

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ФОРМУЛАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСТРОЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ EXCEL

Цель работы:

- изучить принципы построения и синтаксис математических формул в Excel;
- изучить встроенные математические функции Excel, соответствующие основным элементарным функциям;
- освоить различные технологии ввода формул, в частности, использование Мастера функций;
- применить полученные знания к решению элементарных вычислительных математических задач;
- развить навыки форматирования таблиц.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

1.1. ФОРМУЛЫ

Формула задает правило для вычисления нового значения через исходные значения. Формула должна подчиняться определенным правилам записи, т.е. *синтаксису*. В Excel запись формулы всегда начинают со знака равенства. Часть формулы, следующая за знаком равенства, называется *выражением*.

Формулой в Excel называется последовательность, содержащая следующие элементы:

- знак равенства (=) – признак формулы в Excel;
- операнды (числа, текст, ссылки на ячейки, ссылки на массивы ячеек, встроенные функции);
- знаки операций (иногда их называют операторами);
- круглые скобки, причем число открывающих скобок должно быть равно числу закрывающих.

В первой работе уже приводились примеры вычисления по формулам, в которых выполнялись арифметические операции над числами. Числа в них задавались либо непосредственно в формуле, либо в виде ссылок на ячейки. Сейчас мы расширили это определение, включив в формулы функции в качестве операндов. Будем рассматривать только встроенные функции Excel.

1.2. ВСТРОЕННЫЕ ФУНКЦИИ EXCEL

Встроенные функции Excel – это функции, вычисление которых выполняется по определенным алгоритмам, содержащимся в приложении Excel. Вызов встроенной функции происходит при вычислении по формуле, содержащей эту функцию. Запись функции в формуле Excel аналогична записи функций в математике. Она имеет вид $f(x_1; x_2; \dots; x_n)$, где f – имя функции, x_1, x_2, \dots, x_n – аргументы. В общем случае аргументами функций могут быть данные любого вида, но для конкретной функции возможные аргументы определяются ее синтаксисом. Аргументы отделяются друг от друга точкой с запятой. Существуют встроенные функции, не содержащие аргументов, например, число π вычисляется с помощью функции ПИ(). Как видим, в этом случае после имени функции нужно ставить скобки, которые и являются признаком функции в записи. Встроенные функции Excel разбиты на категории. Каждая категория функций предназначена для определенных целей, например, имеются математические, логические, статистические функции и т.д. В данной лабораторной работе рассмотрим математические функции, причем только те, которые соответствуют элементарным функциям в математике. Они перечислены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Математическая функция	Встроенная функция Excel	Тип аргументов	Пояснение
$ x $	ABS(x)	Любое число	Абсолютная величина x (модуль x)
$\arccos x$	ACOS(x)	«	Значение функции выражено в радианах

$\arcsin x$	ASIN(x)	“	Аналогично предыдущему
$\arctg x$	ATAN(x)	“	“
$\cos x$	COS(x)	“	Косинус величины x , выраженной в радианах
e^x	EXP(x)	“	Экспонента от x

Продолжение таблицы 2.1

$\ln x$	LN(x)	“	Натуральный логарифм x
$\log_a x$	LOG(x;a)	“	Логарифм x по основанию a
$\lg x$	LOG10(x)	“	Десятичный логарифм x
$\sin x$	SIN(x)	“	Синус величины x , выраженной в радианах
$\operatorname{tg} x$	TAN(x)	“	Тангенс величины x , выраженной в радианах
\sqrt{x}	КОРЕНЬ(x)	“	Квадратный корень
π	ПИ()	Без аргумента	Число π
x^a	СТЕПЕНЬ(x; a)	Любые числа	x в степени a

Замечание. При наборе формул с клавиатуры безразлично, набираются строчные или прописные буквы, но нужно соблюдать соответствие языка имени функции. Ссылки на ячейки записываются только латинскими буквами. При указании типа аргумента не рассматриваются ограничения на область определения функций, но, разумеется, их нужно соблюдать.

1.3. ОПЕРАЦИИ

Операции (арифметические и некоторые другие действия) в формулах записываются с помощью специальных символов, называемых знаками операций. Полный список операций Excel приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Знак операции	Операция	Пример записи
Арифметические операции		
+	сложение	=A1+2
-	вычитание	=4-C4
*	умножение	=A3*C6
/	деление	B3/5
%	процент	=10% (равно 0,01)
^	возведение в степень	=2^3 (равно 8)

Продолжение таблицы 2.2

Операции сравнения		
=	равно	A5=0
<	меньше	A5<1
>	больше	B3>100
<=	меньше или равно	3<=2*A10
>=	больше или равно	A10>=0
<>	не равно	A10<>5
Операция связывания ячеек		
:	Диапазон	=СУММ(A1:C10)
Текстовый оператор соединения		
&	соединение текстов	=”Ответственный” &”Иванов И.П.”

Операции выполняются над некоторыми данными (операндами). Операндом может быть число, ссылка на ячейку, ссылка на диапазон ячеек, функция, выражение, взятое в скобки. Рассмотрим формулы Excel:

- 1) =4-5,2+3,68 2) =2*5+12*6,2

Порядок действий в первой формуле следующий: вычитание, затем сложение. Во второй формуле сначала вычисляется $2*5$, затем $12*6,2$, после этого выполняется сложение ранее

вычисленных чисел. Порядок выполнения операций определяется приоритетом операций. Для изменения порядка действий нужно использовать скобки.

Порядок вычисления значения по формуле Excel:

- вычисляются значения функций, входящих в формулу;
- вычисляются выражения в скобках;
- выполняются операции слева направо с учетом приоритета.

Приоритет арифметических операций в формулах Excel указан в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Знак операции	Операция	Свойства	Приоритет
-	Изменение знака	Унарная	1
^	Возведение в степень	Бинарная	2
*, /	Умножение, деление	Бинарная	3
+, -	Сложение, вычитание	Бинарная	4

Комбинировать арифметические операции с прочими не рекомендуется (за исключением связывания массива).

Примеры

1. Порядок вычислений по формуле: $=3+5*\text{COS}(B4)-2*A2$:

- $\text{COS}(B4)$
- $5*\text{COS}(B4)$
- $2*A2$
- $3+ 5*\text{COS}(B4)$
- $3+5*\text{COS}(B4)-2*A2$

2. Порядок вычислений по формуле $=(3+A2^3/2)*3/5$:

- $A2^3$
- $A2^3/2$
- $3+ A2^3/2$
- $(3+ A2^3/2)*3$
- $(3+ A2^3/2)*3/5$

Замечания

1. При наборе сложной формулы легко сделать ошибку, поэтому надо хорошо знать синтаксис формул, чтобы в случае необходимости скорректировать формулу набором символов с клавиатуры.

2. Иногда Excel выводит подсказку пользователю, предлагая внести исправления в формулу. Их можно принять или отвергнуть после анализа предложения.

3. Если формула не может быть вычислена, в ячейке появляется сообщение об ошибке, которое начинается символом #.

Сообщения об ошибках.

#ДЕЛ/0! - деление на нуль

#ЧИСЛО! – недопустимый аргумент числовой функции

#ЗНАЧ! – недопустимое значение аргумента или операнда

#ИМЯ? – неверное имя ссылки или функции

#Н/ Д! – неопределенные данные

#ССЫЛКА! – ссылка на несуществующие ячейки

При обнаружении ошибки следует перейти в режим редактирования и исправить формулу. В случае затруднений надо провести синтаксический анализ формулы и ввести ее заново.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Пример 1. Вычислить объем и площадь поверхности заданного конуса с основанием R и высотой h . Значения R и h заданы. Положить $R=1$ м, $h=3$ м. Отчет представить в виде распечатки рабочих листов, содержащих условие задачи, расчетные формулы, расчеты в Excel в режиме отображения данных и формул.

Решение:

1. Расчетные формулы. (Формулы рекомендуется предварительно записать в тетрадь):

- образующая $l = \sqrt{h^2 + R^2}$
- площадь основания конуса $S_0 = \pi \cdot R^2$
- площадь боковой поверхности $S_1 = \pi \cdot R \cdot l$
- площадь поверхности конуса $S = S_0 + S_1$
- объем конуса $V = \frac{1}{3} S_0 \cdot h$

2. Создание рабочего листа с заданием и расчетными формулами. Порядок действий рекомендуется следующий:

- создать новый файл и сохранить его в личной папке под именем Конус.xls;
- в ячейку A1 ввести тему работы; в нижележащие ячейки (например, A3, A4) ввести номер примера и текст задачи;
- в отдельные ячейки A6:A7 и A10:A14 ввести обозначения размеров конуса с пояснениями; ввести данные: значения 1 и 3 для R и h соответственно в B6, B7;
- выполнить вставку расчетных формул с помощью приложения MS Equation 3.0.

3. Выполнение расчетов в Excel.

В ячейки E10:E14 последовательно ввести формулы:

$$=\text{КОРЕНЬ}(B6*B6+B7*B7)$$

$$=\text{ПИ}()*B7*B7$$

$$=\text{ПИ}()*B7*E10$$

$$=E11+E12$$

$$=E11*B6/3.$$

4. Форматирование таблицы.

- Установить в таблице шрифт **Times New Roman**, размер 10.
- Расположить текст по образцу, используя команды: **Формат|Ячейки**, вкладка **Выравнивание**, флажки - **Объединить ячейки** и **Переносить по словам**. Если весь текст не виден в объединенных ячейках, нужно увеличить высоту строки.

• Выполнить подчеркивание заголовка, используя команду **Формат|Ячейки|Шрифт|Подчеркивание одностороннее по значению**.

Фрагмент рабочего листа Excel после форматирования представлен на рис. 2.1.

Пример 2. Вычислить по заданным формулам величины:

	A	B	C	D	E	F
1	Вычисления по формулам с использованием встроенных математических функций					
2						
3	Пример 1					
4	Вычислить объем и площадь поверхности конуса, если заданы его высота и радиус основания с точностью до четвертого десятичного знака					
5	Пусть					
6	Высота h=	3	м			
7	Радиус R=	1	м			
8						
9	Введем обозначения			Результаты		
10	Образующая конуса l=			3,1623	м	
11	Площадь основания конуса S ₀ =			3,1416	м ²	
12	Площадь боковой поверхности конуса S ₁ =			9,9346	м ²	
13	Площадь поверхности конуса S=			13,0762	м ²	
14	Объем конуса V=			3,1416	м ³	
15	Формулы для вычисления					
16	$l = \sqrt{h^2 + R^2}$ $S_0 = \pi R^2 \quad S_1 = \pi R l$ $S = S_0 + S_1$ $V = \frac{1}{3} S_0 \cdot h$					
17						
18						
19						
20						
21						

Рис. 2.1 Фрагмент рабочего листа Excel для примера 1

$$f = \sqrt{m \cdot \operatorname{tg} x + |c \cdot \sin t|}, \quad z = \log_2 m \cdot \cos bt \cdot e^{t+c}$$

иде çääáííüð çîâ÷âíëüð $m = 2; c = -1; t = 1,2; b = 0,7$

Решение

Решение выполним на одном рабочем листе с примером 1. Порядок действий аналогичен предыдущему примеру:

- введем условие задачи с формулами для вычислений;
- введем в отдельные ячейки обозначения и значения исходных данных m, c, t, b (см. рис. 2.2);
- в ячейки для результатов введем формулы:
 $= (A33 * \operatorname{TAN}(C33) + \operatorname{ABS}(B33 * \operatorname{SIN}(C33)))^{0,5}$
 $= \operatorname{LOG}(A33; 2) * \operatorname{COS}(D33 * C33) * \operatorname{EXP}(C33 + B33);$
- форматируем таблицу.

Фрагмент рабочего листа с решением примера 2 представлен на рис.2.2.

	A	B	C	D
25	Пример 2			
26	Вычислить по заданным формулам			
27	$f = \sqrt{m \cdot \operatorname{tg} t + c \cdot \sin t }, \quad z = \log_2 m \cdot \cos bt \cdot e^{t+c}$			
28				
29	$m = 2, c = -1, t = 1,2 b = 0,7$			
30				
31	Данные			
32	m	c	t	b
33	2	-1	1,2	0,7
34	Результаты			
35		f =	2,4650	
36		z =	0,8152	
37				

Рис.2.2. Фрагмент рабочего листа для примера 2

При вводе формул, необходим тщательный анализ порядка действий и аккуратный набор всех символов. Возможно, количество ошибок сократится, если применить ряд приемов:

- при вставке ссылки на ячейку нужно щелкнуть мышью по этой ячейке;

- при вставке функции нужно вызвать **Мастер функций** по команде **Вставка| Функция...** (или кнопка **Мастер функций**), который позволяет выполнить вставку функции за два шага: первый шаг – выбор категории функции и выбор функции, второй шаг – задание аргументов функции.

Опишем эту технологию подробнее на примере первой формулы:

- для возведения в степень используем знак операции \wedge , поэтому основание степени нужно взять в скобки; соответственно, наберем $=()$
- введем значение t щелчком по ячейке A33 и знак умножения $*$
- вызовем **Мастер функций**, при этом появится диалоговое окно первого шага, представленное на рис. 2.3, выберем категорию функций **Математические** и в появившемся списке функций укажем **TAN**

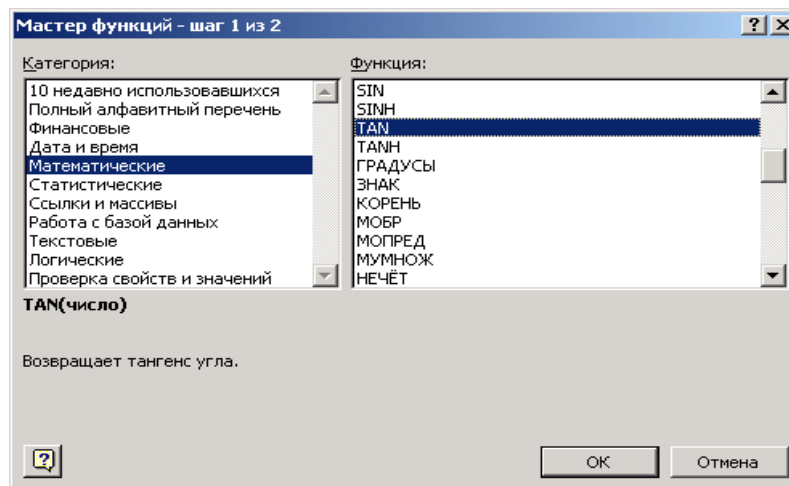


Рис. 2.3. Диалоговое окно **Мастера функций** (первый шаг)

- при нажатии **OK** появится окно второго шага **Мастера функций** (см. рис. 2.4). В поле **Число** введем аргумент щелчком по ячейке со значением t C33. При нажатии **OK** или клавиши **Enter** ввод функции заканчивается, заканчивается и ввод формулы в ячейку; для продолжения ввода в эту ячейку нужно нажать кнопку $=$ (**Изменить формулу**) в строке формул;

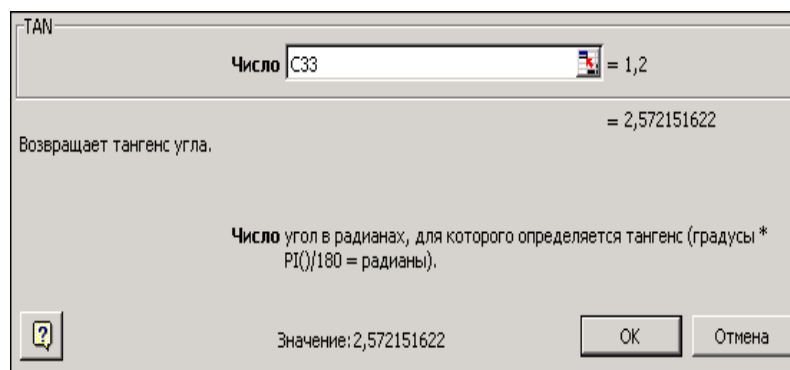


Рис. 2.4. Диалоговое окно **Мастера функций** (второй шаг)

- вставим функцию **ABS**. При задании аргумента наберем $B33*$ и снова вызовем **Мастер функций**;

- функция от функции выбирается в списке функций в строке формул. Если требуемой функции нет в списке, нужно выбрать из списка вариант **Другие функции**, что приведет к повторному вызову **Мастера функций**. После знака умножения вставим функцию **SIN**. После задания аргумента нужно щелкнуть в строке формул (нажатие **OK** или клавиши **Enter** приведет к окончанию набора, а предложенный вариант вернет нас к окну внешней функции);

- после окончания ввода внешней функции **ABS** закончим ввод формулы, набрав закрывающую скобку и возведение в степень $0,5$ – символы $)^0,5$ или $)^(1/2)$. Можно было также использовать функцию **КОРЕНЬ**, но это привело бы к тройному вложению функций в формуле и усложнению ее набора.

Оформление рабочего листа для печати

Команда **Файл|Предварительный просмотр** позволяет видеть фрагмент рабочего листа в виде, предназначенном для печати. Отметим, что обычно сетка для печатаемых документов не установлена. Установить сетку для печати можно по команде: **Файл| Параметры страницы**, вкладка **Лист**, флажок **Сетка**.

Показать заголовки строк и столбцов в печатаемом документе можно по команде **Файл|Параметры страницы**, вкладка **Лист**, флажок **Заголовки строк и столбцов**. Как правило, этот флажок назначается вместе с сеткой.

Рабочие листы нужно разбить на страницы заданного размера. Способ разбиения и параметры страницы задается командой **Файл|Параметры страницы**. Задайте на вкладке - **Размер бумаги** - А4, на вкладке **Поля** – **Левое** –3 см, **Правое**, **Верхнее** и **Нижнее** по 2,5 см, на вкладке **Лист** - **Последовательность вывода страниц** **Вниз**, затем **вправо**.

Чтобы показать лист в режиме отображения формул, следует выполнить команду **Сервис|Параметры**, вкладка **Вид**, флажок **Формулы**. При этом изменяется исходный рабочий лист. Чтобы сохранить и распечатать оба варианта – режим отображения данных и режим отображения формул, целесообразно скопировать лист с расчетами по команде **Правка|Переместить/скопировать лист**, и на нем показать формулы. Как правило, формулы Excel занимают много места, и ячейки таблицы автоматически растягиваются в ширину. Если формулы не отображены полностью на рабочем листе, следует применить к фрагменту, содержащему формулы, команду **Формат|Столбец|Автоподбор ширины**. Иногда требуется применять альбомную ориентацию страницы, чтобы ячейки с формулами поместились на странице (команда **Файл|Параметры страницы**, вкладка **Страница**, ориентация **Альбомная**). В приложении дан образец отчета в режиме отображения данных и режиме отображения формул.

Рекомендуется задать колонтитулы. Используйте команду **Вид| Колонтитулы**. Укажите в верхнем колонтитуле номер лабораторной работы и ФИО, используйте кнопку **Создать верхний колонтитул**. В нижнем колонтитуле установите нумерацию страниц и листов, выбрав из списка встроенных колонтитулов вариант **Лист1; Страница1**.

Просмотрите и сохраните рабочую книгу, распечатайте отчет (рабочие листы книги) по команде **Файл|Печать**.

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Каждый вариант содержит две задачи:

Задача 1. Вычислить объем и площадь поверхности заданного тела. Вычисления выполнить с точностью до третьего десятичного знака.

Таблица 2.4

Варианты задачи 1		
№	Заданное тело	Исходные данные
1	Доска в форме параллелепипеда из круглого бревна.	Радиус сечения R , длина L , толщина доски H .
2	Половина куба, полученная при сечении куба диагональной плоскостью.	Ребро куба равно a .
3	Пирамида с квадратом в основании. Вершина проектируется в центр квадрата.	Сторона квадрата в основании равна a , высота пирамиды равна H .
4	Цилиндрический сосуд, закрытый полусферической крышкой.	Высота цилиндрической части H , радиус основания R
5	Прямой круговой цилиндр.	Радиус основания R , высота H .
6	Ангар в форме полуцилиндра, в основании которого находится прямоугольник	Стороны прямоугольника a и b .
7	Прямая треугольная призма с равносторонним треугольником в основании.	Высота призмы h , сторона треугольника в основании a .
8	Правильный тетраэдр (четырёхгранник, пирамида с равносторонним треугольником в основании и равными ему боковыми гранями).	Ребро тетраэдра a .
9	Прямой круговой конус.	Радиус основания R , образующая L .
10	Октаэдр (восьмигранник), составленный из двух правильных четырехугольных пирамид.	Квадраты в основании со стороной a , высота каждой пирамиды H .
11	Прямоугольный параллелепипед.	Стороны a , b , c .
12	Прямой параллелепипед, т.е. в основании параллелепипеда произвольный параллелограмм, а третья сторона перпендикулярна основанию.	Стороны в основании a , b , угол между сторонами α , высота h .
13	Полусфера.	Радиус R .
14	Прямая шестигранная призма.	Высота призмы H , сторона шестиугольника в основании a .
15	Усеченный конус.	Радиусы оснований: меньшего R_1 , большего R_2 , высота h .

Замечание. Все формулы для вычислений должны быть известны студентам первого курса или легко выводятся из основных теорем элементарной геометрии. Исключение может составить лишь усеченный конус. Приведем формулы для его объема и площади поверхности. Обозначения данных – в варианте 15, l – образующая конуса.

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2) \cdot h$$

$$S = \pi \cdot (R_1 + R_2) \cdot l$$

Задача 2. Вычислить данные выражения при заданных числовых значениях аргументов. Вычисления выполнить с точностью до четвертого десятичного знака.

Отчет должен представлять собой распечатанные листы рабочей книги с формулировкой задания, расчетными формулами и результатами. Расчеты требуется показать как в режиме отображения данных, так и в режиме отображения формул. Оформление страниц документа выполнить по образцу (см. приложение).

Таблица 2.5

Варианты задачи 2		
№	Вычисляемые величины	Исходные данные
1	$u = \left x^3 - 3\sqrt{\frac{y}{x}} \right $ $v = y - x - \frac{z}{y-x} \sin^2(1 + (y-x)^2)$	$x = 1,82 \quad y = 3,24$ $z = -3,95$
2	$y = e^{-bt} \sin(at+b) - \sqrt{at+b}$ $s = b \cos 2t + \ln at^2 - 1 $	$a = -0,5 \quad b = 2,0$ $t = 1,6$
3	$s = 1 + \sqrt{ x } + \ln\left(\frac{x^2}{2} + 1\right) + e^{- x }$ $t = x(\sin^2 x + \cos(y+0.5)^2)$	$x = -0,35 \quad y = 0,02$
4	$w = \sqrt[3]{x^2 + b} - \frac{b^2 \sin^3(x-a)}{ax}$ $y = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$	$a = 1,5 \quad b = 5,5$ $x = -0,9$
5	$s = x^3 t g^2 \pi b + \frac{a}{\sqrt{x+b}}$ $p = \frac{b}{a} e^{-bx}$	$a = 6,5 \quad b = -0,4$ $x = 0,62$
6	$R = x^2(x+1)/b - \sin^2(x+a)$ $s = \ln \sqrt{xb/a} + \cos(x+b)^3$	$a = 0,7 \quad b = 0,05$ $x = 0,5$
7	$y = \sin^4(ax) - \sqrt{\frac{x}{b}} e^a,$ $z = \left \ln \frac{x^2}{a} \right + \cos(x+b)^2$	$a = 1 \quad b = 0,04$ $x = 0,2$
8	$u = \sqrt[4]{x^2 + \arctg xy}$ $v = \ln \left \frac{\sin(x-y)}{1 + \cos^2(x+y)} \right $	$x = 0,85 \quad y = 1,13$
9	$z = e^{\sin 3x} + \lg \frac{\sqrt{xy+2}}{ xy-2 }$ $t = \arctg^2 \sqrt{xy+2}$	$x = 0,9 \quad y = 1$
10	$a = \frac{2 \cos(x - \pi/6)}{1/2 + \sin^2 y}$ $b = 1 + \frac{\sqrt[3]{z^2}}{\ln 3 - 5x^2 }$	$x = 1,426 \quad y = -1,22$ $z = 3,5$
11	$u = \sqrt[4]{x^k + xy^{k-1}}$ $v = \ln \left \frac{\sin x}{\cos^2(x+y)+1} + k \right $	$k = 5 \quad x = 0,85$ $y = 1,23$
12	$s = 1 + \sqrt{x} + \ln \left \frac{x^2}{2} - 1 \right + e^{-x^2}$ $t = x(\sin^2 x + \cos(y+0.5)^2)$	$x = 0,335 \quad y = 0,02$
13	$y = e^{-bt} \sin(at^2) - \sqrt{at+b}$ $s = b \cos 2t + \ln at^2 - 1 $	$a = -0,5 \quad b = 0,7$ $t = 0,44$

14	$z = \frac{\cos^3(\pi x - y)}{x^2 + \sin^2 y}$ $t = \log_2 x \cdot tgy , \quad u = \frac{z+t}{zt}$	$x = 0,5 \quad y = \frac{\pi}{6}$
15	$x = \frac{\log_a(1 + \sqrt[3]{a^2})}{2ab}$ $y = \arctg^2 \left(\sqrt{\frac{ a }{ b }} - \frac{a+b}{ab} \right)$	$a=2 \quad b=-0,5$