

# 1 ЛІНІЙНИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

**Мета:** навчитись використовувати лінійну обчислювальну структуру для розв'язку прикладних задач.

## 1.1 Короткі теоретичні відомості

*Алгоритм* — чіткий порядок дій, що однозначно призводить до рішення поставленої задачі.

*Графічний спосіб* — представлення алгоритмів у вигляді схем, що являють собою послідовність певних *графічних блоків* (символів дій). Ці блоки з'єднуються між собою *лініями потоку* інформації, що у разі неоднозначності сприйняття напрямку потоку інформації можуть забезпечуватись стрілками. Лінії потоку визначають черговість виконання блоків і зв'язок між ними.

Кожний символ дії являє собою певну геометричну фігуру, в середину якої може бути вписано відповідну дію, або групу дій. Види графічних блоків та детальна супутня інформація регламентується згідно до стандартів ISO-2636-73 та ISO-1028-73.

*Лінійною* називається структура, у якій **послідовно** здійснюється передача керування від одного функціонального блоку до наступного

## 1.2 Завдання

Обчислити значення функції використовуючи лінійну структуру та метод декомпозиції задачі на підзадачі. Завдання вибирати згідно свого варіанту (Завдання 5.1). Змінна  $x$ , послідовно приймає певні значення  $x_1, x_2, x_3, x_4$ , що надані у завданні. Параметри  $a, y$  - обирати довільно.

$$\beta = \ln^2 \frac{x + \cos x}{x - \sin x} - \frac{a}{3} \sqrt{(\sin^3 x + 1)^2 - \sqrt{e^{x-1}}} + \sqrt{\frac{\sin^2 x + \cos x}{\sin x}} \quad (1.1)$$

## 1.3 Хід роботи

### 1.3.1 Постановка задачі

*Дано:*  $x, a \in \mathbb{R}$  ;

*Додаткові дані:*  $A, B, C, D \in \mathbb{R}$

*Визначити:*  $\beta \in \mathbb{R}$  .

### **1.3.2 Математична модель інформаційного процесу**

$$\beta = \ln^2 \frac{x + \cos x}{x - \sin x} - \frac{a}{3} \sqrt{(\sin^3 x + 1)^2 - \sqrt{e^{x-1}}} + \sqrt{\frac{\sin^2 x + \cos x}{\sin x}}$$

Скоригована математична модель:

$$A = \frac{x + \cos x}{x - \sin x} \quad (1.2)$$

$$B = (\sin^3 x + 1)^2 \quad (1.3)$$

$$C = \sqrt{e^{x-1}} \quad (1.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{\sin^2 x + \cos x}{\sin x}} \quad (1.5)$$

$$\beta = \ln^2 A - \frac{a}{3} \sqrt{B - C} + D \quad (1.6)$$

### **1.3.3 Метод реалізації інформаційного процесу**

Безпосередні обчислення.

### **1.3.4 Алгоритм реалізації інформаційного процесу**

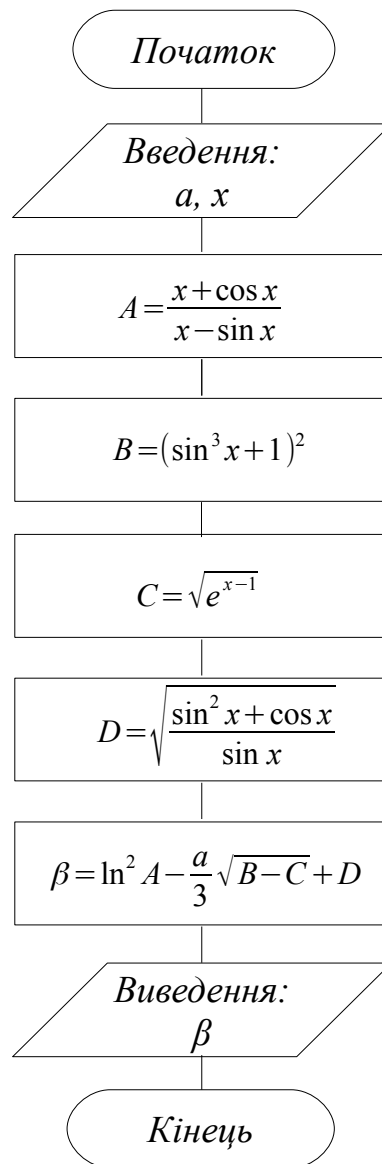


Рисунок 5.1 — Алгоритм обчислення функції  $\beta$

### 1.3.5 Програмування

Побудова таблиці ідентифікаторів.

Таблиця 1.1 — Таблиця ідентифікаторів

№ з/п	Змінна або константа	Ідентифікатор	№ з/п	Змінна або константа	Ідентифікатор
1	$x$	x	5	$C$	C
2	$a$	a	6	$D$	D
3	$A$	A	7	$\beta$	beta
4	$B$	B			

Запуск середовища розробки програмного забезпечення:

- Запустити Visual Studio.
- У середовищі створити новий проект C++: File → New → Project → Console Application.

Введення тексту програми:

```
#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
int main()
{
    double x, a, A, B, C, D, beta;
    cout << "Input x=";
    cin >> x;
    cout << "Input a=";
    cin >> a;
    A = (x + cos(x)) / (x - sin(x));
    B = pow(pow(sin(x), 3) + 1, 2);
    C = sqrt(exp(x - 1));
    D = sqrt((sin(x)*sin(x) + cos(x)) / sin(x));
    beta = log(A)*log(A) - a / 3.0*sqrt(B - C) + D;
    cout << "beta = " << beta << endl;
    system("PAUSE");
    return 0;
}
```

Запуск програми на виконання: F5.

### 1.3.6 Тестування та виявлення помилок

Для виявлення алгоритмічних помилок та вирішення проблеми достовірності отриманих результатів можна виконати обчислення у електронній таблиці і порвняти отримані розв'язки.

Для цього у OpenOffice.org Calc створюємо електронну книгу “Обчислення функцій”, яку зберігаємо у особисту теку. Далі *Лист1* перейменовуємо на ЛР5 та виконуємо обчислення за формою:

	A	B	D	E	F	G	I
1	Обчислення функцій						
2							
3	Вхідні дані		Додаткові позначення				Отриманий результат
4	a	x	A=	B=	C=	D=	Beta=
5	0,21	0,5	$=(B5+COS(B5))/(B5-SIN(B5))$	$=(SIN(B5)^3+1)^2$	$=SQRT(EXP(B5-1))$	$=SQRT((SIN(B5)^2+COS(B5))/SIN(B5))$	$=LN(D5)^2-(\$A\$5/3)*SQRT(E5-F5)+G5$
6		-12	$=(B6+COS(B6))/(B6-SIN(B6))$	$=(SIN(B6)^3+1)^2$	$=SQRT(EXP(B6-1))$	$=SQRT((SIN(B6)^2+COS(B6))/SIN(B6))$	$=LN(D6)^2-(\$A\$5/3)*SQRT(E6-F6)+G6$
7		-5	$=(B7+COS(B7))/(B7-SIN(B7))$	$=(SIN(B7)^3+1)^2$	$=SQRT(EXP(B7-1))$	$=SQRT((SIN(B7)^2+COS(B7))/SIN(B7))$	$=LN(D7)^2-(\$A\$5/3)*SQRT(E7-F7)+G7$
8		1	$=(B8+COS(B8))/(B8-SIN(B8))$	$=(SIN(B8)^3+1)^2$	$=SQRT(EXP(B8-1))$	$=SQRT((SIN(B8)^2+COS(B8))/SIN(B8))$	$=LN(D8)^2-(\$A\$5/3)*SQRT(E8-F8)+G8$

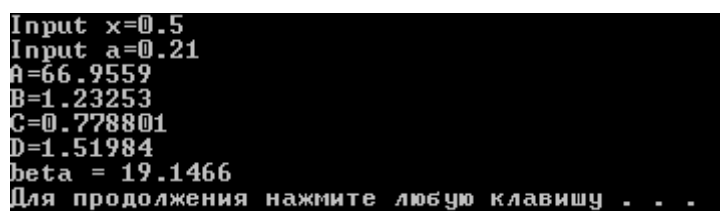
Рисунок 1.2 — Обчислення функцій (1.2) — (1.6) у ET

У випадку, коли результати отримані двома різними способами не співпадають, необхідно продовжити роботу над виправленням помилок. Одним зі способів є виведення на екран проміжних результатів обчислення. Для цього до коду програми необхідно додати команди виведення проміжних результатів на екран:

```
#include <cstdlib>
#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;
int main(int argc, char** argv)
{
    double x, a, A, B, C, D, beta;
    cout << "Input x=";
    cin >> x;
    cout << "Input a=";
    cin >> a;
    A = (x + cos(x)) / (x - sin(x));
    cout << "A=" << A << endl;
    B = pow(pow(sin(x), 3) + 1, 2);
    cout << "B=" << B << endl;
    C = sqrt(exp(x - 1));
    cout << "C=" << C << endl;
    D = sqrt((sin(x)*sin(x) + cos(x)) / sin(x));
    cout << "D=" << D << endl;
    beta = log(A)*log(A) - a / 3.0*sqrt(B - C) + D;
    cout << "beta = " << beta << endl;
    system("PAUSE");
    return 0;
}
```

### 1.3.7 Обчислення, обробка і аналіз результатів

У ході виконання даної роботи отримано наступні результати:



```
Input x=0.5
Input a=0.21
A=66.9559
B=1.23253
C=0.778801
D=1.51984
beta = 19.1466
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 1.3 — Результат обчислень при  $x=0,5$



```
Input x=-12
Input a=0.21
A=0.889888
B=1.33284
C=0.00150344
D=1.45232
beta = 1.38517
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 1.4 — Результат обчислень при  $x=-12$

```

Input x=-5
Input a=0.21
A=0.791475
B=3.54104
C=0.0497871
D=1.12015
beta = 1.04405
Для продовження натисніть будь-яку клавішу . . .

```

Рисунок 1.5 — Результат обчислень при  $x=-5$

```

Input x=1
Input a=0.21
A=9.71622
B=2.54665
C=1
D=1.21802
beta = 6.30111
Для продовження натисніть будь-яку клавішу . . .

```

Рисунок 1.6 — Результат обчислень при  $x=1$

Обчислення функції						
Вхідні дані		Додаткові позначення				Отриманий результат
a	x	A=	B=	C=	D=	Beta=
0,21	0,5	66,955947735	1,2325338424	0,7788007831	1,5198398798	19,146597579
	-12	0,8898880192	1,3328355578	0,0015034392	1,4523244556	1,3851655722
	-5	0,791474702	3,5410401401	0,0497870684	1,1201505212	1,044045521
	1	9,7162169588	2,5466518024	1	1,2180162564	6,3011109369

Рисунок 1.7 — Результат обчислень у електронній таблиці

Порівнюючи результати, отримані трьома різними способами з високою вірогідністю можна стверджувати, що обчислення виконано правильно, так як отримані значення співпали.

#### 1.4 Програми та обладнання.

У даному підрозділі студент описує обладнання, програмні продукти та складові, що були використані при опрацюванні даної лабораторної роботи.

#### 1.5 Висновки.

У даному підрозділі студент робить висновки за опрацюванням даної лабораторної роботи з урахуванням поставленої мети.

## Завдання № 5.1

№	Вираз	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>
1.	$\alpha = \lg \frac{3a^2x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}} + \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} - \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}};$	0,5	12	-1,005	-5
2.	$\beta = \sin(ax) \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2} - \sqrt{\frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \cdot \operatorname{tg} x + 1}{\sin(x+y) + \cos(x-y)}} + \ln \left  2 \cos^3(ax) - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos(ax)} \right ;$	0,47	3	-0,42	-2
3.	$\psi = \sqrt{\frac{a^2 \operatorname{tg}^4 x - 3 \cos^2 y}{e^x + e^y}} + \log_2 \frac{ 2a \cdot x^3 - 3a^2 \cdot x + y }{3 + \sin x + \cos y + 3} + \cos(ax) \cdot (1 + \operatorname{ctg} y);$	0,31	4	-0,06	-1
4.	$\delta = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}} - \ln \left  \frac{a \cdot x^3 - 3a^2 \cdot x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  + a \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{a \cdot x}};$	0,59	2	-0,15	-3
5.	$\phi = \sin(ax) \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2} - \sqrt{\frac{ a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \cdot \operatorname{tg} x + 1 }{\sin(x+y) + \cos(x-y)}} - \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sqrt{\sin^4(x+y) + a^2 \cos^2(x-y) + 3}};$	0,38	6	-0,28	-6
6.	$\gamma = \lg \frac{3a^2x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}} + \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^4 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ax)}} - \operatorname{tg}^3 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}};$	0,9	10	-0,76	-4
7.	$\lambda = \cos(ax) \cdot (1 + \operatorname{ctg} y) + \ln \left  \frac{a \cdot x^3 - 3a^2 \cdot x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}};$	0,5	12	-0,407	-5

8.	$\mu = a \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}} + \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ax)}} + \sin(ax) \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2};$	0,72	7	-0,59	-9
9.	$\nu = \sqrt{\frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 3 \cos y}{e^x + e^y}} - \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sqrt{\sin^4 x + a \cdot \cos^2 y + 3}} - \ln \left  2 \cdot \cos^3 x - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos x} \right ;$	0,43	11	-0,31	-8
10.	$\sigma = \ln \left  \frac{2a \cdot x^3 - 3a^2 x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}} - \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}};$	0,41	5	-0,205	-5
11.	$\rho = \sqrt{\frac{ x^2 \cdot \sin(ax) - y^3 \cdot \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} - \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sqrt{\sin^4(x+y) + a \cdot \cos^2(x-y) + 3}} - \lg \frac{3a^2 x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}};$	0,59	3	-0,42	-2
12.	$\zeta = \ln \left  \frac{ax^3 - 3a^2 x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  - \ln \left  2 \cos^3(ax) - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos(ax)} \right  + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}};$	0,3	4	-0,26	-1
13.	$\varepsilon = \frac{\cos(ax) - a^2 \cdot \sin^2(ax) + a^3 [1 + \operatorname{tg}(ax) \cdot \operatorname{ctg} y]}{\sqrt{e^{x+y} + e^{x-y}}} + \sqrt{\frac{ x^2 \cdot \sin(ax) - y^3 \cdot \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ax)}} - \lg \frac{3a^2 x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}};$	0,89	2	-0,15	-3
14.	$\eta = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}} - \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}} - \operatorname{tg} \left  \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos x} \right  + \ln \left  \frac{ax^3 - 3a^2 x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right ;$	0,32	6	-0,28	-6
15.	$\Delta = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4(ax) + 1}{\sqrt{ 3 + \sin(ax) }}} - \lg \frac{(3x^4 + y)}{e^{x+y} + e^{x-y}} - \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} - \ln \left  \cos^3(ax) - \frac{\sqrt{\sin^2(ay) + 1}}{2 - \cos(ax)} \right ;$	0,29	10	-0,76	-4



16.	$\Lambda = \left  \frac{ax^3 - 3a^2x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  + \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }} + \cos \frac{x}{a} \left( 1 + \operatorname{ctg} \frac{y}{a} \right) - a \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2a};$	0,16	8	-0,11	-7
17.	$\omega = \sin(ax) \cdot \operatorname{tg} \frac{y}{2} - \sqrt{\frac{ x^2 \sin x - y^3 \cos y }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} + a \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{ax}{2} + \frac{\cos(ax)}{e^{ax}} - \ln \left( \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos(ax)} \right);$	0,74	7	-0,89	-9
18.	$\zeta = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^3 x + 3 \cos y}{e^x + e^y}} + \operatorname{ctg}^3 x - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{3 + \cos(ax)} + \ln \left  2 \sin^4(ax) - \frac{\sqrt{\cos^2(ay) + 0,5}}{1 + \cos(ax)} \right ;$	0,18	10	-0,33	-8
19.	$\alpha = \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos y \cdot \operatorname{tg} x}{e^{ax}} - \operatorname{tg} \left  \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos x} \right  + \ln \left  \frac{ax^3 + 3a^2x^2 + xy + y^2}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  + (1 + \operatorname{ctg} y)(\sin^2 y + a^2x);$	0,5	1	-1,305	-5
20.	$\rho = \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ax} + 1}{\sqrt{\sin^4(x+y) + a \cos^2(x-y) + 3}} + \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} - \lg \frac{3a^2x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}};$	0,71	3	-0,42	-2
21.	$\nu = \ln \left  2 \cos^3(ax) - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 - \cos(ax)} \right  - \lg \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sqrt{\sin^4(x+y) + a \cdot \cos^2(x-y) + 3}} + \sqrt{\frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x + 3 \cos y}{e^x + e^y}};$	0,38	4	-0,06	-1
22.	$\varphi = \sin(ax) \operatorname{tg} \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \operatorname{tg} x + 1}{\sin(x+y) + \cos(x-y)}} + \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ax} + 1}{\sqrt{\cos^4(x+y) + a \cos^2(x-y) + 4}};$	0,35	2	-0,15	-3
23.	$\beta = \sqrt{\frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \operatorname{tg} x + 1}{\sin(x+y) + \cos(x-y)}} - \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} + \ln \left  \frac{2 \cos^3(ax) - \sqrt{\sin^2(ay) + 1}}{2 - \cos(ax)} \right ;$	0,91	6	-0,28	-6
24.	$\delta = \frac{3 \operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 4 + \sin x - \cos^3 y }} + \sin \frac{y}{2} \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}} + \ln \left  \frac{2ax^3 - 3a^2x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right ;$	0,6	12	-1,005	-5

25.	$\theta = \cos(ax)[1 + \operatorname{ctg}(ay)] + \sqrt{\frac{ x^2 \sin(ax) - y^3 \cos(ax) }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} - \lg \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sin^4(x+y) + a \cos^2(x-y) + 3};$	0,47	3	-0,42	-2
26.	$y = \lg \frac{3a^2 x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}} + \sqrt{\frac{(\operatorname{tg}^3 x + \cos y)}{e^x + e^y}} - \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} + \frac{\cos x \cdot \operatorname{tg} y}{e^{ax}} (1 + \operatorname{ctg} y) - \ln \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 + \cos x};$	0,31	4	-0,06	-1
27.	$\Delta = \frac{\operatorname{tg}^4 \frac{x}{a} + \operatorname{tg}^2 \frac{y}{a} + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }} - \frac{3a^2 x^4 + ax^2 + y}{e^{x+y} + e^{x-y}} + \ln \left  2\cos^3(ax) - \frac{\sqrt{\sin^2 y + 1}}{2 + \cos(ax)} \right  - \left( \operatorname{tg} \frac{x}{2a} + 1 \right);$	0,59	2	-0,15	-3
28.	$\psi = \operatorname{tg}^2 \frac{ax}{2} + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \operatorname{tg} x + 1}{\sin(x+y) + \cos(x-y)}} + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^4 ax - \operatorname{tg}^2 ay + 1}{\sqrt{ 3 + \sin x - \cos^3 y }}} - \ln \left  2\cos^3(ax) - \frac{\sin^2(ay)}{\cos(ax)} \right ;$	0,38	6	-0,28	-6
29.	$\lambda = \frac{\cos(ax)}{(1 + \operatorname{ctg} y)} - \ln \left  \frac{ax^3 - 3a^2 x + y}{3 - \sin(x+y) - \cos(x-y)} \right  - \log_2 \frac{e^{ax} + e^{ay} + 1}{\sqrt{\sin^4(x+y) + a \cos^2(x-y) + 3}};$	0,5	1	-1,043	-5
30.	$\varphi = \frac{a \cdot \operatorname{tg}^3 x - 2a^2 \operatorname{tg} x + 1}{\sin(x+y) + \cos(x-y)} - \sqrt{\frac{ x^2 \sin x - y^3 \cos y }{1 + \sin^2(ax) + \cos^2(ay)}} + \ln \left  4\cos^3 x - \frac{\sin(ay) + 1}{3 - \cos(ax)} \right $	0,47	3	-0,42	-2