной активности (ОА) радона в типичных помещениях сельских населенных пунктов 15 районов Витебской области. Эти данные были получены при широкомасштабных обследованиях, выполненных специалистами НИИ морской и промышленной медицины (г. Санкт-Петербург) [5]. Измерения проводились в помещениях сельских одноэтажных зданий, в которых можно ожидать максимальные уровни ОА радона, поступающего в основном из почвы.

В исследованиях использовался ряд карт: дочернобыльские карты мощности экспозиционной дозы (МЭД) на территории Беларуси в период 1969-1985 [6]; геологические карты Беларуси, на которых показано расположение пород и почв с различным содержанием урана [6]; данные по проницаемости различных пород для радона [7]; гидрогеологические карты территории Беларуси с глубинами залегания первого от поверхности водоносного горизонта [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Следует отметить, что ОА радона в помещениях жилых зданий является весьма вариабельной величиной и во многом зависит от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в сельских населенных пунктах преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется, в основном, свойствами подстилающих пород. Исходя из этого, можно предложить в качестве радонового показателя величину, равную произведению показателей, обуславливающих наличия радона в почвах и породах, в относительных единицах: мощность дозы дочернобыльского фона, запас урана в почвах, проницаемость почв и пород для радона, и глубину залегания первого водоносного горизонта. При добавлении каждого из перечисленных показателей к предыдущим ожидается увеличение коэффициента корреляции между радоновым показателем и ОА радона.

По материалам измерений ОА радона, проведенных в Витебской области, были определены среднерайонные значения ОА радона.

Первым важным показателем, который связан с ОА радона является МЭД. Учитывая, что гамма-фон на местности определяется, в основном, радионуклидами 3-х естественных радиоактивных рядов уранов и тория, а также калия-40 (мощность дозы от которого принята постоянной) – колебания МЭД определяется концентрацией естественных радионуклидов в почвах. Таким образом, МЭД может опосредованно указывать на наличие радона.

Для того чтобы исключить влияние искусственных радионуклидов, выпавших на территории Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС в исследованиях использовались дочернобыльские карты МЭД, значения которых были нормированы на

максимальную величину – 12 мкР/час, принятую за 1. По картам были определены средневзвешенные значения относительного показателя МЭД для исследуемых районов Витебской областей, после чего был проведен корреляционный анализ данных для определения степени и характера связи получившихся значений МЭД и ОА радона в помещениях сельских зданий.

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь средневзвешенных значений относительного показателя МЭД для исследуемых районов Витебской области и среднерайонных значений ОА радона, составил $r = 0,48$. Имеет место средняя по силе, прямая связь показателя МЭД и ОА радона. Эмпирическое значение t -критерия не превышает статистическое значение при уровне значимости $p > 0,05$ – корреляция является не достоверной. Таким образом, показано, что при использовании только одного показателя можно давать лишь приблизительную оценку ОА радона в помещениях зданий.

Следующим показателем, определяющим ОА радона, является запас урана в почвах и породах. Принимая во внимание, что уран является материнской породой для образования радона – концентрации урана в почвах будут определять содержание радона и как следствие его ОА.

Было выделено 9 геологических пород, существующих на территории Беларуси, различающиеся по уровню содержания урана [9]. Эти данные были нормированы на значение максимального содержания урана в породе (глина), принятое за 1 и определены средневзвешенные значения относительного показателя запаса урана в почвах для каждого из районов. Полученный массив данных был добавлен в качестве множителя к значениям относительного показателя МЭД, и проведен корреляционный анализ данных для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД и запаса урана в почвах) и ОА радона в помещениях сельских зданий.

Коэффициент линейной корреляции полученного радонового показателя и среднерайонных значений ОА радона, составил $r = 0,54$. Имеет место средняя по силе, прямая связь данного показателя и ОА радона для районов Витебской области. Эмпирическое значение t -критерия превышает статистическое значение при уровне значимости $p < 0,05$ – корреляция является достоверной.

Необходимо также учитывать, что эксхалация радона зависит от проницаемости почвы, которая в свою очередь в большей степени зависит от коэффициента фильтрации радона в грунтах [10]. Исходя из того факта, что период полураспада радона ^{222}Rn составляет около 3,8 суток, скорость его прохождения через слой почвы (которая определяется коэффициентом фильтрации) имеет важное значение, и обуславливает конечную ОА радона в помещениях зданий.

Значения коэффициента фильтрации были нормированы на максимальную величину (песчано-гравийная смесь), принятую за 1. Определены средневзвешенные значения относительного показателя коэффициента фильтрации радона в почве для каждого из районов. Значения показателя коэффициента фильтрации были добавлены в качестве множителя к полученному произведению средневзвешенных относительных показателей МЭД и запаса урана в почвах. После этого проведен корреляционный анализ для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации) и ОА радона в помещениях сельских зданий.

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь значений полученного радонового показателя и среднерайонных значений ОА радона, составил

$r = 0,66$. Имеет место средняя по силе, прямая связь данного показателя и ОА радона для исследуемых районов Витебской области. Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости $p < 0,05$ – корреляция является достоверной.

Также, важным фактором, определяющим концентрации радона, является уровень залегания первого от поверхности водоносного горизонта. При уровне в 1-2 м от поверхности – почвенный радон почти полностью поглощается, а при уровне более 10 м – весь выделенный радон остается в почвенном воздухе [11].

Значения глубины залегания первого водоносного горизонта были нормированы на максимальную величину (10 м), принятую за 1. После определены средневзвешенные значения относительного показателя уровня залегания первого водоносного горизонта для каждого из районов. Значения показателя уровня залегания первого водоносного горизонта были добавлены в качестве сомножителя к полученному произведению средневзвешенных относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации. После этого проведен корреляционный анализ для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации, уровня залегания первого водоносного горизонта) и ОА радона в помещениях сельских зданий. Итоговый график данной корреляционной связи, образованной четырьмя компонентами радонового показателя, представлен на (рис. 1).

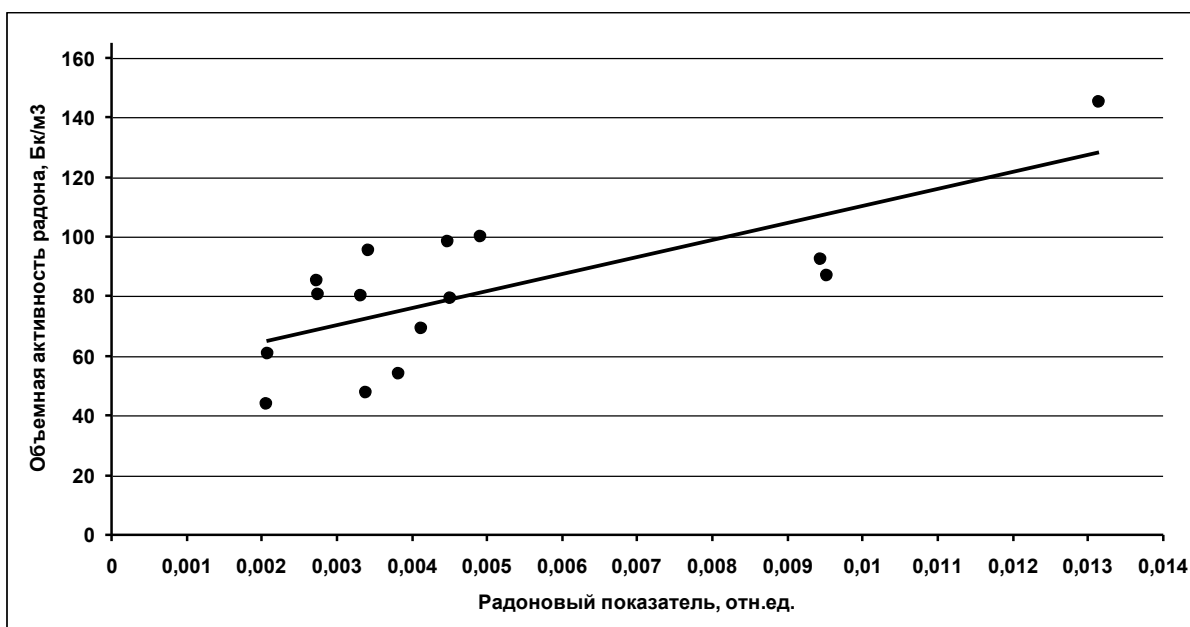


Рисунок 1 – Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от радонового показателя ($M \cdot U \cdot F \cdot W$).

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь значений полученного радонового показателя для исследуемых районов Витебской области и среднерайонных значений ОА радона, составил $r = 0,73$. Имеет место сильная, прямая связь данного показателя и ОА радона. Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости $p < 0,05$ – корреляция является достоверной.

Заключение. Предложенный радоновый показатель имеет достаточно сильную и достоверную связь со значениями ОА радона в помещениях зданий. Данный показатель учитывает целый ряд факторов и приведенные корреляционные зависимости показывают, что увеличение числа показателей, определяющих наличие радона в почвах и породах, значительно повышает коэффициент корреляции радонового показателя и способствует более точной оценке ОА радона. Такой показатель служит основой для определения радоноопасности территории. С его помощью можно определить географическое положение критических зон радоноопасности и составить тематические карты этих территорий по радоновому риску.

References:

1. Радиация. Дозы эффекты риск: пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 80 с.
2. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону / под ред. М.В. Жуковского, С.М. Киселева, А.Т. Губина // Перевод публикации № 115 МКРЗ. – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2013. – 92 с.
3. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах / Публикация № 65 МКРЗ. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 78 с.
4. Бекман, И.Н. Радон: враг, врач и помощник / И.Н. Бекман. – М.: МГУ, 2000. – 205 с.
5. Радоновый мониторинг Могилевской и Гомельской области Республики Беларусь: отчет о НИР (закл.) / Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины; рук. Э.М. Крисяк. – СПб., 1992. – 205 с.
6. Karabanov, A.K. Impact of geological structures of Belarus on Radon Concentration in Air Workshop on Natural Radiation and Radon / Seminar on Radon, Stockholm, SSM, 25-27 January, 2009.
7. Беляшов, А.В. Оценка гидрогеологических параметров по данным геофизических исследований в скважинах: Методическое руководство / А.В. Беляшов [и др.]. – Минск: Фонды геофизической экспедиции, 2008. – 43 с.
8. Богомолов, Г.В. Гидрогеологическая карта четвертичных отложений Белорусской ССР / Г.В. Богомолов [и др.]. – Минск, 1963.
9. McDonough, W.F. The Composition of the Earth / W.F. McDonough, S.S. Sun // Chem. Geol. – 1995. – № 1. – P. 223-253.
10. Адушкин, В.В. Поля почвенного радона в восточной части Балтийского щита / В.В. Адушкин, И.И. Дивков, С.А. Кожухов // Динамические процессы в системе внутренних и внешних взаимодействующих геосфер / В.В. Адушкин, И.И. Дивков, С.А. Кожухов. – М.: Геос, 2005. – С. 173-178.
11. Выполнение комплексной геофизической съемки на площадке возможного размещения АЭС и прогноз миграции радионуклидов с подземными водами (Шкловско-Горецкий пункт, Кукшиновская площадка): Отчет о НИР (закл.) / Бел. геофиз. экспед; рук. темы А.В. Гаврилов. – Минск, 2008. – 257 с.

SECTION 12. Geology. Anthropology. Archaeology.

Elnur Latif oglu Hasanov

Ph.D. postgraduate

corresponding member of International Academy of Theoretical & Applied Sciences

scholar of Ganja Branch of Azerbaijan National Academy of Sciences,

Ganja, Azerbaijan

el-hasanov@mail.ru

ON DEVELOPMENT OF ART POTTERY TRADE IN ANCIENT GANJA

***Abstract:** Offered article is dedicated to the historic-ethnographical investigation of the ancient Ganja ceramics trade of the ancient period. On the basis of indisputable arguments and facts it was proved, that owing to development of the constructive-plastic forms, also decorative-ornamental characteristics these ceramic patterns are considered the unique wares. For the first time pottery wares of this ancient city for this historical period were lighted as an important ethnographical source in research of the Caucasus and whole Near East history.*

***Key words:** Ganja, ceramics trade, Classical and early Middle ages periods, decorative-ornamental characteristics, constructive-plastic forms of pottery wares, Azerbaijan*

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ В АНТИЧНОЙ ГЯНДЖЕ

***Аннотация:** Предлагаемая статья посвящена историко-этнографическому исследованию гончарного ремесла древней Гянджи античного периода. На основе неоспоримых аргументов и фактов было доказано, что благодаря развитию конструктивно-пластических форм, а также декоративно-орнаментальных особенностей данные керамические образцы считаются уникальными изделиями. Впервые изделия керамики этого древнего города данного исторического периода были отображены как важный этнографический источник в изучении истории Кавказа и всего Ближнего Востока.*

***Ключевые слова:** Гянджа, гончарное ремесло, эллинистический и раннесредневековый периоды, декоративно-орнаментальные особенности, конструктивно-пластические формы глиняных изделий, Азербайджан*

На территории древней Гянджи традиционные виды ремесла развивались в течение тысячелетий и гончарное ремесло считалось одним из древних отраслей. В данной эпохе развитие художественной керамики являлось результатом традиционного продолжения мастерства гончарного искусства, преемственного от предыдущих поколений. Одним из основных конструктивно – пластических форм художественной керамики древней Гянджи Эллинистического периода (IV – I вв. до н.э.) является фигурная керамика. В эту группу входят те зооморфные сосуды, которым древние мастера придали форму различных животных и птиц, а также керамические сосуды, имеющие над ручками, венчиками и сливами фигуры животных, которые составляют завершающую часть пластических композиций. Кроме того, зооморфные керамические сосуды, к которым присоединены пластические полуфигурки и головки животных также являются характерными образцами гончарного ремесла древней Гянджи и Гянджабасара данной исторической эпохи. Характерные декоративно-орнаментальные

особенности художественной керамики античной Гянджи этого периода составляют: 1. Врезная орнаментация. 2. Виды художественного убранства керамических сосудов. 3. Рельефно-декоративное убранство. Данные декоративно-орнаментальные особенности характерны и для ряда других видов конструктивно-пластических форм художественной керамики Гянджи и всего Гянджабасара. Примером могут служить разные виды сообщающихся сосудов, а также керамических фляг. Художественные вазы тоже являются характерными изделиями этого исторического периода и были найдены с разных исторических памятников на территории долины реки Гянджачай [1-3].

А в период раннего железного века, например главными видами художественного убранства глиняных сосудов являлись рельефно-декоративное убранство, врезная орнаментация и графический способ в декоративном убранстве [2-5].

Важными историко-этнографическими показателями развития гончарного ремесла в древней Гяндже, а также на территории долины реки Гянджачай являются характерные конструктивно-пластические формы в художественной керамики данной эпохи.

В течение 2009-2013 годов на территории Гянджабасарского региона, в том числе в окрестностях Гянджи были обнаружены довольно разнообразные глиняные сосуды позднебронзового и раннежелезного веков:

- Соединённые сосуды;
- Триподы;
- Зооморфные сосуды.

Кроме этих керамических изделий существуют и другие характерные глиняные образцы древней Гянджи данного периода. Так как, керамические шкатулки, сосуды-«сапожки», вытянутые кувшинчики на маленьких поддонах (кружки на пуговичном поддоне – Э.Г.), керамические блюда со скульптурными головами, а также сосуды, имеющие в верхней части тулова дополнительные сосудики (то есть, типа «Kernos») считаются основными характерными керамическими изделиями гончарного ремесла Гянджи и всего Гянджабасарского региона эпохи раннего железа [6-9].

Но главными специфическими глиняными образцами Гянджи данного периода являются белоинкрустированные керамические сосуды. Примером служит тот факт, что основной район распространения этой керамики на Южном Кавказа в период раннего железного века долина реки Гянджачай. Кроме того, в периферийных по отношению к долине реки Гянджачай районах она встречается в небольшом количестве и со значительно более простым орнаментом. Благодаря современным археологическим раскопкам и этнографическим исследованиям были обнаружены довольно многочисленные керамические изделия древней Гянджи раннего железного века.

Кроме того, были выявлены именно характерные глиняные образцы данного исторического периода среди многочисленных изделий. Конструктивно-пластические формы, а также декоративно-орнаментальные особенности этих керамических сосудов послужили очень важными источниками в изучении исторического развития гончарного ремесла Гянджи эпохи раннего железа.

Данные ремесленные особенности также способствовали систематизации основных характерных изделий керамики древней Гянджи, в том числе всего Гянджабасарского региона. Кроме того, были определены и отличительные черты керамических образцов Гянджи раннего железного века и их южных аналогий, обнаруженных с территории Передней и Юго-Западной Азии (Ближнего Востока).

Декоративно-орнаментальные особенности художественной керамики Гянджи Эллинистического периода отличаются оригинальностью. Гравировка керамических сосудов характеризуется применением белой массы и таких орнаментальных мотивов,

как кружки, треугольники и др. Подобные украшения в основном обнаружены в сероглиняной керамике IV-III вв. до н.э. Сосуды серого цвета получаются в тех случаях, когда в печи, после окончания задымления, еще сохраняется сравнительно высокая температура. В это время сажа, которая красит продукцию в черный цвет, частично выгорает, отчего продукция не получается темно-черного цвета. То же самое имеет, когда печь не закрыта герметически и дым незаметно выходит из нее.

Среди художественных керамических изделий античной Гянджи IV-I вв. до н.э. были обнаружены сосуды красного и черного цветов. Известно, что цвет обожженной глины, в основном, зависит от примеси разного количества железных солей и их соединений. В результате обжига все железные соли и их соединения превращаются в окись железа, являющуюся красителем глины.

Среди характерных декоративно-орнаментальных особенностей художественной керамики античной Гянджи выделяются рельефно-декоративные украшения. По манере исполнения и другим характерным чертам рельефно-декоративные украшения керамических изделий рассматриваемого исторического периода могут быть обобщены в двух видах, носящих в одинаковой степени традиционный характер:

- 1) Керамические сосуды с рельефно-пластическими украшениями.
- 2) Сосуды с рельефно-орнаментальными мотивами, имевшие когда-то культовое значение.

Как известно, в течении веков город Гянджа являлся одним из основных культурно-политических центров Кавказа. С древних времен этот город особенно отличался высоким развитием торговли и народного ремесла. Еще с эпохи неолита, а также энеолита на территории древней Гянджи изготавливались ранние керамические изделия. Этот факт доказывают обнаруженные многочисленные образцы гончарного ремесла с территории Гянджи и ее окрестностях. Благодаря постепенному усовершенствованию ремесленных традиций керамики в период раннего железного века возникли основные характерные особенности гончарного ремесла этого древнего города. Так же, наблюдалось особое развитие в конструктивно-пластических формах художественной керамики.

Историческо-культурный ареал гончарных традиций Гянджи характеризуется особыми керамическими изделиями и декоративными формами. По этой же причине и возник ряд новых названий керамических сосудов с упоминанием их принадлежности к местам раскопок.

Керамика, созданная на этой древней территории отличается своеобразной художественной керамикой. Нужно отметить, что эта керамика богата оригинальными способами, приемами и мотивами декорирования сосудов, а также многими типовыми моментами. Техника оригинальной орнаментации данной керамики, обогащенной цветным эффектом инкрустации белой массой, вырабатывалась на базе опытов предыдущих поколений. Художественная традиция керамики Гянджи и всего Гянджабасара продолжалась и в периоде последующей культуры, культуры кувшинного погребения. Но в связи с введением красноглиняной керамики в большом масштабе уже не применяется декорировка инкрустацией белой массой, а традиция врезного рисунка продолжается и совершенствуется.

Весьма интересно продолжение традиции керамических марок в IV-II веках до нашей эры. По поводу этого важного вопроса необходимо отметить, что традиция предполагаемых нами гончарных марок сероглиняной керамики предыдущей культуры в наиболее широком масштабе продолжалась и в периоде культуры кувшинного погребения, а также в I-VII веках нашей эры [7-11].

Лаконизм является ведущим творческим принципом древних гончаров данного исторического периода Азербайджана (Кавказской Албании).

Вся декоративная основа этой художественной керамики создана именно на базе лаконичного выражения мысли древних керамистов. Поэтому-то художественное оформление рассматриваемых керамических изделий представляет собой не только внешнее убранство сосудов, оно органически вытекает из самой структуры изделий.

References:

1. Кулиева Н.М., Гасанов Э. Л. Об историко-этнографическом исследовании художественной керамики Гянджи эллинистического периода // Молодой учёный. -2011.- №4.
2. Herzfeld E. Iran in the Ancient East. London: Clarendon Press, 1941, 485 p.
3. The dawn of Art / Ed.by M. Artamonov. Leningrad: Aurora Art Publishers, 1974, 196 p.
4. Гасанов Э.Л. Характерные декоративно-орнаментальные особенности художественной керамики древней Гянджи // Кутаисский Научный Центр. Журнал Новация, ISSN 1512-3715. Кутаиси, 2010, №7, с. 44-48.
5. Dyson R. Early Cultures of Solduz, Azerbaijan// A Survey of Persian Art. London, 1967, v.14, p. 301-440.
6. Мусеибли Н.А. Археологические раскопки в Земямчайском некрополе // Археология и этнография Азербайджана. Баку, 2004, №2.
7. Stein A. An Archaeological Tour in Gedrosia // Memoirs of the Archaeological Survey of India. Calcutta, 1931, № 43, p.306.
8. Sulimirski T. Scythian Antiquities in Western Asia // Artibus Asiae. Ascona, 1954, v.17, № 3-4.
9. Sams G. K. Phrigian painted Animals: Anatolian orientalizing Art // Anatolian Studies. London, 1974, v.24.
10. Акунова Л.Ф., Приблуда С.З. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий. М.: Высшая школа, 1979, 216 с.
11. Гасанов Э.Л. Историко-этнографическая характеристика художественной керамики древней Гянджи // Международный научный журнал Интеллект, ISSN 1512-0333. Тбилиси, 2010 №3 (38), с.72-75.

Contents

| | pp. |
|---|-------|
| 1. Zhunisbekov S., Markhabatov N.D., Shevtsov A.N. MODELING AND PROGRAMMING IN MATHCAD SUSTAINABILITY AND SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS..... | 1-7 |
| 2. Akylbek A.K., Duisenbekova G.D., Zhumabekova A.M., Kuserbayeva Z.A., Shevtsov A.N. ERRORS IN MAPLE NOT CAUSING ERRORS..... | 8-14 |
| 3. Ilipov M.M., Iskakova A.S. MECHANISM OF OPTIMAL CHOICE OF CASE - BASED REASONING THE SITUATIONAL VECTOR WITH QUANTITATIVE COORDINATES..... | 15-18 |
| 4. Slavin V.S., Norets A.I., Bilichenko V.I., Panteleev V.S. EFFICIENCY INCREASE OF SHAPES DRAWING PROCESSES DUE TO THE ROLLER DIES APPLICATION..... | 19-23 |
| 5. Alimbayev B.A., Manapbayev B.Zh., Alimbayeva Zh.B., Kozhas O.O., Rysbai D.B. ABOUT ONE WAY OF DRAWING OF THE ANTICORROSIVE COVERING ON THE INTERNAL SURFACE OF PIPES..... | 24-30 |
| 6. Redchis V.V., Holovina E.V. RELATIONSHIP THREE THEORIES OF PNEUMATIC TYRE..... | 31-34 |
| 7. Zhunisbekov S., Shevtsov A.N., Keulimzhayeva Zh.A. ON THE PROBLEM OF MODELING OF MACROMOLECULES OF POLYMERS..... | 35-62 |
| 8. Vildanova N.R. THE BILINEAR SHEARING STRESS-STRAIN CURVE FOR CONCRETE..... | 63-66 |
| 9. Karimova G.D., Gorbatovskaya N.A. STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FERMENTED MARE'S MILK TO DEVELOP KAS MEDICATED PRODUCTS FOR CHILDREN..... | 67-75 |
| 10. Mamyshev K.V. BIOLOGY AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ULMUS PUMILA L. IN THE SYSTEM OF BELTS UYBAT STEPPE..... | 76-80 |
| 11. Hasanov E.L. BASIC ETHNO-ANTHROPOLOGIC AND HISTORICAL CHARACTERISTICS OF CRAFTSMANSHIP HERITAGE OF GANJA CITY..... | 81-85 |

-
12. **Chunihin L.A., Chehovskii A.L., Drozdov D.N.**
ANALYSIS OF FACTORS AS OF RADON INDEX EXAMPLE OF
VITEBSK REGION..... 86-90
13. **Hasanov E.L.**
ON DEVELOPMENT OF ART POTTERY TRADE IN ANCIENT
GANJA..... 91-94

Научное издание

«Theoretical & Applied Science» - Международный научный журнал зарегистрированный во Франции, и выходящий в формате Международных научно-практических конференций. Конференции проводятся ежемесячно – 30 числа в разных городах и странах.

Препринт журнала публикуется на сайте за день до конференции. Все желающие могут участвовать в "Обмене мнениями" по представленным статьям.

Все поданные авторами статьи в течении 1-го дня размещаются в интернете на сайте www.T-Science.org. Печатный экземпляр рассылается авторам в течение 3-4 дней, сразу после проведения конференции.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИНДЕКСИРУЕТСЯ В НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗАХ:

РИНЦ (Russia)

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
eLIBRARY.RU

<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1246197>

Google Scholar (USA)

Google
scholar

<http://scholar.google.ru/scholar?hl=ru&q=Teoreti%C4%8Deska%C3%A2+i+prikladna%C3%A2+nauka+-+t-science.org&btnG=>

Research Bible (Japan)



<http://journalseeker.researchbib.com/?action=viewJournalDetails&issn=23084944&uid=rd1775>

Open Academic
Journals Index (Russia)

OAJI
.net

**Open Academic
Journals Index**

<http://oaji.net/journal-detail.html?number=679>

Turk Egitim Indeksi
(Turkey)



türk eğitim indeksi

<http://www.turkegitimindeksi.com/Search.aspx?where=journal&field=all&text=Theoretical%20&%20Applied%20Science>

Подписано в печать 30.03.2014г. Формат 60x84 $\frac{1}{8}$
«Theoretical & Applied Science» (USA, Sweden, Kazakhstan)
Науч.изд., п.л. 11,75. Тираж 90 экз.
<http://www.T-Science.org>
E-mail: T-Science@mail.ru

Printed «Theoretical & Applied Science»