ISSN 2308-4944

№ 9 (17)
2014

Teoretičeskaâ i prikladnaâ nauka

Theoretical & Applied Science

European Innovation

Materials of the ISPC

30.09.2014

Martigues, France

Teoretičeskaâ i prikladnaâ nauka

Theoretical & Applied Science

№ 9 (17)

2014

International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science

Editor-in Chief:

Alexandr Shevtsov (Kazakhstan) Hirsch index: **h Index RISC = 1 (44)**

The Editorial Board:

Prof. Vladimir Kestelman (USA) **h Index Scopus = 1 (30)**

Prof. Arne Jönsson (Sweden) **h Index Scopus = 2 (18)**

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 indexed more than 15 international scientific bases.

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

Impact Factor ISI = 0.307
based on International Citation Report (ICR)

ISSN 2308-4944

09

9 772308 494140

© Collective of Authors

© «Theoretical & Applied Science»

International Scientific Journal

Theoretical & Applied Science

Materials of the International Scientific Practical Conference

European Innovation

30.09.2014

Martigues, France

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 9 (17), 2014, 188.
(ISPC European Innovation, 30.09.2014, Martigues, France)

Impact Factor ISI = 0.307
based on International Citation Report (ICR)

ISSN 2308-4944

SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.

Anna Dmitrievna Barbara
Candidate of Technical Sciences,
The Branch of Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev in Mezhdurechensk, Russia
barbara_ad@mail.ru

Alexandr Grigorievich Pimonov
Doctor of Technical Sciences, professor,
Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Russia
pag_vt@kuzstu.ru

ASSESSMENT METHODS AND ALGORITHMS OF ENGINEERING EMPLOYEES' LABOUR POTENTIAL IN THE PROBLEMS OF PERSONNEL MANAGEMENT

Abstract: *The paper considers the problem of assessing labour potential of engineers. The methods of decision support in the process of the assessment of engineers' labour potential is proposed. It is based on the methods of the system analysis, mathematical statistics and the theory of expert evaluation.*

Key words: *labour potential of engineering and technical personnel, assessment of personnel, information system, expert evaluation.*

Citation: Barbara AD, Pimonov AG (2014) ASSESSMENT METHODS AND ALGORITHMS OF ENGINEERING EMPLOYEES' LABOUR POTENTIAL IN THE PROBLEMS OF PERSONNEL MANAGEMENT. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 1-4. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.1

Introduction

The lack of qualified engineering staff is among the staffing problems of the economy. It is important to carry out an integrated approach to the assessment to solve the problems of modernization of the economy, selection and professional development of the engineering employees as it is said in the Presidential professional development program of engineering staff. Professional competency requirements should take into account some specific nature of engineering and peculiarities of different economic sectors. So the development and implementation of new assessment methods and algorithms of engineering employees' labor potential are among scientific and practical tasks.

The greatest challenges of receiving the reliable figures comprise: the complicity of the development of the accurate engineering activity model due to impossibility of parameterization; engineering and management activities are evaluated by quantitative variables more than qualitative ones; there can exist a great estimation error because of the human factor; engineering activity is continuously changing because of the innovations in the technologic operations.

The process of the estimation of an engineering employee can be split into the following main stages:

1) Determination of estimation dimensions, the selection of scale.
2) Using selected values to evaluate the nominees.
3) Formalization of the received assessments, finding consistency between indicators.
4) Taking decision on the assessment results.

The problem of the assessment of engineering employees' labour potential by use of expert methods is considered hereafter.

Problem statement

Suppose there exists a set of nominees $Y = \{y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n\}$ to define the level of labour potential. Each nominee has a lot of competencies $\bar{K} = \{k_1, k_2, k_3, \ldots, k_{\gamma_4}\}$ that determine the extent of labour productivity. Labour productivity has a set of key performance indicators $E = \{e_1, e_2, \ldots, e_l\}$. Each indicator has one of the levels $L = \{L_1, L_2, L_3\}$ "high", "mid" "low" respectively. The aim is to take a quick and grounded decision on the adequacy for the engineering activity.

The solution to the problem can be split into three sub problems:

1. Determine the structure of the indicators to assess engineering employees' labour potential.
2. Offer assessment algorithms of engineering employees' labour potential.
3. Develop a method of support in taking decisions in the process of assessment of engineering employees allowing the decision maker to draw conclusions about nominees for appointment.

Define the structure of indicators to assess engineering employees' labour potential.

Let us consider the engineering employees' labour potential in the focus of four groups of competencies: professional (including professionally important qualities and special competence ones); social and communicative ones; personal ones; cultural ones. Let define them as $\bar{K} = \{k_1, k_2, k_3, \ldots, k_{\gamma_4}\}$. We have $\bar{K}_1 = \{k_1, k_2, \ldots, k_{\gamma_1}\}$ – the first group of competencies (professional ones); $\bar{K}_2 = \{k_{\gamma_1+1}, \ldots, k_{\gamma_2}\}$ – (the second group of competencies (social and communicative ones); $\bar{K}_3 = \{k_{\gamma_2+1}, \ldots, k_{\gamma_3}\}$ – the third group of competencies (personal); $\bar{K}_4 = \{k_{\gamma_3+1}, \ldots, k_{\gamma 4}\}$ – the fourth group of competencies (cultural).

The result of employee's activity can be evaluated by *l* key performance indicators and the nominees can be classified due to the results of effectiveness. Denote by $E = \{e_1, e_2, \ldots, e_l\}$ a set of key performance indicators. Each indicator has one of the levels $L = \{L_1, L_2, L_3\}$ – "high", "mid" "low" respectively. On the basis of a set of effectiveness indexes and initial vector of indexes there appear competencies affecting the extent of a nominee's adequacy for the job. The result is a vector $\bar{K}' = \{K_1', K_2', K_3', K_4'\}$ – the level of a nominee's adequacy for the engineering activity. It is rested on the most informative indicators and due to the force of influence a peculiar weight number can be assigned to each group of competencies.

The evaluation procedure of engineering labour potential by the results of professional activities presented below has been developed on the basis of the proposed structure of the indicators.

Let us develop an assessment algorithm of engineering employees' labor potential, considering restrictions.

It is necessary to collect information about the nominees in terms of efficiency As one of the initial steps. Production volume, penetration rate, the amount of overburden, the periodicity of the plan, the amount of stimulations (penalties) for the reporting period, the frequency of accidents, downtime, etc. can be viewed as efficiency indicators. As a result, employees with best and average indicators are selected. With an expert assessment of the level of competences we get recommendations on professional development, training, retraining, enrolling in a personnel reserve or rejecting a candidate. It should be noted that the analysis of the effectiveness of the candidate's probationary or training is almost impossible and then this step of the algorithm is omitted. To select the experts the method of snowball sampling is modified in order to form an expert group from among people most knowledgeable about professional activity of a specialist. The detailed description of this method and modification is presented in [1, 2, 3].

The discordance of opinions analysis is run after the evaluation of the employee by a group of experts. Biased experts formalizing given procedure or having little knowledge on the professional activity of the person being assessed are brought to light while analyzing the discordance of opinions. For this purpose, *coefficient of variation* CV and Cronbach's Alpha [4, 5].

Key performance indicators are set for each employment (KPI). Their values refer each nominee to one of the three levels $L = \{L_1, L_2, L_3\}$ of engineering activity effectiveness. Here L_1 is a «high level», L_2 is a «middle level», and L_3 is a «low level» respectively.

In each group of nominees classified by performance indicators it is necessary to analyze assessment by competencies. So the competencies not affecting actual labour result are not taken into account when defining the value of the employee's performance potential. The description of the developed method is presented below.

The results of the assessment of nominees of each group after the expert opinion consistency and defining a vector $R'_X = \left(r'_1 \quad \dots \quad \dots \quad r'_{\gamma_4}\right)$ can be presented as a matrix R_E^p. Here p is number of performance class, matrix rows represent the assessment of a nominee , the columns show the assessment of each competency, n_p is a number of nominees included in p class.

For each matrix column there is a coefficient of variation characterizing relative deviation measure of an individual value from the average.

After excluding those competencies which coefficient of variation is greater than permissible value there appears a vector $K' = \{K'_1, K'_2, K'_3, K'_4\}$. Here K'_1, K'_2, K'_3, K'_4 – are additive convolutions on tangible parametric variable of each group of competencies.

Result vector K' is assigned to the value of φ – that is the level of employee's labour potential [6].

$$\varphi = \sqrt[A_1+A_2+A_3+A_4]{K_1'^{A_1} K_2'^{A_2} K_3'^{A_3} K_4'^{A_4}}, \qquad (1)$$

here A_1, A_2, A_3, A_4 are weight numbers of competence groups.

The advantage of this approach is that there is no simple data averaging of different qualitative characteristic groups of competences and it excludes the compensation weak competencies by stronger ones.

Let us develop a method of support of taking managerial decisions to define the extent of coherence to the job profile so that the restriction is satisfied.

The process of taking managerial decisions on the results of the assessment made is implemented in four stages:

1) The formation of the job profile
2) The selection of the nominees suitable for the job
3) Comparing of actual estimate with the reference profile
4) Processing of the received data

First the job profile is formed – «reference» presentation of the nominee on the basis of expert opinions and company's needs. For the corresponding assessment data bank the values and (or) the levels of development for each competency are presented; potential limits $\varphi_{\min}$ and $\varphi_{\max}$ are calculated on low bound of the meanings and their supremum for the relevant competence level in accordance with formula (1). Then the selection of nominees is implemented with their potential to fall within the range $(\varphi_{\min}, \varphi_{\max})$.

At the third stage we define the coherence of the received assessments with the job profile. We make ranking on pre-set reference meanings of competence levels or their values for that. In the case of level coherence (numerical values) the smaller rank is assigned to the competence that has the greatest weight number.

The assessment of coherence of the actual and reference ranks is done on the basis of Spearman's rank-order correlation and that of Kendall's. Spearman and Kendall's coefficients characterize the degree of similarity of this given rank to the one taken as reference, and take values in the interval [-1, 1]. Values of the coefficients in connection with the defining the coherence of the nominee to the job profile are interpreted as follows [7, 8]. Positive values of the coefficients indicate the presence of coherence of getting the rating in the criteria range $(\varphi_{min}, \varphi_{max})$ and that of required degree of competence. In the case of negative values, we can conclude that despite the sufficing of potential value (rating) to the criteria its value is received due to those competencies that have greater rank.

The proposed method of decision taking support is implemented in information system of engineering employees' comprehensive assessment «SKO ITR». It allows to make validated assessment rapidly and to get reliable data on the connection between the level of competence and performance indicators [9, 10]. The information system includes a database, knowledge base, and four functional units (subsystem): user registration module, testing module, nominees' estimation module, decision-directed module.

The proposed methods and algorithms provide the arrangement and taking grounded decisions when selecting a nominee for the given employment. Besides the conclusions made help to find out problems and to define the content of the professional development programme for each employee. The improvement of the quality of assessment and selection of engineering employees is achieved by means of management of the engineering labour potential assessment process. It allows to cut the time of result analysis, to make intellectual analysis of data and minimize possible mistakes while taking managerial decisions.

References:

1. Pankova LA, Petrovskiy AM, Sneyderman MV (1984) Organization of examination and analysis of expert information. Moscow, 120.
2. Litvak BG (1996) Expert evaluation and decision-making. Moscow, 271.
3. Barbara AD (2012) The algorithm of forming of experts group for personnel assesment. XXXII International Scientific and Practical Conference "Models and methods of solving formal and applied scientific issues in physico-mathematical, technical and chemical research". London, pp.23 – 25.
4. Cronbach LJ (1951) Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika. No. 16, pp. 297–334.
5. Streiner DL (2003) Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. Journal of Personality Assessment, V. 80, No.1, pp. 99–103.
6. Barbara AD (2012) Information system of engineering employees comprehensive assessment. Innovation Convention "Kuzbass: education, science, innovations". Kemerovo, pp.101–105.
7. Kendall MG. (1975) Rank correlation methods. Moscow, 216.
8. Aivazyan SA, Enukov IS, Meshalkin LD (1985) Applied Statistics: The study of the relations. Moscow, 487.
9. Barbara AD, Voronin SO, Pimonov AG (2014) Information system of engineering employees comprehensive assessment SKO ITR. Certificate of state registration of computer programs No. 2014610430 (registration date 09.01.2014).
10. Barbara AD, Voronin SO, Pimonov AG (2014) Database of Information system of engineering employees comprehensive assessment "SKO ITR". Certificate of state registration of databases No. 2014620054 (registration date 09.01.2014).

SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.

Alexandr Nikolayevich Shevtsov
candidate of technical sciences,
corresponding member of the Kazakhstan National Academy of Natural Sciences,
president of International Academy of T&AS (USA, Sweden, Kazakhstan),
department of «Mathematics», deputy director on Science of faculty of information technologies, automation and telecommunications,
Taraz state University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan
Shev_AlexXXXX@mail.ru

Nazgul Zhangaliyevna Yeskali
student, Department of Mathematics
Taraz state University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan

Aida Askarovna Sabdenbek
student, Department of Mathematics
Taraz state University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan

Meirkhat Maratovich Uakbayev
student, Department of Mathematics
Taraz state University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan

ABOUT THE PROBLEM OF ARBITRARY ALTERNATING PLUS AND MINUS SIGNS IN ARITHMETIC SERIES

Abstract: *When finding the sum of a number and the n-th member of alternating series, there are several problems when the number is not snakecharmers. In the article are a few formulas to solve this problem, the job of the signs of alternating rows, for the case when the sequence changes.*

Key words*: row, n-th member, alternating series, sneakerboy series, trigonometric functions.*

Citation: Shevtsov AN, Yeskali NZ, Sabdenbek AA, Uakbayev MM (2014) ABOUT THE PROBLEM OF ARBITRARY ALTERNATING PLUS AND MINUS SIGNS IN ARITHMETIC SERIES. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 5-22. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.2

О ПРОБЛЕМЕ ПРОИЗВОЛЬНОГО ЧЕРЕДОВАНИЯ ЗНАКОВ ПЛЮС И МИНУС В АРИФМЕТИЧЕСКИХ РЯДАХ

Аннотация: *При нахождении суммы и n-го члена знакопеременного ряда возникает ряд проблем когда ряд не является знакочередующимся. В статье приводятся несколько формул, для решения данной проблемы задания знаков знакопеременных рядов, для случая – когда последовательность знаков меняется.*

Ключевые слова: *ряд, n-й член, знакопеременный ряд, знакочередующийся ряд, тригонометрические функции.*

ВВЕДЕНИЕ

При изучении арифметических знакопеременных рядов [1-4], ряды 2577, 2660, 2662, 2666, 2694, 2695, приводятся без n -го члена ряда [1, с. 250, 260-262], а также и в других источниках, встречаются задачи где аналогично n -й член ряда просто опускается. Это

происходит из-за сложности восприятия, и отсутствия аналитических формул, когда последовательность знаков начинает отличаться от привычного значения $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} u_n$:

$$+-+-+-+-+-+-+-.....$$

В указанных задачах встречается только несколько вариантов:

$$++-++-++-++-++-++-.....$$

и

$$+--+--+--+--+--+--+--.....$$

А также встречается и такой вариант:

$$+++---+++---+++---+++---.....$$

Хотя, конечно же очевидно, что таких вариантов намного больше, и построение n -го члена ряда будет напрямую зависеть от порядка, количества и периодичности чередования знаков. Например, задавая некоторую функцию, мы получим последовательность из двух минусов и остальных плюсов (Рис.1).

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{n^2-8}{|n^2-8|} \right) u_n \,. \qquad (1)$$

```
> restart;
  r:=n^2-8;
  plot(r,n=0..10);
```

$$r := n^2 - 8$$

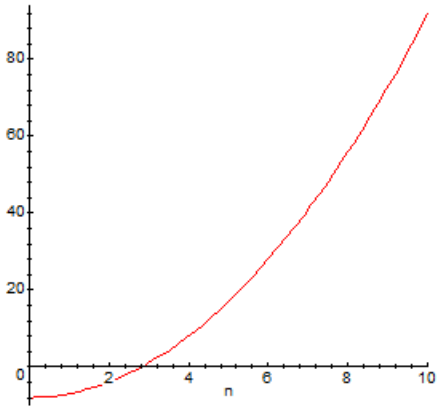


Рисунок 1 – Пример последовательности ряда (1).

АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

Для решения данной задачи, будем определять аналитическое решение. Найдем n -й член ряда, с учетом знака функции (1). При этом, n -й член ряда можно будет определить как

$$\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{n^2-\left(b+\frac{1}{2}\right)^2}{\left|n^2-\left(b+\frac{1}{2}\right)^2\right|}\right)u_n\,, \tag{2}$$

где b - это количество первых отрицательных слагаемых арифметического ряда. В данном ряде (1), для изменения знаков на противоположные, необходимо умножить ряд на минус единицу:

$$--++++++++++++++.....$$

т.е. получим

$$++---------------.....$$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\left(-1^b\right)^a\left(\frac{n^2-\left(a+b+\frac{1}{2}\right)^2}{\left|n^2-\left(a+b+\frac{1}{2}\right)^2\right|}\right)u_n\,, \tag{3}$$

где a - количество первых положительных слагаемы арифметического ряда.

Введем новую функцию

$$\tilde{r}(r)=\frac{r}{|r|},\quad r>0\,. \tag{4}$$

Теперь (3) с учетом (4) примет вид:

$$\sum_{n=0}^{\infty}\left(-1^b\right)^a\left(\tilde{r}\left(n^2-\left(a+b+\frac{1}{2}\right)^2\right)\right)u_n\,. \tag{5}$$

При этом следует учесть, что последующие слагаемые не учитываются, а в расчет берутся только первые слагаемые ряда:

$$\underbrace{----.....--}_{a+b}+++++++++.....$$

$$\underbrace{++++.....++}_{a+b}---------.....$$

Рассмотрим теперь периодический случай:

$$\underbrace{\underbrace{+}_{a}\underbrace{-}_{b}}_{k}+-+-+-+-.....$$

$$\underbrace{\underbrace{++}_{a}\underbrace{--}_{b}}_{k}+-+-+-+-.....$$

$$\underbrace{\underbrace{+++}_{a}\underbrace{---}_{b}}_{k}+-+-+-+-.....$$

$$\underbrace{\underbrace{++++}_{a}\underbrace{----}_{b}}_{k}+-+-+-+-.....$$

.....|

n -й член ряда можно записать в виде

$$\sum_{n=1}^{\infty}\tilde{r}\left(\sin\left(\frac{2\pi n}{k}\right)\right)u_n=\sum_{n=1}^{\infty}\tilde{r}\left(\sin\left(\frac{\pi n}{\left(\frac{a+b}{2}\right)}\right)\right)u_n\,. \tag{6}$$

Или аналогично

$$\underbrace{\underbrace{-}_{b}\underbrace{+}_{a}}_{k}-+-+-+-+.....$$

$$\underbrace{\underbrace{--}_{b}\underbrace{++}_{a}}_{k}--++--++--++.....$$

$$\underbrace{\underbrace{---}_{b}\underbrace{+++}_{a}}_{k}---+++---+++.....$$

$$\underbrace{\underbrace{----}_{b}\underbrace{++++}_{a}}_{k}----++++----++++.....$$

$$.....|$$

Тогда, n -й член ряда получим в следующем виде

$$\sum_{n=1}^{\infty}\tilde{r}\left(\sin\left(\frac{2\pi n}{k}\right)\right)u_n=\sum_{n=1}^{\infty}\tilde{r}\left(\sin\left(\frac{\pi n}{\left(\frac{a+b}{2}\right)}\right)\right)u_n\,. \tag{7}$$

Сделаем сдвиг на $\frac{1}{2}$ от шага в 1, тогда получим:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\tilde{r}\left(\sin\left(\frac{\pi\left(n-\frac{1}{2}\right)}{\left(\frac{a+b}{2}\right)}\right)\right)u_n\,. \tag{8}$$

Разработаем алгоритмы и программу на Delphi Architect для расчета значений полученной функции (8).

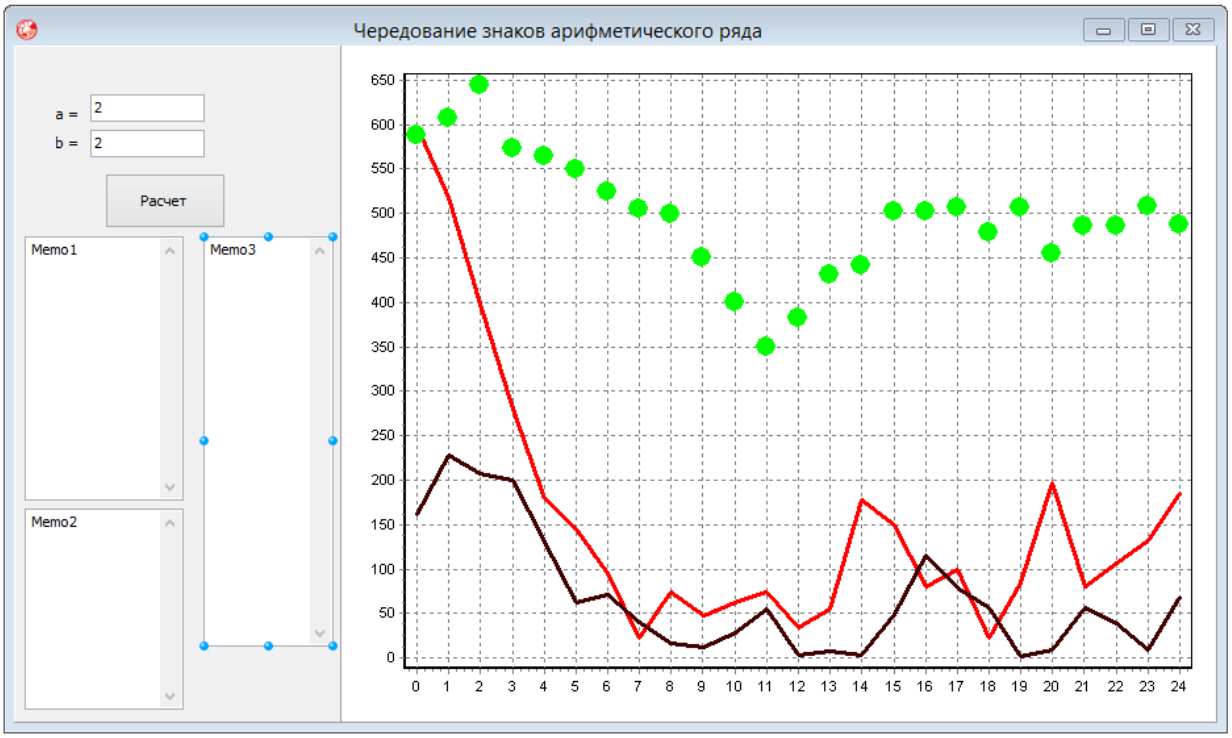


Рисунок 2 – Разработка программы.

```
unit Unit1;

interface

uses
  Winapi.Windows, Winapi.Messages, System.SysUtils, System.Variants, System.Classes,
Vcl.Graphics,
  Vcl.Controls, Vcl.Forms, Vcl.Dialogs, Vcl.StdCtrls, VCLTee.TeEngine,
  VCLTee.Series, VCLTee.TeeProcs, VCLTee.Chart, Vcl.ExtCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Memo1: TMemo;
    Memo2: TMemo;
    Series2: TLineSeries;
    Button1: TButton;
    Memo3: TMemo;
    Series3: TPointSeries;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
```

```
  end;

var
  Form1: TForm1;
a,b,i,j:integer;
n,y:real;
s:string;
implementation

{$R *.dfm}

function r(r0:real):real;
begin
r:=r0/(abs(r0)+0.00000001);
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
series1.Clear;
series2.Clear;
series3.Clear;
memo1.Clear;
memo2.Clear;
memo3.Clear;

a:=strtoint(edit1.Text);
b:=strtoint(edit2.Text);

for I := 1 to 100 do
begin
n:= i/10;
y:=sin(pi*(n-0.5)/((a+b)/2));
series1.AddXY(n,y);
series2.AddXY(n,0);

if i mod 10 = 0 then
begin
s:=floattostr(round(r(y)));
memo1.Lines.Add(s);
memo2.Lines.Add('sin('+floattostr(n)+')= '+floattostr(round(y*100000)/100000));
s:=copy(s,1,1); if s<>'-' then s:='+';
memo3.Lines.Add(s);
series3.AddXY(n,y);

end; end; end;

end.
```

Осуществим расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b$, при $a = 1 \div 10$.

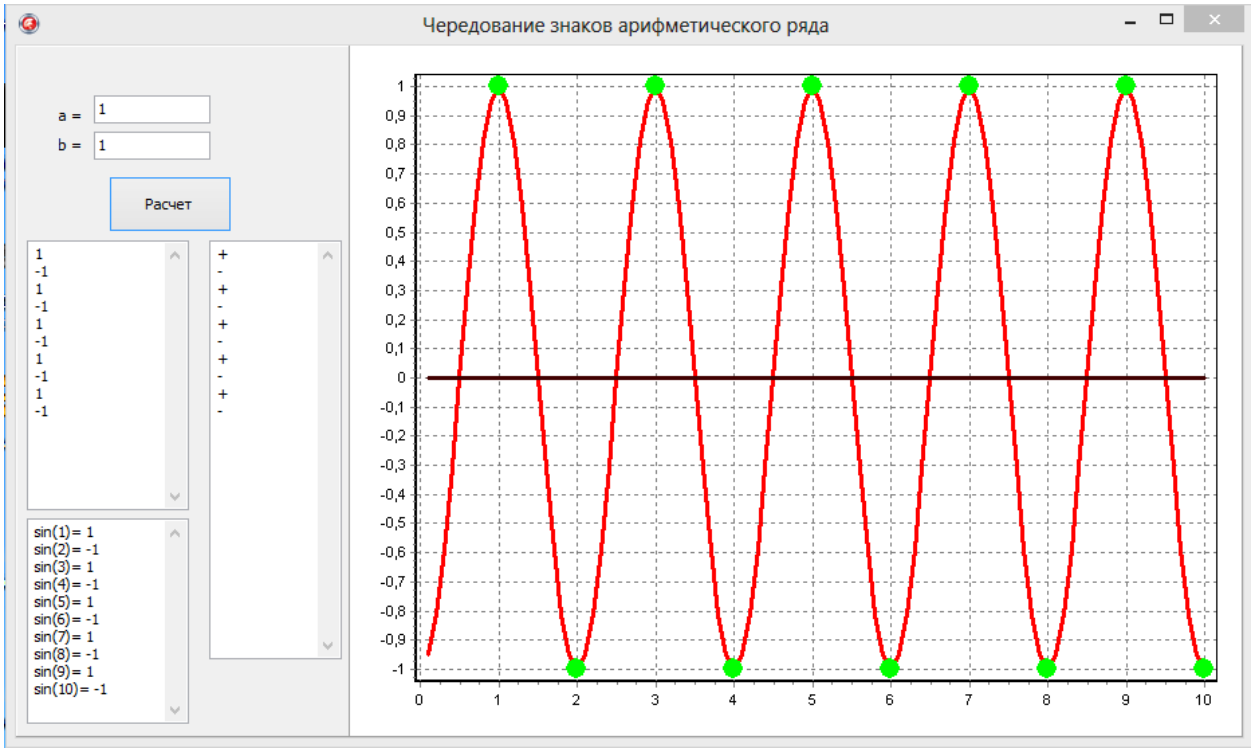


Рисунок 3 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 1$.

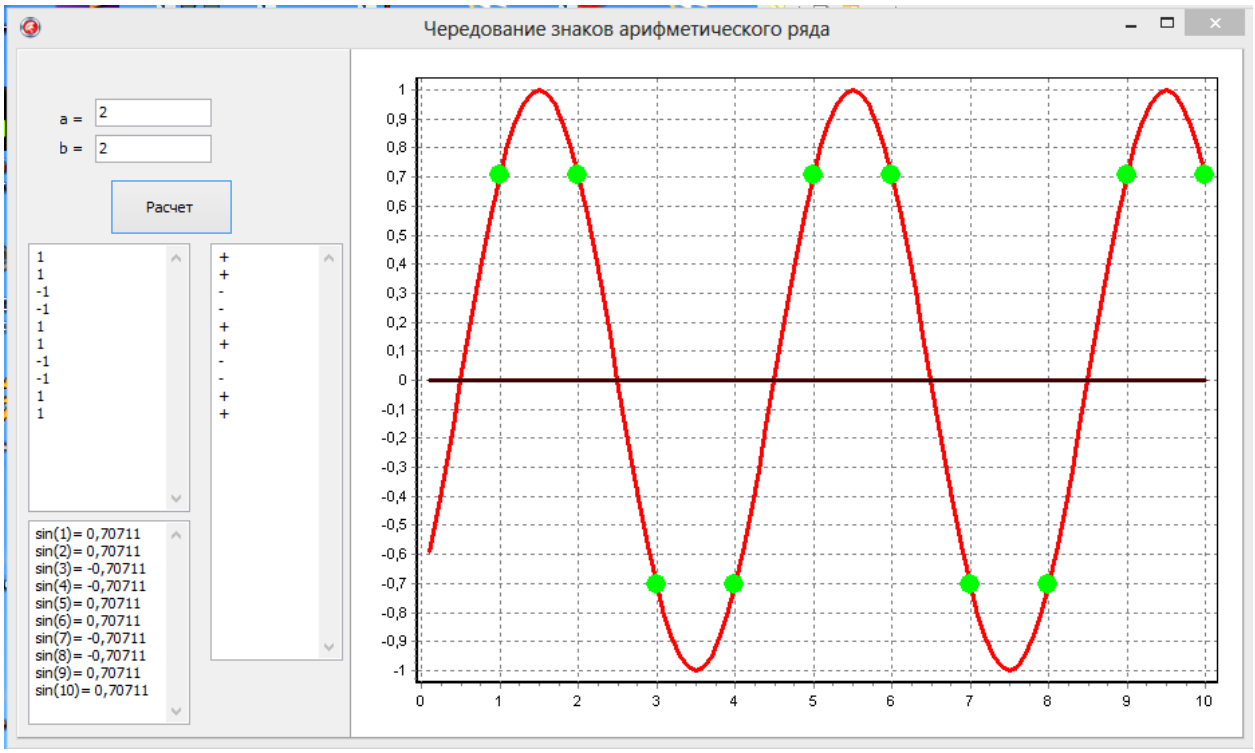


Рисунок 4 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 2$.

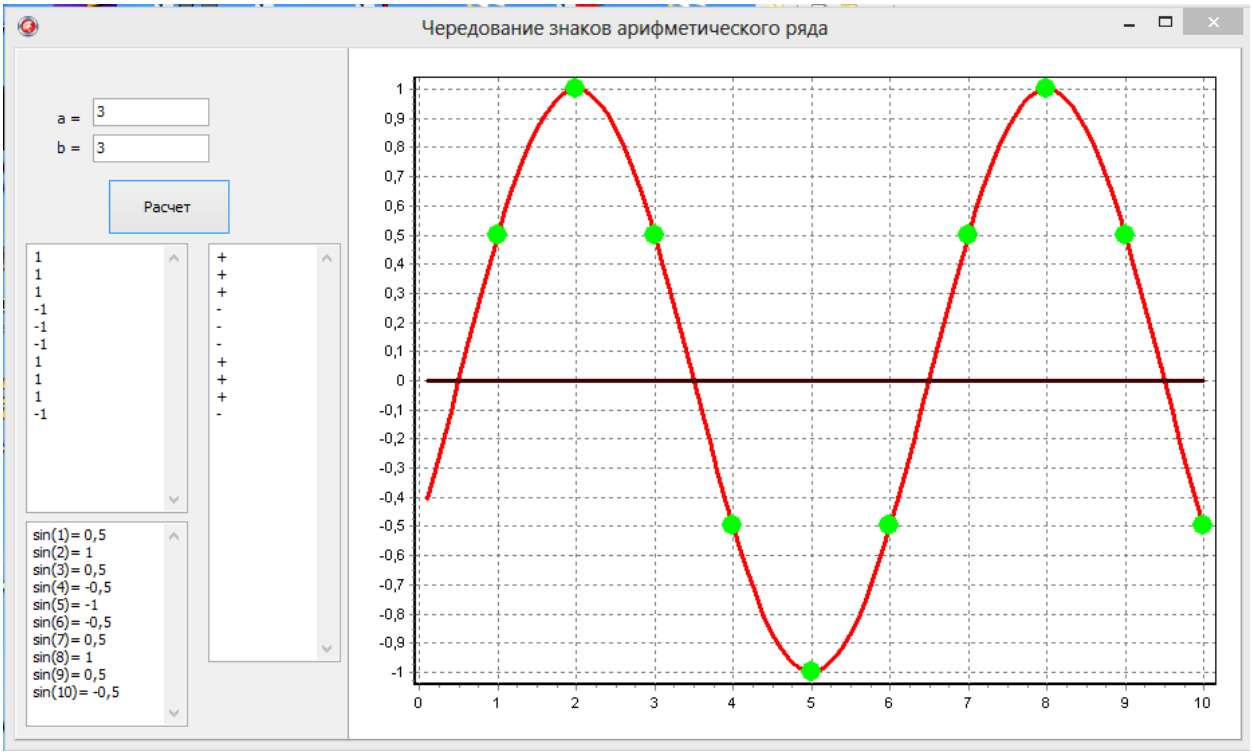


Рисунок 5 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 3$.

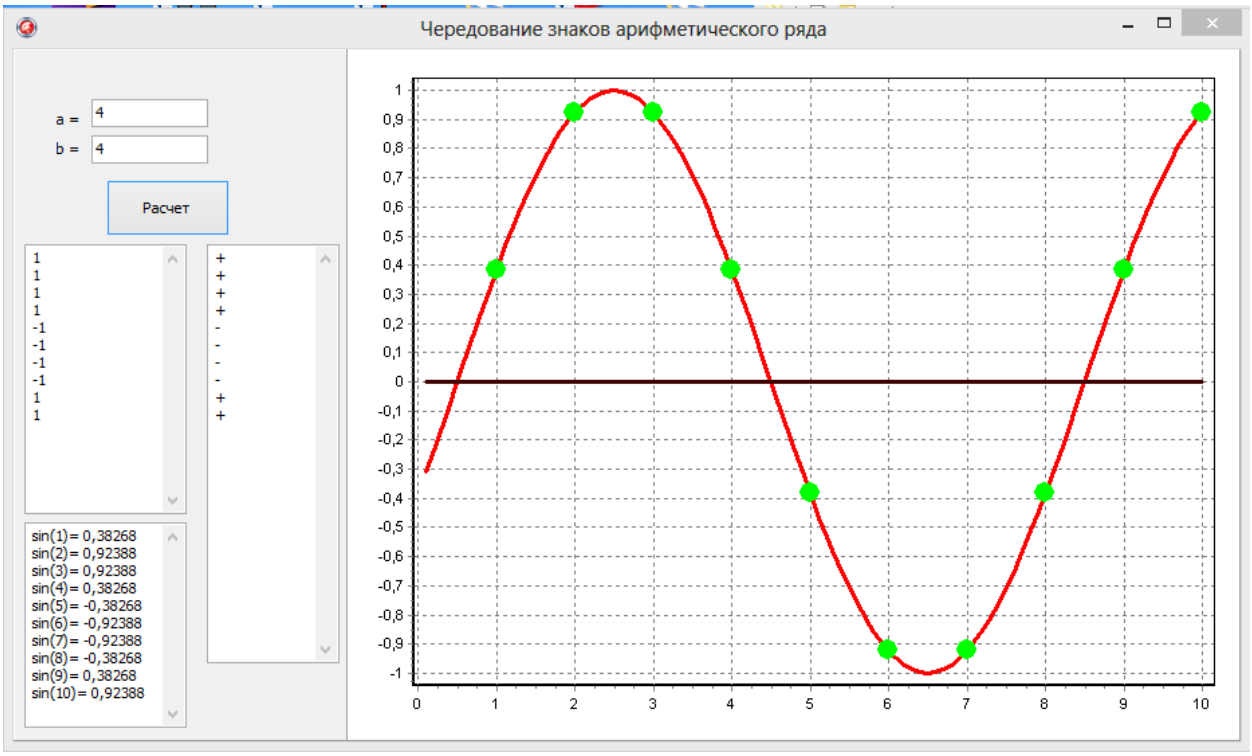


Рисунок 6 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 4$.

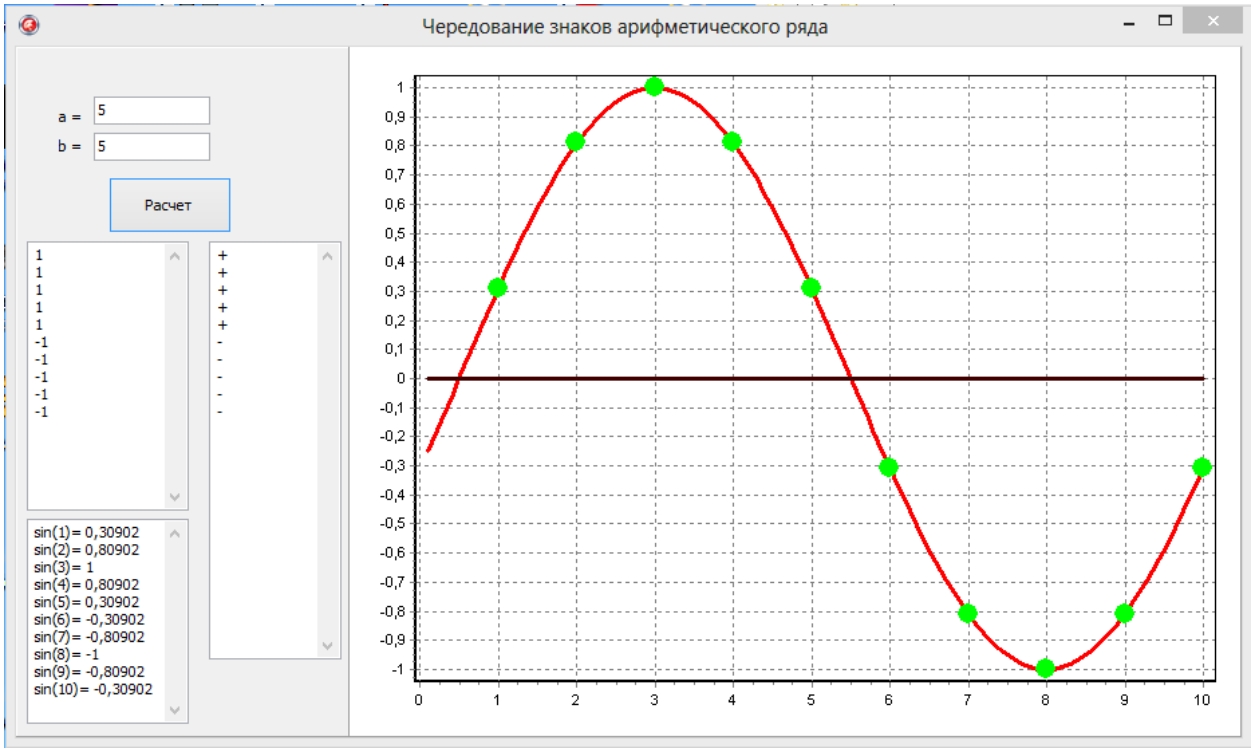


Рисунок 7 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 5$.

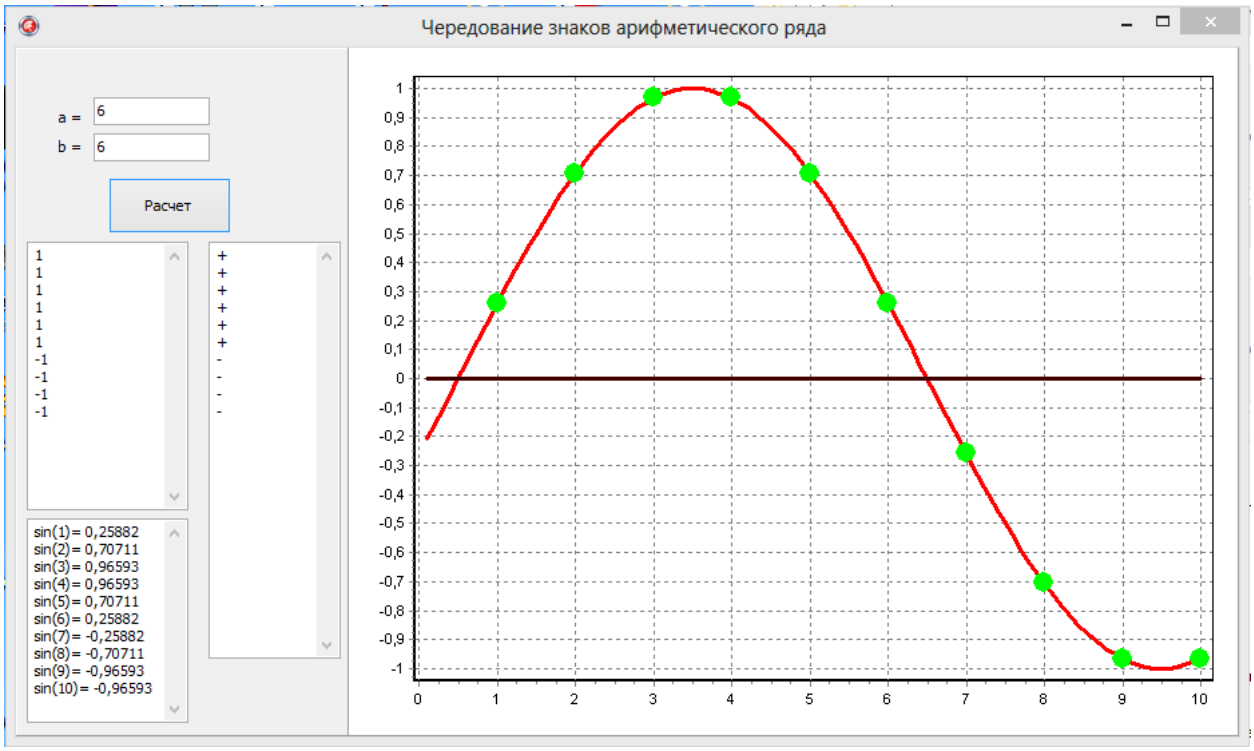


Рисунок 8 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 6$.

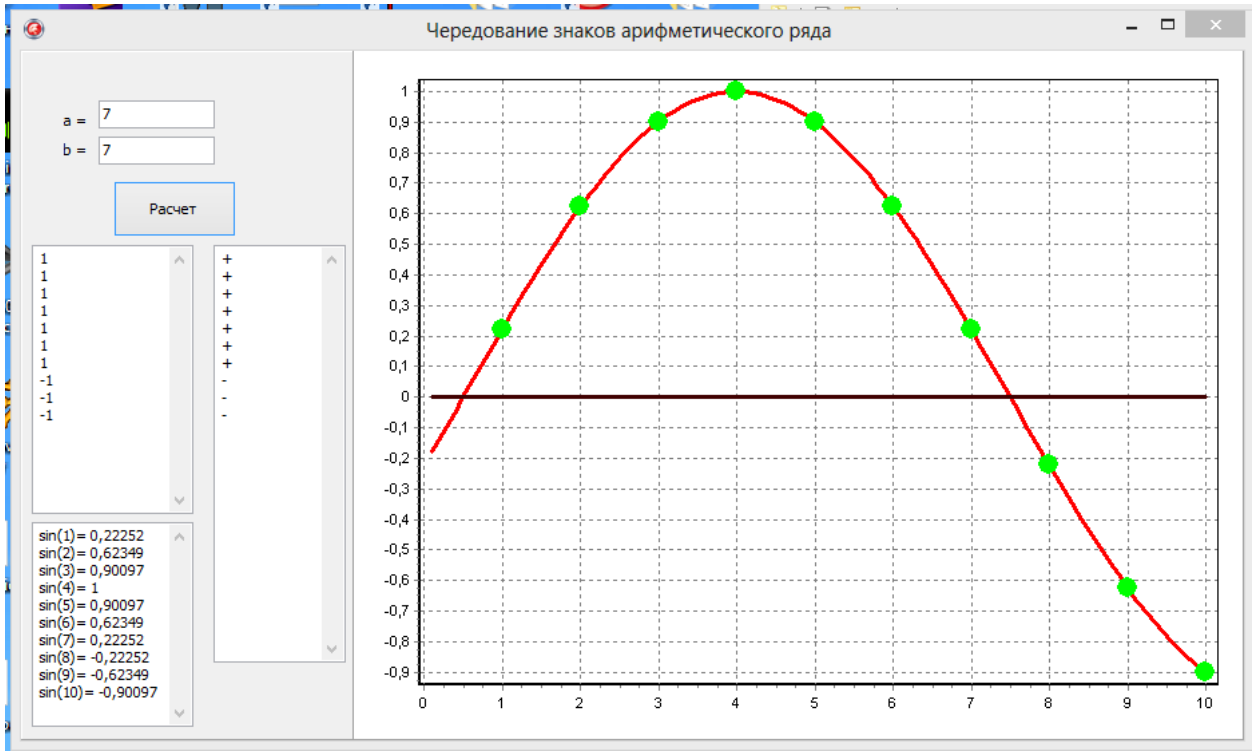


Рисунок 9 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 7$.

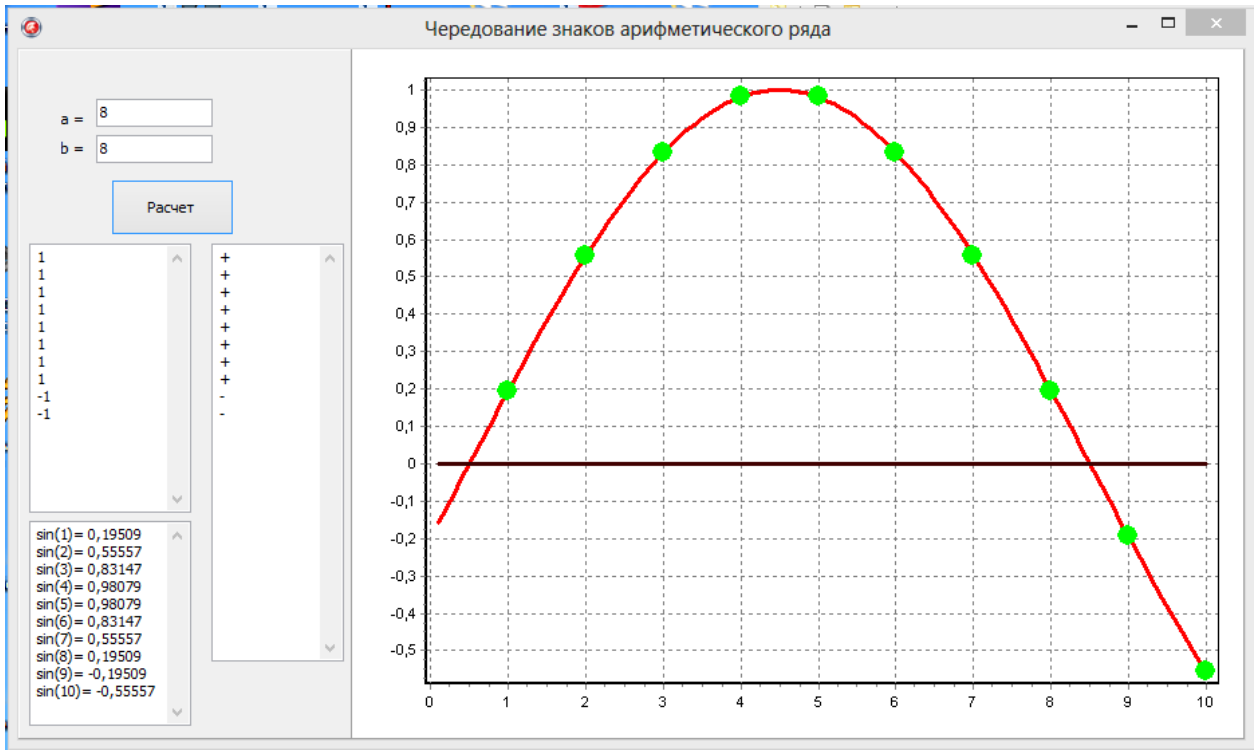


Рисунок 10 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 8$.

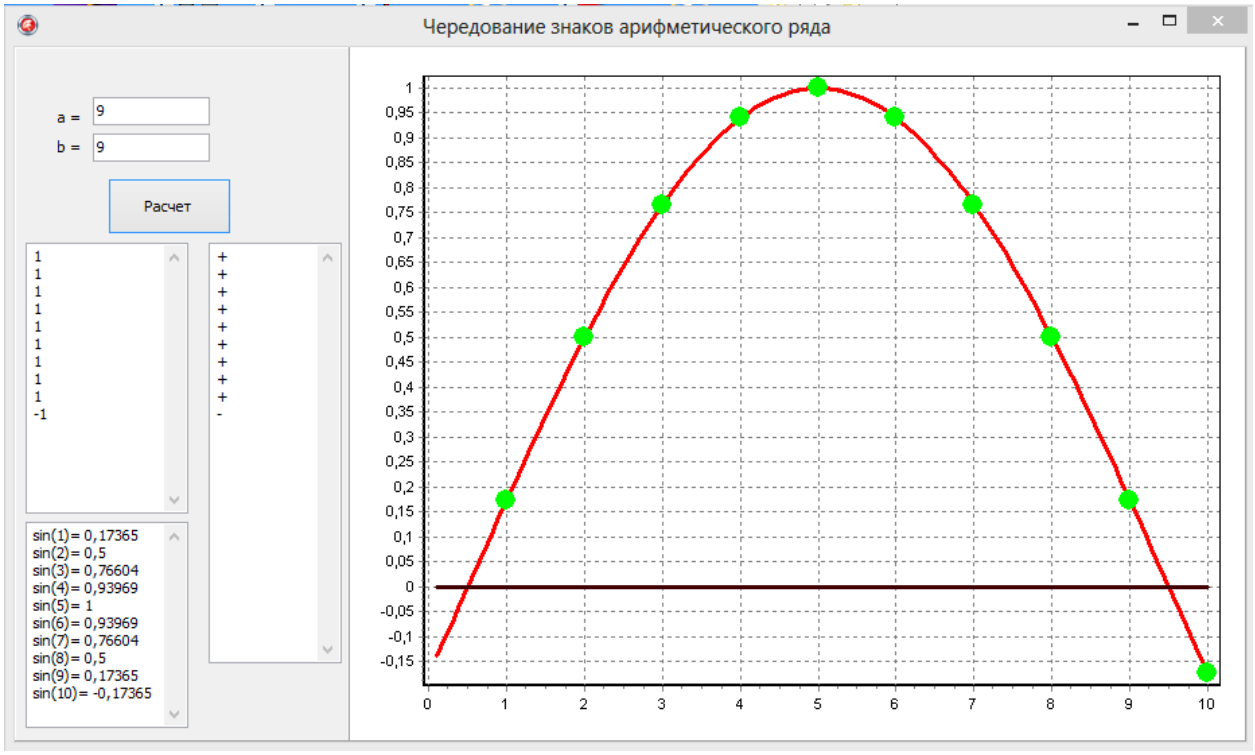


Рисунок 11 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 9$.

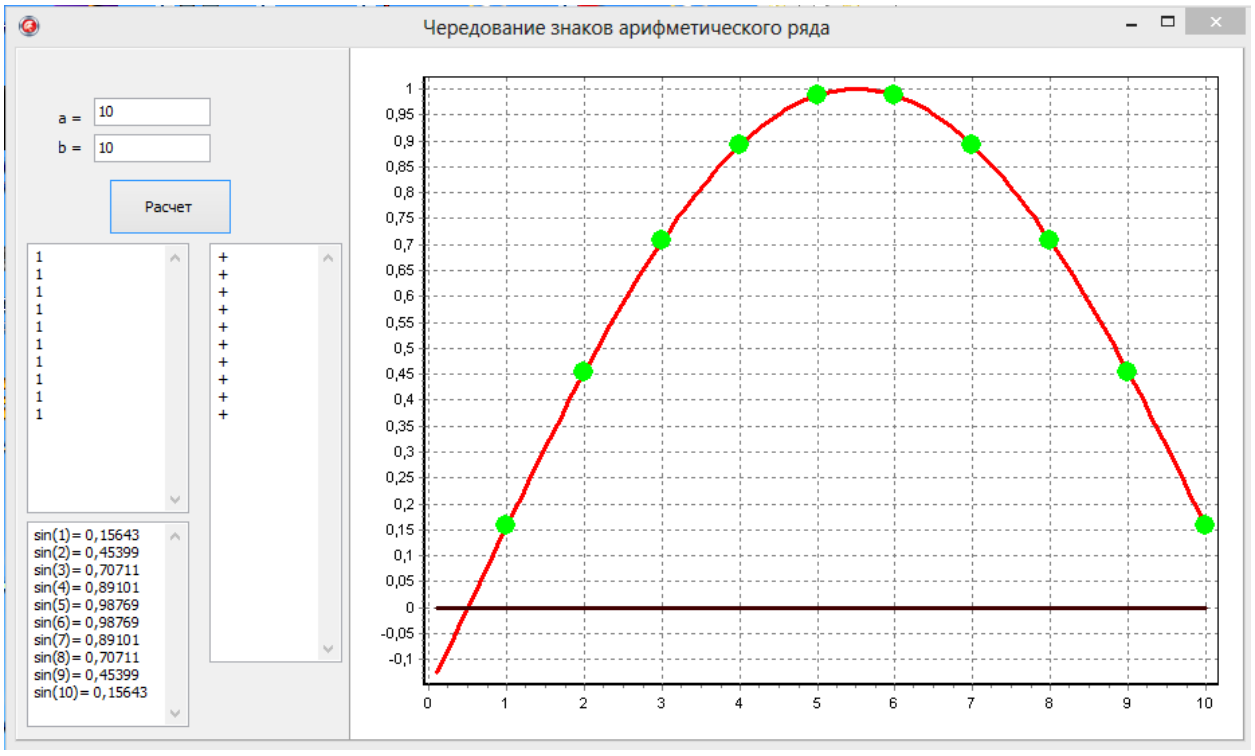


Рисунок 12 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = b = 10$.

Отдельно хочется отметить, что для некоторых значений a и b, когда $a > b$ - полученная формула (8) остается актуальной.

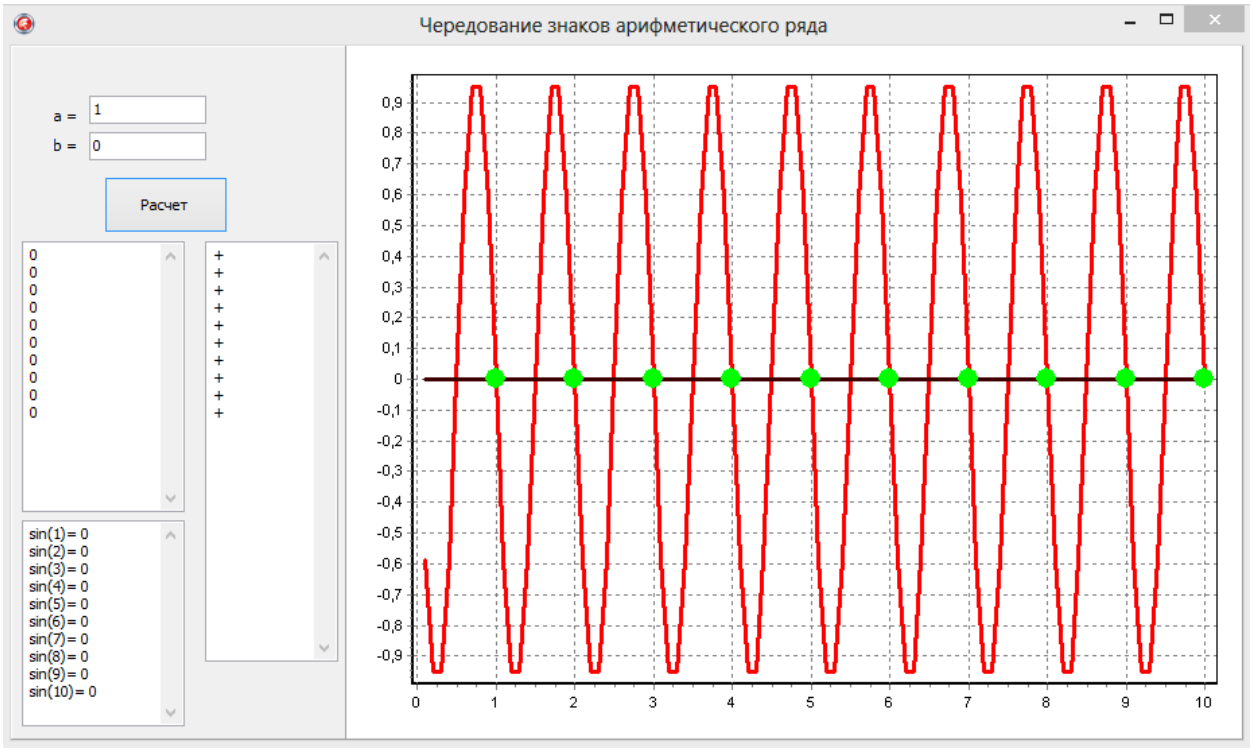


Рисунок 13 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 1,\ b = 0$.

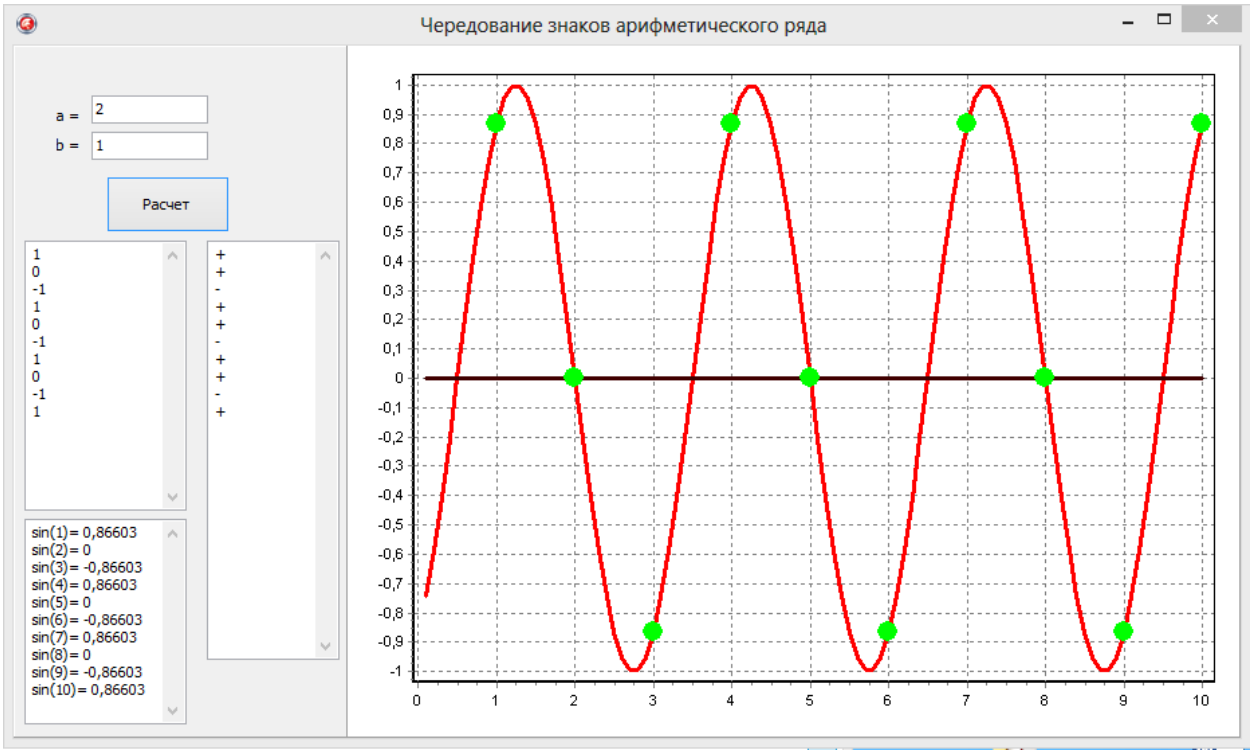


Рисунок 14 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 2,\ b = 1$.

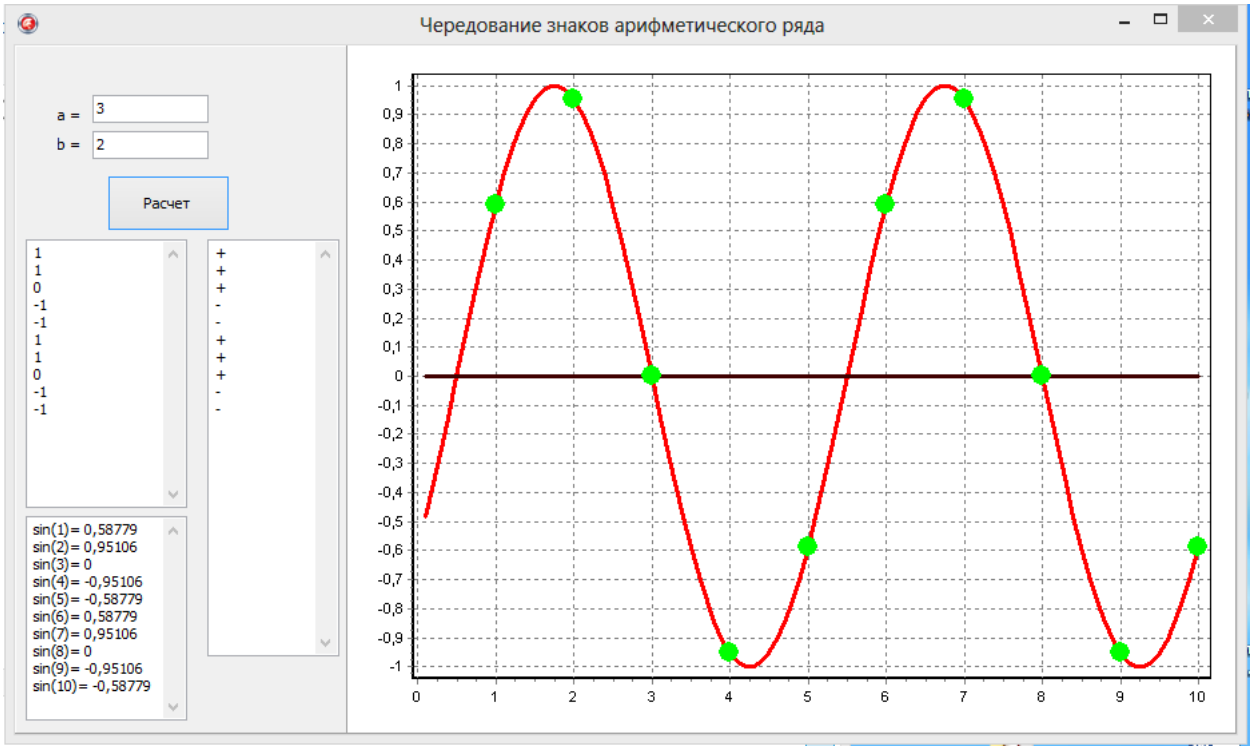


Рисунок 15 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 3,\ b = 2$.

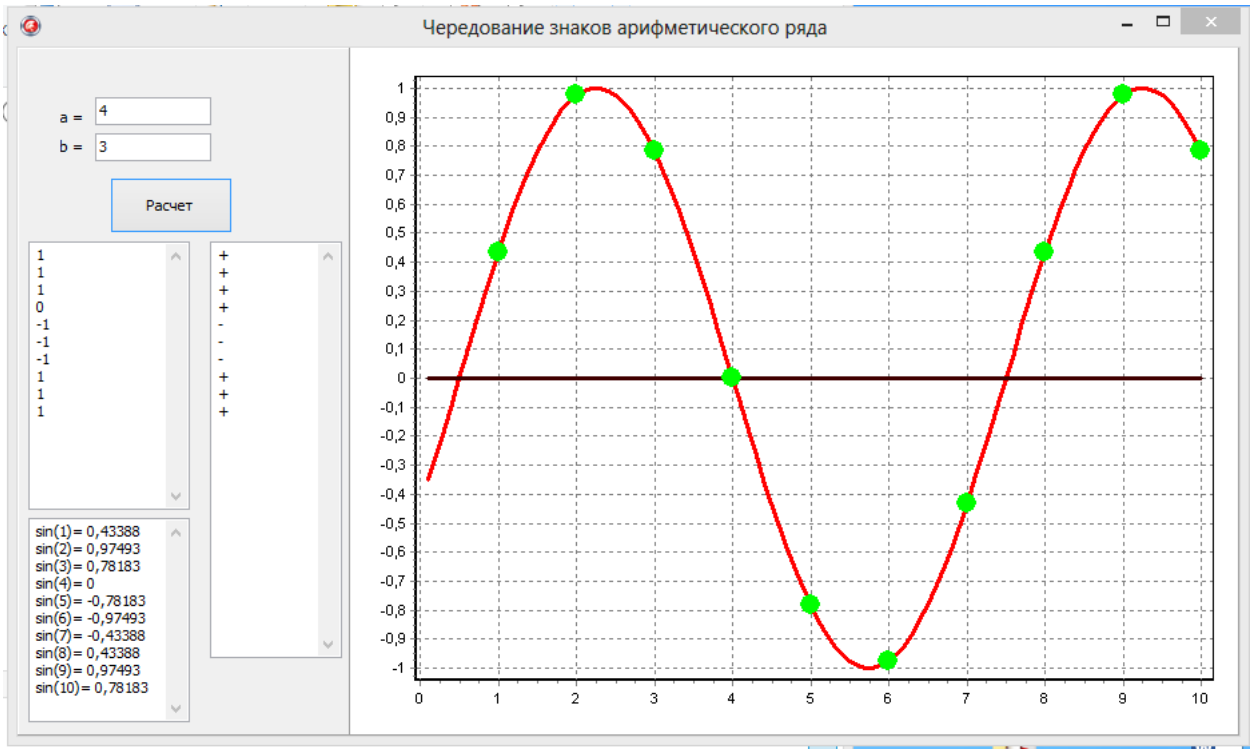


Рисунок 16 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 4,\ b = 3$.

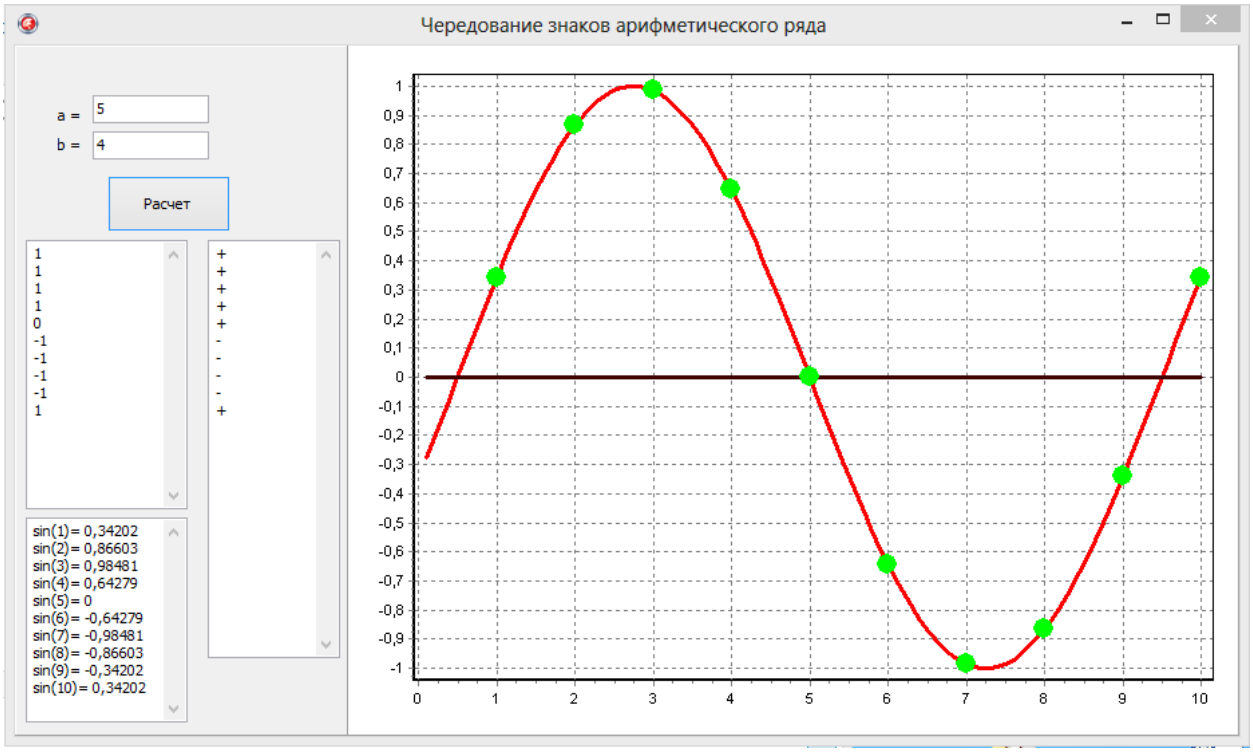


Рисунок 17 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 5,\ b = 4$.

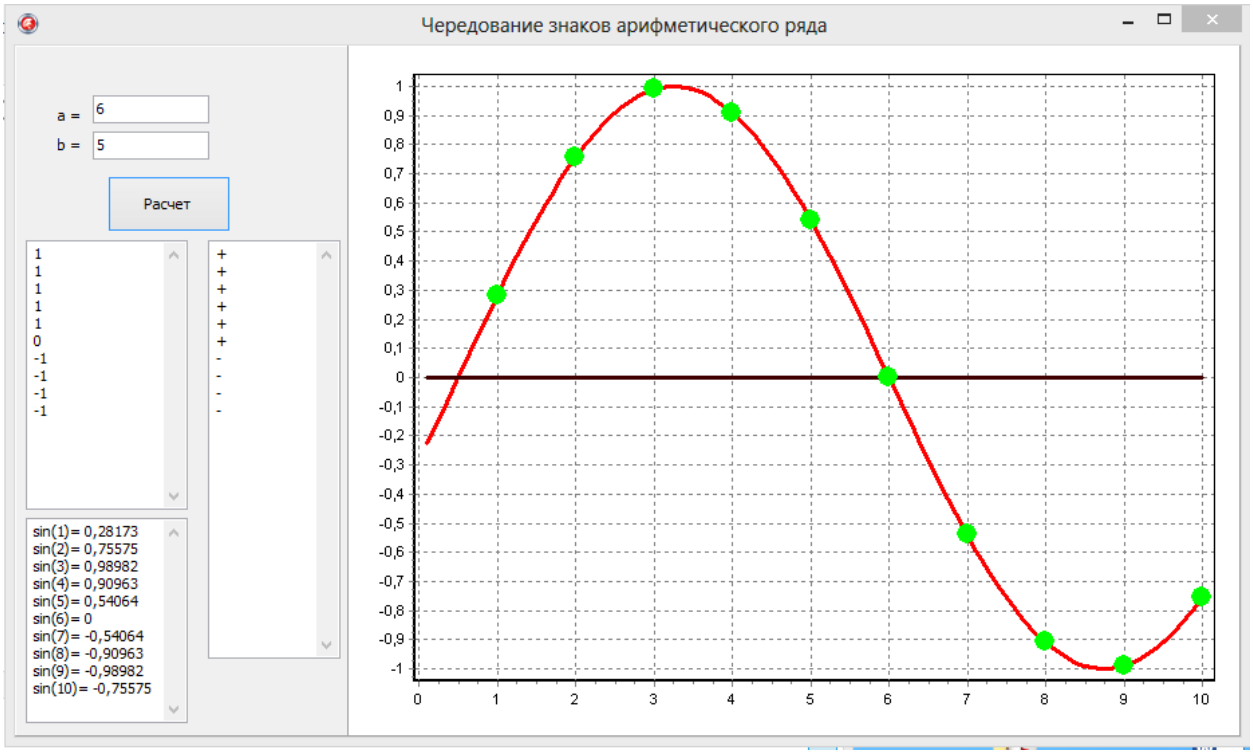


Рисунок 18 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 6,\ b = 5$.

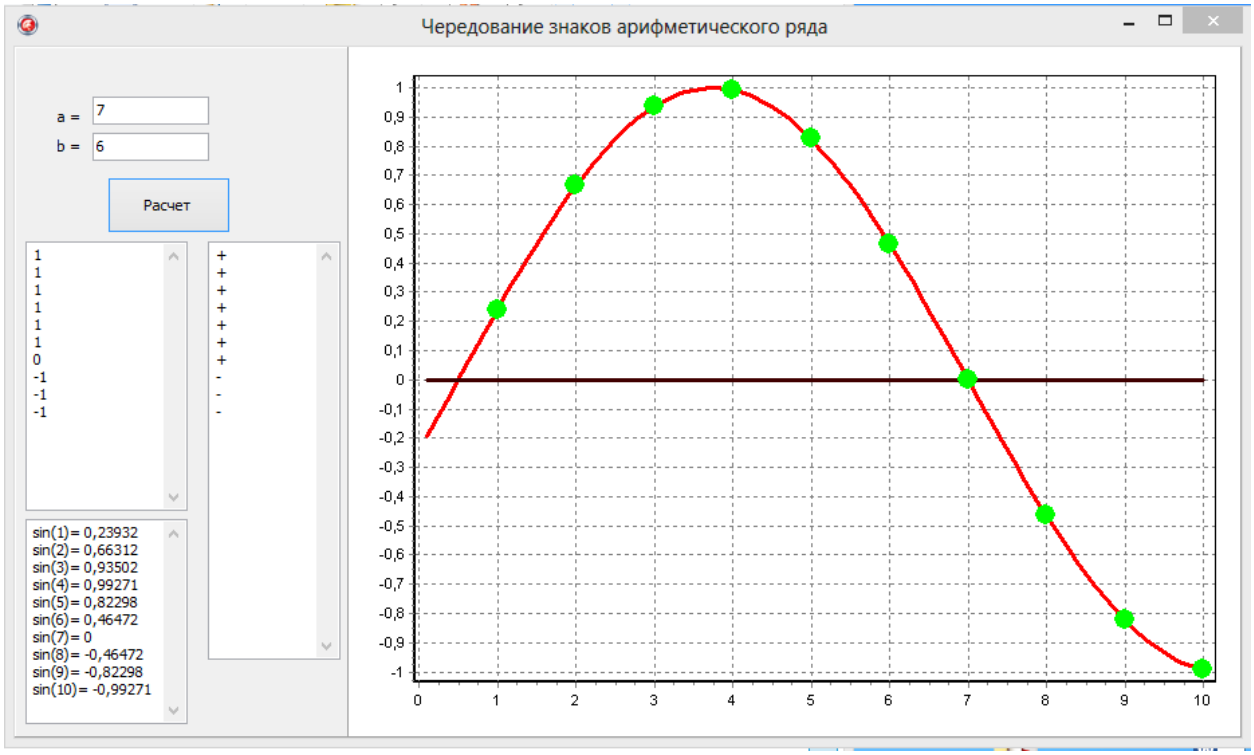


Рисунок 19 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 7,\ b = 6$.

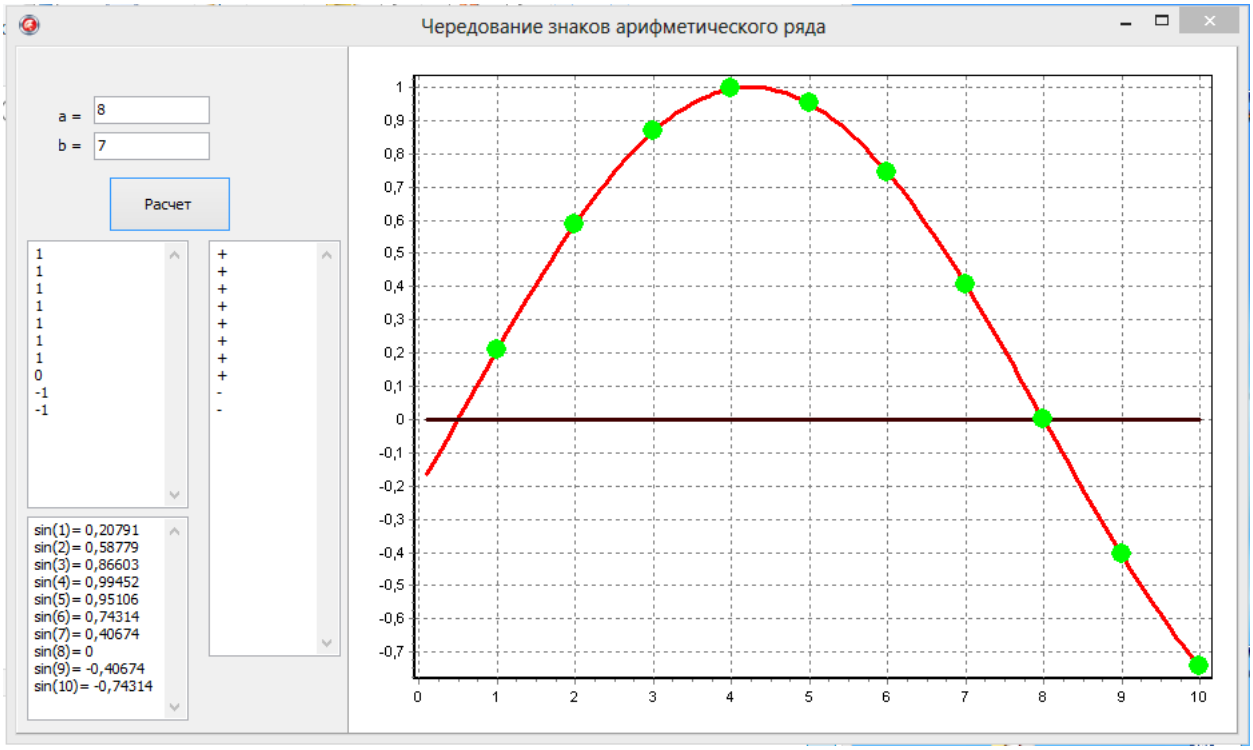


Рисунок 20 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 8,\ b = 7$.

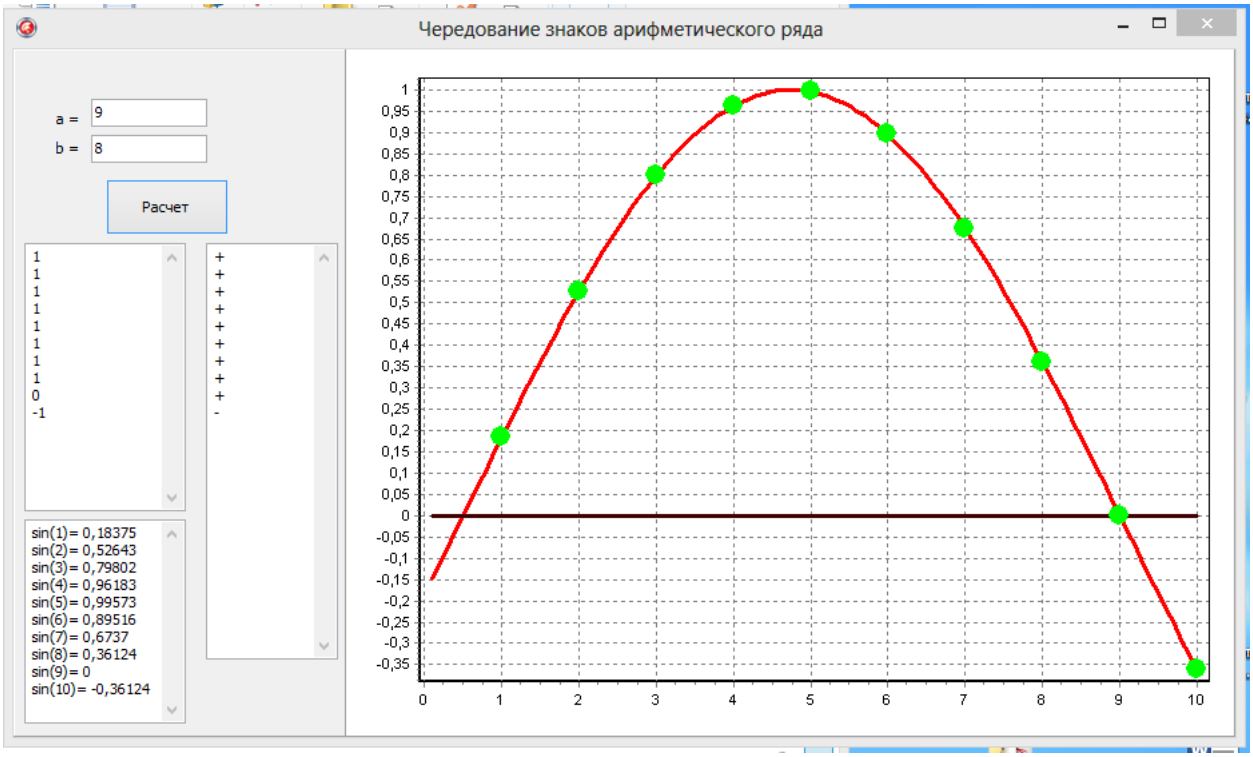


Рисунок 21 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 9,\ b = 8$.

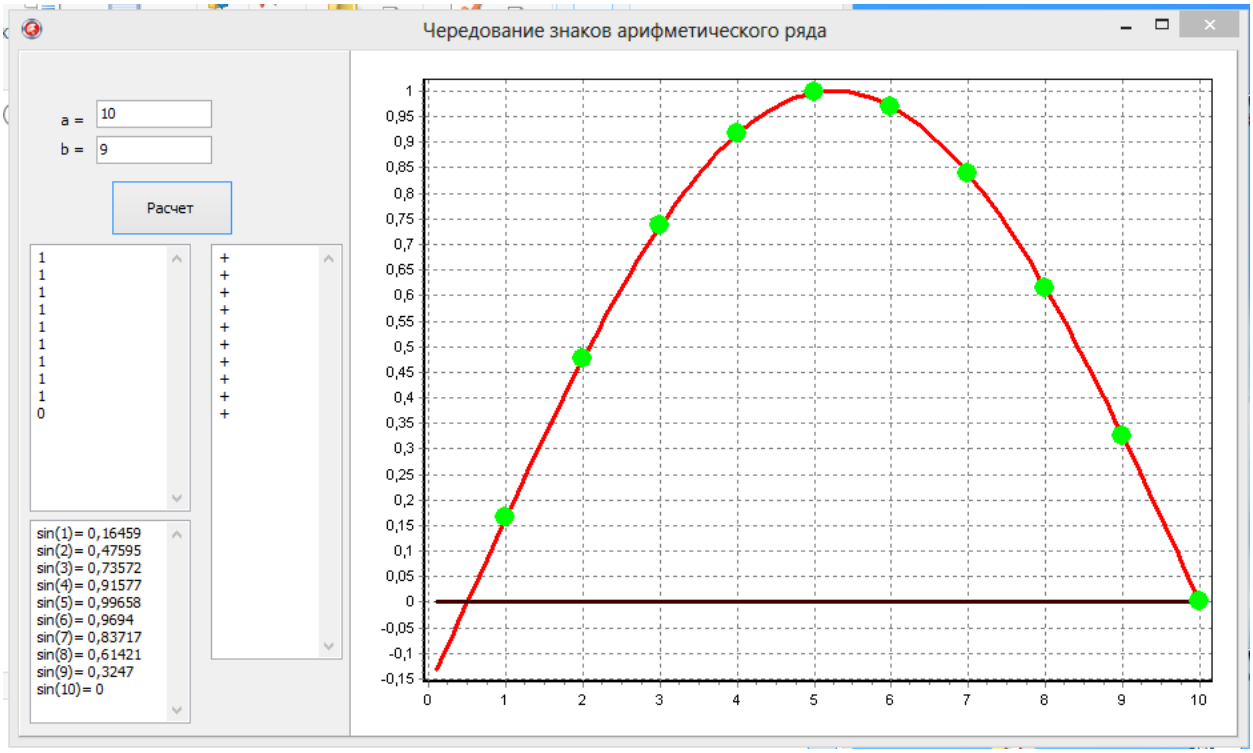


Рисунок 22 – Расчет значений функции $\tilde{r}$, для случая $a = 10,\ b = 9$.

		b									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	1	■									
	2	■	■								
	3		■	■							
	4			■	■						
	5				■	■					
	6					■	■				
	7						■	■			
	8							■	■		
	9								■	■	
	10									■	■

Рисунок 23 – Сводная таблица применимости функции $\tilde{r}$ и формулы

$$\sum_{n=1}^{\infty} \tilde{r}\left(\sin\left(\frac{\pi\left(n-\frac{1}{2}\right)}{\left(\frac{a+b}{2}\right)}\right)\right) u_n ,$$

для вычисления периодических значений знакопеременного ряда.

ВЫВОДЫ

Полученные аналитические формулы, алгоритмы и данные - позволяют приблизиться к решению вопроса о существовании аналитической формулы задания знака знакопеременного ряда с произвольным, но периодическим порядком знаков.

Кроме рассмотренных вариантов, остается открытым вопрос о динамически меняющемся периоде появления знаков.

References

1. Il'in VA, Pozdnyak EG (2005) Osnovy matematicheskogo analiza. Moscow: Fizmatlit. Ch.1 - 2005, 7-e izd., 648; Ch.2 - 2002, 4-e izd., 464.
2. Piskunov NS (1985) Differentsial'noe i integral'noe ischislenie. Izdatel'stvo: Moscow: Nauka, Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1 t – 432, 2 t – 560.
3. Rudin U (1976) Osnovy matematicheskogo analiza. Moscow, Mir., 320.
4. Demidovich BP (1978) Zadachi i uprazhneniya po matematicheskomu analizu. Moscow. Nauka., 480.

5. Devlin Keith (1994) Mathematics, the science of patterns: the search for order in life, mind, and the universe. Scientific American Library.
6. Kline Morris (1983) «Euler and Infinite Series». Mathematics Magazine 56 (5): 307–314. DOI:10.2307/2690371.
7. Fikhtengol'ts GM (2001) Kurs differentsial'nogo i integral'nogo ischisleniya. Moscow: FIZMATLIT, t.1 - 616; t.2 - 810; t.3 - 662.
8. Il'in VA, Pozdnyak EG (1973) Kurs matematicheskogo analiza. Moscow. Nauka, 472.
9. Kudryavtsev LD (2005) Kurs matematicheskogo analiza. Moscow: Fizmatlit, t.1 - 400; t.2 - 424.
10. Zudilin VV (2011) Arifmeticheskie gipergeometricheskie ryady, UMN, tom 66, vypusk 2(398), 163–216. http://dx.doi.org/10.4213/rm9420
11. Davis Harry F (1989) Fourier Series and Orthogonal Functions. Dover.
12. Znakochereduyushchiysya natural'nyy ryad. http://nhpproxy.webcreatif.ch/cgi-bin/cgiproxy/nph-proxy.cgi/111110A/http/ru.wikipedia.org/wiki/1_%E2%88%92_2_+_3_%E2%88%92_4_+_%E2%80%A6

SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.

Olga Viktorovna Ustimenko
PhD student, junior researcher, software engineer, assistant
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia
ustimenko@jinr.ru

DEVELOPMENT PROSPECTS OF DISTRIBUTED STORAGE OF BIG DATA

Abstract: *The report presents an analysis of Big Data storage solutions in different directions. The purpose of this paper is to introduce the technology of Big Data storage, prospects of storage technologies, for example, the software DIRAC. The DIRAC is a software framework for distributed computing.*

The report considers popular storage technologies and lists their limitations. The main problems are the storage of large data, the lack of quality in the processing, scalability, the lack of rapid availability, the lack of implementation of intelligent data retrieval.

The device features, functionality and operation methods for high -energy physics experiments DIRAC software are presented in the main part of the paper. Experimental computing tasks demand a wide range of requirements in terms of CPU usage, data access or memory consumption and unstable profile of resource use for a certain period. The DIRAC Data Management System (DMS), together with the DIRAC Storage Management System (SMS) provides the necessary functionality to execute and control all the activities related with data.

Key words: *distributed storage systems, Big Data, software framework, Pilot Jobs.*

Citation: Ustimenko OV (2014) DEVELOPMENT PROSPECTS OF DISTRIBUTED STORAGE OF BIG DATA. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 23-27. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.3

Introduction

The very notion of Big Data has appeared relatively recently and has not been clearly defined yet. Big Data is huge volume (hundreds of petabytes) of information that can be useful to solve scientific and business problems. Standard classic storage technology, data processing and analysis are not suitable for the use of such information. However, in our work specific information such as text, images, graphics, video and audio readings is actively used [2].

Processing experiment BESIII [9] needs improving management and storage of data within the project DIRAC [10]. Commercial organizations identify the need to develop new systems of customer specific task. Quantity and accessibility are the main aspects of the commercial software. However, data sets exceed the volume significantly in the project. Maintaining the quality in processing, scalability, fast accessibility is needed for experiments. Software should be able to change the information and to implement intelligent search data.

An important aspect is adaptation of the existing services of data access and management, working primarily with local file systems and partly with remote data sets, which use cloud storage and a very large volume of data with distributed computing environments. Grid computing was developed to provide users with uniform access to large-scale distributed resources [5].

Analysis of existing distributed storage systems Big Data

Despite the fact that there is a sufficient variety of distributed storage systems, nowadays the requirements for them are not implemented completely. We face the following challenges [1]:

- ease of deployment, operational changes of data;
- scaling control system;
- simplicity, flexibility and depth of configuration;

- quick access to a huge volume of data sets and geographically distributed resources;
- availability and depth of monitoring;
- reliability of the network infrastructure in a heterogeneous environment [4].

The most promising technologies for storage and data management are all the object cloud data storage (Amazon S3, MS DataMarket, OpenStack Swift, DropBox), specialized storage system adapted for storing scientific data (RasDaMan and SciDB), hybrid storage systems (ActiveStorage), distributed system with streaming treatment (Twitter Storm, Yahoo S7, IBM Streams, Hadoop).

Specificity of problems with such products is that these aspects are not fully analyzed and considered:

- Variety of data formats and their increase.
- Heterogeneity of computing resources in the cloud composition and use of previously established grid computing environments.
- Uniqueness and diversity of application services for science and education (diversification of subject areas).
- Architectural binding application services to the computing infrastructure (infrastructure optimization for the developer).
- User participation in the creation and development of new services and composite applications based on them (self-organization of clouds).
- Virtual professional community (stable feedback).
- Support of interactive services in real time (services of access to the equipment, imaging, etc.).
- The lack of universal and high-level query language that takes into account the specifics of storage (e.g., in the cloud) and data models (primarily multi-dimensional arrays).
- The lack of scalable, distributed, open platform for cloud storage of scientific data.
- The lack of a framework, which provides distributed parallel processing of streams of scientific data.

Thus, each of the above systems has a priority of tasks being processed.

Development of distributed storage systems of Big Data

New trends of development of distributed storage systems include the systems that will solve the problems of creating composite applications, intelligent search support and application of services, dynamic management of service performance, flexible integration with real-time systems.

Formalized knowledge is necessary for the formation of intelligent storage systems for a very large volume of data. The development of intelligent technologies annotates, searches, and application services refer to this notion. Management of composite application performance should be made in the executive environment. It is important to be able to plan the execution, using a general-purpose communication network. With all the features above the system should work in real time (the existence of decision-making centers).

An example of a well-organized distributed storage architecture for a large volume of data is the monitoring system of file transfer service (FTS) developed with the support of the JINR, as well as monitoring system of Tier3-centers of data analysis, the global system of monitoring of data transfer in the infrastructure WLCG [6].

Different grid systems and services are used for organizing data storage. In the Grid environment the following systems are the most commonly used: Castor, dCache, DPM. For system interoperability a Storage Resource Manager (SRM) service has been designed.

dCache system is aimed at storing large amounts of experimental data. In order to access files dCache uses proprietary protocols (DCAP), gridFTP or any other file access protocol.

Xrootd provides a user-friendly and fast access to data of any kind. The data must be organized in a hierarchical file system, such as catalog- based namespaces.

Big Data in the project DIRAC

DIRAC (Distributed Infrastructure with Remote Agent Control) INTERWARE is a software framework for distributed computing providing a complete solution to one (or more) user community requiring access to distributed resources (Figure 1). The DIRAC builds a layer between the users and the resources offering a common interface to a number of heterogeneous providers, integrating them in a seamless manner, providing interoperability, at the same time as an optimized, transparent and reliable usage of the resources [10].

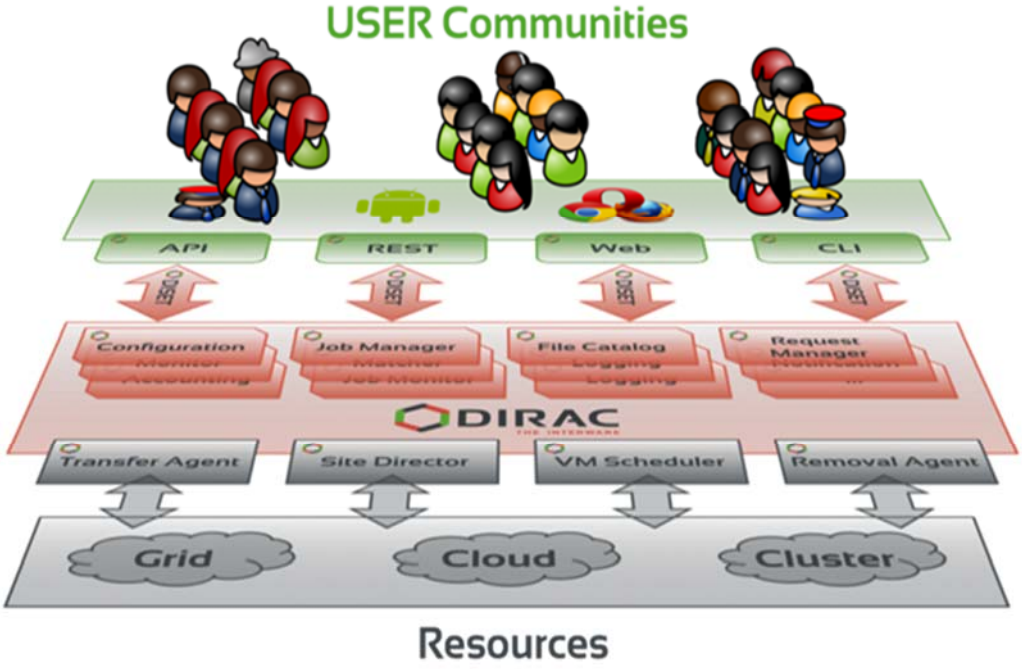


Figure 1 - Virtual structure of the DIRAC.

The Workload Management System (WMS) with Pilot Jobs introduced by the DIRAC project is now widely used in various grid infrastructures. This concept allows one to aggregate computing resources of different source and nature, such as computational grids, clouds or clusters in a single system, transparently for the end users.

The DIRAC implements WMS able to manage simultaneously computing tasks, where not all tasks are of the same nature [8]. They can range from very high priority short payloads to check the current situation at the different computing resources available to the system, to chaotic end-user payloads. And they also include activities like Monte Carlo simulations and real-time detector data processing.

In order to optimize the access to the computing resources, the DIRAC, early in its development phase, chooses a solution with a single central server holding the complete queue of pending payloads, late binding of resources to payloads and the usage of the Pilot Job paradigm. For the implementation of this design choice three key components are necessary: the Pilot Jobs, the TaskQueues, and the TaskQueue Directors.

They are described in detail in the following:

1. Pilot Jobs are nothing more than empty resource reservation containers that are sent to the available computing resources with the final aim of executing the most appropriate pending payload in the central WMS queue.
2. As soon as payloads are introduced into the DIRAC WMS system and after a consistency check and a proper resolution of possible target computing resources in case there are Input Data requirements new tasks are organized into TaskQueues. TaskQueues are nothing more than sorted groups of payloads waiting for execution with identical requirements to the possible Pilot Job requesting a match.
3. TaskQueue Director Agents is the way chosen by the DIRAC to populate the available computing resources, the worker nodes, with Pilot Jobs. This logic is the following: Query the central WMS server to get a list of TaskQueues.

With all these capabilities the DIRAC allows an overall optimization of the resource usage for the complete user community, including a large variety of different payloads and use patterns. The resulting system has shown very nice scalability [7]. In order to submit a job to the DIRAC one needs to describe task requirements. There are several requirements that can be specified, for instance, the name of the executable program, the location of the output of this program, etc. the DIRAC Workload Management System, with the DIRAC system memory management (SMS), provides the necessary functionality for the implementation and monitoring of all activities related to your data.

Conclusion

One of the main methods for solving the problem of Big Data is the use of «cloud» computing by which users are able to remotely access information arrays and the use of distributed computing resources to handle them. There is a possibility to increase productivity through high concurrency and multiplicity of access points in cloud computing systems.

At the same time computer systems for the storage and processing of data sets can be placed in specialized centers, data processing and storage. These centers are used not only for remote storage and backup of large amount of scientific data, but also for remote access to applications that provide analysis of these data.

The cloud paradigm is wide-spread in the IT world, and the DIRAC is ready to provide seamless integration of these resources to its existing grid and cluster users today. High Energy Physics is in the position to take the leading role in the integration, however, the scalability must be the key factor in the process of suitability identification.

References

1. Barseghyan AV, Kupriyanov MS, Stepanenko VV, Cold II (2007) Data analysis technology. DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP/AA, St.Petersburg: BHV-Petersburg, pp.384.
2. Bashmakov AI, Bashmakov IA (2005) Intelligent Information Technologies. Moscow: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, pp.304.
3. Casajus A, Graciani R, Paterson S, Tsaregorodtsev A (2010) DIRAC Pilot Framework and the DIRAC Workload Management System. 17th International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP09). IOP Publishing Ltd. Journal of Physics: Conference Series 219.
4. Demchev AP, Ilyin VA, Kryukov AP, etc. (2008) Problems of open networks in distributed processing systems, very large volumes of data. Institute of Nuclear Physics. DV Skobel'tsyn Moscow State University. MV Lomonosov, RRC "Kurchatov Institute", Moscow.

5. Fifield T, Carmona1 A, Casajs A, Graciani R (2010) Integration of cloud, grid and local cluster resources with DIRAC. The University of Melbourne, Australia.
6. Korenkov VV, Uzhinskiy AV (2009) Monitoring system data service (FTS) project EGEE/WLCG. Numerical Methods and Programming, new computing technologies, Volume 10, pp.96-100.
7. Paterson S, Closier J (2009) Computing in High-Energy Physics and Nuclear Physics.
8. Tsaregorodtsev A, et al. (2003) Computing in High-Energy Physics and Nuclear Physics.
9. (2014) The site of the experiment BESIII. Available: http://bes3.ihep.ac.cn/. Accessed: 2014 Sep 10.
10. (2014) The site of the project DIRAC. [Electronic resource] Available: http://diracgrid.org. Accessed: 2014 Sep 12.

SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.

Denis Sergeevich Solovjev
Assistant of the department «Information systems and information security»
Tambov State Technical University, Russia
solovjevdenis@mail.ru

SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF THICKNESS ELECTROPLATED COVERING DISTRIBUTION OVER THE SURFACE OF DETAILS

Abstract: *The paper presents the problem of visualizing of thickness electroplated covering distribution over the surface of details. The methods of geometric modeling to solve the problem are describes. Visualization of thickness covering distribution for the specific example received in the software developed by the author are demonstrates.*

Keywords: *software, thickness of electroplating covering, 3D model of object.*

Citation: Solovjev DS (2014) SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF THICKNESS ELECTROPLATED COVERING DISTRIBUTION OVER THE SURFACE OF DETAILS. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 28-30. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.4

УДК 621.35

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

Аннотация: *В работе приводится проблема визуализации распределения толщины гальванического покрытия по поверхности детали. Описываются методы геометрического моделирования для решения поставленной проблемы. Приводится визуализация распределения толщины покрытия для конкретного примера посредством разработанного автором программного обеспечения.*

Ключевые слова: *программное обеспечение, толщина гальванического покрытия, 3D модель объекта.*

В работах [1, с. 71; 2, с. 128] описывается принцип перенесения растровой развертки цифрового изображения из области телевизионного вещания в технологию гальванической обработки изделий, сущность которого состоит в том, что для управления гальваническим осаждением металла используется развертка, а градация напряжения на анодных секциях осуществляется при движении по строкам в соответствующие промежутки времени. Для предлагаемого процесса разработана система управления, позволяющая отыскивать оптимальный режим функционирования анодных секций [3, с. 15]. Одним из результатов численного решения задачи оптимального управления таким гальваническим процессом является распределение толщины покрытия по поверхности детали, для визуализации которого автором разработано соответствующее программное обеспечение [4]. Входными данными программного обеспечения для визуализации распределения толщины покрытия будет следующий набор координат:

$$\{x_1, y_1, z_1, \delta_1\},..,\{x_k, y_k, z_k, \delta_k\},..,\{x_K, y_K, z_K, \delta_K\}, \quad (1)$$

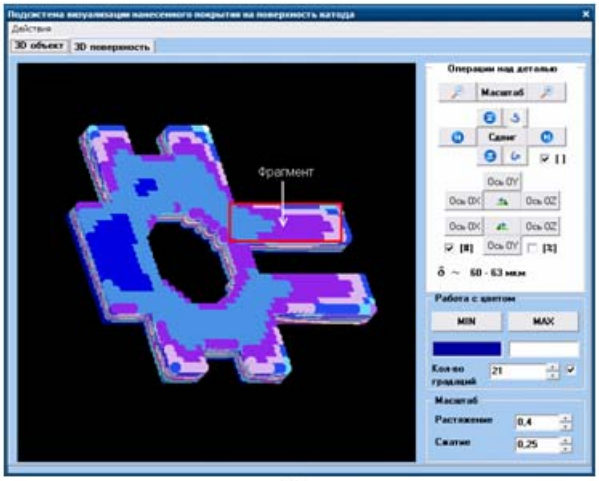
где K – число узловых точек, принадлежащих поверхности детали; x_k,y_k,z_k,δ_k – пространственные координаты k-ой узловой точки и толщина покрытия в ней.

Точка с k-м индексом объекта, описывающего деталь, имеет 3 пространственных и 1 количественную характеристики. Для визуализации толщины покрытия в k-ой точке используются цветовые градации. Традиционно для моделирования трехмерных объектов используются треугольники, в нашем случае, с цветами вершин, полученными в результате

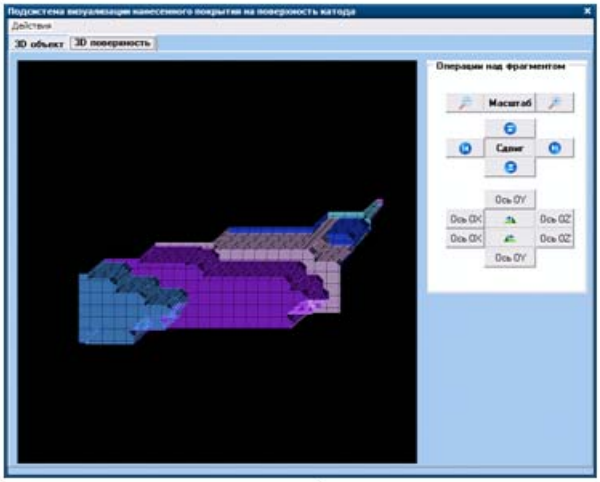
цветовой обработки массива исходных данных. При этом все необходимые для построения проекции и установления нужного ракурса преобразования координат описываются матрицами размером 4x4 и представляются в виде суперпозиции некоторых основных преобразований: переноса точки в пространстве на фиксированный вектор, поворота вокруг указанной оси на заданный угол, масштабирования вдоль какой-либо оси, сдвига, перспективы и проецирования [5]. Для построения правильного изображения трехмерных объектов необходимо уметь определять, какие части объекта будут видны при заданном положении, а какие будут закрыты другими гранями объекта. В качестве возможного решения поставленной задачи предлагается использование алгоритма Z-буфера. Возможно, дополнительно понадобится визуализация рельефа распределения толщины покрытия на заданном фрагменте объекта. Для реализации рельефа фрагмента предлагается воспользоваться поверхностью Безье, использующейся при кусочном моделировании для задания и изменения формы куска, представляющего собой пространственную решетку из сплайнов контрольных точек [6].

Рассмотрим пример. Пусть найдено решение задачи оптимального управления нанесением никелевого покрытия на деталь (гайка для автоматических ворот), изображенную на рис. 1а. Тогда на рис. 1б цветом продемонстрировано распределение толщины покрытия по поверхности детали-катода, полученное в результате численного расчета. Программа позволяет задавать различные граничные цвета, указывать количество их градаций, а также осуществлять все основные трехмерные преобразования. Программное обеспечение также способно осуществлять визуализацию рельефа распределения толщины покрытия на интересующем проектировщика фрагменте поверхности объекта (рис. 1в).

а)



б)



в)

Рисунок 1 - Деталь (а) и визуализированное расчетное распределение толщины покрытия по его поверхности (б) и фрагменту (в).

Разработанное программное обеспечение обладает универсальностью и может использоваться не только в качестве подсистемы визуализации в автоматизированной системе управления гальваническими процессами с циклически включаемыми анодными секциями, но и в системах управления гальваническими процессами в ваннах со многими анодами [7, с. 522], токонепроводящим перфорированным экраном [8, с. 35], биполярными электродами [9, с. 328], источниками реверсивного [10, с. 407], импульсного [11, с. 1077] и асимметричного переменного тока [12, с. 31] и других, где является необходимым наглядная демонстрация распределения толщины покрытий на деталях, полученных в результате численных расчетов или экспериментальных измерений.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, гос.контракт №10741р/16955 от 01.08.2012г. на тему: «Разработка программного комплекса для системы управления гальванической ванной с циклическим включением анодных секций».

References:

1. Solovjev DS, Litovka JuV, Milovanov IV (2011) Optimizacija rezhimov raboty gal'vanicheskoj vanny s ciklicheskim vkljucheniem anodnyh sekcij. Radiotehnika, No. 5, pp. 71 – 77.
2. Solovjev DS, Litovka JuV (2012) Proverka adekvatnosti matematicheskoj modeli raspredelenija gal'vanicheskogo pokrytija na detali v mnogoanodnoj vanne. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta, vol. 18, No. 1, pp. 128 – 135.
3. Solovjev DS, Litovka JuV (2012) Avtomatizirovannaja sistema upravlenija gal'vanicheskimi processami v mnogoanodnoj jelektrohimicheskoj vanne. Promyshlennye ASU i kontrollery, No. 7, pp. 15 – 22.
4. Solovjev DS (2012) Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja ECM v FIPS №2012615096 «Programma vizualizacii raspredelenija gal'vanicheskogo pokrytija po poverhnosti detali». Zaregistrirovano v reestre programm dlja ECM 07.06.2012.
5. Rejnbou V (2003) Komp'juternaja grafika. Jenciklopedija. SPb: Izdatel'skij dom «Piter», pp.768.
6. Golovanov NN (2002) Geometricheskoe modelirovanie. Moscow: Izdatel'stvo «Fizmatlit», pp. 472.
7. Helle HPE, Beek GHM, Ligtelijn JTh (1981) Numerical determination of potential distribution and current densities in multi-electrode systems. Corrosion, vol. 37(9), pp. 522 – 530.
8. Protalinskij OM, Litovka JuV, Pashkevich AA (2009) Sistema optimal'nogo upravlenija gal'vanicheskoj vannoj s tokoneprovodjashhim jekranom. Datchiki i sistemy, No. 5, pp. 35 – 36.
9. Litovka JuV, Miheev VV (2006) Chislennyj raschjot jelektricheskogo polja v gal'vanicheskoj vanne s bipoljarnymi jelektrodami. Teoreticheskie osnovy himicheskoj tehnologii, vol. 40, No.3, pp. 328 – 334.
10. Ismail MI (1979) Periodic reverse current electroplating and surface finishing. Journal of Applied Electrochemistry, May 1979, vol. 9, pp. 407 – 410.
11. Zemanová M, Krivosudská M, Chovancová M, Jorík V (2011) Pulse current electrodeposition and corrosion properties of Ni–W alloy coatings. Journal of Applied Electrochemistry, September 2011, vol. 41, pp. 1077 – 1085.
12. Dini JW, Johnson HR (1980) The properties of gold deposits produced by DC, pulse and asymmetric AC plating. Gold Bulletin, March 1980, vol. 13, pp. 31 – 34.

SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.

Anton Yurievich Potlov
Assistant of the department «Biomedical Engineering»
Tambov State Technical University, Russia
zerner@yandex.ru

DETECTION OF OPTICAL INHOMOGENEITIES OF BIOLOGICAL TISSUE USING TPSF CONFORMAL MAPPING

Abstract: *A new method of direct (without inverse problem solution using methods of diffuse optical tomography) optical inhomogeneity, such as cysts, hematomas, tumors etc. detection in biological tissue. The basis of the method is preprocessing of the surface obtained from a collection of time-resolved data (TPSF) in the Cartesian frame with consecutive conformal mapping to two cylindrical surfaces.*

Key words**:** *diffuse optical tomography, late arriving photons, highly scattering media, conformal mapping.*

Citation: Potlov AY (2014) DETECTION OF OPTICAL INHOMOGENEITIES OF BIOLOGICAL TISSUE USING TPSF CONFORMAL MAPPING. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 31-33. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.5

УДК 535.361

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНФОРМНО-ОТОБРАЖЕННЫХ ВФРТ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Аннотация: *Описан способ непосредственной (без решения обратной задачи методами диффузионной оптической томографии) регистрации оптических неоднородностей, таких как кисты, гематомы, опухоли и т.п. в биологической ткани. В основе предложенного способа лежит обработка трехмерной поверхности, полученной из совокупности разрешённых по времени данных (ВФРТ), в декартовой системе координат с последующим её конформным отображением в две поверхности в цилиндрической системе координат.*

Ключевые слова: *диффузионная оптическая томография, поздно пришедшие фотоны, сильно рассеивающие среды, конформное отображение.*

Оптическое излучение, прошедшее через биологическую ткань содержит полезную информацию о форме, размерах, местоположении и оптических свойствах структурных компонентов ткани, т.е. о её оптическом строении [1-4]. Однако, для того чтобы получить томографические изображения (интерпретация этой полезной информации), необходимо решить обратную задачу распространения излучения применительно к конкретному исследуемому биологическому объекту [2-6]. Но из-за высокой концентрации рассеивающих частиц, отличающихся при этом формой, размерами, местоположением и т.п. процесс восстановления изображения в диффузионной оптической томографии (ДОТ) продолжителен по времени даже при использовании больших объемов оперативной памяти и скорости вычислений компьютерных систем, что является одной из ключевых проблем ДОТ [7]. В связи с этим активно разрабатываются [3, 6-10] упрощенные методы экспресс регистрации неоднородностей в биологических тканях. Эти методы, как правило, основаны либо на замене решения обратной задачи анализом формы ВФРТ, либо на серьёзных допущениях при решении обратной задачи.

Целью данной работы является повышение точности метода [7] регистрации неоднородностей в сильно рассеивающих средах без решения обратной задачи.

Непосредственное детектирование оптических неоднородностей, таких как кисты, гематомы, опухоли и т.п. можно осуществить с помощью визуализации конформно-отображённых временных функций рассеяния точки (ВФРТ) [7], заключающейся в предварительной обработке $R(\alpha,t)$ и последующем её представлении в виде трехмерных поверхностей в цилиндрической системе координат. Для этого у всех ВФРТ оставляются только части, соответствующие поздно пришедшим фотонам (ППФ) [7]:

$$R_p(\alpha,t_3)=R(\alpha,t)\setminus R(\alpha,t_2),$$

где $t_2=n,2n,\ldots,T_{isot}$ и $t_3=T_{isot},T_{isot}+n,\ldots,T$. T_{isot} – минимальное время, прошедшее с момента падения импульса на объект до момента достижения центра диффузии. Затем производится нормировка $R_p(\alpha,t_3)$ относительно $R_p(\frac{360^\circ}{N},t_3)$:

$$R_n(\alpha,t_3)=\frac{R_p(\alpha,t_3)}{R_p(\frac{360^\circ}{N},t_3)},$$

при этом для снижения негативного воздействия фоновых шумов, и как следствия из этого повышения точности регистрации неоднородностей, каждая ВРФТ аппроксимируется прямой линией. Поскольку фоновые шумы, возникающие при получении сигнала в ДОТ, не подчиняются закону нормального распределения для аппроксимации целесообразно использовать биквадратный метод или метод наименьших модулей.

На основе $R_n(\alpha,t_3)$ создаётся эталонная функция [7]:

$$R_{st}(\alpha,t_3)=R_n(\frac{360^\circ}{N},t_3).$$

Функция $R_n(\alpha,t_3)$ видоизменяется с учетом дополнительного коэффициента отображения, K, следующим образом:

$$R_k(\alpha,t_3)=\begin{cases}1, R_n(\alpha,t_3)=1\\ 1+(R_n(\alpha,t_3)-1)\cdot K, R_n(\alpha,t_3)\neq 1\end{cases}.$$

При этом K задаётся пользователем и может быть любым действительным числом, кроме нуля [7].

Функция $R_{st}(\alpha,t_3)$, а также в однородном случае функция $R_k(\alpha,t_3)$ равны единице при любых α, t_3 и K из области допустимых значений [7]. Для их визуализации в виде трехмерных поверхностей в цилиндрической системе координат производится преобразование координат:

$$\begin{cases}q=\sqrt{\alpha^2+t_3^2}\\ \psi=arctg\left(\frac{\alpha}{t_3}\right)\end{cases}$$

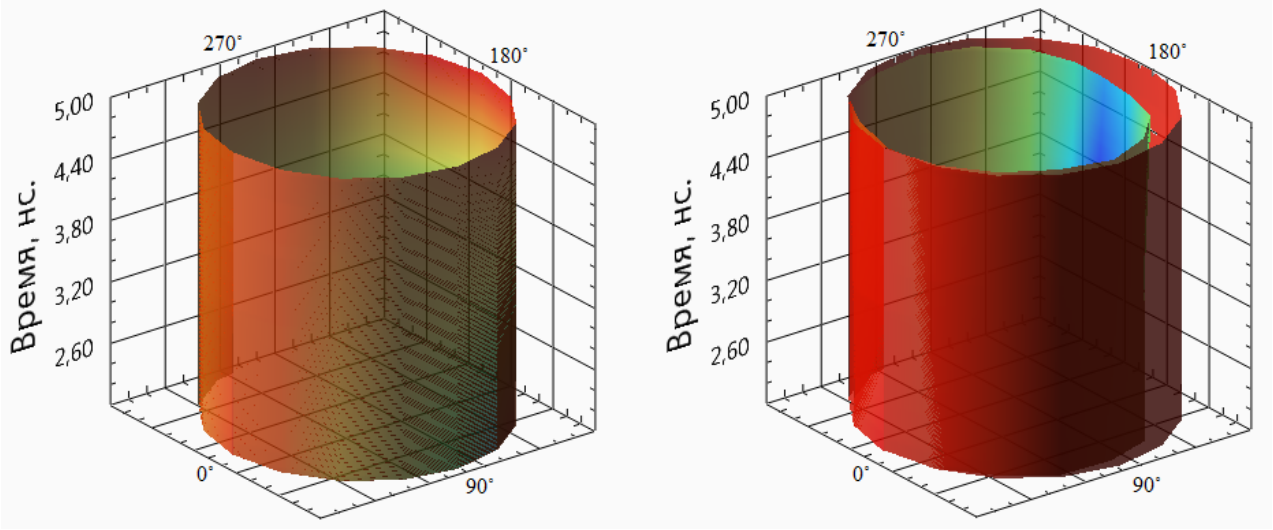
В результате отображения получаются функции $R^*_{st}(q,\psi)$ и $R^*_k(q,\psi)$:

$$\begin{aligned}R_{st}(\alpha,t_3)&\rightarrow R^*_{st}(q,\psi),\\ R_k(\alpha,t_3)&\rightarrow R^*_k(q,\psi),\end{aligned}\qquad(1)$$

представляющие собой две совпадающие цилиндрические поверхности (рис. 1а).

В неоднородном случае $R_k(\alpha,t_3)$ будет равна единице только при $\alpha=\frac{360^\circ}{N}$ и любом допустимом t_3. Для других значений α, т.е. других ВФРТ, значение функции $R_k(\alpha,t_3)$ будет отличаться от единицы в большую или меньшую сторону в зависимости от типа неоднородности (поглощающая, рассеивающая), её местоположения, размера и значения

коэффициента K. При преобразовании $R_k(\alpha,t_3)$ к функции (1) получится неровная цилиндрическая поверхность (рис. 1б), причем по характеру её искривления которой, можно судить о размере и местоположении неоднородности [7].



(а) **(б)**

Рисунок 1. Трехмерное представление ППФ для однородного (а) и неоднородного (б) случаев, коэффициент отображения K=-4.

References:

1. Dehghani H, Srinivasan S, Pogue B, Gibson A (2009) Numerical modelling and image reconstruction in diffuse optical tomography. Phil. Trans. R. Soc. A., 367. doi: http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2009.0090
2. Patterson M, Chance B, Wilson B (1989) Time resolved reflectance and transmittance for the noninvasive measurement of tissue optical properties. Appl. Opt. Vol. 28, pp. 2331-2336.
3. Zimnyakov DA, Tuchin VV (2002) Optical tomography of tissues. Quantum Electronics. Vol. 32. No.10, pp. 849-867.
4. Schweiger M, Arridge SR (1999) Application of Temporal filters to time-Resolved Data in Optical Tomography. Phys. Med. Biol. 1999. Vol. 44, pp.1699-1717.
5. Arridge SR, Cope M, Delpy DT (1992) Theoretical basis for the determination of optical pathlengths in tissue: temporal and frequency analysis. Physics in Medicine and Biology. 1992. Vol. 37. No.7, pp.1532-1560.
6. Proskurin SG (2011) Using late arriving photons for diffuse optical tomography of biological objects. Quantum Electron. Vol. 41 (5), pp. 402–406.
7. Potlov AYu, Proskurin SG, Frolov SV (2014) Three-dimensional representation of late arriving photons for the detection of inhomogeneous in diffuse optical tomography. Quantum Electronics. 2014. Vol. 44. No.2, pp. 174–181.
8. Proskurin SG, Potlov AYu, Frolov SV (2013) Detection of an absorbing heterogeneity in a biological object during recording of scattered photons. Biomedical Engineering. 2013. Vol. 46. No.6, pp.219-223.
9. Proskurin SG, Potlov AYu (2013) Early- and late-arriving photons in diffuse optical tomography. Photonics & Lasers in Medicine. Vol.2. Iss.2, pp. 139-146. doi: http://dx.doi.org/10.1515 /plm-2013-0003
10. Riley J, Amyot F, Pohida T, et al. (2012) A hematoma detector—a practical application of instrumental motion as signal in near infra-red imaging. Biomedical Optics Express. Vol. 3. No. 1, pp.192-205.

SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.

Victor Aleksandrovich Melent'ev
Philosophy Doctor, Senior research associate
Institute of Semiconductor Physics Siberian Branch RAS, Russia
melva@isp.nsc.ru

RELIABILITY OF ELEMENTS OF THE COMPUTING SYSTEM AND ITS FAULT TOLERANCE

Abstract: *The system is given by a set of essential functions, and by a graph setting the environment for realization of these functions, and by the adequacy predicate establishing conditions of correspondence of the system graph to the set of the essential functions. This formal model allows to investigate tolerance of the system to the failures to be specified by the flow which is caused by a arbitrary factors, including and nonrandom. The flow of failures is assigned by a configuration space of the failed elements. Here a maximum value of the failure multiplicity is determined by the sum of a ceil value of the expectation of the number of a failed elementary machines (EM) and by the prescribed tolerance margin. The expectation is calculated subject to the workload of the system and to the distribution efficiency of this workload. The tolerance margin satisfies to acceptance criteria and allows for deviations of the real conditions of the system elements' functioning from the normative ones.*

***Key words*:** elements reliability of computing systems, fault tolerance of system, fault multiplicity, system graph.

Citation: Melent'ev VA (2014) RELIABILITY OF ELEMENTS OF THE COMPUTING SYSTEM AND ITS FAULT TOLERANCE. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 34-45. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.6

УДК 519.17: 681.3

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ [1]

Аннотация: *Система задана множеством существенных функций, графом, устанавливающим среду для реализации этих функций, и предикатом адекватности, ставящим условия соответствия графа системы множеству существенных функций. Такая формальная модель позволяет исследовать устойчивость системы к отказам, заданным потоком, обусловленным не только случайными факторами. Поток отказов определен пространством конфигураций отказавших элементов, где максимальное значение кратности отказов определяется суммой округляемого вверх математического ожидания числа отказавших элементарных машин (ЭМ) и заданного запаса устойчивости. Математическое ожидание рассчитывается с учетом загрузки системы и эффективности ее распределения. Запас устойчивости соответствует требованиям Заказчика и учитывает отклонения реальных условий эксплуатации элементов системы от нормативных.*

Ключевые слова: *надежность элементов вычислительных систем, отказоустойчивость системы, кратность отказов, граф системы.*

---

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-07-00169а)

Система задана множеством существенных функций, графом, устанавливающим среду для реализации этих функций, и предикатом адекватности, ставящим условия соответствия графа системы множеству существенных функций. Такая формальная модель позволяет исследовать устойчивость системы к отказам, заданным потоком, обусловленным не только случайными факторами. Поток отказов определен пространством конфигураций отказавших элементов, где максимальное значение кратности отказов определяется суммой округляемого вверх математического ожидания числа отказавших элементарных машин (ЭМ) и заданного запаса устойчивости. Математическое ожидание рассчитывается с учетом загрузки системы и эффективности ее распределения. Запас устойчивости соответствует требованиям Заказчика и учитывает отклонения реальных условий эксплуатации элементов системы от нормативных.

1. Введение.

Известно, что работа даже в штатных режимах сопровождается значительными температурными перепадами, зависящими от загрузки системы и от наличия и эффективности средств балансирования нагрузки ее элементов, от суточных и сезонных температурных циклов и наличия средств их нейтрализации и т.п. Влияние же на работоспособность системы внешних разрушающих факторов, в особенности, искусственного происхождения, не может быть учтено анализом совокупной надежности ее элементов в принципе. Кроме того, численные оценки надежности различных архитектурных вариантов сложных систем, состоящих из большого числа элементов, как правило, настолько близки, что сопоставление этих вариантов не выявляет между ними существенной разницы.

Ориентация на высокие надежностные характеристики элементов системы в силу вероятностной природы этих характеристик и недостаточной их достоверности в реальных условиях эксплуатации не исключает возможности отказов системы и соответствующих им катастрофических последствий. Надежностный подход несет в себе опасное заблуждение о возможности создания систем с непрерывной готовностью путем совершенствования технологических и методико-испытательских приемов получения высоконадежных компонентов в сочетании с их многократным резервированием и, таким образом, отвлекает от решения проблемы отказов, зависящих от совокупной системной организации компонентов, от интенсивности и условий использования, от наличия или отсутствия внешних факторов, направленных на разрушение системы, и, соответственно, от наличия или отсутствия противодействующих этим фактором средств.

Подмена понятий отказоустойчивости и живучести системы понятием совокупной надежности ее элементов усугубляется, как правило, абстрагированием от информационно-логической структуры системы и от конфигураций возникающих в ней отказов. Правомерность такого упрощенного подхода к исследованию отказоустойчивости систем с менее чем 100%-й избыточностью представляется весьма сомнительной. Подобную примитивизацию можно считать приемлемой лишь при исследовании надежности полностью резервированной системы, коэффициент избыточности которой тождественен допускаемой в системе кратности отказов, т.е. для систем, допускающих повышение их готовности за счет пропорционального снижения эффективности. Тем не менее, в [1, с. 358], например, потенциальная живучесть вычислительной системы оценивается отношением математического ожидания числа исправных элементарных ее машин к общему их числу. При этом считается, что избыточное число ЭМ в системе не превышает «десятичного логарифма числа составляющих ЭМ». Не обсуждая здесь вопросы достоверности используемой в этой работе экспоненциальной модели надежности ЭМ, отметим, что система там считается работоспособной, если число N исправных машин в ней (безотносительно к их связанности) не менее числа n. Заметим, что истинное значение

математического ожидания числа исправных ЭМ *в работоспособной системе*, никак не тождественно математическому ожиданию общего их числа. В действительности оно определяется средним значением числа ЭМ *в множестве их работоспособных конфигураций,* характеризуемых наличием в каждой из них компоненты связности с числом вершин в ней, не меньшим числа *n*. То есть, истинное значение искомого математического ожидания необходимо определять произведением среднего числа исправных ЭМ на условную вероятность соответствия их совокупности требованиям связности. Значение этой вероятности определяется отношением числа конфигураций, сохраняющих заданное число *n* связных ЭМ, к общему числу конфигураций. Оно равно единице (т.е. условную вероятность можно не принимать во внимание) только в единственном случае: если структура системы полносвязна. К примеру, для кольцевой структуры ВС при $N=100$, $n=95$ и при наличии двух отказавших ЭМ условная вероятность сохранения в системе компоненты связности с числом вершин, не меньшим *n*, составляет всего лишь $2(N-n)/(N-1)$, или 10,5%; такая система обладает не 98%-й потенциальной живучестью (без учета структуры), а составляет всего лишь 9,75% от нее. Из примера видно, что достоверность подобных моделей, исключающих из рассмотрения структурную составляющую архитектуры отказоустойчивой системы, тем сомнительнее, чем более структура системы отличается от полного графа. Игнорирование же при этом состава функциональных подсистем, каждая из которых, как правило, предъявляет специфические требования к структуре сети связи, ограничивает применимость рассмотренного подхода пустым множеством реально действующих систем.

Отказоустойчивость системы заключается в эффективном противодействии распространению на нее последствий некоторого числа отказов ее компонентов в любом их сочетании и независимо от их происхождения, будь они случайными или обусловленными. В работе [2, с. 1215-1218] показано, что показатели надежности отдельных ЭМ системы, полученные путем статистической обработки результатов их автономных испытаний, не соответствуют реальным режимам их эксплуатации в составе системы, что потоки отказов составляющих систему ЭМ не являются пуассоновскими и зависят от режимов и времени их предшествующей эксплуатации. В работе показано, что полное время работы ЭМ в составе системы коррелированно реальной загруженностью последней и может быть приведено к нормативным режимам функционирования. При этом коэффициенты масштабирования времени и интенсивности отказов ЭМ определяются функцией плотности вероятности распределения ее состояний, которая соответствует качеству общесистемных алгоритмов организации функционирования системы, в частности, алгоритмов выравнивания ее нагрузки. Предложена обобщенная модель отказоустойчивой системы, устанавливающая взаимосвязь функциональной и структурной компонент системы с условиями, определяющими ее работоспособность в потоке отказов произвольного происхождения.

2. Моделирование надежности элементов вычислительных систем.

Основанием для использования модели простейшего потока отказов в исследованиях надежности ЭВМ, состоящей из сотен и тысяч дискретных элементов, является центральная предельная теорема, согласно которой сумма большого числа независимых потоков с любыми законами распределения приближается к простейшему потоку с ростом числа слагаемых потоков. В настоящее же время, когда состав ЭМ существенно изменился и исчисляется теперь лишь единицами БИС (процессор, память, коммутатор), закон больших чисел не может быть применен, поток отказов не может быть безоговорочно принят простейшим, а используемый в качестве исходной посылки при выведении формул надежности ВС постулат об экспоненциальном характере функции надежности элементарной машины является ошибочным.

Ненадежность элементарной машины в составе ВС обусловлена не только внутренними свойствами используемых интегральных микросхем (ИМС) (качеством технологических процессов производства и испытаний, конструктивными недостатками, необратимостью накапливаемых в процессе эксплуатации дефектов и т.п.), но и свойствами системы в целом (эффективностью используемых алгоритмов выравнивания загрузки, эффективностью системы охлаждения или защиты и т.д.). Очевидно, что математическое ожидание числа отказавших элементов системы, рассчитанное без учета неизбежных в процессе эксплуатации отклонений элементов системы от нормативных режимов их функционирования, обусловленных например, случайным характером потока поступающих в систему заданий и несовершенством алгоритмов их распределения, не является вполне достоверным, если существует корреляционная связь между этими отклонениями и показателями надежности элементов.

Наличие такой корреляционной связи давно осознано ведущими производителями микросхемотехники, отказавшимися от неадекватного реалиям эксплуатации представления потока отказов пуассоновской моделью, основанной на допущении ординарности, стационарности и отсутствии последействия. Тем не менее, применение этой модели в теоретических исследованиях надежности компонентов вычислительных систем по-прежнему преобладает. Общепринятыми при этом значениями интенсивности λ отказов высоконадежных электронных компонентов в нормативных условиях их эксплуатации считают значения от 10^{-6} до 10^{-9} час$^{-1}$, устройства с более низкими значениями относят к сверхвысоконадежным. Значение λ, как правило, считают при этом неизменным, а величину средней наработки до отказа T определяют обратной λ величиной: $T = \lambda^{-1}$. Получаемые таким образом теоретические значения среднего времени T наработки до отказа для высоконадежных ИМС составляют от 10^6 до 10^9 часов (114-114155 лет) [3, с. 22].

Между тем, практика эксплуатации, как отдельных электронных компонентов, так и их совокупностей (в частности, в составе компьютеров) указывает на существенные различия в фактических значениях T и λ^{-1}, обусловленных наличием в потоке отказов деградационной составляющей. Приведем в этой связи весьма показательный пример, взятый из [4, с. 6]. Если в группе из 500 000 человек в возрасте 25 лет в течение года умрет 625 человек, то с учетом эксплуатационного ресурса такой группы, составляющего 500 000 человеко-лет, интенсивность отказов составит $1{,}25 \cdot 10^{-9}$ год$^{-1}$. Значение, обратное этой интенсивности и равное 800 годам, превышает среднюю продолжительность ($T \cong 70 \div 80$ лет) человеческой жизни более чем в 10 раз. Из примера видно, что отождествление среднего времени T наработки до отказа с величиной λ^{-1} учитывает лишь случайную составляющую общего числа отказов и игнорирует обусловленную накопительными процессами деградации (износа) детерминированную его часть. В общем же случае справедливо $0 < T \le \lambda^{-1}$. Очевидно, что равенство $T = \lambda^{-1}$ выполняется лишь при отсутствии или ничтожности в сравнении со случайными отказами отказов деградационных; если же $T < \lambda^{-1}$, то поток отказов нестационарен и зависит от предыстории эксплуатации устройства, а функция вероятности его безотказной работы отличается от экспоненциальной.

Принятые для полупроводниковых приборов сверхнизкие значения интенсивности потока случайных отказов, не позволяют проводить надежностные испытания в течение сотен и тысяч лет, соответствующих этим значениям, тем более что реальные сроки эксплуатации этих изделий, определяемые их моральным износом, на порядки меньше. Так как достоверность статистических исследований определяется репрезентативностью соответствующей выборки, то и размеры, соответствующие столь малому числу событий (отказов) в процессе испытаний, существенно превышают размеры партий выпускаемых

изделий и также не могут быть достигнуты. Трудоемкость полноценных испытаний усугубляется необходимостью охвата всего вероятностного пространства состояний испытуемых объектов, обусловленного ожидаемыми эксплуатационными температурным и вольтамперным диапазонами и соответствующими им временными циклами. В разрешение этой проблемы ГОСТ 27.002-89 (Надежность в технике…) предусматривает использование «экстраполированных показателей, определяемых на основании результатов расчетов, испытаний и (или) эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации и другие условия эксплуатации».

Ведущие мировые производители добиваются сокращения времени испытаний изделий микросхемотехники до значений, существенно меньших их реальной долговечности, применением методики ускоренных испытаний HAST (Highly Accelerated Stress Test). Основным приемом при этом является форсирование режимов, основанное на введении факторов, ускоряющих физико-химические процессы старения и деградации ИМС [5, с. 5]. Результаты таких испытаний экстраполируют на нормативные режимы посредством использования моделей, учитывающих сложность испытуемых объектов и технологических процессов их изготовления, виды дефектов и соотношения между ними, разницу температур и напряжений между испытаниями и нормативными режимами. Заметим, что сам факт использования методик форсированных испытаний и последующей экстраполяции получаемых при этом результатов на заданные режимы эксплуатации приборов указывает на коррелированность показателей интенсивности отказов и средней наработки до отказа от режимов эксплуатации, – и это нельзя не учитывать в оценках надежности реальных устройств.

Выбор модели потока отказов производят, как правило, по результатам исследований физических процессов, приводящих к отказу. Как показано в [6, с, 37; 7, с. 194], отказы ИМС хорошо описываются распределениями, имеющими конкретную физическую интерпретацию. Там же дан сравнительный анализ вероятностно-физических моделей отказов и перечислены наиболее распространенные деградационные процессы в ИМС. Так как этими процессами являются химическая реакция, диффузия, электромиграция носителей и электрокоррозия, то в основе большинства их моделей лежит уравнение Аррениуса, устанавливающее связь между скоростью этих процессов и температурой [8, с. 1]. В соответствии с этим уравнением скорость химических и физических процессов, лежащих в основе отказа ИМС при средних значениях энергии активации $E_a = 0{,}7 \div 0{,}8$ эВ, удваивается с повышением ее температуры на каждые $10^{\circ}\mathrm{C}$. Отметим также, что одним из способов удовлетворения всегда актуальному требованию повышения быстродействия является увеличение энергии активации, снижающее флуктуационную составляющую сигнала, но увеличивающее при этом коэффициент K_y ускорения процесса старения ИМС и соответствующим образом снижающее ее долговечность. Так, например, если фактор ускорения при температуре $40^{\circ}\mathrm{C}$ принят равным единице, то увеличение E_a до 1,3 эВ в совокупности с повышением температуры до $100^{\circ}\mathrm{C}$, может вызвать снижение долговечности примерно в 5000 раз [3, с. 24], что существенно больше, чем $K_y = 2^6$ при $E_a = 0{,}7 \div 0{,}8$ Эв.

Используемые в исследованиях надежности изделий микросхемотехники модели отличаются выбором закона распределения отказов, соответствующего типу преобладающего в испытуемом приборе деградационного процесса с присущим этому прибору значением энергии активации [8, с. 2], технологическим процессом изготовления, количеством в нем $p-n$ переходов и т.п. В то же время все модели сходятся в том, что показатели надежности коррелированны временем и режимами предшествующей эксплуатации, а между средней наработкой до отказа T и интенсивностью отказов λ изделия существует зависимость более сложная, чем обратная. В работе [5, с. 7], например,

показано, что если в качестве модели отказов ИМС используется не экспоненциальное, а двухпараметрическое диффузионное DN-распределение, соответствующее немонотонному марковскому процессу, то рассчитанные по результатам ускоренных испытаний оценки надежности имеют не более чем 10%-ю погрешность. Данная там же сравнительная оценка показателей средней наработки до отказа для экспоненциального распределения и для DN-распределения, показывает, что для большинства технологических процессов изготовления ИМС средняя наработка до их отказа, полученная из экспоненциального распределения, завышена в сравнении с DN-распределением в 70-520 раз.

Многие ведущие фирмы – изготовители микросхем (Siemens AG, Analog Devices (ADI), Atmel, Xilinx) используют в оценках надежности χ^2 -распределение и оценивают [9, с. 46] экспериментальную интенсивность отказов по формуле:

$$\lambda = \frac{\chi^2(P,v)}{2N\,\Delta t\,K_y}\cdot 10^9.$$

Здесь P — доверительная вероятность (0,5–0,95), связанная с уровнем значимости (Confidence Level – CL) соотношением $(1-CL/100)$, фирмы Atmel и ADI в своих расчётах уровень значимости закладывают $CL = 60\% \div 90\%$; $v = (2n+2)$, где n – количество отказавших ИС; N – общее число испытуемых ИС; K_y – обобщённый коэффициент ускорения; Δt – время испытаний. Из этой формулы видно, что экстраполяция результатов испытаний на другие температурные режимы производится с учетом приведённого к этим режимам времени испытаний (эквивалентных приборо-часов) – $t_э = N\Delta t\,K_y$.

Заметим, что независимо от выбора закона экстраполяции (экспоненциальное, вейбулловское, логнормальное, DN-, χ^2- или другие распределения) текущее значение интенсивности λ отказов прибора определяется не текущим временем t его эксплуатации, а эквивалентным его значением $t_э$, причем $K_у(-\Delta t^\circ\mathrm{C}) = K_у^{-1}(\Delta t^\circ\mathrm{C})$, где $\Delta t^\circ\mathrm{C} = t^\circ\mathrm{C} - t_н{}^\circ\mathrm{C}$ – отклонение от нормативной температуры $t_н{}^\circ\mathrm{C}$ прибора. Инвариантность времени $t_э$ законам и параметрам распределения показателей надежности, соответствующим различным (по технологии изготовления, сложности, видам преобладающих деградационных дефектов и т.п.) типам ИМС, позволяет абстрагироваться от этих законов при определении приведенного к нормативным режимам времени эксплуатации и соответствующей отклонениям от этих режимов интенсивности отказов.

Определим множество состояний прибора в течение времени t его эксплуатации как непрерывное в диапазоне рабочих температур $t_0{}^\circ\mathrm{C} \le t^\circ\mathrm{C} < t_{\max}$; здесь $t_0{}^\circ\mathrm{C}$ – температура окружающей среды, $t_{\max}{}^\circ\mathrm{C}$ – максимальное значение температуры прибора, при котором произойдет отказ либо отключение прибора при наличии средств защиты. Если плотность вероятностей состояний прибора в этом температурном диапазоне за время t определить функцией $f(t^\circ\mathrm{C})$, причем $\int_{t_0{}^\circ\mathrm{C}}^{t_{\max}{}^\circ\mathrm{C}} f(t^\circ\mathrm{C})\,dt^\circ\mathrm{C} = 1$, то полное приведенное к номинальной температуре время $t_э$ эксплуатации прибора, соответствующее времени t эксплуатации в динамике его функционирования определится с учетом среднего на заданном температурном диапазоне значения $K_у$:

$$t_э = tK_у = t\cdot \int_{t_0{}^\circ\mathrm{C}}^{t_{\max}{}^\circ\mathrm{C}} K_у(t^\circ\mathrm{C})\cdot f(t^\circ\mathrm{C})\,dt^\circ\mathrm{C}.$$

Аналогично этому среднее значение интенсивности отказов λ в заданном температурном диапазоне и при заданной функции $f\left(t^{\circ}\mathrm{C}\right)$ плотности вероятности распределения температур определим из

$$\lambda = \lambda_{\text{н}} K_{\text{у}} = \lambda_{\text{н}} \cdot \int_{t_0{}^{\circ}\mathrm{C}}^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C}} K_{\text{у}}\left(t^{\circ}\mathrm{C}\right) \cdot f\left(t^{\circ}\mathrm{C}\right) dt^{\circ}\mathrm{C}.$$

Здесь $\lambda_{\text{н}}$ – среднее значение интенсивности отказов прибора при эксплуатации его в нормативном режиме.

Заметим, что распространенное на практике ошибочное представление об отсутствии зависимости среднего значения интенсивности отказов и срока службы прибора от интенсивности его эксплуатации за предшествующий период основано на утверждении о балансе температурных отклонений $\pm\Delta t^{\circ}\mathrm{C}$ в обе стороны от номинальной температуры $t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}$. Согласно этому утверждению периодам перегрузки прибора соответствуют такие же по длительности и модулю периоды их недогрузки: $t\left(\Delta t^{\circ}\mathrm{C}\right) = t\left(-\Delta t^{\circ}\mathrm{C}\right)$. Согласившись с утверждением о балансе температурных отклонений, функцию плотности вероятности отклонения температуры $\Delta t^{\circ}\mathrm{C}$ прибора от нормативной температуры $t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}$ будем считать симметричной: $f\left(x\right) = f\left(-x\right)$, $0 \le x \le t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}$, $t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_0{}^{\circ}\mathrm{C} = t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}$. Учитывая $K_{\text{у}}\left(x\right) = K_{\text{у}}{}^{-1}\left(x\right)$, получим:

$$t_{\text{э}} = t \cdot \int_{t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_0{}^{\circ}\mathrm{C}}^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}} K_{\text{у}}\left(x\right) \cdot f\left(x\right) dx = t\left(\int_0^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}} K_{\text{у}}{}^{-1}\left(x\right) \cdot f\left(x\right) dx + \int_0^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}} K_{\text{у}}\left(x\right) \cdot f\left(x\right) dx \right) =$$

$$= t \cdot \int_0^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}} \frac{K_{\text{у}}{}^{2}\left(x\right) + 1}{K_{\text{у}}\left(x\right)} f\left(x\right) dx.$$

$$\lambda = \lambda_{\text{н}} \cdot \int_0^{t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}} \frac{K_{\text{у}}{}^{2}\left(x\right) + 1}{K_{\text{у}}\left(x\right)} \cdot f\left(x\right) dx.$$

Из $K_{\text{у}}\left(0\right) = 1$, $1 \le K_{\text{у}}\left(x\right) \le K_{\text{у}}\left(t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}\right)$ и из того, что, как показано выше, $K_{\text{у}}\left(t_{\max}{}^{\circ}\mathrm{C} - t_{\text{н}}{}^{\circ}\mathrm{C}\right) >> 1$ ясно, что приведенное полное время $t_{\text{э}}$ эксплуатации и среднее значение интенсивности λ отказов существенно превышают соответственно время t и нормативную интенсивность $\lambda_{\text{н}}$, и что эти превышения определяются эксплуатацией прибора в высокотемпературных, режимах.

Итак, показатели надежности отдельных ЭМ вычислительных систем определяются режимами их эксплуатации. Режимы эти существенно коррелированны потоком и трудоемкостью поступающих в систему заданий, а также эффективностью алгоритмов планирования и выравнивания нагрузки, направленных на максимальное использование всех компонентов системы и на максимальную их загрузку. Именно поэтому в анализе надежности ВС и составляющих ее ЭМ не следует абстрагироваться ни от суммарной загрузки системы, ни от используемых в ее распределении средств. Отметим в связи с этим, что нам не доводилось встречать исследований, направленных на поиск алгоритмов, ограничивающих эффективность использования системы нормативными режимами, соответствующими надежностным испытаниям ее компонентов, т.е. алгоритмов, искусственно занижающих эффективность как самой системы, так и ее элементов.

3. Моделирование отказоустойчивости системы

В отличие от надежности, являющейся вероятностной характеристикой системы и производной от соответствующих среднестатистических свойств и способов объединения используемых для ее построения аппаратных средств, отказоустойчивость и живучесть присущи системе благодаря ее архитектуре (функциональной, структурной, алгоритмической и т.п. организации), нацеленной на сохранение ею способности реализации в реальном времени и с определенным качеством необходимого минимума функций, достаточного для получения определенного техническими требованиями результата при возникновении любого отказа или их группы в пределах заданной кратности и независимо от вероятности появления таковых.

Исходя из этого, систему S зададим множеством $F=\{F_i\}$ обязательных (существенных) функций F_i, определяющим функциональную целостность системы, графом $G(V,E)$, задающим среду для реализации этих функций, и предикатом адекватности $\mathrm{H}=\bigcap\eta_i$, устанавливающим условия соответствия графа G множеству F функций [10, с. 92]. Здесь V – множество вершин графа (модулей системы), а E – множество ребер (межмодульных связей системы). Предикат $\eta_i(F_i,G,G_i)$ (далее просто $\eta_i(G)$) определен на дискретном множестве $\{0,1\}$ и равен единице тогда и только тогда, когда в множестве подграфов графа G найдется хотя бы один подграф G_i, удовлетворяющий условиям реализации на нем функции F_i. Предикат H системы S определяет формальные условия соответствия структуры системы в целом реализуемому на ней с необходимым качеством заданному множеству F существенных функций: $\mathrm{H}=1$, если $\forall F_i\in F\ \exists G_i \mid \eta_i(F_i,G,G_i)=1$. Добавив к этим компонентам описание ожидаемого в процессе эксплуатации потока Ф отказов, получим описание моделей системы $S=S(F,G,\mathrm{H},\Phi)$ и ее подсистем $S_i=S_i(F_i,G_i,\eta_i,\Phi)$. В общем случае отказы модулей системы и связей между ними (вершин и ребер графа) различны по природе, соответственно различны законы и параметры их распределения, поэтому разделим поток Ф на составляющие, воздействующие на вершины – Φ_v и на ребра – Φ_e графа G: $\Phi(G)=G'(\Phi_v(V),\Phi_e(E))$. Далее для сокращения выкладок учитываем наиболее деструктивную и наиболее вероятную в практике эксплуатации вычислительных систем часть потока отказов $\Phi_v(V)$, полагая $\Phi_e(E)=0$ и $\Phi(G)=\Phi_v(V)$.

Пусть функциональная подсистема $S_i=S_i(F_i,G_i,\eta_i,\Phi)$ подвержена воздействию на систему S потока отказов Ф и задана функцией $F_i\subseteq F$; предикат η_i при этом обусловливает выбор подграфа $G_i(V_i,E_i)\subseteq G$ возможностью реализации заданной функции F_i на подмножествах составляющих граф $G'(V',E')$ исправных вершин $V_i'\subseteq\Phi(V)=V'$ и исправных ребер $E_i'\subseteq\Phi(E)=E'$. Равенство $\eta_i(G_i')=1$ указывает на адекватность дефектного подграфа $G_i'=\Phi(G_i)$ требованиям, заданным предикатом η_i. Оно равносильно равенству $F_i\cap\eta_i(G_i')=F_i$ и описывает случай автономной отказоустойчивости подсистемы, достигаемой за счет ее внутренних ресурсов. Менее жестким в достижении отказоустойчивости является равенство $\eta_i(G')=1$, или $F_i\cap\eta_i(\Phi(G))=F_i$, – в этом случае подсистема ориентирована на сохранение ею работоспособности путем использования не только своих внутренних ресурсов, но и ресурсов системы в целом. Отказоустойчивость системы в целом достигается делегированием этого свойства каждой из существенных функциональных подсистем:

$\mathrm{H}(\Phi(G))=1$ при $\cap_1^{|F|}(\eta_i(G_i')\cup\eta_i(G'))=1$, отсюда $F\cap\mathrm{H}(\Phi(G))=\{F_i\cap\eta_i(\Phi(G))\}=\{F_i\}$. Несомненно, что в состав существенных подсистем отказоустойчивой ВС должны быть включены системообразующая, контрольно-диагностическая и реконфигурационная подсистемы, утилитарность которых ясна из их названий. Кратность допускаемых в этих подсистемах отказов (не приводящих к потере ими работоспособности), должна быть не меньшей кратности, допускаемой в наиболее отказоустойчивой прикладной подсистеме из числа существенных [11, с. 148].

Каждая из существенных функций с учетом возможных дефектных конфигураций системы может быть реализована множеством способов, зависящих от алгоритмической, программной и аппаратурной ее реализации: $F_i=\{f_i\cap\{A_i(p_i,h_i)\}\}\subseteq F$. Единство связанных условиями взаимной адекватности компонент: алгоритмической A_i – как способа реализации, программной p_i – как средства и аппаратной h_i – как среды реализации функции F_i, указывает на резервы повышения отказоустойчивости подсистемы путем расширения границ взаимной адекватности ее компонент, т.е. путем использования таких алгоритмов и реализующих их программ и технических средств, которые в комплексе обеспечивают устойчивость подсистемы S_i к отказам заданной кратности. Функциональная компонента f_i каждой подсистемы S_i сочетает в себе алгоритм A_i реализации функции f_i и конкретизирующие его программную p_i и аппаратурную h_i составляющие. Последняя входит в состав связанного множества модулей, поставленных в соответствие вершинам V_i и ребрам E_i подграфа $G_i(V_i,E_i)$ графа G системы S. Данный абзац направлен на осознание того факта, что в общем случае любая из функций $F_i\subseteq F$ может быть реализована не единственным, а некоторым множеством способов, рассчитанных на диапазон возможной деградации аппаратных средств. Это указывает на возможности повышения отказоустойчивости ВС посредством максимального использования потенциальных возможностей ее структуры путем введения большей алгоритмической и программной избыточности.

Анализ отказоустойчивости заключается в оценке степени сохранения системой существенных для ее пользователей утилитарных качеств в полиномиальном множестве конфигураций заданного числа l отказавших в ней элементов. Модели такой системы и ее подсистем опишем следующим образом:

$$S=S\left(F,G,\mathrm{H},l=\{0,...,l_{\max}\}\right),\ S_i=S_i\left(F_i,G_i,\eta_i,l=\{0,...,l_{\max}\}\right).$$

Здесь $l_{\max}$ – максимальное значение кратности одновременно присутствующих в системе отказов в течение планируемого срока ее эксплуатации, коррелированного ее загруженностью и внешними условиями. Определим это значение суммой округленного вверх математического ожидания $M(l)$ числа отказавших элементарных машин (ЭМ) и заданного запаса δl устойчивости: $l_{\max}=\lceil M(l)\rceil+\delta l$. Запас устойчивости может быть задан приращением δl или соответствующим этому приращению коэффициентом и соответствует критическим требованиям Заказчика. Введение запаса предупреждает отказ системы в экстремальных условиях эксплуатации ее элементов, например, при воздействии пиковых значений радиационного фона, при пиковой загрузке системы, при наличии направленных извне разрушающих факторов и т.п.

Как показано в разделе 2, текущее значение интенсивности λ отказов отдельных ЭМ следует определять исходя из приведенного к номинальным режимам времени $t_э$, учитывающего функции их загрузки в процессе эксплуатации вычислительной системы и соответствующие ей неизбежность отклонений от нормативных режимов и ускорение

деградации. Нами уже отмечалось также, что состав ЭМ в настоящее время ограничен набором всего лишь нескольких ИМС (процессор, память, коммутатор). Это не позволяет распространить на ЭМ действие центральной предельной теоремы и считать поток отказов в ней простейшим, тем более что модели потоков отказов разнотипных ИМС различаются между собой типами преобладающих дефектов, ускорениями их проявлений от режимов, вкладами каждой из ИМС в общее число отказов ЭМ и т.д. Хотя исследования в части надежности ЭМ пока что не актуализированы их нынешней архитектурой, но многочисленные форумы пользователей указывают на процессор, как на наиболее подверженную отказам часть ПК при превышении его нормативных эксплуатационных режимов притом, что даже использование многоядерных архитектур не спасает процессор от общего перегрева при интенсивном его использовании. Учитывая это, а также то, что основная часть загрузки ЭМ выпадает прежде всего на процессор, примем его здесь за основной компонент, режимы и соответствующая им интенсивность отказов которого определяются его загруженностью. Если считать распределение температур процессора в процессе его эксплуатации нормальным с соответствующей этому распределению функцией плотности

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

то сдвиг μ эксцесса этой функции от нормативной температуры $t_{\text{н}}{}^{\circ}\text{C}$ в пределах $0^{\circ}\text{C}<\mu\le t_{\max}{}^{\circ}\text{C}-t_{\text{н}}{}^{\circ}\text{C}$ определяется, очевидно, загрузкой $K_{\text{з}}$ процессора и перепадами (сезонными и суточными) температуры $t_{0^{\circ}\text{C}}$ окружающей среды: $\mu=f\left(K_{\text{з}},t_{0^{\circ}\text{C}}\right)$, а стандартное отклонение σ – качеством алгоритмов выравнивания нагрузки, трудоемкостью и рангом решаемых на ВС задач и т.п. Несомненно при этом, что увеличение загрузки существенно увеличивает (в сравнении с $\mu=0^{\circ}\text{C}$) средние значения эквивалентного времени эксплуатации и интенсивности отказов каждой из составляющих систему ЭМ при соответствующем снижении среднего времени наработки до отказа.

В обеспечение данной модели инструментальными средствами анализа отказоустойчивости в работе [11, с. 147] введено формальное определение толерантности графа как степени сохранения определенных предикатом свойств в множестве подграфов, получаемых при элиминации заданного числа его элементов. С помощью этого определения формализованы понятия свойств и показателей структурной отказоустойчивости, структурной живучести и структурной надежности системы и ее функциональных подсистем, показаны взаимосвязи этих показателей и их различия в полномочности. Эффективность реализации предложенной модели в значительной степени определяется эффективностью аппарата исследования графов, что связано с переборным характером большинства решаемых при этом задач. В основе решения таких задач лежит работа со структурными описаниями [12, с. 168; 13, с. 696], содержащими в явном виде не только информацию, достаточную для построения графа системы, но и некоторую информацию о свойствах этого графа, что исключает необходимость полного перебора при сопоставлении структур при изначальной организации функциональных подсистем и их реконфигурации при выявлении отказавших элементов.

Предложенная выше формальная модель является обобщенной как в смысле учета ею утилитарных качеств (функциональности) системы и адекватности этим качествам реализующей их среды (структурного и конфигурационного соответствия), так и в смысле применимости ее к исследованиям отказоустойчивости системы, деградирующей при воздействии на нее потока отказов произвольного происхождения (случайных и детерминированных) с любыми законами и параметрами распределения. Границы применимости любой модели определяются широтой охватываемого ею пространства и

наличием эффективных инструментальных средств. В связи с этим отметим, что, несмотря на универсальность и возможности описания предложенной моделью самых общих случаев и подходов, она не исключает детализации важных для исследователя аспектов посредством абстрагирования от несущественной в таких случаях специфики (например, от некоторых архитектурных особенностей, конфигурации технических средств, структуры связей и протоколов взаимодействия, характеристик потока отказов элементов системы). Это позволяет при необходимости искусственно сузить рамки, выделяя в вероятностном пространстве возможных состояний системы только исследуемые.

4. Заключение

В работе показана неправомочность использования экспоненциальной модели для оценки надежности ЭМ и недостоверность основанной на ней модели надежности вычислительной системы. Увеличение степени интеграции составляющих ЭМ компонентов и связанное с этим уменьшение их числа препятствует использованию закона больших чисел в представлении потока отказов, воздействующего на ограниченное множество элементов, пуассоновской моделью. Неадекватность экспоненциальной модели надежности ЭМ, обусловлена также нестационарностью потока и наличием корреляционной зависимости показателей надежности элементов от режимов и времени предшествующей их эксплуатации. Нестационарность потока отказов подтверждена многочисленными теоретическими и практическими исследованиями и обусловлена необратимостью накапливаемых с течением времени деградационных процессов. Изменения скорости этих процессов от режимов эксплуатации ИМС, составляющих основу элементарных машин вычислительной системы, подтверждается стандартизацией использования форсированных режимов в практике определения показателей надежности интегральных микросхем. Случайный характер поступающих в систему заданий, их трудоемкость и требуемая ресурсоемкость, эффективность используемых в системе средств распределения нагрузки по элементам, наличие сезонных (суточных) изменений температурного фона, – все это определяет нестационарность температурных режимов работы ЭМ и, как следствие, нестационарность и зависимость потока отказов от предыстории эксплуатации системы и ее элементов.

Показано, что текущие значения интенсивности отказов и времени наработки до первого отказа элементов системы определяются не текущим временем их эксплуатации, а полным, приведенным к нормативным их температурным режимам, временем. Это время существенно превышает текущее значение времени эксплуатации элемента и масштабировано коэффициентом ускорения деградационных процессов, определяемым интегралом от произведения функций форсирования и плотности вероятности распределения рабочих температур. Показано, что сдвиг функции плотности вероятности распределения рабочих температур коррелирован загруженностью системы в целом и эффективностью используемых в ней средств распределения нагрузки, что очевидным образом определяет ухудшение показателей надежности элементов системы с ростом ее загруженности и эффективности использования. Вскрыта необходимость разработки моделей надежности вычислительной системы и входящих в ее состав ЭМ в соответствии с предложенным в работе подходом.

Представленная в работе формальная модель отказоустойчивой системы впервые объединяет функциональную и структурную ее компоненты с условиями взаимной адекватности этих компонент в потоке отказов произвольного происхождения. Отсутствие в модели ограничений на используемые при построении систем структуры, на законы и параметры распределения отказов или их совокупностей определяет обобщенный характер предложенной модели. Границы применимости любой модели определяются как возможностями описания самых общих случаев и подходов, так и возможностью

искусственного сужения рамок рассмотрения путем выделения в вероятностном пространстве возможных состояний системы только исследуемых состояний. В этом смысле предложенная модель является универсальной и позволяет детализировать важные для исследователя аспекты посредством абстрагирования от несущественной в некоторых случаях специфики (например, от некоторых архитектурных особенностей, конфигурации технических средств, структуры связей и протоколов взаимодействия, характеристик потока отказов элементов системы).

References:

1. Khoroshevskiy VG (2005) Arhitektura vyichislitelnyih sistem. Moscow, Izdatelstvo MGTU im. Baumana.
2. Melentiev VA (2008) Modelirovanie sistem, ustoychivyih k otkazam zadannoy kratnosti. Trudyi VII Mezhdunarodnoy konferentsii «Identifikatsiya sistem i zadachi upravleniya» SICPRO ‘08. Moscow, Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN, pp.1210-1223.
3. Gorlov MI, Strogonov AV (2000) Gerontologiya kremnievyih integralnyih shem. ChipNews. No.3, Ch. 1, pp. 22-25.
4. Wendy Torell. Victor Avelar Mean Time Between Failure: Explanation and Standards. White Paper No. 78 American Power Conversion Corp. Available: http://www.apcmedia.com/salestools/VAVR-5WGTSB_R0_EN.pdf
5. Romanov V (2005) Kolichestvennaya otsenka nadezhnosti integralnyh mikroshem s uchetom matematicheskoy modeli otkazov. Nadezhnost i kontrol kachestva, No. 4, pp. 4-7.
6. Azarskov VN, Strelnikov VP (2004) Nadezhnost sistem upravleniya i avtomatiki. Uchebnoe posobie. K.: NAU.
7. Strelnikov VP (2004) Otsenka resursa izdeliy elektronnoy tehniki. MatematichnI mashini I sistemi, No. 2, pp. 186-195.
8. Feduhin AV (2005) Otsenka i issledovanie kazhuscheysya energii aktivatsii izdeliy elektronnoy tehniki. "Sistemotehnika", MIEM, No. 3. Setevoy elektronnyiy nauchnyiy zhurnal. Available: http://systech.miem.edu.ru/uslov.html.
9. Strogonov A (2002) Dolgovechnost integralnyih shem i proizvodstvennyie metodyi ee prognozirovaniya. ChipNews, No.6, pp. 44-49.
10. Melentiev VA (2004) Novyiy podhod k modelirovaniyu otkazoustoychivyih sistem. Avtometriya, No.4, pp. 88-105.
11. Melentiev VA (2004) Tolerantnost grafov i strukturnaya otkazoustoychivost vyichislitelnyih sistem. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, ser. "Matematika, kibernetika, informatika", No.9(I), pp. 144-150.
12. Melentiev VA (2005) Formalnyiy podhod k issledovaniyu struktur vyichislitelnyih sistem. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, ser. "Matematika, kibernetika, informatika", No.14, pp. 167-172.
13. Melentiev VA (2004) Formalnyie osnovyi skobochnyih obrazov v teorii grafov. II Mezhdunarodnaya konferentsiya "Parallelnyie vychisleniya i zadachi upravleniya", PACO 2004, 4-6 oct 2004, Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN. Trudyi konferentsii. Moscow, pp. 694-706.

SECTION 5. Innovative technologies in science.

Andrey Mastislavovich Korneev
candidate Technical Sciences, teacher at the University,
Lipetsk State Technical University, Russia
weenrok@mail.ru
Faisal Abdo Ali Al-Saeedi
Postgraduate,
Lipetsk State Technical University, Russia
faisal853450@mail.ru
Ghassan Mohsen Al-Sabry
Postgraduate,
Lipetsk State Technical University, Russia
lion100@mail.ru
Abdullh Mohammed Mohammed Nagi
Postgraduate,
Lipetsk State Pedagogical University, Russia
nagi_farad@mail.ru

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL TRAJECTORIES BASED ON THE TREE CONSTRUCTION

Abstract: *This paper presents an algorithm for choosing the optimal technological regimes, which allow to link technological factors and the quality of products, provides an example of the construction of the tree of transitions for a given set of initial values of technological parameters.*

Key words: *analysis of technological, technological trajectories, tree construction.*

Citation*:* Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Nagi AM (2014) THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL TRAJECTORIES BASED ON THE TREE CONSTRUCTION. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 46-49. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.7

In real production conditions, divided by the number of stages, a simple implementation of technology cannot guarantee the products of sufficient quality. This can occur due to the influence of a large number of technological parameters, some of which cannot be described production instructions.

Thus, the products of inadequate quality may occur due to changes in production conditions, the drift of raw materials, changes in requirements to properties and in violation of technological regimes. When choosing the best technologies and the development of control algorithms, it is necessary to consider the absence of sufficiently strong functional links between technology (the technology factors) and quality of hire. It is also necessary to take into account ambiguous reference (in the form of many different intervals) values of quality indicators. Hence the need for management is to determine the values of technological factors , which are represented as intervals of values.

Inputs, states and outputs can have a different number of the studied range of changes (alphabets).

In general, the production process has multiple inputs, states (technological factors), divided into conversions or units, and outputs, and alphabets of the inputs, states and outputs can have a different atomicity.

Combination of technological factors` alphabets shape the technological trajectory. The implementation of each such trajectory allows to obtain a certain level of properties and to estimate the costs of its implementation.

The properties are in most cases is random or, at least, is not strictly deterministic. Consequently, it is possible for each mode to set the probability of obtaining a certain level properties, i.e. the probability of different combinations of alphabets of the output properties. R is selected for the analysis of quality indicators. In each experiment, the number of these indicators, that correspond to the requirements of standards, are different.

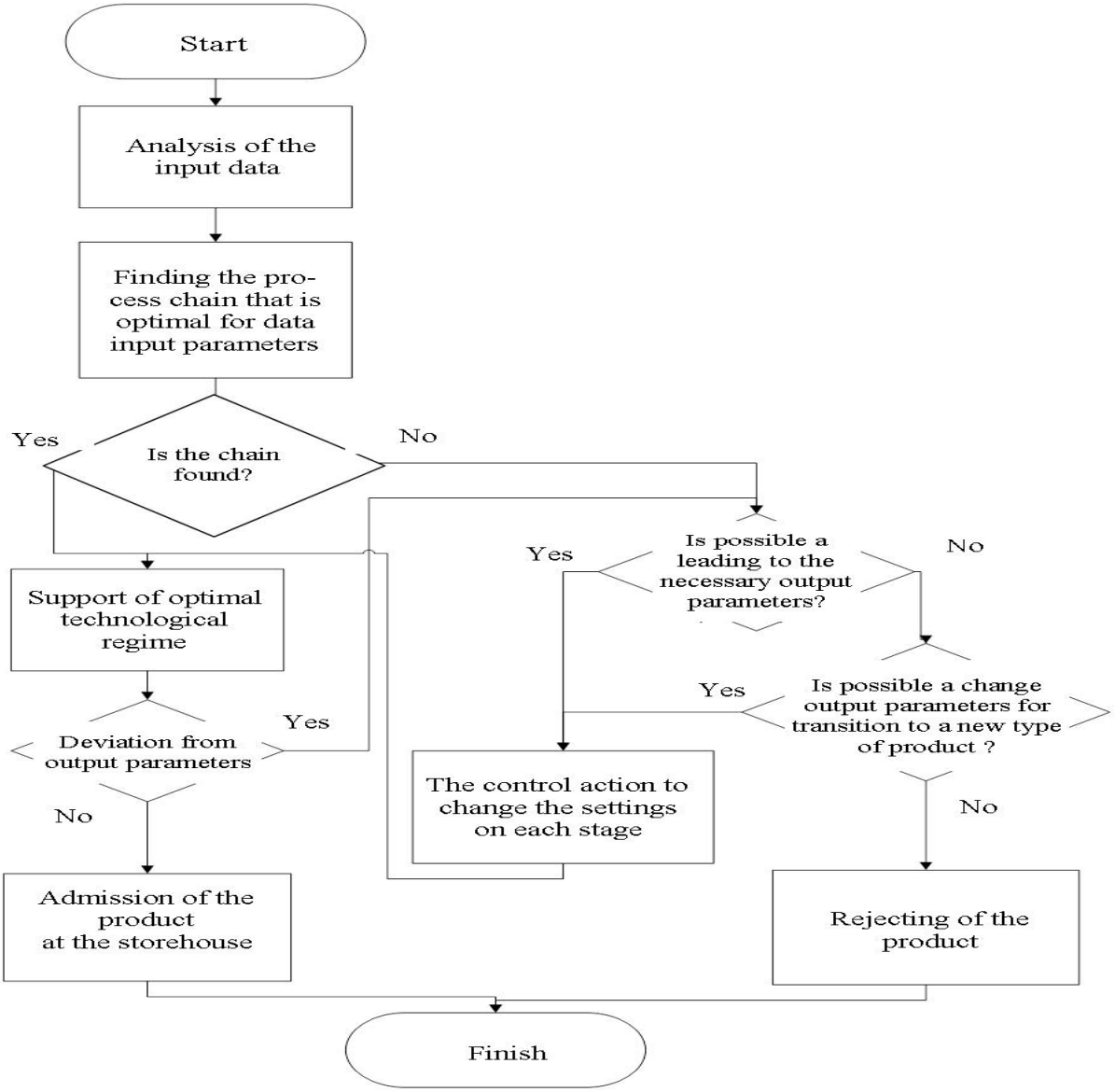


Figure 1 - The algorithm maintain optimal technological regime.

We will develop the algorithm for choosing the optimal technological regimes, which allow to link technological factors and product quality.

- After you build distribution trees we have a visual representation of the process chain, which allows us to trace the entire path of the material (product) for all units (at all stages).
- Each stage should be applied by the control action such that the process parameters were within the maximum close to the interval, which maximizes the probability of obtaining products of proper quality.
- If the output values don`t get to the region corresponding to the necessary parameters, it is necessary to consider the possibility of changing the form of the output product. For example,

if the thickness of rolled product corresponds to the values needed in the manufacture, you can change the output to the appropriate kind that complies with really output parameters.

- If you cannot change the output type of product (too strong deviations of technological values from valid parameters), this product is rejected and, if possible, goes to further reprocessing.

Figure 1 shows the block diagram showing the implementation of this algorithm.

We will make up the trees of possible outcomes after the first, second and third stages based on the calculated statistical data.

Figure 2 shows an example of constructing a tree of transitions for a given set of initial values of technological parameters at the first stage. The possible options for continuing the technology and the number of realized experiments are indicated.

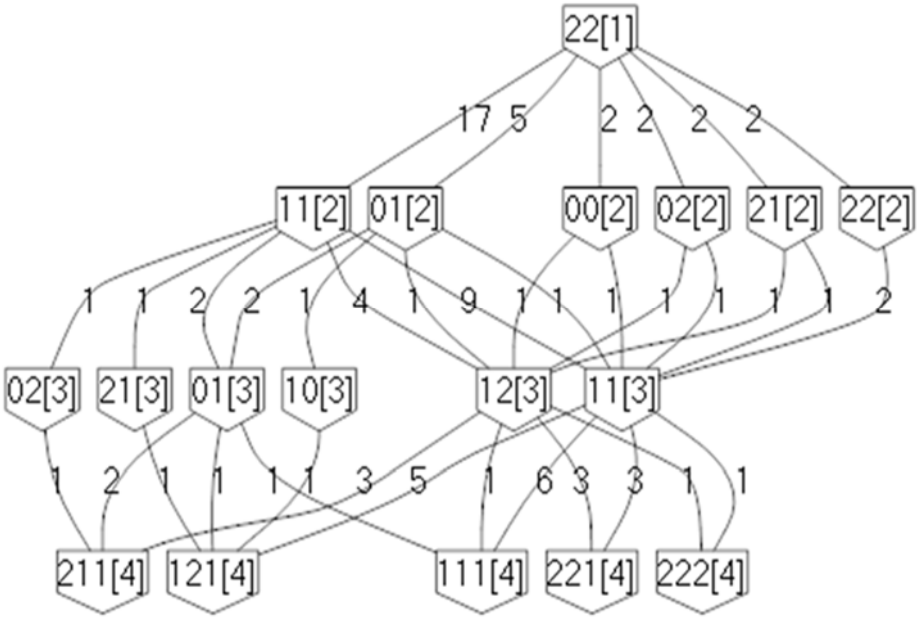


Figure 2. The tree of outcomes for the first stage with the starting point 22.

The developed approach allows determining the optimal trajectory of processing of products and provides the ability to adapt to the changing conditions of production due to the choice of the most favorable continuation.

References:

1. Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Nagi AM (2014) Blocks of structural modeling and search optimization discrete cell-hierarchical systems using computer information processing techniques. «Modern mathematics in Science» Caracas, Venezuela. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science 6 (14): 14 -17. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.06.14.4
2. Korneev AM, Butakov VV, Filatov AA (2014) Discrete-variable modeling of technological process. «Scientific technologies of the future», Linköping, Sweden. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science 2(10), pp. 35- 39. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.02.10.5
3. Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Smetannikova TA, Nagi AM (2014) Discrete modeling of complex manufacturing systems. «Economy, technology, education and prospects for 2014», Malmö, Sweden. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science 1(9), pp. 32- 35. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.01.9.5

4. Korneev AM, Al-Sabry GM, Al-Saeedi FA (2013) The optimal strategy for adapting technological regimes in discrete systems. Proceedings of the 4rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies» Vol. I, St. Louis, Missouri, USA, pp.264-267.
5. Korneev AM, Blumin SL, Smetannikova TA (2013) Numerical methods of search engine optimization of discrete cell-hierarchical systems. News of higher educational institutions of Chernozemia, No.3, pp. 21-26.
6. Korneev AM, Miroshnikova TV (2010) Automated system of prognosis of resources expenditure on production of metal output. Proceedings of the 12 International Workshop on Computer Science and Information Technogies CSIT'2010. Moscow-St.Petersburg, Russia 2010, pp.47–50.
7. Korneev AM (2008) Description of technologies using finite state machines. News of higher educational institutions of Chernozemia, No. 3, pp. 56-61.
8. Korneev AM, Miroshnikov TV (2008) Method of finding the optimal boundaries of the factors for through technology. Control systems and information technology, No.3(33), pp.93-96.
9. Korneev AM (2009) Identifying Methods of Through Technology Production of Steel Products: monograph. Lipetsk State Pedagogical University. Lipetsk: LSPU, 286.
10. Blumin SL, Korneev AM (2005) Discrete modeling of systems of automation and management: Monograph, Lipetsk Ecologic Humanitarian Institute. Lipetsk: LEHI, 124.

SECTION 5. Innovative technologies in science.

Andrey Mastislavovich Korneev
candidate Technical Sciences, teacher at the University,
Lipetsk State Technical University, Russia
weenrok@mail.ru
Faisal Abdo Ali Al-Saeedi
Postgraduate,
Lipetsk State Technical University, Russia
faisal853450@mail.ru
Ghassan Mohsen Al-Sabry
Postgraduate,
Lipetsk State Technical University, Russia
lion100@mail.ru
Abdullh Mohammed Mohammed Nagi
Postgraduate,
Lipetsk State Pedagogical University, Russia
nagi_farad@mail.ru

BUILDING A MANAGING SYSTEM OF COMPLEX PRODUCTION PROCESSE

Annotation. *The paper presents an approach to building a managing system of complex production processes, based on the investigation of combining various technology factors, forming tables to analyze the impact of technology on the output properties and studies of combinations of transitions between the stages of processing.*

Key words: *Building a managing system, complex production processe.*

Citation*:* Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Nagi AM (2014) BUILDING A MANAGING SYSTEM OF COMPLEX PRODUCTION PROCESSE. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 50-53. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.8

Production characterizes the set of technology factors $x=(x_1,...,x_n)$ and a set of output properties (quality indicators) $y=(y_1,...,y_m)$.

There is a set of N experiments, where every experiment corresponds to the quality of product y. Each technological factor is enclosed within certain limits: $x_i^{'} \le x_i \le x_i^{''}$, where $x_i^{'}$ - minimum observed value, a $x_i^{''}$ - maximum observed value.

The range of values of each factor can be divided into k sections. To simplify, we can divide the bands into equal segments. After this process the value of the factor x_i. Each experiment occurs in one of the sections x_{ij}, where i - index factor ($i=1,...,n$), a j – index sections ($j=1,...,k$).

Next specify required values of quality indicators, i.e. specify sections of quality indicators. For example when checking for compliance with STANDARD number of sections may be equal to 3, where 1 - is the section corresponds to values below the STANDARD, 3- the section of the value above the STANDARD.

After a given partitions, the value of each output properties in each experiment falls into one of the sections. In every line of our set of experiments, the number of output properties, that corresponds to standards differently.

We denote this number w_m, that varies $0 \le w_m \le m$, so if $w_m = 0$, we can say that neither one output property fall into the area specified by the standard; if $w_m = m$, we can say

that all output properties were in areas specified by the standard, in other words, the products fully comply with standards. This information can be represented in a table 1.

Table 1

Data about the combinations of production factors and output properties (for n = 5, k = 3, m = 5).

Combinations of technological factors $x_{1j}x_{2j}x_{3j}x_{4j}x_{5j}$	The number of experiments that fall into the area in this combination n	w_m					
		0	1	2	3	4	5
11111	n_1						
11112	n_2						
…	…						
33333	n_L						

You can continue to study the impact of technology on the output property that has its own set of segments. For each output properties you can conduct a working out in detail of the caught number in each segment of experiment.

Table 2

Analysis of the impact of technology on the output properties (number of plots for the output property is 3).

$x_{1j}x_{2j}x_{3j}x_{4j}x_{5j}$	n	w_m						y_1			y_2			y_3			y_4			y_5		
		0	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11111	n_1																					
…	…																					
33333	n_L																					

Part of the resulting table is shown in Table 3 (due to the large volume table contains incomplete amount of data).

Table 3

Part of the table displays data about the combinations of production factors and output properties (for n = 8, k = 3, m = 3).

x1x2x3x4x5x6x7x8	n	y_1			y_2			y_3			w_m			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	0	1	2	3
01001000	21	0	19	2	0	18	3	0	15	6	0	0	11	10
01001001	83	0	72	11	0	71	12	0	69	14	1	6	22	54
01001002	29	0	26	3	0	26	3	0	23	6	0	1	10	18
01001010	23	0	20	3	0	18	5	0	20	3	0	2	7	14
01001011	111	0	95	16	0	94	17	0	85	26	1	6	44	60
01001012	39	0	32	7	0	32	7	0	32	7	0	4	13	22
01001021	5	0	5	0	0	4	1	0	4	1	0	0	2	3
01001100	39	0	36	3	0	28	11	0	25	14	1	5	15	18
01001101	141	0	118	23	0	123	18	0	109	32	0	11	51	79

To investigate the multistep processing we can apply the following scheme of analysis of the impact of technology on output properties. At each stage of the processing unit there will be a

certain set of process parameters $\bar{x}_i = (x_{i1}, \ldots, x_{in_j})$ where i- the index of the unit or stage of processing, j- the index of technological parameter typical for the i- unit or processing steps, n_j - a number of technological factors at this stage. And as in the previous case, there is a set of output properties (quality indicators) $y = (y_1, \ldots, y_m)$. Then, this succession can be represented as a chain of processing stages or units as in Figure 1.

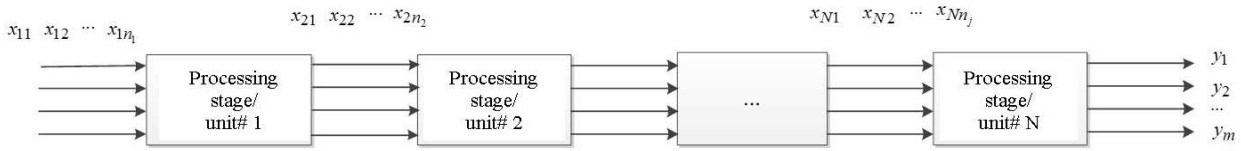


Figure 1 - Representation of a multi-stage processing.

As it can be seen at each stage of processing there is a different set of process parameters. After the last processing stage, we get a product with a set of output properties (quality indicators).

We can describe the transitions between stages 1 and 2 in table 4.

Table 4

Matrix of transitions between stages 1 and 2

x_1x_2 \ x_3x_4	11	12	…	33
11			…	
12			…	
…	…	…	…	…
33			…	

The table cell gets the number of experiments that contains a combination of factors x_3x_4 in the set of factors on the first stage with a value x_1x_2. This way we can describe the transitions between all the stages of processing at the last stage of working. All the possible combinations for output properties can be found in the header of the table. The result for the 1st and 2nd stages are presented in Table 5.

Table 5

The resulting matrix of transitions between stages 1 and 2.

	11	12	13	21	22	23	31	32	33
11	225	379	33	1900	3362	381	1648	2926	337
12	154	284	26	1337	2286	266	1233	2107	211
13	8	12	1	57	100	8	44	83	8
21	364	697	71	3276	5769	639	2914	4957	580
22	274	501	64	2294	4190	444	2061	3578	418
23	9	24	2	85	150	13	81	128	22
31	68	156	12	688	1240	158	602	991	125
32	64	95	12	471	852	102	398	757	74
33	2	5	1	21	32	2	15	31	5

Now let's examine the technological modes of processing, those paths that were observed in production. The first five modes are most probable and received according to the original table of records of monitored process parameters, are given in Table 6.

Table 6

The most probable routes

Rout	Number of repeats	Probability
22[1]->21[2]->22[3]->22[4]->222[5]	620	0,010
22[1]->21[2]->22[3]->12[4]->222[5]	539	0,009
22[1]->21[2]->32[3]->22[4]->222[5]	514	0,009
22[1]->21[2]->32[3]->12[4]->222[5]	462	0,008
22[1]->22[2]->22[3]->22[4]->222[5]	426	0,007

As can be seen from the previous tables there are transitions and ways to weight, that is small if compared to other transitions. For example, we can take the transition 31 [1], 13 [2] from Table 15, with the weight 1 which is substantially loses if compared with the transition from 22 [1] 21 [21] with a weight of 5936.

We introduce a boundary to show the ways in which the number of repeats / weight are greater than 100, and show the resulting graph and the transition matrix.

In this case, the number of links decreases sharply by combining paths going through the same vertex, and by introducing a boundary. This method of analysis of technological regimes is more acceptable, as it displays only those paths which occurred most often.

References:

1. Blyumin SL, Korneev AM (2005) Discrete modeling of automation and control systems. Monograph, Lipetsk Ecological Humanitarian Institute. Lipetsk LEHI, 124.
2. Korneev AM, Miroshnikov TV (2008) Method of finding the optimal boundaries of the factors through technology. Control systems and information technology, No.3(33), pp.93-96.
3. Korneev AM (2008) Description of technologies using finite state machines. News of higher educational institutions of the earth. No.3, pp.56-61.
4. Korneev AM (2009) Identification Methods through technology production of steel products. monograph, Lipetsk State Pedagogical University. Lipetsk: LSPU, 286.
5. Korneev AM (2011) Structural cell-hierarchical modeling of complex spatially distributed systems. News of higher educational institutions of Chernozemia, No.1, pp.62-66.
6. Korneev AM, Abdullah LS, Smetannikova TA (2013) Structural cell-hierarchical identification of complex spatially distributed production systems. Proceedings of the 3rd International Academic Conference. St. Louis, Missouri, USA, pp. 75-79.
7. Korneev AM, Al-Sabry GM, Al-Saidi FA (2013) Development of optimal strategies for adapting technological modes in discrete systems. Proceedings of the 4th International Conference "Applied and fundamental research», Vol. 1, St. Louis, Missouri, USA, 264-267.
8. Korneev AM, Al-Saidi FA, Al-Sabry GM, Smetannikova TA, Nagi AM (2014) Discrete modeling of complex manufacturing systems. "Economics, technology, education and prospects for 2014", malmö, Sweden. International scientific journal Theoretical & Applied Science 1(9), pp. 32 - 35. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.01.9.5
9. Korneev AM, Al-saidi FA, Smetannikova TA (2013) System modeling and control of complex industrial systems technology. News of higher educational institutions Chernozemia. No.4, pp. 34-38.
10. Korneev AM, Lavrukhina TV, Smetannikova TA (2013) Description a process with a finite state machine. Proceedings of the workshop on computer science and information technologies CSIT'2013, volume 1). Vienna-Budapest-Bratislava, 159.

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Denis Alexandrovich Chemezov
Master of Engineering and Technology,
Lecturer of Vladimir Industrial College, Russia
chemezov-da@yandex.ru

Vladimir Vladimirovich Goremykin
Student of Vladimir Industrial College, Russia
vladimir_goremykin@mail.ru

Anzhelika Vladimirovna Bayakina
Lecturer of Vladimir Industrial College, Russia
bajakina.anzhelika@yandex.ru

THE RESEARCH OF SHOCK WAVE OF THE EXPLOSION DAMAGE EFFECT ON STRUCTURES

Abstract: *This article analyzes the dynamics of the shock wave propagation in air from the explosions of different capacities explosives. The level of shock wave overpressure at the moment of the explosion and 120 ms after the explosion have been assessed.*

Key words: *explosive, shock wave, overpressure, mixture.*

Citation: Chemezov DA, Goremykin VV, Bayakina AV (2014) THE RESEARCH OF SHOCK WAVE OF THE EXPLOSION DAMAGE EFFECT ON STRUCTURES. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 54-61. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.9

УДК 662.215.23

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ВЗРЫВА НА СООРУЖЕНИЯ

Аннотация: *В статье проведен анализ динамики распространения ударной волны в воздушном пространстве от взрыва различных по мощности взрывчатых веществ. Дана оценка величины избыточного давления ударной волны в момент и на 120 мс после взрыва.*

Ключевые слова: *взрывчатое вещество, ударная волна, избыточное давление, смесь.*

Взрывом является физико-химический процесс частичного преобразования объема энергии в механическую работу за короткий промежуток времени, сопровождающийся ударными и тепловыми воздействиями на окружающую среду [1]. Основными поражающими факторами при взрыве взрывчатых веществ (ВВ) являются ударная волна (УВ) и динамически изменяющееся со временем тепловое поле, действующие в радиусе поражения.

УВ взрыва действующая в какой-либо среде, описывается в виде сферических слоев энергии (сжатых областей) движущихся с высокими скоростями в пространстве. Избыточное давление УВ возникает в результате взаимодействия максимального давления (фаза сжатия) УВ с атмосферным давлением (фаза разряжения) рассматриваемой среды, где произошел взрыв. Степень разрушения различных по назначению зданий, сооружений и т. д. оценивают по критерию физической устойчивости (сильное – элементы сооружений

разрушаются полностью, среднее и слабое – возможно восстановление элементов сооружений в короткие сроки) [2].

Целью исследования явилось определение величины избыточного давления УВ взрыва наиболее распространенных ВВ методом моделирования процесса и анализ степени разрушения зданий и сооружений от ее действия, в различных временных диапазонах.

Моделирование распространения УВ взрыва выполнялось в специальной программе инженерного анализа (явной динамики) Ansys Autodyn для следующих ВВ: *ANFO* (смесь нитрата аммония и дизельного топлива), ρ (плотность) = 0,931 г/см^3; *BTF* (бензотрифуроксан), ρ = 1,859 г/см^3; *C-4* (смесь гексогена 91%, полиизобутилена 2,1%, диоктилсебацината 5,3% и моторного масла спецификации SAE 10 1,6%), ρ = 1,601 г/см^3; *Comp A-3* (смесь гексогена 91% и воска 9%), ρ = 1,65 г/см^3; *Cyclotol* (смесь гексогена и тротила), ρ = 1,754 г/см^3; *DIPAM* (3,3'-диамино-2,2',4,4',6,6'-гексанитродифенил), ρ = 1,55 г/см^3; *EL-506C* (смесь ТЭН 85% и пластификатора 15%), ρ = 1,48 г/см^3; *Explosive D* (пикрат аммония), ρ = 1,42 г/см^3; *FEFO* (бис–(2-фтор-2,2динитроэтил)формаль), ρ = 1,59 г/см^3; *H-6* (смесь гексогена, тринитротолуола, алюминиевой пудры и парафина), ρ = 1,76 г/см^3; *HMX* (октоген), ρ = 1,891 г/см^3; *HMX-TNT* (смесь октогена и тротила), ρ = 1,776 г/см^3; *HNS 1.00* (гексанитростильбен), ρ = 1 г/см^3; *HNS 1.40* (гексанитростильбен), ρ = 1,4 г/см^3; *HNS 1.65* (гексанитростильбен), ρ = 1,65 г/см^3; *LX-01* (смесь нитрометана 51,7%, тетранитрометана 33,2% и 1-нитропропана 15,1%), ρ = 1,23 г/см^3; *LX-04-1* (смесь октогена 85% и витона-А 15%), ρ = 1,865 г/см^3; *LX-07* (смесь октогена 90% и витона-А 10%), ρ = 1,865 г/см^3; *LX-09-1* (смесь октогена 93,3%, бис-(2,2-динитропропил)-формаля 4,4% и бис-(2-фтор-2,2-динитроэтил)-формаля 2,3%), ρ = 1,84 г/см^3; *LX-10-1* (смесь октогена 94,5% и витона-А 5,5%), ρ = 1,865 г/см^3; *LX-11* (смесь октогена 80% и витона-А 20%), ρ = 1,875 г/см^3; *LX-14-0* (смесь октогена 95,5% и витона-А 4,5%), ρ = 1,835 г/см^3; *LX-17-0* (смесь триаминотринитробензола 92,5% и Kel-F 800 7,5%), ρ = 1,9 г/см^3; *NM* (нитрометан), ρ = 1,128 г/см^3; *Octol* (смесь октогена и тротила), ρ = 1,821 г/см^3; *PBX-9010* (смесь гексогена 90% и Kel-F 3700 10%), ρ = 1,787 г/см^3; *PBX-9011* (смесь октогена 90%, Estane 5% и 5703-Fl 5%), ρ = 1,777 г/см^3; *PBX-9404-3* (смесь октогена 94%, нитроцеллюлозы 3% и CEF 3%), ρ = 1,84 г/см^3; *PBX-9407* (смесь гексогена 94% и FPC461 6%), ρ = 1,6 г/см^3; *PBX-9501* (смесь октогена 95%, Estane 2,5% и бис-(2,2-динитропропил)-формаля 2,5%), ρ = 1,84 г/см^3; *PBX-9502* (смесь триаминотринитробензола 95% и Kel-F 800 5%), ρ = 1,895 г/см^3; *Pentolite* (смесь тринитротолуола и тетранитропентаэритрита), ρ = 1,7 г/см^3; *PETN 0.88* (пентрит), ρ = 0,88 г/см^3; *PETN 1.26* (пентрит), ρ = 1,26 г/см^3; *PETN 1.5* (пентрит), ρ = 1,5 г/см^3; *PETN 1.77* (пентрит), ρ = 1,77 г/см^3; *RX-03-BB* (смесь ТАТБ 92,5% и Kel-F 7,5%), ρ = 1,9 г/см^3; *RX-04-DS* (смесь октогена 80%, алюминия 10% и витона-А 10%), ρ = 1,865 г/см^3; *RX-23-AA* (смесь гидразиннитрата 79% и гидразина 21%), ρ = 1,42 г/см^3; *RX-23-AB* (смесь гидразиннитрата 70%, гидразина 5,9% и воды 24,1%), ρ = 1,38 г/см^3; *RX-23-AC* (смесь гидразиннитрата 30% и гидразина 70%), ρ = 1,13 г/см^3; *Tetryl* (2,4,6–тринитрофенилметилнитрамин), ρ = 1,73 г/см^3; *TNT* (тринитротолуол), ρ = 1,63 г/см^3; *X-0219* (смесь ТАТБ 90% и Kel–F 800 10%), ρ = 1,92 г/см^3; *XTX-8003* (смесь ТЭН 80% и двухкомпонентной силиконовой резины Sylgard 182 20%), ρ = 1,54 г/см^3 [3].

Моделирование осуществлялось в двумерной постановке (осевая симметрия). Был построен квадрат с размерами сторон 100000 × 100000 мм (рис. 1), соответствующий воздушному пространству (состояние среды – идеальный газ; ρ = 0,001225 г/см^3; T (температура) = 288,2 К; U (внутренняя энергия среды при давлении 1 бар) = 206800 Дж), в котором происходил процесс взрыва. Высокая точность расчетов определялась разбиением фигуры на 15251 узел (15000 элементов). В левом нижнем углу квадрата располагалось ВВ в виде прямоугольника (на рисунке изображено зеленым цветом) с размерами сторон 1000 × 600 мм. Расчет процесса производился Эйлеровым решателем. Принятое максимальное время моделирования процесса – 120 мс, максимальное количество циклов – 99999999.

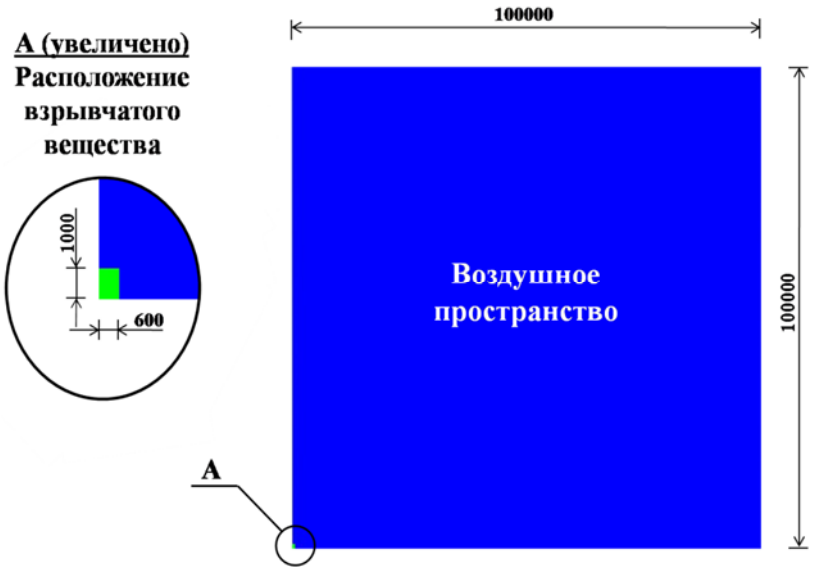


Рисунок 1 – Постановка задачи (размеры даны в мм).

Решение задачи производилось в интерактивном режиме. Получены эпюры, описывающие последовательное распространение УВ и величину избыточного давления после взрыва *TNT* (рис. 2) на:

τ_1 (расчетное время после взрыва) = 1,19 мс / $P_{1изб.max.}$ (максимальное избыточное давление) = 48,95 МПа / r_1 (радиус действия УВ) = 6 м;

τ_2 = 2,85 мс / $P_{2изб.max.}$ = 3,554 МПа / r_2 = 10,4 м;

τ_3 = 6,49 мс / $P_{3изб.max.}$ = 1,857 МПа / r_3 = 16,8 м;

τ_4 = 13,04 мс / $P_{4изб.max.}$ = 847 кПа / r_4 = 24,8 м;

τ_5 = 20,03 мс / $P_{5изб.max.}$ = 508 кПа / r_5 = 30,4 м;

τ_6 = 23,66 мс / $P_{6изб.max.}$ = 443,5 кПа / r_6 = 31,2 м;

τ_7 = 28,81 мс / $P_{7изб.max.}$ = 376,3 кПа / r_7 = 37,2 м;

τ_8 = 34,81 мс / $P_{8изб.max.}$ = 369 кПа / r_8 = 38,8 м;

τ_9 = 45,93 мс / $P_{9изб.max.}$ = 271,4 кПа / r_9 = 44,4 м;

τ_{10} = 58,24 мс / $P_{10изб.max.}$ = 231,9 кПа / r_{10} = 48,8 м;

τ_{11} = 72,24 мс / $P_{11изб.max.}$ = 204,7 кПа / r_{11} = 57,2 м;

τ_{12} = 87,12 мс / $P_{12изб.max.}$ = 184,8 кПа / r_{12} = 66 м;

τ_{13} = 102,1 мс / $P_{13изб.max.}$ = 170,4 кПа / r_{13} = 72,8 м;

τ_{14} = 117,1 мс / $P_{14изб.max.}$ = 160,3 кПа / r_{14} = 77,2 м;

τ_{15} = 120 мс / $P_{15изб.max.}$ = 158,6 кПа / r_{15} = 78 м.

Эпюры распространения УВ на 120 мс после взрыва некоторых ВВ представлены на рис. 3.

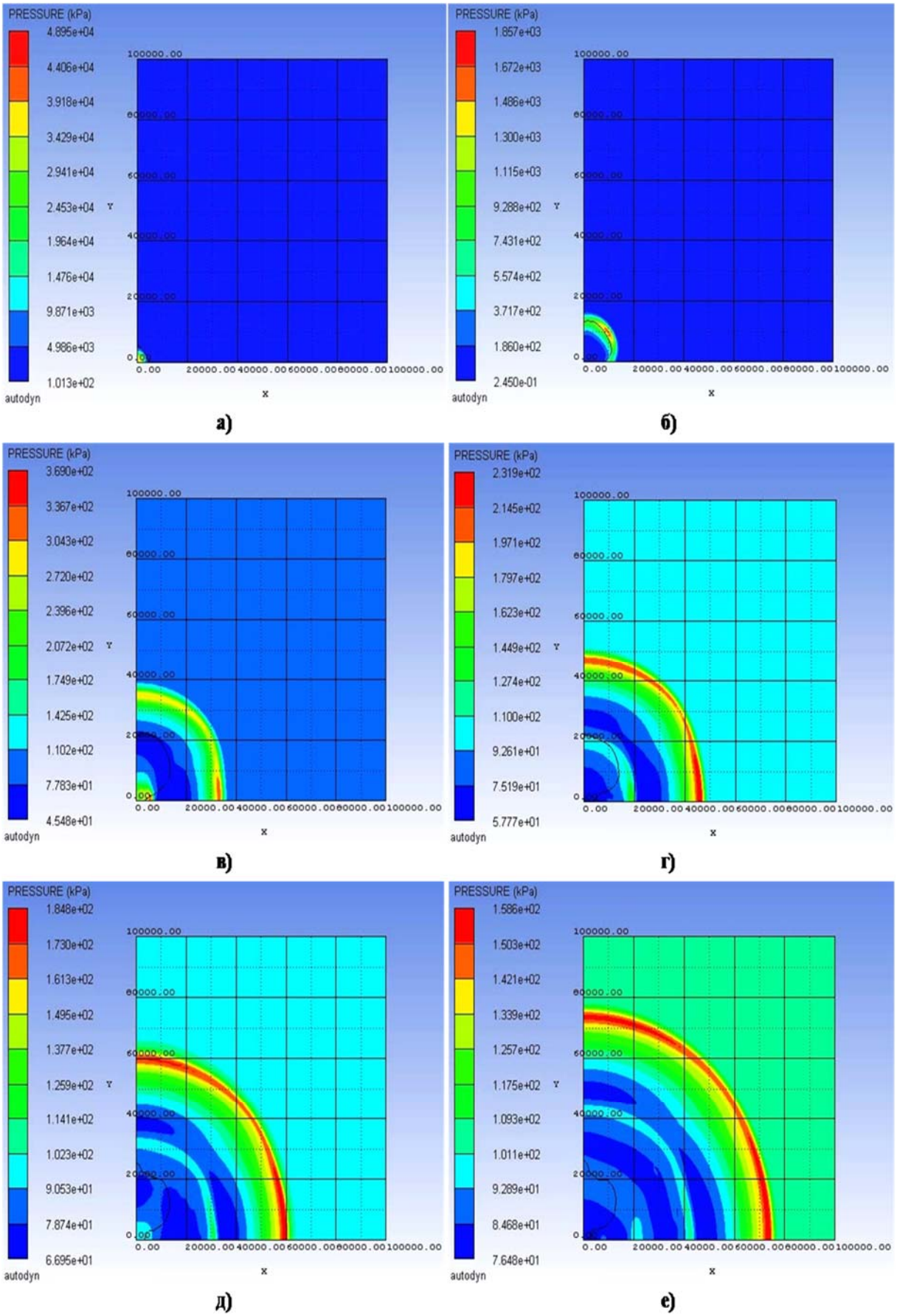


Рисунок 2 – Эпюры распространения УВ после взрыва *TNT*: а – τ = 1,19 мс; б – τ = 6,49 мс; в – τ = 34,81 мс; г – τ = 58,24 мс; д – τ = 87,12 мс; е – τ = 120 мс.

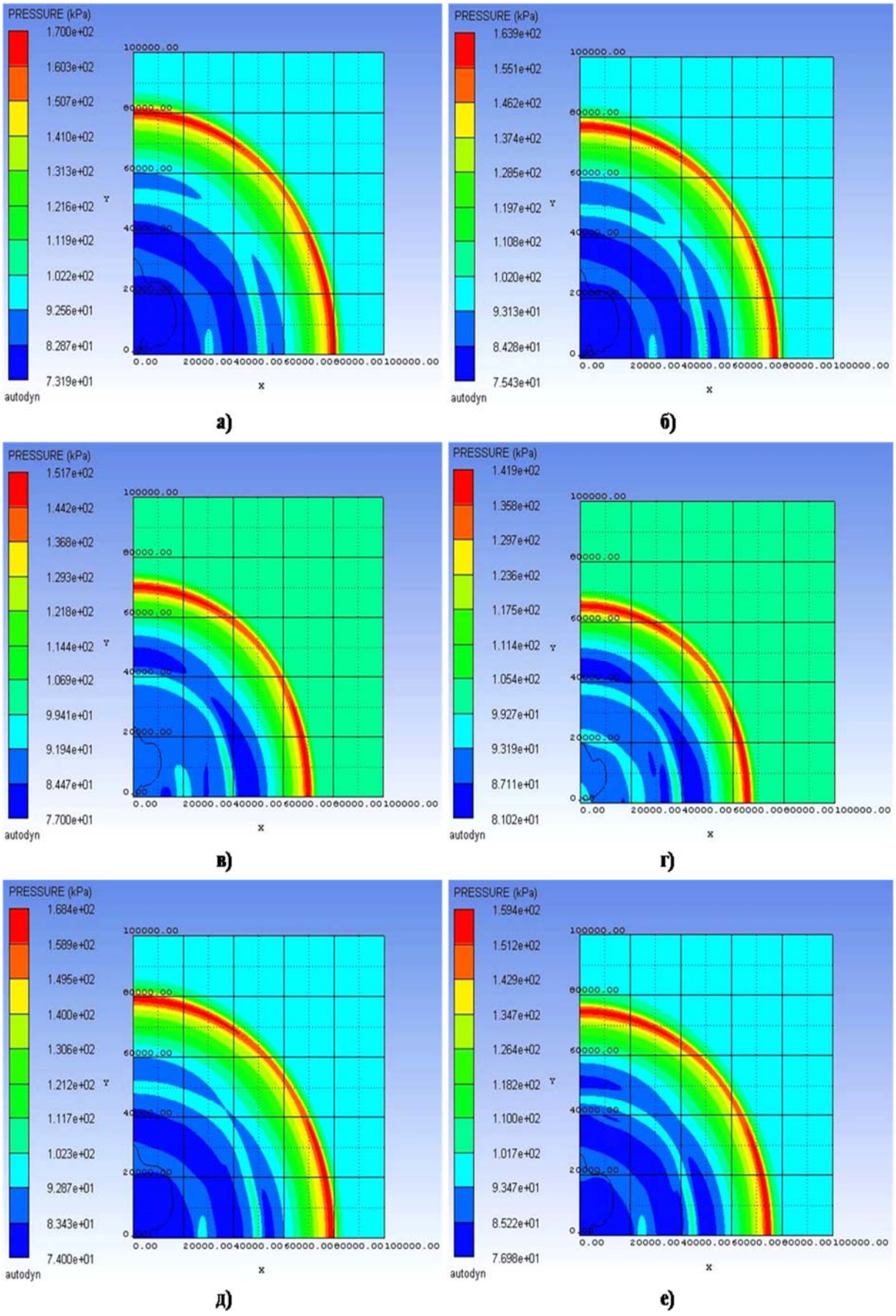


Рисунок 3 – Эпюры распространения ударной волны на 120 мс после взрыва: а – *BTF*; б – *PBX-9407*; в – *RX-23-AB*; г – *ANFO*; д – *HMX*; е – *XTX-8003.*

Выделение тепла при химической реакции является одним из необходимых условий взрыва. При этом температура воздушного пространства постоянно изменяется уже после 30 мс после начала взрыва (рис. 2, в). При быстром и сильном сжатии ВВ нагреваются и выделяют большое количество энергии с образованием газообразных продуктов. Образующиеся газообразные продукты производят резкий удар по соседним слоям ВВ. Эти слои сжимаются, и в них также образуется УВ. Она имеет впереди резко очерченный фронт, на котором происходит сильное повышение избыточного давления и температуры. За фронтом УВ происходит превращение ВВ в газообразные продукты и выделение энергии. Продукты взрыва не удаляются из зоны реакции, а движутся в направлении распространения процесса вслед за УВ (рис. 2 в – е) [4, 6, 7].

Результаты имитационного моделирования процесса взрыва ВВ отображены в сводной табл. 1.

Таблица 1

Результаты моделирования процесса взрыва

Номер п/п	Наименование ВВ	Величина избыточного давления УВ в момент взрыва, МПа	Величина избыточного давления УВ на 120 мс после взрыва, кПа	Радиус действия УВ на 120 мс после взрыва, м
1	LX-09-1	89,34	169,4	85,6
2	BTF	88,54	170	86,4
3	LX-10-1	88,34	169,6	86,0
4	RX-04-DS	87,1	169,9	85,6
5	LX-14-0	86,75	169,1	85,2
6	PBX-9404-3	86,54	168,9	85,6
7	PBX-9501	86,51	168,8	85,2
8	HMX	86,02	168,4	85,6
9	LX-04-1	82,12	168	84,0
10	Octol	80,81	167,7	84,4
11	LX-07	79,46	167,4	85,2
12	Cyclotol	75,11	166,5	84,4
13	PBX-9010	74,74	165,7	83,6
14	PETN 1.77	73,28	166,4	82,0
15	LX-11	72,72	165,6	84,0
16	Comp A-3	71,37	164,7	83,6
17	PBX-9011	71,27	164,9	84,0
18	HMX-TNT	69,78	165,2	83,6
19	PBX-9407	68,29	163,9	83,6
20	C-4	66,87	163	84,8
21	H-6	65,89	164,5	80,8
22	FEFO	65,42	163,4	82,4
23	PBX-9502	65,15	162,1	80,8
24	Pentolite	64,84	164	83,6
25	PETN 1.5	63,56	162,4	88,4
26	Tetryl	63,26	162,7	80,4
27	LX-17-0	63,24	162,5	80,0
28	RX-03-BB	60,3	161,7	79,6
29	HNS 1.65	59,65	161,8	82,4
30	X-0219	58,61	161,6	79,6
31	XTX-8003	55,1	159,4	82,0

32	RX-23-AA	54,62	158,2	80,8
33	PETN 1.26	51,03	158	82,4
34	DIPAM	50,52	159	82,0
35	TNT	48,95	158,6	78,0
36	EL-506C	48,63	157,3	78,0
37	LX-01	46,58	156,6	80,8
38	HNS 1.40	45,68	156,7	82,0
39	Explosive D	43,41	155,3	80,8
40	RX-23-AB	38,38	151,7	74,8
41	NM	37,43	152,8	76,0
42	RX-23-AC	35,85	149,5	74,4
43	PETN 0.88	30,56	149,2	74,4
44	HNS 1.00	27,08	147,4	73,2
45	ANFO	17,38	141,9	70,4

При одинаковых условиях, отмечено: наибольшая величина избыточного давления УВ в момент взрыва у *LX-09-1* (89,34 МПа), наибольшая величина избыточного давления УВ на 120 мс после взрыва у *BTF* (170 кПа), наибольший радиус действия УВ на 120 мс после взрыва у *PETN 1.5* (88,4 м). Наименьшие показатели наблюдаются у *ANFO*.

Оценка степени разрушения средств транспорта, мостов, производственных и коммунально-энергетических сооружений в зависимости от действия избыточного давления УВ и удаленности от эпицентра взрыва приводилась для ВВ *TNT* [5, 8, 9, 10]:

1) Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления
r = 1 … 30 м – полное, r = 31 … 60 м – полное, r = 31 … 90 м – сильное;
2) Здания ГЭС
r = 1 … 30 м – сильное, r = 31 … 60 м – среднее, r = 31 … 90 м – слабое;
3) Сооружения коммунального хозяйства без ограждающих конструкций
r = 1 … 30 м – полное, r = 31 … 60 м – сильное, r = 31 … 90 м – слабое;
4) Воздушные линии низкого напряжения
r = 1 … 30 м – полное, r = 31 … 60 м – сильное, r = 31 … 90 м – сильное;
5) Легковые автомобили
r = 1 … 30 м – полное, r = 31 … 60 м – полное, r = 31 … 90 м – полное;
6) Железнодорожные пути
r = 1 … 30 м – сильное, r = 31 … 60 м – среднее, r = 31 … 90 м – слабое;
7) Металлические мосты с длиной пролета 30 … 45 м
r = 1 … 30 м – полное, r = 31 … 60 м – сильное, r = 31 … 90 м – слабое;
8) Шоссейные дороги с асфальтовым покрытием
r = 1 … 30 м – среднее, r = 31 … 60 м – слабое, r = 31 … 90 м – слабое.

В результате комплексного анализа процесса моделирования взрыва ВВ были получены следующие выводы:

1) значительное уменьшение (более чем в 10 раз) избыточного давления УВ происходит во временном диапазоне от 1 до 3 мс после взрыва ВВ;

2) размер радиуса действия УВ на 120 мс после взрыва не зависит от величины избыточного давления УВ в момент взрыва (например, *PETN 1.5* $P_{изб.max.}$ = 63,56 МПа, r = 88,4 м, а *BTF* $P_{изб.max.}$ = 88,54 МПа, r = 86,4 м);

3) незначительному повреждению от УВ подвергаются объекты, состоящие из металлических элементов, имеющие наименьшую высоту.

References:

1. (2014) Vzryv, Available: https://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E7%F0%FB%E2 (date of access: 10.09.2014).
2. (2014) Raschet nagruzok sozdavaemyh udarnoy volnoy, Available: http://pastuhova-diplom.ru/index.php?id=37 (date of access: 10.09.2014).
3. Chemezov D. A. (2014) Description of library materials software package Ansys Autodyn. ISJ Theoretical & Applied Science 8 (16): 4-23.
4. (2014) Phiziko-himicheskie osnovy vzryvnyh prevrasheniy, Available: http://coudget.3dn.ru/news/2_4_fiziko_khimicheskie_osnovy_vzryvnykh_prevrashhenij/2013-03-30-59 (date of access: 10.09.2014).
5. (2014) Stepeni razrushenia ob'ekta pri razlichnyh izbytochnyh davleniah udarnoy volny, Available: http://lektsiopedia.org/lek-15942.html (date of access: 10.09.2014).
6. (2014) Vzryvchatye veshestva, Available: http://www.lki.ru/text.php?id=6332 (date of access: 10.09.2014).
7. (2014) Phizika vzryva, Available: http://www.mining-enc.ru/f/fizika-vzryva (date of access: 10.09.2014).
8. (2014) Prognozirovanie i otsenka obstanovki pri chrezvychainyh situatsiah tehnogennogo haraktera, Available: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/BGD/BGD/MU/USH_POS/frame/4.htm (date of access: 10.09.2014).
9. (2014) Stepen-razrushenie-zdanie, Available: http://www.ngpedia.ru/id480981p1.html (date of access: 10.09.2014).
10. (2014) Otsenka posledstviy vzryva, Available: http://www.studfiles.ru/preview/749105/ (date of access: 10.09.2014).

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Viktor Viktorovich Boiko
Doctor of science, Professor,
Head of the research laboratory of the problems of seismic safety of explosions
Institute of Hydromechanics of National Academy of Sciences of Ukraine
seismic-control@yandex.ru

Dmitrii Anatolievich Remez
Applicant,
research laboratory of the problems of seismic safety of explosions
Institute of Hydromechanics of National Academy of Sciences of Ukraine
D_REMEZ@rumbler.ru

SIMULATION OF SHORTLY SLOWED DOWN DETONATION FOR DECLINE OF SEISMIC EFFECT

Abstract: *The results of theoretical studies of determining the optimal schemes for short-delay blasting on the basis of the developed method of calculating the parameters of the wave oscillations in short-delay explosion of cylindrical charges, allowing to define the parameters of the wave depends on the mass distribution of charges within the group and deceleration intervals are shown.*

Key words: *explosion, short-delay blasting, interval delay, the vibrational spectrum.*

Citation: Boiko VV, Remez DA (2014) SIMULATION OF SHORTLY SLOWED DOWN DETONATION FOR DECLINE OF SEISMIC EFFECT. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 62-67. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.10

УДК 622.235

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОГО ВЗРЫВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Аннотация: *Приведены результаты теоретических исследований по определению оптимальных схем короткозамедленного взрывания на базе разработанной методики расчета волновых параметров колебаний при короткозамедленном взрыве системы цилиндрических зарядов, позволяющие определять волновые параметры в зависимости от распределения масс зарядов внутри группы и интервалов замедления.*

Ключевые слова: *взрыв, короткозамедленное взрывание, интервал замедления, спектр колебаний.*

ВСТУПЛЕНИЕ

Короткозамедленный способ взрывания (КЗВ) является в настоящее время одним из прогрессивных и эффективных методов проведения буровзрывных работ на открытых горных работах. В связи с широким внедрением КЗВ перед учеными и практиками были поставлены сложные задачи разработки инженерных методов расчета основных параметров КЗВ, обеспечивающих как удовлетворения требований к качеству дробления горной массы, так и сейсмическую безопасность охраняемых объектов. Однако до сих пор нет единой точки зрения по физической сущности процесса, происходящего при КЗВ. Существуют различные гипотезы, объясняющие природу КЗВ, а формулы, применяемые в настоящее время, для расчета параметров волн считаются приблизительными и уточняются

экспериментальным путем. В соответствии с изложенным, научная проблема обоснования технологических параметров КЗВ, обеспечивающих сейсмостойкость охраняемых объектов, расположенных вблизи проведения массовых взрывов на карьерах, является актуальной.

Вопросам механики поверхностного проявления сейсмических воздействий посвящено большое количество исследований, однако подавляющее число публикаций касается землетрясений. Влияние амплитудно-частотных характеристик колебаний при техногенных взрывах на основы охраняемых объектов, изучены недостаточно. Работы [1-6] не могут решить задачу оптимального прогнозирования сейсмического эффекта промышленных взрывов, поскольку они базируются на закономерностях распространения колебаний при взрыве сосредоточенного заряда, что ведет к несоответствию между расчетными и фактическими данными. В работах [7, 8] изучалось взаимодействие взрывных волн при КЗВ, однако амплитудно-частотные характеристики сейсмоколебаний учтены не были. Исходя из проведенного анализа научных и практических достижений и выявленных при этом недостатков по данному направлению, сформулирована цель исследования.

Цель – исследование взаимодействия сейсмовзрывных волн с грунтовым массивом на базе математического моделирования КЗВ системы зарядов для расчета эффективных и сейсмобезопасных схем.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При решении задачи применялись зависимости максимального смещения от относительного расстояния r_i при взрыве i-го цилиндрического заряда массой Q_i полученные в результате численного решения [9] в виде:

$$(u_{\max})_i = k(Q_i / r_i)^{\mu}. \qquad (1)$$

Для оценки суммарного воздействия КЗВ системы цилиндрических зарядов исходили из принципа суперпозиции волн. Возмущения в упругой зоне для i-го источника может быть описано следующим выражением [10]:

$$u_i = (u_{\max})_i e^{-\nu t} \sin \omega_i t, \qquad (2)$$

где $(u_{\max})_i$ - максимальная амплитуда смещения для i-го заряда; ν - показатель затухания сейсмической волны; ω_i - частота колебаний от i-го источника. Тогда результирующее смещение при КЗВ n различных зарядов с интервалом замедления Δt будет определяться по формуле:

$$u = \sum_{i=1}^{N} u_i,$$

или с учетом формул (1-2) получим выражение:

$$u = \sum_{i=1}^{n} k(Q_i / r_i)^{\mu} e^{-\nu t} \sin \omega_i (t - (i-1)\Delta t). \qquad (3)$$

Исследовалось влияние распределения масс зарядов внутри группы на параметры сейсмовзрывных волн. При этом считалось, что взрывается одинаковая групповая масса, но по разным схемам. В случае трех зарядов по первой схеме взрывается сначала заряд меньшей массы, затем - большей, и, наконец, меньшей, равный по массе первому заряду. Назовем эту схему «треугольник вверх». По второй схеме взрывается заряд большей массы, затем меньшей, и снова большей («треугольник вниз»). При увеличении количества зарядов такое распределение масс сохраняется по двум предложенным схемам.

Рассматривался взрыв системы цилиндрических зарядов тротила в суглинке с интервалом замедления $\Delta t = 0.02\,c$. Исследовались различные варианты распределения масс. Примем массу 36 кг за единичный заряд q. Тогда в первом варианте расчетов по первой схеме массы последовательно высаживаемых в воздух зарядов были следующими: q, $1.4q$, q; по второй - $1.2q$, q, $1.2q$.

На рисунке 1 представлены зависимости смещения от времени на расстоянии 1000 м от источника взрывов. Нумерация кривых соответствует нумерации предложенных схем взрывания. Из анализа рисунка следует, что при незначительной разнице в амплитудах смещения частота колебаний при взрыве зарядов по второй схеме в два раза больше, чем по первой, что является неблагоприятным фактором для сейсмостойкости охраняемых объектов.

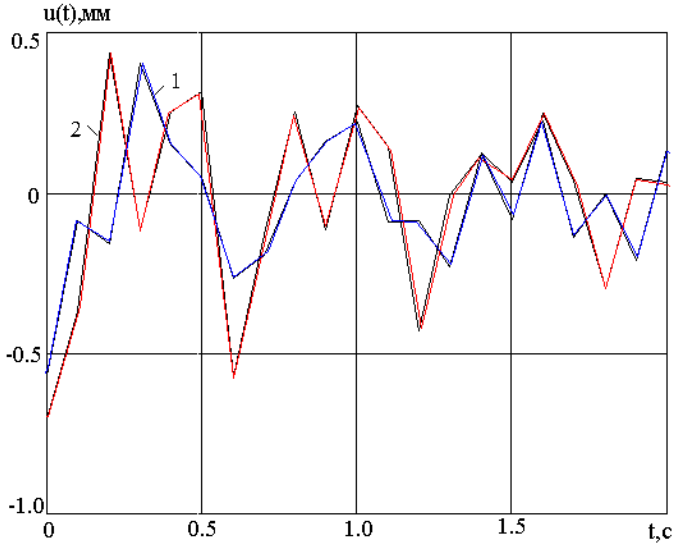


Рисунок 1 Зависимости смещения от времени на расстоянии 1000 *м* от эпицентра взрывов: 1 – для первой схемы; 2 – для второй схемы.

Для изучения влияния интервалов замедления на спектр сейсмических колебаний проводились исследования групповых взрывов по первой схеме. На рисунке 2 представлены зависимости смещения от времени для различных интервалов замедления: кривая 1 соответствует $\Delta t = 0.02\,c$, 2 - $\Delta t = 0.04\,c$, 3 - $\Delta t = 0.065\,c$. Из анализа рисунка видно, что сначала с ростом интервала замедления амплитуда и частота колебаний уменьшается, а при дальнейшем росте - увеличивается, т.е. для конкретных условий взрывания существует оптимальный интервал замедления. В данном случае это $\Delta t = 0.04\,c$.

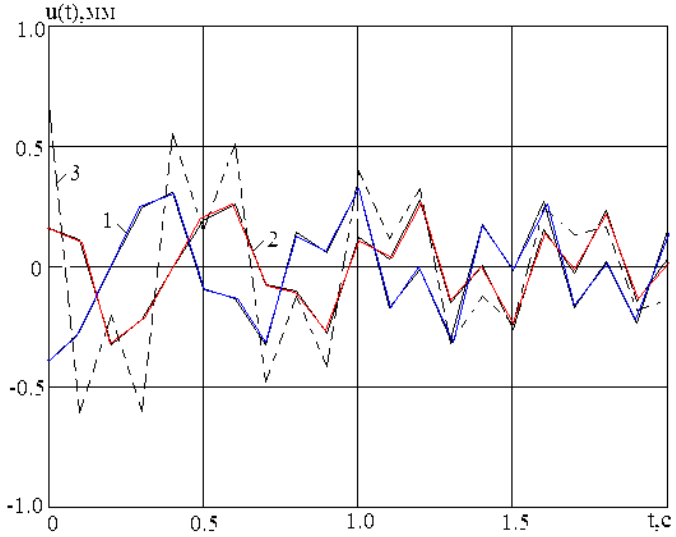


Рисунок 2 Зависимости смещения от времени на расстоянии 1000 м от эпицентра взрывов: 1 - $\Delta t = 0.02\,c$**, 2 -** $\Delta t = 0.04\,c$**, 3 -** $\Delta t = 0.065\,c$

На рисунке 3 приведены зависимости смещения от времени взрывов с различными, но близкими интервалами замедления: 1 - $\Delta t = 0.04\,c$, 2 - $\Delta t = 0.045\,c$, 3 - $\Delta t = 0.05\,c$. Из рисунка следует, что при увеличении интервала замедления на 5 мс (кривая 2) происходит резкое возрастание амплитуды (в 1.8 раз) и частоты (в 2 раза) колебаний. При дальнейшем росте интервала на 5 мс амплитуда и частота уменьшается по сравнению со вторым вариантом, но увеличивается по отношению к первому варианту. Это связано с тем, что волны с одинаковой фазой складываются, а с разными - вычитаются.

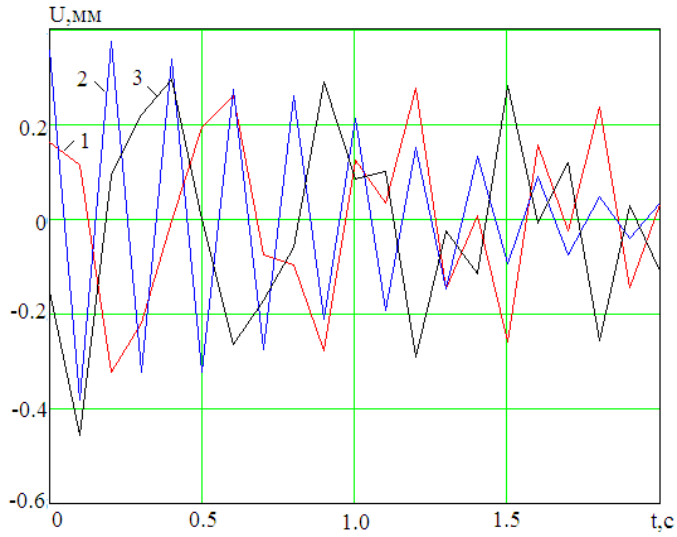


Рисунок 3 Зависимости смещения от времени на расстоянии 1000 м от эпицентра взрывов: 1 - $\Delta t = 0.04\,c$**, 2 -** $\Delta t = 0.045\,c$**, 3 -** $\Delta t = 0.05\,c$

Аналогичный результат получен и для следующих интервалов замедления (рисунок 4): 1 - $\Delta t = 0.06\,c$, 2 - $\Delta t = 0.065\,c$, 3 - $\Delta t = 0.7\,c$.

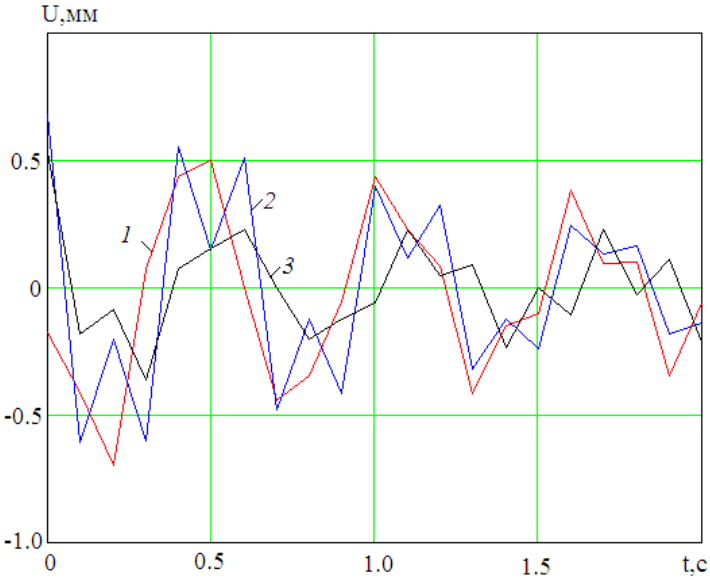


Рисунок 4 Зависимости смещения от времени на расстоянии 1000 м от эпицентра взрывов: 1 - $\Delta t = 0.06\ c$**, 2 -** $\Delta t = 0.065\ c$**, 3 -** $\Delta t = 0.7\ c$

Из результатов исследований следует, что незначительное изменение интервалов замедления может привести к значительным (в несколько раз) изменениям амплитудно-частотных характеристик колебательного процесса охранных объектов. Поэтому для обеспечения устойчивости сооружений необходимо проводить расчеты аплитудно-частотного спектра для конкретных грунтовых характеристик и условий взрывания.

ВЫВОДЫ

1. Разработана эффективная методика расчета сейсмовзрывных волн при короткозамедленном взрывании системы цилиндрических зарядов, которая позволяет определять волновые параметры в зависимости от распределения масс зарядов внутри группы и интервалов замедления.
2. Установлено, что существуют оптимальные схемы взрывания (для исследуемых условий - "треугольник вверх" с разницей масс в 40%, что позволяют получить эффективное дробление горной массы и обеспечить сейсмическую безопасность охраняемых объектов.
3. Для конкретных грунтовых характеристик и условий взрывания существует оптимальный интервал замедления (в данном случае это 40мс), незначительное изменение которого (на 5 мс) может привести к значительным (в два раза) изменениям амплитудно-частотных характеристик колебательного процесса охраняемых объектов.
4. Направлением дальнейших исследований является изучение влияния грунтовых условий, параметров зарядов и их взаимного расположения на спектральные характеристики сейсмических колебаний. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании взрывных работ для расчета рациональных схем взрывания и управления сейсмовзрывным спектром колебаний.

References:

1. Sadovskiy MA (1940) Seysmicheskiy ieffekt vzryva. Trudy vsesoyuznogo soveschaniya po burovzryvnym rabotam, pp. 290-319.
2. Bogackiy VF, Fridman AG (1982) Ohrana inzhenernyh sooruzheniy i okruzhayuschey sredy ot vrednogo deystviya promyshlennyh vzryvov. Moscow, Nedra, pp.162.

3. Mironov PS (1973) Vzryvy i seysmobezopasnost' sooruzheniy. Moscow, Nedra, pp.168.
4. Safonov LV, Kuznecov GV (1967) Seysmicheskiy ieffekt vzryva skvazhinnyh zaryadov. Moscow, Nauka, pp. 102.
5. Ceytlin YaI, Smoliy NI (1981) Seysmicheskie i udarnye vozdushnye volny promyshlennyh vzryvov. Moscow, Nedra, pp. 192.
6. Vovk AA, Kugel' M (2002) Issledovanie vliyaniya simmetrii na parametry istochnika seysmicheskih voln. Prikladnaya gidromehanika, No. 2, pp. 14-22.
7. Kuzmenko AA, Vorobev VD, Demeshchuk LI (1993) Seismik effects of blasting in rock. Oxford IBH Pyblishing Co. Pvt. Ltg, pp. 169.
8. Boyko VV, Remez NS, Hlevnyuk TV (2002) Osobennosti mehanizma obrazovaniya istochnika seysmoizlucheniya pri vzryvnom razrushenii anizotropnyh gornyh massivov. Visnik Nacional'nogo tehnichnogo universitetu Ukraïni "KPI". Seriya "Girnictvo", No.7, pp.77–83.
9. Boyko VV, Hudek M, Remez DA (2003) Osobennosti deformirovaniya myagkogo grunta pod deystviem vzryva sfericheskogo zaryada. Materialy Mezhdunarodnoy konferencii VI Szcola geomechanici (Gliwice – Ustron), pp. 33-40.
10. Harkevich AA (1962) Spektry i analiz. Moscow, Nedra, pp. 146.

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Serhii Aleksandrovych Kraichuk
Applicant,
Institute of Hydromechanics of National Academy of Sciences of Ukraine
akraychuk@pisem.net

Natalia Serhiivna Remez
Professor, Doctor of Technical Sciences,
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
NATALY.REMEZ@gmail.com

Oksana Yaroslavivna Tverda
PhD, Senior Lecturer
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
tverdaya@ukr.net

Serhii Vasyliovych Dyniak
Applicant
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
kkttkk297@gmail.com

METHOD OF PREDICTING THE SEISMIC-RESISTANT OF PROTECTED OBJECTS NEAR BLASTING

Abstract: *The method of numerical calculation of the parameters of seismic waves by the explosion of cylindrical charges group in soil array and their interaction with the soil foundation of protected structures, which allows on the basis of complex applications calculate seismic load on the subject taking into account its geometrical and inertial characteristics and parameters of blasting and ground conditions is developed.*

Key words: *explosion, seismic wave, the protected object, mathematical modeling.*

Citation: Kraichuk SA, Remez NS, Tverda OYa, Dyniak SV (2014) METHOD OF PREDICTING THE SEISMIC-RESISTANT OF PROTECTED OBJECTS NEAR BLASTING. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 68-73. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.11

УДК 622.235

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ВБЛИЗИ ПРОВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Аннотация: *Разработана методика численного расчета параметров сейсмовзрывных волн при взрыве группы цилиндрических зарядов в грунтовом массиве и их взаимодействии с грунтовым основанием охраняемых сооружений, которая позволяет на основе созданного комплекса прикладных программ рассчитывать сейсмическую нагрузку на объект с учетом его геометрических и инерционных характеристик, параметров взрывных работ и грунтовых условий.*

Ключевые слова: *взрыв, сейсмическая волна, охраняемый объект, математическое моделирование.*

ВСТУПЛЕНИЕ

Использование энергии взрыва зарядов химических взрывчатых веществ, расширение объемов взрывных работ и масштабов взрывов обуславливают необходимость

четкого расчета и создания эффективных методов управления воздействиями сейсмических волн. При этом возникает проблема прогнозируемой оценки устойчивых свойств сооружений, коммуникаций, расположенных вблизи карьерного поля, решение которой невозможно без точного знания влияния и характера действия внешних сил.

Существующие методики оценки сейсмической безопасности при проведении взрывных работ имеют ряд недостатков. Экспериментальные методики затратные и эффективны лишь для конкретных условий. Наиболее часто применяемые расчетные методики базируются на формуле Садовского уточненной различными коэффициентами или привязкой их к паспортным физико-механическим константам почв. Еще одним недостатком расчетных методик является то, что упомянутая формула, основанная на принципе геометрического и энергетического сходства справедлива для взрыва единичного сосредоточенного заряда, что приводит к недостоверной количественной оценке сейсмобезопасных параметров проведения взрывных работ.

Хотя выбор параметров взрывных работ определяет как полезный эффект взрыва по измельчению горной породы, так и сейсмический эффект взрыва, до сих пор этот вопрос не достаточно исследован в связанной постановке. Поэтому разработка эффективной методики исследования параметров сейсмовзрывных волн (СВВ), влияющих на сейсмическую устойчивость охраняемых объектов при взрывах группы цилиндрических зарядов с учетом условий проведения взрывных работ и амплитудно-временных и физико-механических свойств грунтов и объектов является актуальной научной задачей.

Теоретические исследования механизма разрушения горных пород при взрывах групповых и одиночных зарядов в большинстве случаев проведены для зарядов сферической симметрии [1-4]. При этом используются упрощенные представления о развитии волновых процессов в массиве: породный массив считается идеально упругим, ударные волны отсутствуют. Теоретические решения получены в потенциальном приближении [5].

Исследование взрыва группы цилиндрических зарядов, которые чаще всего используются в практике ведения взрывных работ, часто базируется на замене удлиненного заряда цепочкой элементарных сосредоточенных зарядов [1-2, 6], или закономерности, полученные при решении одномерных задач, обобщаются для пространственных зависимостей [7]. В работах [8-9] поставлены и решены пространственные задачи о взрыве одного или двух цилиндрических зарядов в почвенном пространстве, однако результаты этих решений в полной мере не раскрывают механизм суперпозиции.

Большинство работ по исследованию устойчивости сооружений посвящено изучению влияния сейсмических волн от землетрясений [1-5]. Исследований влияния сейсмовзрывных волн на природные и инженерные объекты значительно меньше [6-7]. Исходя из проведенного анализа научных и практических достижений и выявленных при этом недостатков по данному направлению, сформулирована цель исследования.

Целью работы является разработка методики расчета динамических процессов при распространении волн от одиночных и групповых взрывов цилиндрических зарядов в грунтовом массиве и их взаимодействии с охраняемыми объектами, для усовершенствования способа прогнозирования их сейсмостойкости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На базе алгоритмов расчетов проведенных в предыдущих разделах была разработана методика определения сейсмобезопасных параметров взрывных работ, основанная на математическом моделировании закономерностей распространения сейсмовзрывных волн в грунтовом массиве и их взаимодействия с охраняемым объектом.

На основе разработанной методики был реализован пакет прикладных программ на языке программирования DELFI для оперативного расчета сейсмобезопасных параметров взрывных работ, который предлагает для этого решение трех взаимосвязанных и

последовательных задач (выбор задачи можно осуществить в главном окне программы, или просто следовать последовательности задач):

- расчет параметров сейсмовзрывной волны при взрыве цилиндрического заряда в грунтовом массиве или горной породе;
- расчет параметров сейсмовзрывной волны при взрыве группы цилиндрических зарядов при мгновенном или короткозамедленном взрывании;
- расчет амплитудно-частотного взаимодействия основы охраняемого объекта и падающей сейсмической волны.

Общий алгоритм методики приведен на рисунке 1, на котором изображена блок-схема последовательности расчетов. Блок-схема состоит из блока входных данных, трех блоков постановки расчетов, блока передачи полученных результатов и блока принятия решения о повторении или завершении расчета на основе сравнения результатов с нормативными значениями скорости колебаний для охраняемых объектов.

Алгоритм состоит из четырех этапов. На первом этапе вычисляются параметры волновых процессов для взрыва одного цилиндрического заряда взрывчатого вещества в грунтовом массиве, что взрывается мгновенно на определенном расстоянии от свободной поверхности. Математическая постановка задачи приведена под №1 в виде системы квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных, описывающей движение почвы и продуктов детонации (ПД), с соответствующими начальными и граничными условиями. Входными данными являются значения физико-механических характеристик горной породы в месте проведения взрыва, детонационные характеристики взрывчатых веществ, параметры конструкции зарядов. Для решения этой задачи применялся метод конечных разностей с использованием явной разностной схемы типа «крест».

В результате численного эксперимента получаем массив основных параметров СВВ в зависимости от времени и относительного расстояния (рисунок 2). При обработке полученных данных методом наименьших квадратов получаем аналитические зависимости напряжений, скоростей и характерных времен взрыва (времени прихода импульса в данную точку массива, достижения максимума, окончания действия импульса), которые являются исходными данными для расчета суперпозиции волн при различных условиях взрыва.

На втором этапе проводятся аналитические расчеты полей напряжений и скоростей для группового взрыва в зависимости от условий взрывания: глубины залегания, количества зарядов, расстояния между ними, наличия или отсутствия КЗВ (задача №2 на рисунке 1). Входными параметрами являются количество зарядов n, расстояние между ними a, расстояние до свободной поверхности h, время замедления $t_{ói}$ и относительное расстояние до места наблюдения $\bar{r}$. Предусмотрена возможность одинакового времени замедления для всех зарядов или введения времени замедления отдельно для каждого заряда. Также задается момент времени для которого рассчитываются поля напряжений и скоростей и размеры расчетной сетки (м), покрывающей область для которой производится расчет. На рисунке 2 приведено окно вывода результатов для этой же задачи. Результаты расчета выводятся отдельным окном с четырьмя вкладками - по две проекции напряжений и скоростей по осям X и Y. Также выводятся максимальные значения всех рассчитанных величин в верхней части окна. Поля величин автоматически изображаются в виде разноцветных областей ограниченных изолиниями, их цвет и количество можно задать в главном окне, во вкладке меню «Конфигурация». Предусмотрена возможность изменения количества областей и значений изолиний, которые ограничивают, в правой части окна вывода результатов второй задачи.

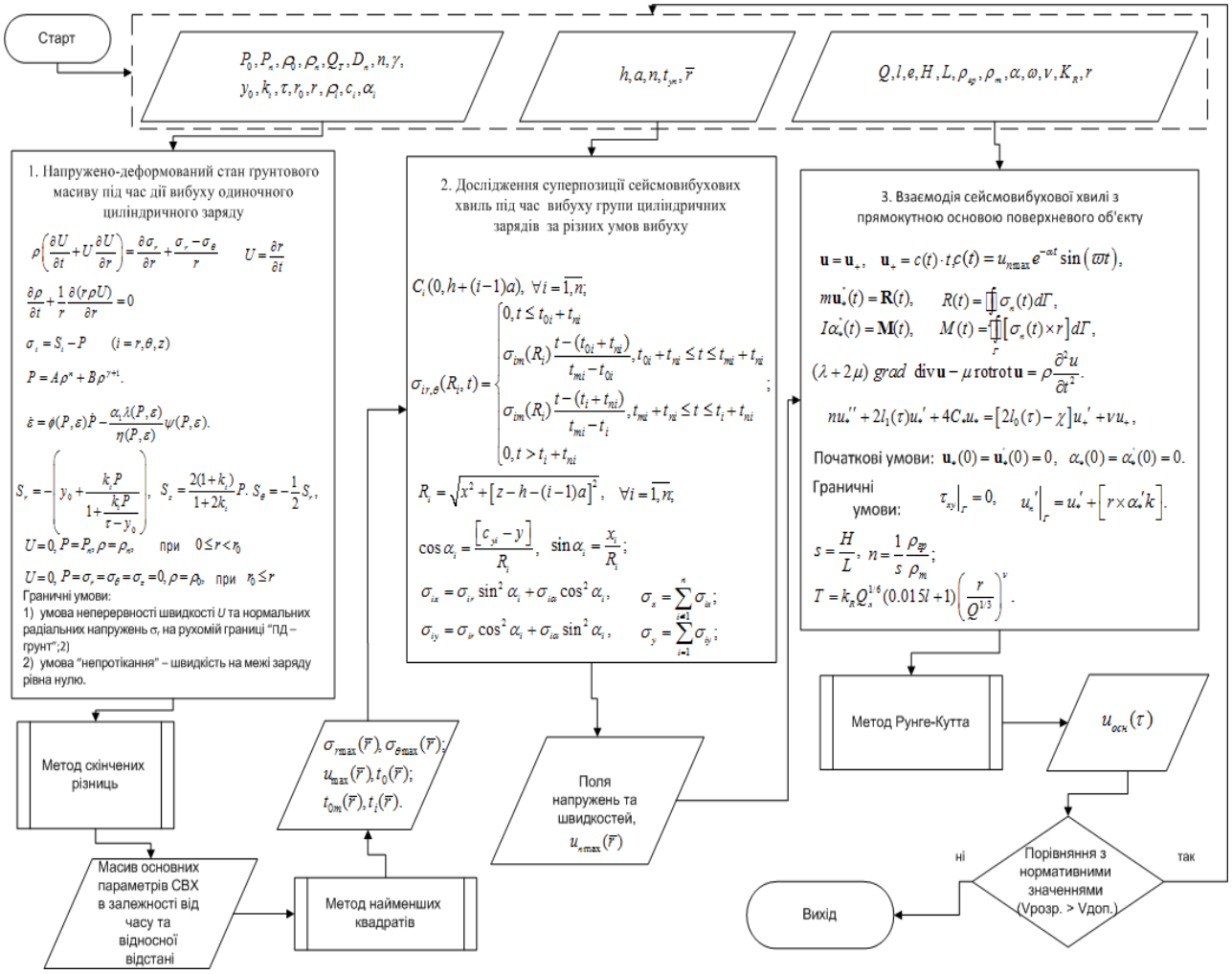


Рисунок 1 - Блок-схема последовательности расчетов.

На основе полученных зависимостей максимальных скоростей от времени на третьем этапе проводится расчет взаимодействия СВВ с основой охраняемого объекта с учетом линейных размеров объекта, его инерционных характеристик, амплитудно-частотных характеристик падающей волны. Результатами расчета являются графические зависимости перемещения и скорости колебаний основы охраняемого объекта от времени (задача 3).

На результирующих графиках определяются максимальные амплитуды скоростей колебания основы объекта и сравниваются с приведенными в окне программы допустимыми нормативными значениями скоростей колебаний грунта в основании охраняемых объектов. Окна ввода данных и вывода результатов задачи о взаимодействии сейсмической волны с основанием охраняемого объекта изображены на рисунке 3.

В зависимости от величины допустимой скорости колебаний определенной нормативами для данного охраняемого объекта, на основе полученных результатов можно дать рекомендации о необходимости изменения начальных параметров взрывных работ с целью снижения сейсмического эффекта взрыва и повторить расчет сейсмостойкости объекта для новых параметров взрывных работ. При этом можно варьировать параметрами заряда, типом ВВ, условиями взрывания. Алгоритм расчета сейсмобезопасных параметров взрыва повторяется до тех пор, пока не будут достигнуты оптимальные параметры ведения взрывных работ, обеспечивающих эффективное разрушение грунтового массива и сейсмическую безопасность охраняемого объекта.

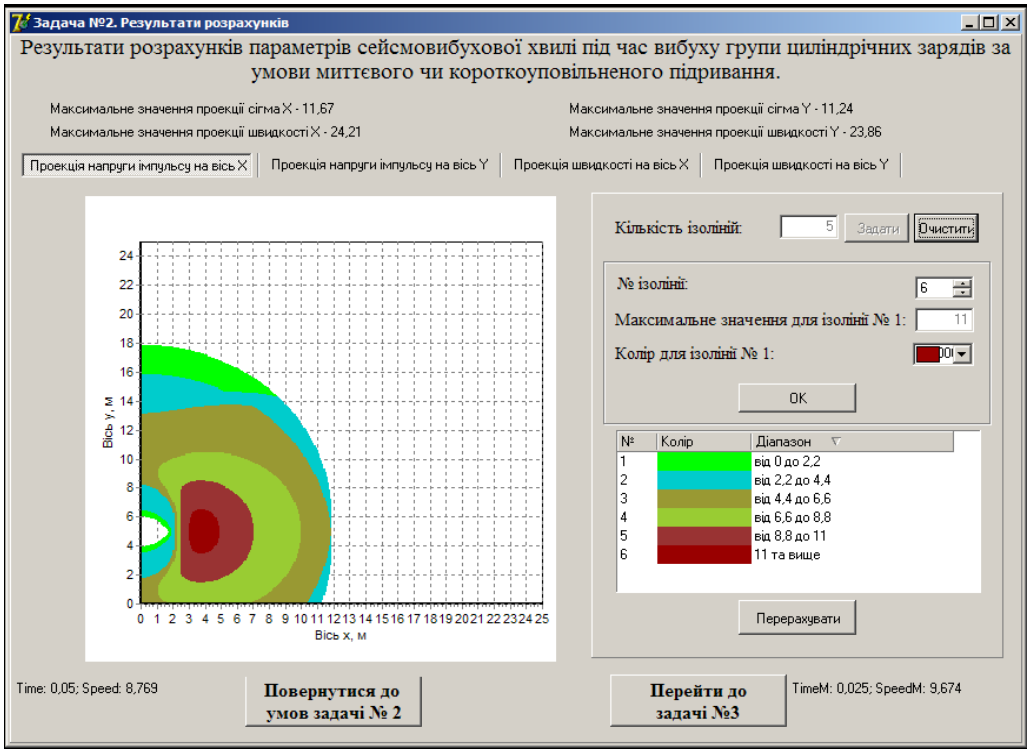


Рисунок 2 - Окно введения данных и вывода результатов задачи о взрыве группы цилиндрических зарядов в грунтовом массиве.

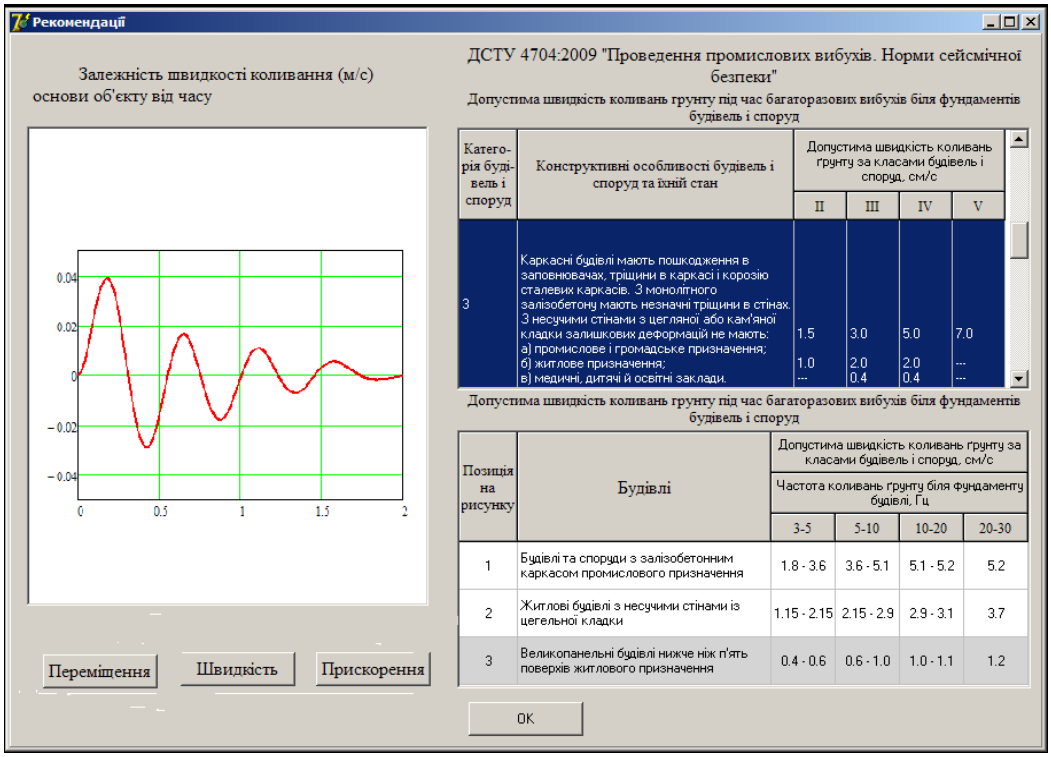


Рисунок 3 - Окно введения данных и вывода результатов задачи о взаимодействии сейсмической волны с основанием охраняемого объекта.

Следует отметить, что разработанная методика численного эксперимента по установлению сейсмобезопасных параметров взрывных работ вблизи охраняемых объектов имеет ряд преимуществ по сравнению с натурным экспериментом. Во-первых, она менее ресурсоемкая и дорого стоимостная.

Во-вторых, она позволяет получить результаты для различных начальных условий достаточно оперативно. К недостаткам работы следует отнести необходимость подтверждения теоретическими данными экспериментальных исследований.

ВЫВОДЫ

1 Разработана методика прогнозирования сейсмостойкости охраняемых объектов при взрывах группы цилиндрических зарядов, которые на основе исходных параметров взрывных работ, грунтовых условий и характеристик объекта позволяют рассчитать сейсмическую нагрузку на объект и в случае превышения допустимых норм скорректировать параметры взрыва

2 Разработан алгоритм и компьютерная программа расчета взаимодействия грунтового основания с сооружением под действием СВВ взрыва группы цилиндрических зарядов с учетом детонационных свойств ВВ, физико-механических характеристик грунтов и условий взрывания, позволяющие рассчитать амплитудно-частотные характеристики охраняемого объекта

3 Разработан прикладной комплекс программ, для численного расчета параметров СВВ при взрыве одного и группы цилиндрических зарядов в грунтовом массиве, и амплитудно-частотных параметров падающей сейсмической волны с учетом взаимодействия грунтового основания и охраняемого объекта, который позволяет на основе исходных параметров взрывных работ, детонационных характеристик ВВ, грунтовых условий и геометрических и инерционных характеристик объекта рассчитать сейсмическую нагрузку на объект и в случае необходимости скорректировать параметры взрыва.

References:

1. Shemyakin EI (1963) O volnakh napryazheniy v prochnykh gornykh porodakh. PMTF, pp.83-93.
2. Borovikov VA, Vanyagin VA (1976) K raschetu parametrov volny napryazheniya pri vzryve udlinennogo zaryada v gornykh porodakh. Vzryv. delo, No. 76/33, pp. 74-85.
3. Kravets VG (1979) Dinamika uplotneniya gruntovogo massiva vzryvom. Kiev: Nauk. dumka, 134.
4. Rodionov VN (1971) Mekhanicheskiy effekt podzemnogo vzryva. Moscow, Nedra, 200.
5. Mikhalyuk AV (1980) Gornye porody pri neravnomernykh dinamicheskikh nagruzkakh. Kiev: Nauk. dumka, 154.
6. Bazhenov VG, Kochetkov AV, Fel'dgun VR (1989) Deformirovanie tsilindricheskoy obolochki v myagkoy gruntovoy srede pod deystviem vnutrennego impul'snogo nagruzheniya. Prikladnye problemy prochnosti i plastichnosti. Metody resheniya: Vsesoyuz. mezhvuz. sb., pp. 87-95.
7. Komir VM (1979) Osnovy teorii i metody vzryvnogo drobleniya gornykh porod. Kiev: Nauk. dumka, 224.
8. Frolov OO (2006) Osoblivosti rozrakhunku ob'єmu ruynuvannya skel'nikh porid pid chas vibukhu sverdlovinnogo zaryadu z urakhuvannyam khvil' napruzhen'. Visnik NTTU «KPI». Seriya «Girnitstvo»: Zb. nauk. prats, Vip. 14, pp. 93-101.
9. Frolov OO (2008) Teoretichni peredumovi rozrakhunku ob'єmu ruynuvannya girs'kikh porid pid chas vibukhu sistem podovzhenikh zaryadiv. Visnik NTTU «KPI». Seriya «Girnitstvo»: Zb. nauk. prats, Vip. 16, pp. 13-16.

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Fedor Ivanovich Kim
candidate of technical Sciences, Professor,
Taraz State University named after M.Kh. Dulati,
Kazakhstan

WAYS TO CONTROL THE DISTRIBUTION OF DEFORMATION IN THE WORKPIECE-TOP SHOES IN FORMING

Abstract: *In the article the methods of purposeful management of the distribution pattern of deformations in the workpiece-top shoes along around the contours of the forming surface pads (punch) in forming.*

Key words: *strain distribution, shoes, stocking, molding.*

Citation: Kim FI (2014) WAYS TO CONTROL THE DISTRIBUTION OF DEFORMATION IN THE WORKPIECE-TOP SHOES IN FORMING. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 74-78. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.12

УДК 685.34:004.94

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗАГОТОВКЕ ВЕРХА ОБУВИ ПРИ ФОРМОВАНИИ

Аннотация: *В статье рассмотрены способы целенаправленного управления закономерностью распределения деформаций в заготовке верха обуви вдоль огибаемых контуров формующей поверхности колодки (пуансона) при формовании.*

Ключевые слова: *распределение деформаций, обувь, заготовка, формование.*

Одним из показателей качества формования верха обуви является равномерное растяжение заготовки вдоль огибаемых контуров формующей поверхности колодки [1]. Традиционные способы формования заготовок верха обуви и устройства, применяемые для их осуществления, не позволяют целенаправленно управлять распределением деформаций в заготовке и, в частном случае, обеспечивать равномерное растяжение заготовки на колодке.

Первые исследования, посвященные разработке способа активного управления распределением деформаций в заготовке при формовании, приведены в работах [2]. В этих работах для равномерного растяжения заготовки изменению сил трения между заготовкой и формующей поверхностью пуансона (колодки) противопоставлено свойство кожевенных материалов изменять свои характеристики пластичности при изменении температуры их прогрева.

Сущность предлагаемого способа основана на том, что при проведении операции предварительного формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви заготовку увлажняют до 25-30% относительной влажности, надевают на равномерно обогреваемый пуансон и растягивают. Одновременно заготовку в процессе растяжения нагревают в центральной части до 60°С при постепенном снижении температуры к затяжной кромке до 25-30°С.

Рассмотрим подробнее математическое обеспечение этого способа.

Относительное удлинение материала в общем случае может быть определено по формуле

$$\varepsilon = \frac{ds - dl}{dl} 100\%, \qquad (1)$$

где dl - длина элементарного участка заготовки на огибаемой поверхности до растяжения; ds - длина элементарного участка заготовки после растяжения.

Обозначив через $f(x)=\frac{ds}{dl}$ - функцию закона растяжимости заготовки на рассматриваемой поверхности из (1) имеем

$$f(x)=1+100^{-1}\varepsilon(x), \tag{2}$$

где $\varepsilon(x)$ - относительное удлинение заготовки с учетом температуры прогрева материала T, определяемое по формуле [3]

$$\varepsilon(x)=(m_o+m_1TQ_x^n.) \tag{3}$$

Здесь $Q_x=\frac{P_x}{100}$, Н [4];

P_x - функция, описывающая закономерность распределения натяжения заготовки вдоль огибаемого контура формующей поверхности пуансона (колодки) [5];

m_o, m_1 и n - постоянные значения, зависящие от механических свойств кожевенных материалов.

Значение коэффициента трения k заготовки на обогреваемом пуансоне может быть определено по результатам исследований [6] при средней температуре прогрева увлажненной кожи T_{cp}

$$T_{cp}=\frac{T_{\max}+T_o}{2},$$

где T_o - температура прогрева материала на краевых участках заготовки;

$T_{\max}$ - максимальная температура прогрева заготовки, при которой не происходит сваривание в тонкой структуре коллагена кожи.

С учетом принятого допущения и зависимостей (3) и $P_x=P\cdot e^{-k\psi(x)}$ выражение (2) для функции закона растяжимости заготовки примет вид:

$$f(x)=1+100^{-(n+1)}(m_o+m_1T_x)P^ne^{-k_{cp}n\psi(x)}, \tag{4}$$

где $\psi(x)$ - функция, характеризующая конфигурацию огибаемого контура пуансона (колодки).

В общем случае, выражая $f(x)$ в виде некоторых заданных функций, можно управлять процессом формования верха обуви на неравномерно обогреваемом пуансоне. При равномерном растяжении заготовки вдоль огибаемой поверхности функция $f(x)$ является величиной постоянной и выражает степень удлинения материала, что может быть задано предварительно, например, на стадии проектирования заготовок верха обуви.

Пусть $f(x)=f=const$, тогда из (4) имеем

$$\frac{100^{n+1}(f-1)e^{kn\psi(x)}}{P^n}=m_o+m_1T(x),$$

или

$$\frac{\varepsilon 100^n}{P^n} e^{kn\psi(x)} = m_o + m_1 T(x). \quad (5)$$

Учитывая, что

$$\frac{100^n \varepsilon}{P^n} = A_o,$$

где A_o - коэффициент деформации кожи на краевых участках заготовки.

Приведем уравнение (5) относительно температуры прогрева верха обуви

$$T_x = \frac{A_o}{m_1} e^{kn\psi(x)} - \frac{m_o}{m_1}. \quad (6)$$

Полученная зависимость выражает закономерность распределения температуры прогрева заготовки вдоль огибаемого контура формующей поверхности при равномерном растяжении верха обуви на обогреваемом пуансоне. Из этого уравнения следует, что температура прогрева заготовки вдоль огибаемого контура формующей поверхности при равномерном формовании описывается показательной зависимостью и зависит от показателей механических свойств кожи A_o, n, m_1, m_o, коэффициента трения k и конфигурации направляющей поверхности пуансона.

Для равномерного формования верха обуви на практике необходимо исследовать и разработать неравномерно обогреваемый пуансон, который обеспечивал бы при нагреве требуемую закономерность прогрева заготовки по формуле (6). В этом случае указанная зависимость может быть принята в качестве одного из граничных условий для теплового расчета неравномерно обогреваемого пуансона, как это реализовано в работах.

В работах [7-8] технологическим фактором, воздействующим на механические свойства заготовки, принята ее влажность. В качестве уравнения описывающего взаимосвязь нагрузки Q и деформации ε кожи принята известная зависимость вида [9]

$$\varepsilon = (103W + 1.444) Q^{-0.0003W^2 + 0.0146W + 0.7085}, \quad (7)$$

где W - влажность кожевенного материала.

С учетом (7) функция $f(x)$ закона растяжимости кожаной заготовки вдоль огибаемого контура формующей поверхности передней части колодки примет вид:

$$f(x) = 100^{-1}(1 + 100^{-1})(0{,}103W_x + 1{,}444) P_x^{-0{,}0003W_x^2 + 0{,}0146W_x + 0{,}7085}, \quad (8)$$

где W_x - влажность в сечении заготовки, заданном координатой x;

P_x - натяжение заготовки в сечении с координатой x [5].

Из уравнения (8) следует, что, выражая $f(x)$ в виде заданных функций, можно управлять распределением деформаций в заготовке вдоль огибаемых контуров формующей поверхности колодки при формовании. Например, в частном случае при равномерном формовании заготовки $f(x) = f = const$ выражает степень удлинения ее, что целесообразно задавать на стадии проектирования деталей верха обуви с учетом тягучести кожевенных материалов. При этом влажность W_x является переменным и неизвестным параметром.

Для исследования $W_x = W(x)$ в заготовке можно сформулировать однокритериальную одномерную задачу оптимизации вида

$$F(x) = f_p(x) - f_з(x) \to \min, \quad (9)$$

где $f_p(x)$ - расчетное значение деформации заготовки в сечении, заданном координатой x;

$f_з(x)$ - заданное значение деформации заготовки в этом же сечении.

Для решения уравнения (9) и определения распределения влажности W_x в заготовке разработаны алгоритм и программа расчета на ЭВМ с использованием метода золотого сечения.

На рисунках 1 и 2 показаны эпюры распределения влажности в заготовке при f = 10%. Из этих эпюр следует, что для равномерного формования кожаной заготовки верха обуви на колодке заготовка должна быть увлажнена неравномерно по площади. В частности, максимальную влажность (25-30%) должна иметь заготовка в серединной части союзки, а минимальную (14-17%) – на краевых участках. Другими словами, на тех участках, где трение больше, заготовка должна быть увлажнена в большей степени.

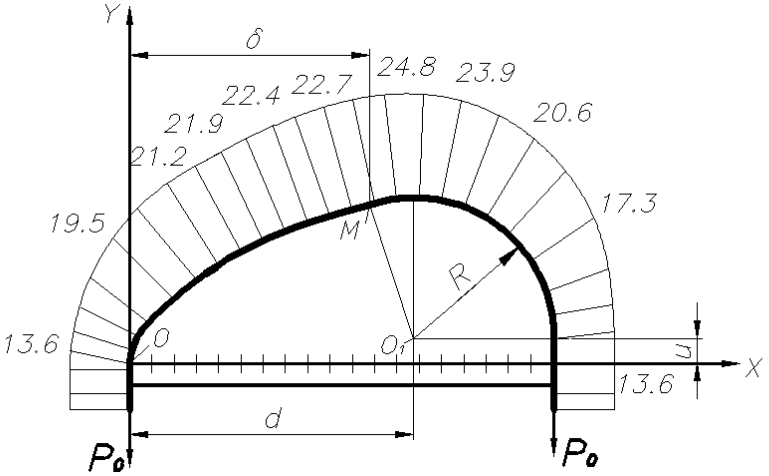


Рисунок 1 - Эпюра распределения влажности в заготовке на формующей поверхности типа «парабола-окружность».

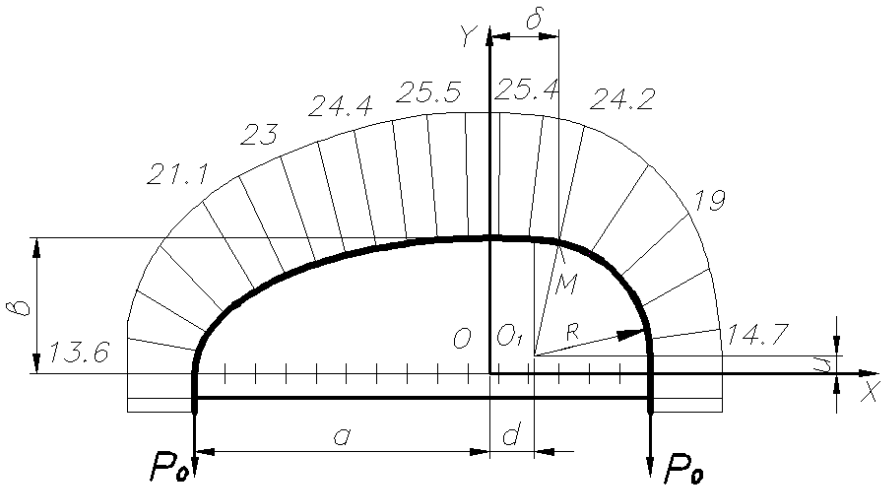


Рисунок 2 - Эпюра распределения влажности в заготовке на формующей поверхности типа «эллипс-окружность».

Полученные результаты работы могут лечь в основу разработки новых методик расчета конфигурации и площади заготовок, а также устройств для формования верха

обуви на колодке, позволяющих повысить качество изготавливаемой обуви и рационально использовать кожевенные материалы.

References:

1. Kupriyanov MP (1974) Kharakter deformatsii verkha obuvi pri razlichnykh sposobakh formovaniya: Izvestiya VUZov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti, No.4, pp.63-70.
2. Kim FI, Lebedev VS, Maradzhapov IK (1983) A.s. 991999 SSSR. Sposob predvaritel'nogo formovaniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi. Opubl. v BI, No.4.
3. Kim FI, Lebedev VS (1980) Vliyanie temperatury na usilie i deformatsiyu kozhi pri rastyazhenii. Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost', No.2, pp.59-61.
4. Skaternoy VA, Zybin YuP (1957) Svoystva obuvnykh tkaney pri rastyazhenii. Nauchnye trudy MTILP, t.9, pp. 196-214.
5. Kim FI (2011) Natyazhenie kozhanoy zagotovki na ellipticheskom i parabolicheskom tsilindrakh. Mekhanika i modelirovanie protsessov tekhnologii, No.1, pp. 86-90.
6. Kim FI (2009) Issledovanie treniya skol'zheniya uvlazhnennoy kozhi na obogrevaemoy metallicheskoy poverkhnosti. Mekhanika i modelirovanie protsessov tekhnologii, No.2, pp. 273-277.
7. Kim FI, Ermekbaeva DB, Zubov VYu (2003) Predvaritel'nyy patent № 15564 RK. Sposob uvlazhneniya nosochno-puchkovoy chasti zagotovki verkha obuvi pered formovaniem i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. Opubl. v BI, No.10.
8. Kim FI, Munasipov SE, Sokolovskiy AR (2009) Metody i tekhnologii modelirovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zagotovki obuvi pri formovanii. Taraz: Taraz universiteti, 91.
9. Orzhyakauskas PI, Pekarskas VP, Rayatskas VL (1986) Prognozirovanie deformatsionnykh svoystv sistemy materialov verkha obuvi. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti, No.5, pp. 31-37.

SECTION 8. Architecture and construction.

Mikhail Egorovich Zayakhanov
Professor, Doctor of Technical Sciences,
East-Siberian State University of Technologies and Management, Russia
zayakhanov@mail.ru

USE OF EFFUSIVE ROCKS OF TRANSBAIKALIA FOR BUILDING MATERIALS

Abstract: *The article discusses the possibility of use of effusive rocks of Transbaikalia for obtaining building materials. The basic properties of the received binders and concrete are given.*

Key words: *effusive rocks, binders, concrete, lime-perlitic binders.*

Citation: Zayakhanov ME (2014) USE OF EFFUSIVE ROCKS OF TRANSBAIKALIA FOR BUILDING MATERIALS. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 79-81. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД ЗАБАЙКАЛЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: *В статье рассмотрена возможность использования эффузивных пород Забайкалья для получения строительных материалов. Приведены основные свойства полученных вяжущих материалов и бетонов.*

Ключевые слова: *эффузивные горные породы, вяжущие вещества, бетоны, известково-перлитовые вяжущие.*

Практически неограниченные запасы природного алюмосиликатного сырья на территории Восточной Сибири, к числу которых относятся перлитовые породы, цеолиты, вулканические шлаки и др., служат сырьем для производства многих материалов и изделий, в том числе для получения эффективных малоэнергоемких вяжущих материалов и бетонов на их основе [1, с. 12-17].

Из Забайкальских месторождений перлитовых пород наиболее разведанными являются Мухор-Талинская группа, Закультинская, Приаргунская, Холинская группы с общим запасом кондиционного сырья более 50 млн.т. [2, с. 34-36]. Строительно-технические свойства природных цеолитов определяют целесообразность вовлечения их для получения строительных материалов и изделий. На территории Бурятии находится крупное Хурай-Цакирское месторождение вулканических шлаков. Уникальность вулканических шлаков заключается в том, что в отличие от всех других типов эффузивных пород они, благодаря своему активному химическому и фазовому составу, а также физической структуре, применимы для использования в двух видах: в виде компонента вяжущих веществ и в виде пористого заполнителя [2, с. 36-37].

Разработки в этом направлении и их реализация позволяют создавать теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные материалы и изделия с улучшенными механическими и теплофизическими свойствами.

С использованием вышеперечисленного природного алюмосиликатного сырья перспективны разработки известково-кремнеземистых вяжущих веществ, представляющих продукт помола негашеной извести и кремнеземистых компонентов и щелочных силикатных вяжущих. Для интенсификации твердения последних требуется введение щелочного компонента (жидкое стекло, силикат-глыба и др.), что позволяет получать бесклинкерные вяжущие по типу шлакощелочных [2, с.46-50].

Разработаны составы и исследованы основные свойства известково- перлитовых вяжущих материалов (табл. 1).

Таблица 1

Свойства известково- перлитовых вяжущих веществ

Содержание стеклофазы в перлите, % по массе	Предел прочности при сжатии (МПа) при содержании активной CaO, % по массе				
	10	15	20	25	30
95	32/25	48/38	55/45	43/40	40/36
75	30/22,5	45/32,6	51/41	42/31,5	38/28
55	31/13	43/25	48/39	42/19	35/15,6
25	25,5/10	41/16,5	45/21	40/14,5	33/10
5	25/7	39/12,5	44,5/15	39/12	30/9

Примечание: над чертой результаты автоклавированных образцов (P=1 МПа, τ = 2+8+2 ч.); под чертой результаты пропаренных образцов (t = 95°C, τ = 1,5 ч.)

Прочность известково-перлитовых вяжущих находится в прямой зависимости от степени остеклованности перлитовых пород. Высокая прочность вяжущих получена на основе перлитовых пород с содержанием стеклофазы 75-95 % не только при автоклавировании, но и при пропаривании. Для снижения водовяжущего отношения в процессе помола известково- перлитовых вяжущих вводили суперпластификатор С-3. Введение суперпластификатора позволило снизить содержание воды на 16- 25 %, при этом прочность возросла до 40-50 МПа после пропаривания.

Была рассмотрена возможность получения известково-цеолитовых вяжущих измельчением в вибрационной мельнице с использованием цеолитов различных месторождений. Повышенные физико-механические свойства известково-цеолитовых вяжущих веществ достигаются за счет прессования полусухих масс и пластифицирования, что подтверждается проведенными экспериментами [2, с.87-92].

Оценка активности известково - кремнеземистых вяжущих веществ указывает на более высокие показатели их прочности при содержании 25-30 % извести, 65-70 % кремнеземистого компонента и 4-6% двуводного гипса (% по массе). Для повышения химической активности алюмосиликатных материалов использовалось измельчение вяжущих в различных аппаратах (шаровая, планетарная и вибрационная мельницы, дезинтегратор и др.) в сухом виде и в присутствии воды, а также электромагнитная активация [3; 4, с. 41-44]. Активация вяжущих веществ позволяет перейти с автоклавной обработки на безавтоклавную, при этом гидромеханическая активация позволяет использовать некондиционную известь (содержание пережога более 30 %) [5, с. 56-58].

Исследование активности активированных алюмосиликатных вяжущих показало, что оптимальное содержание щелочного активатора составляет 9-11 %, при этом обеспечиваются улучшенные физико - механические свойства.

Проведены экспериментальные работы по управлению синтезом бетонов на основе известково-кремнеземистых вяжущих веществ, разрабатываются теоретические основы оптимизации и направленного регулирования структуры строительных материалов в зависимости от заданных параметров по теплозащите и сейсмостойкости зданий и сооружений [6, с. 22-24].

На основе разработанных вяжущих веществ получены автоклавные и пропаренные бетоны:

- конструкционные класса В 22,5-В25 со средней плотностью 1700-1800кг/м^3 и морозостойкостью 150 циклов;

- конструкционно-теплоизляционные класса В3,5-В7,5 со средней плотностью 1200кг/м^3 и морозостойкостью 25 циклов;

- теплоизляционные класса В2 со средней плотностью 400-500 кг/м^3 и теплопроводностью 0,1-012 Вт/м·°С [7, с.2-3].

Производство строительных материалов, изделий и конструкций на основе смешанных вяжущих веществ с использованием активированных перлитов, вулканических шлаков, цеолитов, а также модификация заполнителей физическими и химическими методами позволят снизить энергетические затраты при их получении по сравнению с традиционными на портландцементе [8, с. 159-164; 9, с. 27-29; 10, с. 9-10].

Применение разработанных вяжущих веществ и бетонов, изделий и конструкций на их основе при строительстве зданий и сооружений, возводимых в условиях высокой сейсмичности и суровых климатических условий (к таким регионам относится Восточная Сибирь), рационально вследствие уменьшения сейсмических нагрузок, как из-за возможного снижения массы зданий на 25-35%, так из-за повышенной их способности к рассеиванию энергии сейсмических колебаний.

References:

1. Petrov VP, Nasedkin VV (1961) Perlit i drugie kislye prirodnye vulkanicheskie stekla kak gornye porody i promyshlennoe syr'e. Trudy IGEM, Moscow, No.48, pp. 51.
2. Cyrempilov AD, Zayakhanov ME, Hardaev PK, Hamaganov SD (1999) Effektivnye vyazhuschie i betony na osnove effuzivnyh porod. Ulan-Udie, Izd-vo BNC SO RAN, pp. 348.
3. Ubeev AV, Cyrempilov AD, Zayakhanov ME, Chimitov AZ (1991) Sposob prigotovleniya betonnoy smesi. Patent No.1636406, byull. No. 11.
4. Zayakhanov ME (1997) Snizhenie energeticheskih zatrat pri poluchenii stroitel'nyh materialov. Teoreticheskie osnovy stroitel'stva. Sb. statey 6 Rossiysko- pol'skogo seminara. – Varshava, pp. 41- 44.
5. Cyrempilov AD, Zayakhanov ME, Hardaev PK, Damdinova DR (2005) Materialy na osnove mineral'nogo syr'ya. Stroitel'nye materialy, prilozh, No. 3, pp. 56-58.
6. Urhanova LA, Zayakhanov ME (2006) Vyazhuschie i betony na osnove vulkanicheskih shlakov. Stroitel'nye materialy No.7, pp. 22-24.
7. Dashicyrenov DD, Zayakhanov ME, Urhanova LA (2007) Effektivnyy penobeton na osnove ieffuzivnyh porod. Stroitel'nye materialy, No. 4, pp. 2-3.
8. Urhanova LA, Hardaev PK, Zayakhanov ME (2009) Stroitel'nye materialy s ispol'zovaniem effuzivnyh porod Zabaykal'ya. Vestnik MGSU, No. 3, pp. 159-164.
9. Zayakhanov ME, Berezovskiy PV, Balhanova ED (2011) Energeticheskoe sostoyanie effuzivnyh porod i energosberezhenie. Novye ienergo-i resursosberegayuschie naukoemkie tehnologii v proizvodstve stroitel'nyh materialov: sb. statey nauchno-tehn. konf. Penza, pp. 27-29.
10. Gorlov UP, Merkin AP (1980) Teploizolyacionnye materialy na osnove vulkanicheskih porod. Stroitel'nye materialy, No. 9, pp. 9-10.

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Fuad Yusif oglu Aliyev
academician of Azerbaijan National Academy of Sciences
Ganja Branch of ANAS,
Ganja, Azerbaijan

Aynura Mikayil qizi Hasanova
post-graduate
Ganja State University,
Ganja, Azerbaijan
hesenova@mail.ru

SYNTHESIS COOLIGOMERS-HEXENE WITH α-METHYLSTYRENE

Abstract: *Higher α-olephins of oligomer and cooligomers are using in the different fields of agriculture, including, chemical of petroleum, concretely, in the production of lubricating oils; for improvement of the viscosity index of petroleum oils, as beginning material and synthetic oil for synthesis of multifunctional polymer additives.*

The main demand to these products is thermal stability. In order to improve thermal stability of polymer compounds, the main monomer is exposed into oligomerization with styrene. But, according to high reaction gifted, styrene as cat ion polymerization forms homopolymer which does not solve in oil and that makes difficult the amount of the styrene links to enter the cooligomer chain and separation of photopolymer from main product technically.

Key words: *α-olephins, cooligomers, oligomerization*

Citation: Aliyev FY, Hasanova AM (2014) SYNTHESIS COOLIGOMERS-HEXENE WITH α-METHYLSTYRENE. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 82-84. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.14

СИНТЕЗ СООЛИГОМЕРОВ ГЕКСЕНА-1 С α-МЕТИЛСТИРОЛОМ

Аннотация: *Олигомеры и соолигомеры высших α-олефинов находят широкое применение в различных областях народного хозяйства, в том числе и в нефтехимии, конкретно в производстве смазочных масел: к нефтяным маслам, с целью увеличения их индекса вязкости, в качестве исходного сырья в разработке полифункциональных полимерных присадок и наконец как синтетическое масло.*

Основным требованием, предъявляемым к этим продуктам является термическая стабильность. С целью увеличения термической устойчивости полимерных соединений основной мономер подвергается соолигомеризации со стиролом. Процесс соолигомерзации проведена в присутствии катализатора – хлорида алюминия в растворе н-гексена.

Было изучено влияние различных факторов на результаты процесса, в том числе соотношения мономеров в исходной смеси, температуры, расхода катализатора и продолжительности.

Ключевые слова: *α-олефины, соолигомеры, олигомеризация*

Олигомеры и соолигомеры высших α-олефинов находят широкое применение в различных областях народного хозяйства в качестве исходного сырья в разработке полифункциональных полимерных присадок и наконец как синтетическое масло.

Основным требованием, предъявляемым к этим продуктам является термическая стабильность. С целью увеличения термической устойчивости полимерных соединений основной мономер подвергается соолигомеризации со стиролом. Однако, стирол,

обладающий высокой реакционной способностью в катионной полимеризации образует в маслонерастворимый гомополимер, что затрудняет введение необходимых количеств стирольных звеньев в соолигомерную цепь и создает технологические трудности при обделении его от основного продукта реакции.

Исходя из изложенного нами проведена соолигомеризация гексена-1 с α-метилстиролом. Введение метильной группы в α положение пассивирует винильную группу и α-метилстирол в условиях соолигомеризации гомополимера не образует.

Кроме того, испытания алкилбензилдисульфидов в масле М-11 показали, что с удлинением алкильного радикала их антимикробная эффективность уменьшается. Например, в масле М-11, содержащем 1,5% пропилбензилдисульфида, диаметр зоны угнетения роста микроорганизмов составляет, соответственно, 14, 12, 20 мм, а в случае амилбензилдисульфида, он составляет, соответственно, 16, 14, 20 мм.

Результаты испытаний алкилалкоилдисульфидов показывают, что исследуемые соединения, в основном, являются более эффективными антимикробными присадками, чем алкилбензилдисульфиды. Следует отметить, что указанный класс дисульфидов, по значению диаметра зоны угнетения роста микроорганизмов, уступает только бензилалкоксикарбонилметилдисульфидам.

Полученные результаты позволяют заключить, что наилучшими антимикробными свойствами обладают полярные соединения, имеющие по краям сложноэфирные, а в середине дисульфидные функциональные группы.

Ароматические дисульфиды, содержащие оксикарбонильную группу, являются эффективными антимикробными присадками к смазочному маслу М-11.

Процесс соолигомерзации проведена в присутствии катализатора – хлорида алюминия в растворе н-гексена.

Было изучено влияние различных факторов на результаты процесса, в том числе соотношения мономеров в исходной смеси, температуры, расхода катализатора и продолжительности.

При этом установлено, что в зависимости от условий реакции получаются соолигомеры с молекулярной массой 1000-4000, выходом 72-96%, содержанием α-метилстиролных звеньев 5- 15 % масс. Молекулярная масса и состав соолигомеров определяются исходя из конкретного требования к качеству соолигомера.

References:

1. Ahmedov AI, Farzaliev VM, Aliguliev RM (2000) Polimernye prisadki masla, Baku, Izd.Elm, 75.
2. Ahmedov AI (2002) Oligomery na osnove a-olefino S6 kak prisadki i masla.Himiya i tehnologiya topliv i masel, No3, pp.35-37.
3. Aliev FY, Ahmedov AI, Gasanova AM (2013) Sintez sooligomerov geksena-1 s a-metilstirolom. Doklady Nacional'noy AN Azerbaydzhana, No1, pp.46-50.
4. Farzaliev VM, Soltanova ZG, Babaev NR, Alieva HSh, Yusifova LM, Tairova RU (2014) Proizvodnye ietilenglikolevyh iefirov fenoksiuksusnoy kisloty v kachestve prisadok k smazochnym maslam. Processy neftehimii i neftepererabotki, Baku, t.15, No 1(57), 22.
5. Aliev FY (1980) Disc. kand. him. nauk. Baku, pp. 31-57.
6. Ahmedov AI, Talyshova NA, Gasanova AM (2013) Izuchenie termicheskoy stabil'nosti sooligomerov geksena-1 s α-metilstirolom, Neftepererabotka i neftehimiya, No 12, pp. 22-23.
7. Farzaliev VM, Ahmedov AI, Gasanova EI (2012) Sintez sopolimerov decilmetakrilata s o-allilfenolom i issledovanie ih kak vyazkostnye prisadki k neftyanym maslam, Zhurnal prikladnoy himii, t.85, issue 10, pp.1717-1719.

8. Farzaliev VM, Ismaylova ND, Musaeva ME (2009) Prisadki k smazochnym maslam: istoriya nauki. Baku, Elm., 41.
9. Farzaliev VM, Soltanova ZG, Babaev NR, Alieva HSh, Yusifova LM (2014) Proizvodnye ietilenglikolevyh iefirov fenoksiuksusnoy kisloty v kachestve prisadok k smazochnym maslam. Processy neftehimii i neftepererabotki, Baku, tom 15, No 1(57), 24.
10. Novruzova HA (1996) Sintez i issledovanie gidroksiarilalkil-sul'fadov v kachestve zaschitnyh prisadok k smazochnym maslam. Materialy nauchnoy konferencii aspirantov AN Azerbaydzhana, Baku, 34.

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

OPTIMIZATION APPROACH TO ASSESSING RADON HAZARD TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: *The article deals with the problem of natural radioactive gas - radon. Shows the optimization approach to the assessment of radon in the Republic of Belarus.*

Keywords*: radon, radon index, critical areas radon, lung cancer.*

Citation: Chunihin LA, Chehovskii AL, Drozdov DN (2014) OPTIMIZATION APPROACH TO ASSESSING RADON HAZARD TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 85-88. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.15

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: *В статье затрагивается проблема естественного радиоактивного газа – радона. Показана оптимизация подхода к оценке радоноопасности территории Республики Беларусь.*

Ключевые слова: *радон, радоновый показатель, критические зоны радоноопасности, рак легкого.*

ВВЕДЕНИЕ

Проблема радиоактивного газа – природного радона является важной проблемой радиационной медицины, непосредственно касающейся населения многих регионов мира.

Радон – благородный радиоактивный газ, тяжелее воздуха, не имеющий вкуса, цвета и запаха, образующийся в радиоактивной цепочке в процессе распада естественных радионуклидов семейств урана и тория. Согласно оценке Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН, радон и его дочерние продукты распада (ДПР) определяют примерно 3/4 годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации [1]. Наиболее значимым и распространенным дозовым фактором является воздействие радона, содержащегося в воздухе помещений. Радон, являясь компонентом воздуха, попадает в легкие человека при дыхании. По данным Всемирной организации здравоохранения, воздействие радона повышает риск возникновения и развития рака легкого [2], вследствие воздействие высокоэнергетического α-излучения при распаде радона на высокочувствительные клетки дыхательной системы. По оценкам экспертов Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) облучение населения за счет радона обуславливает до 20 % общего количества заболеваний раком легких [3].

Существует три естественных радиоактивных изотопа радона: ^{222}Rn, или просто радон, образующийся в радиоактивном семействе урана-238, ^{220}Rn или торон, образующийся в семействе тория-232, и ^{219}Rn, или актион, образующийся в семействе урана-235. Эти изотопы имеют следующие периоды полураспада: 3,82 дня, 55 сек. и 4 сек. соответственно. В связи с этим ^{222}Rn, являясь наиболее долгоживущим изотопом радона, вместе с его ДПР вносят наиболее существенный вклад в облучение человека.

Проблемы облучения радоном с его ДПР и радиационной защиты на рабочих местах и в жилищах были рассмотрены в Публикации № 50 МКРЗ, 1987 г. [4] и Публикации № 60 МКРЗ, 1990 г. [5]. Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его ДПР были показаны в Публикации № 65 МКРЗ, 1993 г. [6]. Современный подход, медицинские аспекты и более глубокое рассмотрение радоновой опасности описаны в Публикации № 115 МКРЗ «Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону» [3]. Такое пристальное внимание различных мировых организации и масштаб проводимых исследований напрямую указывают на важность и остроту радоновой проблемы.

Впервые доказательства связи заболеваемости раком легкого с концентрацией радона в рабочих помещениях были получены по результатам эпидемиологических исследований, проведенных среди работников урановых и других шахт [7]. Выводы, сделанные для категории шахтеров, работающих в условиях повышенных концентраций радона, были распространены согласно линейной беспороговой концепции на область значительно более низких концентраций, наблюдающихся в жилых помещениях. В последствии значения коэффициентов риска, а также поло-возрастные зависимости заболеваемости раком легкого были подтверждены в 13 эпидемиологических исследованиях, проведенных в 9 европейских странах [8]. Также были проранжированы основные причины, вызывающие возникновение и развитие рака легкого [8].

Известно, что основным источником поступления радона в окружающую среду является почва [9]. Впоследствии радон частично растворяется в подземных водах, а также эксхалирует в атмосферу, попадая при этом в помещения построенных зданий через различные негерметичные отверстия, щели, тещины, сколы. В закрытых помещениях радон способен накапливаться, преимущественно в подвалах и на нижних этажах зданий, – вследствие более высокой, чем у воздуха, плотности.

Основным показателем радонового риска является превышение предельно-допустимой концентрации радона в воздухе помещений. Для России и Беларуси в качестве показателя принята эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона и торона, предельно-допустимое значение, которой установлено 200 Бк/м^3 в существующих, и 100 Бк/м^3 в проектируемых зданиях [10]. Однако Международная комиссия по радиационной защите рекомендует использовать единый уровень ПДК в пределах 100 Бк/м^3 [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оптимизации подхода к оценке радоноопасности территории Республики Беларусь было предложено рассмотреть ряд косвенных показателей, которые влияют на концентрацию радона. Материалами являлись проведенные в 1992 г. крупномасштабные скриннинговые исследования по измерению концентрации радона в сельских жилых помещениях Гомельской и Могилевской областей [11], проведенные в 2005 г. исследования в жилых и производственных помещениях при помощи пленочных дозиметров [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из ключевых проблем по измерению концентраций радона является значительное колебание этого показателя в серии измерений. Чтобы достоверно определить концентрации радона в помещениях зданий, было предложено проанализировать косвенные факторы, определяющие концентрацию радона. 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 показателя радоноопасности территории величину, равную произведению показателей, обуславливающих наличия радона в почвах и породах, в относительных единицах: мощность дозы дочернобыльского фона (МЭД), запас урана в почвах, проницаемость почв и пород для радона, и глубину залегания первого водоносного горизонта. Полученный радоновый показатель будет отражать потенциальную радоновую опасность территории исходя из фундаментальных геологических характеристик, которые напрямую влияют на концентрации радона.

Исследование показали неравномерность распределения концентрации радона в жилых помещениях по территории Республики Беларусь.

Так, на территории Гомельской области концентрации радона доходили до уровня 1 ПДК, что является потенциально небезопасным. Однако с помощью методики радонового показателя было выявлено, что на данной территории не следует ожидать наличие больших концентраций радона ввиду: бедности почвы ураном (материнская порода для радона), соответственно низкой МЭД, и малой глубину залегания первого водоносного горизонта (поглощение радона). Прогнозируемые уровни радона не должны превышать 0,7 ПДК. Достижение в измерениях уровня 1 ПДК было следствие плохой вентиляции и накопления избытка радона в помещении, на что следует обратить особое внимание. Ведь с геологической точки зрения данная территория не может нести серьезной радоновой опасности, а подобные концентрации являются следствие неграмотной деятельности человека по проектированию жилья и организации бытовых условий. Применение методики радонового показателя помогло правильно скорректировать полученные результаты.

На территории Могилевской области наблюдались уровни радона вплоть до 3 ПДК. В частности по северу и северо-востоку области, где располагается критическая зона по радоноопасности. Однако и здесь показатели были завышены. Данная территория имеет глинистые почвы богатые ураном, но коэффициент проницаемости таких почв крайне мал, что способствует утрате радоном большей части своей активности. Несмотря на это на данной территории вполне могут наблюдаться значения вплоть до 1,5-2 ПДК – что, безусловно, является небезопасным.

На территории Витебской области наблюдались уровне радона до 4 ПДК и более. Причем критические зоны радоноопасности разбросаны по всей территории области. Это обусловлено богатыми ураном почвами и высокими значениями коэффициента проницаемости, что способствует более быстрому прохождению радона через слой почвы и сохранению им значительной части своей активности. Данная область вызывает наибольшее опасение, т.к. в некоторых регионах ее территории имеются неблагоприятные геологические условия, способствующие выделению повышенных концентраций радона, на уровне до 2-3 ПДК, которые, как правило, дополнительно усугубляются деятельностью человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радоновые исследования в настоящее время ограничиваются, главным образом, предпроектными гигиеническими оценками территорий строительных площадок жилых и производственных зданий. Такие оценки основаны на весьма небольшой корреляции между измеренной плотностью потока радона с поверхности почвы (Бк/с·м^2) и возможной

концентрацией радона в помещениях зданий (Бк/м^3). Концентрация радона в помещениях является весьма вариабельной величиной и зависит от многих факторов. Устойчивая и достоверная корреляция концентрации радона в помещении зданий с плотностью потока радона с поверхности почвы может быть обеспечена при строгом соблюдении условий измерения: одинаковый гранулометрический состав почвы на площадке измерений, влажность почвы и воздуха, параметра температуры воздуха и атмосферного давления, время, прошедшее от выпадения последних осадков, их количества, состояние и тип подпочвенных грунтов и др.. Провести все измерения в одинаковых условиях является трудновыполнимой задачей, также, как и учесть в виде поправок все факторы среды, влияющие на результат измерений. Однако имеется ряд фундаментальных геологических показателей, от которых зависит концентрация радона. Применяя комплекс таких показателей можно охарактеризовать потенциальную радоноопасность территории, и показать усредненные значения концентрации радона, которые могли бы быть получены лишь при очень длительных непрерывных измерениях (в течение года и более). Это особенно важно, ведь облучение радоном и его ДПР протекает хронически на протяжении все жизни, и временные падения или резкие увеличения концентраций радона, полученные в разовых измерениях, могут не соответствовать реальной обстановке радоноопасности, полученной с помощью фундаментальных геологических показателей, от которых напрямую зависит концентрация радона.

References:

1. Radiatsiya. Dozy effekty risk (1990) Moscow, Mir, 80.
2. Radon i rak: informatsionnyy byulleten' (2005) No.291, Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya, Moscow, 4.
3. Risk vozniknoveniya raka legkogo pri obluchenii radonom i produktami ego raspada. Zayavlenie po radonu (2013) pod red. MV Zhukovskogo, SM Kiseleva, AT Gubina, Perevod publikatsii No.115 MKRZ. Moscow, FGBU GNTs FMBTs im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii, 92.
4. (1987) ICRP Publication No.50, Oxford: Pergamon Press, 79.
5. (1990) ICRP Publication No.60, Oxford: Pergamon Press, 94.
6. Zashchita ot radona-222 v zhilykh zdaniyakh i na rabochikh mestakh (1995) Publikatsiya No. 65 MKRZ, Moscow, Energoatomizdat, 78.
7. Doll R, Payne P, Waterhouse JAH (1966) Cancer Incidence in Five Continents. Geneva: Vice, Berlin: Springer, 403.
8. Darby D, Hill, etc. (2005) Radon in home and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from European case-control studies. Br. Med. Jornal, No.330, pp. 223-227.
9. Bekman IN (2000) Radon: vrag, vrach i pomoshchnik. Moscow, MGU, 205.
10. Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-2000) (2000) Min-vo Resp. Belarus'. GN 2.6.1.8-127-2000 – Minsk, 112.
11. Otchet o NIR, zakl. (1992) Nauchn.-issl. in-t promyshlennoy i morskoy meditsiny; ruk. EM Krisyuk. St. Petersburg, 205.
12. Otchet o NIR, zakl. (2005) Ob"ed. In-t energeticheskikh i yadernykh issledovaniy; ruk. OI Yaroshevich. Minsk; Obl. Tsentr gigieny, epidemiologii i obshch. zdorov'ya; ruk. VN Bortnovskiy. Gomel', 170.

SECTION 12. Geology. Anthropology. Archaeology.

Nargiz Malik qizi Guliyeva
Doctor of historical sciences, professor
Institute of Archaeology and Ethnography
Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Elnur Latif oglu Hasanov
Ph.D. postgraduate
Institute of Local-lore of Ganja Branch
Azerbaijan National Academy of Sciences, Ganja, Azerbaijan
l-hasan@hotmail.com

DEVELOPMENT OF SOME HANDICRAFTS BRANCHES OF GANJA OF THE END OF XIX – FIRST HALF OF XX CENTURIES

Abstract: *The main moments of historic-ethnographical importance of development of some traditional branches of craftsmanship of Ganja in this scientific work for the first time has been systematic investigated on the basis of innovative technologies and facts. Also were researched the basic skill characteristics of different wares of these traditional handicraft branches. In a life of the population of Ganja the role of craft products was great during this period.*

Key words: *Ganja, handicraft traditions, XIX-XX centuries, historic-ethnographical research, Azerbaijan.*

Citation: Guliyeva NM, Hasanov EL (2014) DEVELOPMENT OF SOME HANDICRAFTS BRANCHES OF GANJA OF THE END OF XIX – FIRST HALF OF XX CENTURIES. ISJ Theoretical & Applied Science 9 (17): 89-93. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.09.17.16

Introduction

Historic and ethnographic exploration of problems and branches of crafts is very important, as a way of studying along with history and culture of the people, years generated political-economical and relations of production. Research of traditional wares of handicraft kinds of Ganja of the XIX-XX centuries on the basis of innovative methods is very important and necessary. During our researches in 2012-2013 years we determined some new scientific arguments and facts in this field. The increase in quantity of handicraftsmen in a city directly has been bundled to population growth. Closely bundled to an economy and a daily life of the people, craft employment were one of the basic carriers of national traditions. The competition of production of production plants and factories has not reached still serious level and consequently was created a favorable condition for spreading of traditional occupations there. In addition, products of these craft branches have been closely bundled to a life and traditions of the people, and it would be difficult to replace with their factory production (Guliyeva N and Häsänov E, 2014). In the specified period of history in Ganja developed basically carpet weaving, weaver`s business, craft of the tailor, squeeze men, forge and a jeweler, trades of dyer, the stone mason, the cooper and leather dresser, weapon business and other similar craft branches. Among these crafts especially developed carpet weaving. To so wide development of carpet weaving promoted availability of raw materials. In addition carpets were very widely used in a population life-both as furniture, and as a curtain, both as sand bed and as a coating for a floor. In carpet weaving have been held basically women. It has been bundled by that in a Muslim society of the woman preferred to work in house conditions. However also know cases when men were occupied with this craft (Taylor P and Hasanov E, 2013).

Materials and methods

a) These products were widely used inhabitants of Ganja they decorated conditions of living rooms, with them filled up a dowry of brides. The dresses created in local departments, suits and caps were an integral part of an attire of town-dwellers. In comparison with villages though the national clothes in XX century began to supersede them gradually. It also has been bundled to accruing arrival to Ganja representatives of other nationalities. Therefore changes in clothes were more marked. Only female ornaments as an attire constituent part left the national feature. At this time there were fashionable ornaments on a breast, hands, set pins and on clothes. The increase in quantity of handicraftsmen in a city directly has been bundled to population growth.

b) Tailors and hatters created both national clothes, and clothes in style of the European fashion. According to the spent explorations there are exact data on wide development of a jeweler in Ganja in the end of XIX century – in a beginning of XX centuries. Jewelers basically fabricated ornaments to order. Among them there was a specification. Jobs of skilful masters amazed even foreigners. Development of trading and economic relations of Ganja with the next states promoted recognition of local jewels abroad (Ahmadov F, 2007).

c) 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 processes 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) (Nishiaki Y and Hasanov E, 2014).

d) We must pay attention to the moment that differs 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. In Ganja, that know as the ancient cultural center, the saddle-making handicraft differed from others with rich old traditions. First time preparation of the vehicles was house profession. But afterwards saddle preparation needed of qualified skilled masters, so a new type of art saddle-making, started to form. 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 (Ahmadov F, 2007).

e) 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.

f) On a ground classifying crafts it has been defined that by the end of XIX century a number of fashionable trades began to disappear. Among them were wool-carder, hatcheller, selsbchy, dhulfachy, carriers. They have got rid of and have been replaced by representatives of new crafts (Hasanov E, 2014). Distribution of experts of certain crafts on quarters and neighboring communes was prominent of crafts. For example, it is possible to recollect. In these neighboring communes functioned craft departments.

Discussion of results

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 as the kitchen appliances: trough, quadruped, rolling-pin, mortar and pestle, ladle, spoon, trough, also transport means: sleigh, car, and ski. Weaving tools: comb, face. Household tools: harrow, wooden plow, threshing board, spade, wooden shouvel, pitchfork and rake. Musical instruments: saz, ud, tar, chamahcha, tambourine, drum (Guliyeva N and Häsänov E, 2014). The craftsmanship of carpet-making is one of the important cultural achievements of the Eastern people in Azerbaijan production of carpets appeared during 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–Kazakh carpets). Pay attention that in Ganja namely local kinds of carpets–palaz (carpets without of pile) are weaved (Hasanov E, 2014). These carpets that are producing by local inhabitants are differing with specific handicraft features. 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.

Just only in 1845 year there were produced 2969 carpets in Ganja. Among them products of 1784 manats have been exported. Also, from Ganja province there were exported 23 thousand pod in 1886, 30 thousand 275 pod in 1889, 33 thousand 156 pod in 1893, and 37 thousand 228 pod in 1913 carpets by railway. One part of these qualitative Ganja carpets has been transported with Batumi part top Turkey to Istanbul, and from there to West Europe and North America (Hasanov E, 2014).

In whole at the beginning of XIX- XX century the quality of carpet craftsmen were more than XX thousand. Such kind of carpets without pile as phalas, kilim, holdall, bead, verni, sumach, heybe, carpet – bag were different with qualities and colored ornamental elements. Especially we must say that Ganja carpets have always been valued for its quality and art characteristics. As the result of in XIX – XX centuries most of Ganja carpets were showed in world in fluent exhibition. In 1850, 1852 and 1912 years in Tbilisi, in 1896 in Nizhny Novgorod, in 1900 year in Paris, in 1911 year in Turin. Ganja carpets were showed and highly in international exhibition. Nowadays, Ganja's carpets are kept in authoritative museums of world, and also in collection of different people. The studying of Ganja's carpets for art characteristics quality form science point of view is very important for investigation heritage of world culture (*The dawn of Art.* 1974).

Made of precious metals gold and silver jewelries, that prepared by Ganja masters, are divided into 4 main groups for wearing and putting: Neck jewelries - it is included such kind of jewelries, that gold piece coin, imperial, cardamom or barley, medallions, bracelets, different kinds of beads and etc., jewelries for arms and fingers – this group include bracelets, bangles and rings with various precious stones as (turquoise, rubies, pearls and etc.), head jewelries – skull-cap and others, jewelries for clothiers (Taylor P and Hasanov E, 2013).

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, connected dishes. During the end of Middle Ages and New Period in Ganja and its regions ceramic has following kinds as building ceramic materials, unglazed ceramic products, glazed ceramic products. For Middle Ages and New period among pottery products of Ganja ceramic samples as clay construction materials have great importance. First of all, glazed bricks

that used in construction of most buildings in the XVII-XVIII centuries, and also in great monuments and the main construction material - air-dried bricks, attracted attention. In addition to the found samples in residential areas as a result of archaeological excavations, also were found a lot of brick spoilages. According to such kind mass finding of brick spoilages, we can make the conclusion, that the bricks used in construction of buildings in Ganja, were wares of local production (*Azerbaijan ethnography,* 2007).

The formation of pottery on the territory of ancient Ganja is concern to the stages of ancient history. Basis on research works carried out by the various persons in XIX century and experts-archeologists at the beginning of XX century in old ruins of the city and surrounding areas there were found different samples of pottery. In the first half of the XVIII-XIX centuries, as well as in other parts of Azerbaijan, in Ganja household objects, forging weapons and jewelries that made from metal were decorated with different technical ways. As in many places, production of wool, cotton and silk in and around Ganja made necessary emergence and development of weaving. Becoming weaving one of the ancient spheres of crafts in and around Ganja was connected with the rich raw material base here. Presence of useful plant species for textile, including cotton, high level development of wool area of agriculture-sheep and goat breeding, camel breeding, horse breeding, presence of cotton cropping in Middle Ages and finally, regular expansion of silkworm breeding in this area created a foundation for growth of weaving here (Burton-Brown T, 1951). In addition, during the research work in Ganjabasar and other territories monuments there have been found whole and parts of weaving loom and different sizes of clay and bone samples that consist to weaving (Hasanov E, 2013). Traditional spheres of crafts are invaluable and reliable sources of studying of culture, aesthetic taste, outlook (world outlook) of the Azerbaijan people.

Conclusion

1. Investigation of the main traditional craft branches on the basis of new, innovative methods and technologies is very important. Results of these researches show the significance of different patterns of craftsmanship kinds as a source in studying of historical past of nations.
2. Studying of craft problems actually and in the modern world in sense of the decision of professional problems. From the investigated national employment carpet weaving, the jeweler, a stone dressing and strenuously develop on the basis of ancient traditions already dying out ancient trades, such as a pottery and an art embroidery. Each area of Azerbaijan possesses characteristic environmental resource bases for it and it promoted development of various crafts. Thus, a number of employments in Ganja, during the period since XIX century to the middle of XX century, differed from crafts of other areas of the country. It was first of all the trades bundled to a spreading of a city and population grown has increased demand for craft products. Under such circumstances the handicraft work could not keep the natural character (*Azerbaijan ethnography,* 2007).
3. In traditional production of cloth manufactory trade historically played an important place. This kind of craft that developed on the basis of local raw materials was tied with cotton-growing economy. Since the time of the early Middle Ages, Ganja as other big cities has been the main center of Azerbaijan in production of cotton cloth. 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 (shale) and nearly 400 thin cloths spoke (Smith W and Hasanov E, 2013).
4. Internal conditions of craft department reflected a sort of employment of his owner. In these departments worked the master and his pupils. In a life of the population of Ganja the role of craft products was great. These products were widely used inhabitants of Ganja they

decorated conditions of living rooms, with them filled up a dowry of brides. The dresses created in local departments, suits and caps were an integral part of an attire of town-dwellers. In comparison with villages though the national clothes in XX century began to supersede them gradually. It also has been bundled to accruing arrival to Ganja representatives of other nationalities. Therefore changes in clothes were more marked. Only female ornaments as an attire constituent part left the national feature. At this time there were fashionable ornaments on a breast, hands, set pins and on clothes (Häsänov E, 2014).

Investigation of traditional wares of handicraft kinds of Ganja on the basis of innovative methods is very important and necessary. During our researches in 2012-2013 years we determined some new scientific arguments and facts in this field and in the future we shall continue our investigations.

References:

1. *Azerbaijan ethnography:* (2007) vol. I, Baku: East-West Publishing.
2. Abdullayeva M (2004) Azərbaycan zərgərləri. Bakı, 2004.
3. Əhmədov FM (2007) *Gəncənin tarix yaddaşı.* Gəncə: Elm.
4. Bünyadov TƏ (1964) Qədim Azərbaycanda toxuculuq və keçəçiliyin inkişaf tarixinə dair. *Azərbaycan Etnoqrafik Məcmuəsi*, I bur., Bakı.
5. Bünyadova ST (1992) *Nizami və etnoqrafiya.* Bakı: Elm.
6. Burton-Brown T (1951) *Excavations in Azerbaijan, 1948*. London.
7. Ergenekon C (2005) Innovative skill methods in carpet-making trade and contemporary approach to this field. *Proceedings of the III International symposium on the theme of Carpet and traditional handicraft of Azerbaijan*. Baku: Science, pp. 45-46.
8. Əfəndiyev RS (1966) *Azərbaycanın bədii sənətkarlığı.* Bakı: Azərnəşr.
9. Guliyeva NM, Häsänov EL (2014) Die traditionelle Gändschänischen Teppiche von Zeitraum der Aserbaidschanischen Gelehrten und Dichter Mirsä Schäfi Waseh als ethno-anthropologische quelle (XIX Jahrhundert). *European Applied Sciences,* 2: 3-5.
10. Hasanov EL (2013) About fundamental studies on local cultural traditions of Ganja. *European Journal of Natural History,* 3: 65-68.
11. Hasanov EL (2014) Approccio innovativo per lo studio scientifico delle tradizioni artigianali grandi Ganja seconda metà del XIX-inizi XX secolo. *Italian Science Review,* 4: 642-645. Available: http://www.ias-journal.org/archive/2014/april/Hasanov.pdf
12. Həmidova İ (2000) Azərbaycan parça sənətinin tarixi inkişaf yolları. *Elmi axtarışlar,* VIII toplu, Bakı.
13. Həvilov HA (1991) *Azərbaycan etnoqrafiyası*. Bakı: Elm.
14. Häsänov EL (2014) Ethno-anthropologische merkmale der Gändschänischen Teppiche von XIX-XX jahrhundert. auf die 220-jährige jubiläum der Aserbaidschanischen gelehrten und dichter gewidmet Mirsä Schäfi Waseh. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences,* 1: 3-7.
15. Nishiaki Y, Hasanov EL (2014) About ethno-archaeological and anthropological research of some prehistoric monuments of Ganja. ISJ Theoretical & Applied Science 1(9): 45-48. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2014.01.9.8
16. Smith W, Hasanov EL (2013) Importance of handicraft traditions in investigation of history of urban culture in Ganja. ISJ Theoretical & Applied Science 11(7): 61-66. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2013.11.7.10
17. Taylor PM, Hasanov EL (2013) Ethnological features of cultural heritage of Ganja (On the basis of Mahsati Ganjavi′s creation). ISJ Theoretical & Applied Science 12(8): 41-44. doi: http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2013.12.8.10
18. Tərlanov M, Əfəndiyev R (1960) *Azərbaycan xalq sənəti.* Bakı: Uşaq gənc nəşr.
19. *The dawn of Art* (1974) Russia: Aurora Art Publishers.

Contents

pp.

1. **Barbara AD, Pimonov AG**
ASSESSMENT METHODS AND ALGORITHMS OF ENGINEERING EMPLOYEES' LABOUR POTENTIAL IN THE PROBLEMS OF PERSONNEL MANAGEMENT..... 1-4

2. **Shevtsov AN, Yeskali NZ, Sabdenbek AA, Uakbayev MM**
ABOUT THE PROBLEM OF ARBITRARY ALTERNATING PLUS AND MINUS SIGNS IN ARITHMETIC SERIES..... 5-22

3. **Ustimenko OV**
DEVELOPMENT PROSPECTS OF DISTRIBUTED STORAGE OF BIG DATA ……..... 23-27

4. **Solovjev DS**
SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF THICKNESS ELECTROPLATED COVERING DISTRIBUTION OVER THE SURFACE OF DETAILS……. 28-30

5. **Potlov AY**
DETECTION OF OPTICAL INHOMOGENEITIES OF BIOLOGICAL TISSUE USING TPSF CONFORMAL MAPPING……. 31-33

6. **Melent'ev VA**
RELIABILITY OF ELEMENTS OF THE COMPUTING SYSTEM AND ITS FAULT TOLERANCE…….. 34-45

7. **Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Nagi AM**
THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL TRAJECTORIES BASED ON THE TREE CONSTRUCTION……. 46-49

8. **Korneev AM, Al-Saeedi FA, Al-Sabry GM, Nagi AM**
BUILDING A MANAGING SYSTEM OF COMPLEX PRODUCTION PROCESSE…… 50-53

9. **Chemezov DA, Goremykin VV, Bayakina AV**
THE RESEARCH OF SHOCK WAVE OF THE EXPLOSION DAMAGE EFFECT ON STRUCTURES…… 54-61

10. **Boiko VV, Remez DA**
SIMULATION OF SHORTLY SLOWED DOWN DETONATION FOR DECLINE OF SEISMIC EFFECT…… 62-67

11. **Kraichuk SA, Remez NS, Tverda OYa, Dyniak SV**
METHOD OF PREDICTING THE SEISMIC-RESISTANT OF PROTECTED OBJECTS NEAR BLASTING…….. 68-73

12. **Kim FI**
WAYS TO CONTROL THE DISTRIBUTION OF DEFORMATION IN THE WORKPIECE-TOP SHOES IN FORMING…… 74-78

13. **Zayakhanov ME**
USE OF EFFUSIVE ROCKS OF TRANSBAIKALIA FOR BUILDING MATERIALS…… 79-81

14. **Aliyev FY, Hasanova AM**
SYNTHESIS COOLIGOMERS-HEXENE WITH α-METHYLSTYRENE…… 82-84

15. **Chunihin LA, Chehovskii AL, Drozdov DN**
OPTIMIZATION APPROACH TO ASSESSING RADON HAZARD TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS…… 85-88

16. **Guliyeva NM, Hasanov EL**
DEVELOPMENT OF SOME HANDICRAFTS BRANCHES OF GANJA OF THE END OF XIX – FIRST HALF OF XX CENTURIES…… 89-93

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.

Импакт фактор журнала

Impact Factor	2013	2014	2015
Impact Factor ISRA (India)		1.344	
Impact Factor ISI (Dubai, UAE) based on International Citation Report (ICR)	0.307		
Impact Factor GIF (Australia)	0.356		
Impact Factor SIS (USA)	0.438		

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ИНДЕКСИРУЕТСЯ В НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗАХ:

International Scientific Indexing ISI (Dubai, UAE)
http://isindexing.com/isi/journaldetails.php?id=327

РИНЦ (Russia)
http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1246197

Google Scholar (USA)
http://scholar.google.ru/scholar?q=Theoretical+t-science.org&btnG=&hl=ru&as_sdt=0%2C5

Research Bible (Japan)
http://journalseeker.researchbib.com/?action=viewJournalDetails&issn=23084944&uid=rd1775

Open Academic Journals Index (Russia)
http://oaji.net/journal-detail.html?number=679

Turk Egitim Indeksi (Turkey)
http://www.turkegitimindeksi.com/Journals.aspx?ID=149

Open Access Journals
http://www.oajournals.info/

Advanced Sciences Index (Germany)
http://journal-index.org/

SCIENTIFIC INDEXING SERVICE (USA)
http://sindexs.org/JournalList.aspx?ID=202

Global Impact Factor (Australia)

http://globalimpactfactor.com/?type=issn&s=2308-4944&submit=Submit

International Society for Research Activity (India)
http://www.israjif.org/single.php?did=2308-4944

AcademicKeys (Connecticut, USA)
http://sciences.academickeys.com/jour_main.php

CiteFactor (USA)
- Directory Indexing of International Research Journals
http://www.citefactor.org/journal/index/11362/theoretical-applied-science

CrossRef (USA)
http://doi.crossref.org

DOI (USA)
http://www.doi.org

Signed in print: 30.09.2014. Size 60x84 1/8
«Theoretical & Applied Science» (USA, Sweden, Kazakhstan)
Scientific publication, p.sh. 11.75. Edition of 90 copies.
http://www.T-Science.org
E-mail: **T-Science@mail.ru**

Printed «Theoretical & Applied Science»