

## Лабораторна робота № 18

**Тема.** Створення методів користувача. Рекурсивні виклики методів.

**Мета.** Формування вмінь і навиків створення та використання процедур та функцій користувача. Закріплення вмінь і навиків використання функцій вводу-виводу та обробки рядків. Застосування вмінь і навиків програмування алгоритмів лінійної, розгалуженої та циклічної структури.

### Контрольні запитання.

1. Коли та з якою метою доцільно використовувати підпрограми?
2. Чи прискорює час виконання програми використання підпрограм? Чи зменшує об'єм коду програми та час її розробки таке використання?
3. Які типи підпрограм використовуються в C#? Чим відрізняються синтаксиси їх опису? Як викликаються підпрограми кожного типу?
4. Де описуються підпрограми користувача? Як визначити їх область видимості?
5. Від чого залежить результат виконання підпрограми? Параметри яких типів даних можуть використовуватися підпрограмою?
6. Чим формальні параметри підпрограм відрізняються від фактичних?
7. Як повернути результат виконання підпрограми-функції в основну програму?
8. Які виклики функцій називаються рекурсивними? Як їх здійснити? Які вимоги при цьому мають виконуватися для уникнення зациклень?

### Завдання.

1. Скласти програму обчислення значення виразу згідно варіанту при значеннях параметрів по замовчуванню  $x=1.5$ ;  $y=0.1$ ;  $z=0.5$ .

Вимоги до програми:

- значення змінних ввести з діалогових вікон (використати розроблені раніше функції *InputInt* чи *InputDouble*);
- для розв'язання завдання та для перевірки введення числа створити та використати підпрограми;
- результат виконання програм вивести в діалоговому вікні.

Варіанти:

1.  $S = \frac{\sqrt{4^2 + x^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}} + \frac{\sqrt{65^2 + y^2}}{\sqrt{6,4^2 + z^2}};$
2.  $S = \frac{87}{\lg|1 + x \tan y|} + \frac{\lg|1 + 2 \tan y|}{34} + \frac{7,54}{\lg|1 + \tan 1.3|};$
3.  $S = \frac{78}{\lg|1.3 - x \tan z|} + \frac{\lg|x - 1.9 \tan y|}{4,75} + \frac{5,34}{\lg|zx - 3 \tan 1.2|};$
4.  $S = \frac{65}{\cos(xz - 1.7)} + \frac{\cos(3.6 - x^2)}{65,87} + \frac{6,74}{\cos(x - 0.3z)};$
5.  $S = \frac{\sqrt[3]{2 + \cos x^2}}{254} + \frac{9,56}{\sqrt[3]{3 + \cos y^2}} + \frac{\sqrt[3]{2 + \cos(xy)^2}}{7,4};$
6.  $S = \frac{\lg|1 + \cos^2 x^2|}{83} + \frac{56,9}{\lg|1 + \cos^2 0.8|} + \frac{\lg|1 + \cos^2 4.9|}{7,94};$
7.  $S = \frac{\lg|\sin x + y|}{87} + \frac{234}{\lg|\sin xy + 3|} + \frac{\lg|\sin 3.1 + x^2 y|}{z};$
8.  $S = \frac{\sqrt[3]{2 + \cos x^2}}{84} + \frac{5,87x}{\sqrt[5]{3 + \cos y^2}} + \frac{\sqrt[3]{2 + \cos(xy)^2}}{9};$
9.  $S = \frac{|x + y^2 \tan z|}{756} + \frac{8,45}{|x - 1 + \tan y|} + \frac{|x^2 + \tan 0.5|}{xy};$
10.  $S = \frac{\ln|\cos^2 x^2 + 1|}{67} - \frac{8,45}{\ln|\cos^2 x + 1|} + \frac{\ln|\cos^2 0.81 + 1|}{34x};$

$$11. S = \frac{\ln|x-y|}{76} - \frac{3zx}{\ln|1.3-xy|} + \frac{\ln|y-1.3z|}{98};$$

$$12. S = \frac{\sin^2(x-y)}{78} + \frac{xy}{\sin^2(1.3-xy)} + \frac{\sin^2(1.3x-0.6)}{5z};$$

$$13. S = \frac{45}{\sqrt[3]{\cos x^2 - y}} + \frac{\sqrt[5]{\cos y^2 - x}}{65x} - \frac{76zy}{\sqrt{\cos z^2}};$$

$$14. S = \frac{xz}{\cos^2(0.7-x)} - \frac{\cos^3(0.7-xy)}{59x} + \frac{5xyz}{\cos^2(0.7-1.4y)};$$

$$15. S = \frac{\sqrt[3]{\cos x^2 + 2}}{78} + \frac{87xz}{\sqrt[5]{\cos y^2 + 3}} + \frac{\sqrt[5]{\cos(yz)^2 + x}}{xy - z}.$$

Наприклад, програма для розв'язання завдання варіанту № 1 може виглядати так:

```
static bool InputDouble(ref double x, string povidom)
{
    string s = x.ToString();
Povtor:
    s = Interaction.InputBox(povidom, "Введення", s);
    try
    {
        x = Convert.ToDouble(s);
    }
    catch
    {
        if (MessageBox.Show("Ви ввели не число.\n\nБажаєте повторити?", "Увага!",
            MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Warning) == DialogResult.Yes)
            goto Povtor;
        else
            return false;
    }
    return true;
}
static double Koren(double a, double b)
{
    return Math.Sqrt(a*a+b*b);
}
static void Main(string[] args)
{
    Double x, y, z, suma;
    x = 1.5;
    y = 0.1;
    z = 0.5;
Povtor:
    if (!InputDouble(ref x, "Введіть x:"))
        return;
    if (!InputDouble(ref y, "Введіть y:"))
        return;
    if (!InputDouble(ref z, "Введіть z:"))
        return;
    suma = Koren(4, x) / Koren(x, y) + Koren(65, y) / Koren(6.4, z);
    if (MessageBox.Show("При x=" + x.ToString() + ", y=" + y.ToString()+
        " та z=" + z.ToString() + " значення виразу рівне " + suma.ToString() +
        "\n\nБажаєте повторити?", "Результати обчислень", MessageBoxButtons.YesNo,
        MessageBoxIcon.Information) == DialogResult.Yes)
        goto Povtor;
}
```

## 2. Скласти програму для розв'язання поставленого завдання.

Вимоги до програми:

- значення початкових параметрів обчислень ввести з клавіатури з відповідною перевіркою коректності типів та даних;
- для розв'язання завдання створити та використати підпрограми;
- результати виконання програми вивести в одному діалоговому вікні.

*Варіанти:*

1. Обчислити значення функцій

$$f_1(x) = \sin(x^2)^3, \quad f_2(x) = 1 - x^2, \quad f_3(x) = 3^{x^2}$$

для значень аргументів  $x_i = a + ih$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ), де  $h = \frac{b-a}{n}$ , якщо  $a=0$ ,  $b=3$ ,  $n=8$ . Отримані значення

аргументів та функцій вивести у вигляді таблиці з чотирма стовпцями;

2. Два спортсмени одночасно починають рух з однієї точки. Перший спортсмен починає рух із швидкістю 10 км./год. і рівномірно, за кожну наступну годину збільшує швидкість на 1 км. Другий починає рух зі швидкістю 9 км/год і збільшує швидкість теж рівномірно на 1,6 км/год. Визначити, який спортсмен пройде більший шлях через 1 год.? Через 4 год.? (Відстань, пройдена першим спортсменом, описується залежністю  $S=10t+0.5t^2$ , а другим – залежністю  $S=9t+0.8t^2$ , де  $t$  - час в годинах);
3. Дано три сторони трикутника. Визначити його кути. (Згідно теореми косинусів кут між сторонами  $a$  та  $b$  дорівнює  $\arccos \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$ . Для обчислення арккосинуса використати співвідношення

$$\arccos(x) = \arctan \sqrt{\frac{1}{x^2} - 1};$$

4. Обчислити значення функцій  $f_1(x) = \sin \cos(2^x - 2^{-x})$  та  $f_2(x) = \tan \cos^2(2^x - 2^{-x})$  на відрізку  $[0;1]$  з кроком 0.1;
5. Обчислити за введеними довжинами двох сторін трикутника і кутом між ними довжину третьої сторони. (При обчисленні довжини сторони використати теорему косинусів:  $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos x$ );

6. Два трикутники задані координатами своїх вершин А, В та С. Обчислити, площі трикутників, не використовуючи формули Герона, і визначити, який з трикутників має більшу площу. При розв'язанні завдання використати такі дані:  
вершини першого трикутника – А(1;1), В(5;2), С(3;3);  
вершини другого трикутника – А(2;5), В(4;3), С(6;4).

(Площа трикутника, заданого координатами вершин А(x1;y1), В(x2;y2) та С(x3;y3) згідно формул векторної алгебри обчислюється за формулою  $S = 0.5[(x2-x1)(y3-y1)(x3-x1)(y2-y1)]$ );

7. Футболіст ударом ноги посилає м'яч вертикально вгору з висоти 1 м з початковою швидкістю 20 м/с. На якій висоті м'яч буде через 1 сек.; 2 сек.; 3 сек.? (Рух м'яча описується залежністю  $y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ , де  $y(t)$  – висота м'яча в момент часу  $t$ ,  $y_0$  – початкова висота,  $v_0$  – початкова швидкість,  $g=9.8$  м/сек.<sup>2</sup>);

8. Два трикутники задані своїми сторонами  $a$ ,  $b$  та  $c$ . Обчислити площі трикутників за формулою Герона і визначити, який з трикутників має більшу площу. При розв'язанні завдання використати такі дані:  
для першого трикутника –  $a=3$ ,  $b=4$ ,  $c=5$ ;  
для другого трикутника –  $a=2$ ,  $b=\sqrt{37}$ ,  $c=\sqrt{37}$ .

9. Траєкторія снаряда, що вилітає з гармати під кутом  $\alpha$  з початковою швидкістю  $v_0$ , описується системою рівнянь

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha \\ y(t) = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{cases},$$

де  $(x(t); y(t))$  – координати снаряду в момент часу  $t$ ,  $v_0$  – початкова швидкість,  $g=9.8$  м/сек.<sup>2</sup>.

Визначити положення снаряду через 1 сек., 2 сек., 4 сек. при  $\alpha = \frac{\pi}{4}$  та  $v_0 = 350$  м/с;

10. Населені пункти задані своїми координатами М1(-1;1), М2(1.5;2), М3(6;4), М4(3;4). Визначити, який населений пункт найближче розміщений до залізничної колії, що задається рівнянням  $3x-4y+5=0$ . (Для обчислення відстані від заданого пункту до залізниці скористайтеся формулою

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}},$$

де  $a=3$ ,  $b=-4$ ,  $c=5$  згідно наведеного рівняння);

11. Точки трьохвимірному простору задані своїми координатами: А(1.5;2.1;0.3), В(3;0.2;0.7), С(0.7;-2.5;2) та D(0.4;8.5;-1.2). Знайти найвіддаленішу від початку координат точку. Вивести її координати та відповідну відстань;

12. Сформуувати таблицю значень многочленів  $2x^2 - 3x^2 + x - 7$  та  $5x^2 - 18x + 7$  для  $x=1, 2, \dots, 7$ ;

13. Обчислити максимум із значень двох функцій  
 $f_1(x) = \sin \cos(2^x - 2^{-x})$  та  $f_2(x) = \tan \cos^2(2^x - 2^{-x})$   
у вказаній точці;
14. Відомі координати точок А, В, С та D. Знайти різницю периметрів трикутників АОС і ВOD якщо точка О знаходиться в центрі координат;
15. Обчислити значення функції  $f(0)$ ,  $f(3)$ ,  $f(4.5)$ , якщо  
 $f(x) = \tan^2 e^x + |\sin x| \ln(x+1)$ .

Наприклад, програма для розв'язання завдання варіанту № 8 може мати такий вигляд:

```
static double SGeron(double a, double b, double c)
{
    double p = (a + b + c) / 2;
    return Math.Sqrt(p * (p - a) * (p - b) * (p - c));
}

static void Main(string[] args)
{
    Double a1=3, b1=4, c1=5, a2=2, b2=37, c2=37;
    Povtor:
    if (!InputDouble(ref a1, "Введіть довжину сторони a першого трикутника"))
        return;
    if (!InputDouble(ref b1, "Введіть довжину сторони b першого трикутника"))
        return;
    if (!InputDouble(ref c1, "Введіть довжину сторони c першого трикутника"))
        return;
    if (!InputDouble(ref a2, "Введіть довжину сторони a другого трикутника"))
        return;
    if (!InputDouble(ref b2, "Введіть довжину сторони b другого трикутника"))
        return;
    if (!InputDouble(ref c2, "Введіть довжину сторони c другого трикутника"))
        return;
    double S1 = SGeron(a1, b1, c1);
    double S2 = SGeron(a2, b2, c2);
    string res = "Площі трикутників рівні";
    if (S1>S2)
        res = "Площа першого трикутника перевищує площу другого трикутника";
    if (S2 > S1)
        res = "Площа другого трикутника перевищує площу першого трикутника";
    if (MessageBox.Show("Площа першого трикутника: " + S1.ToString() +
        ".\nПлоща другого трикутника: " + S2.ToString()+".\n"+res+
        "\n\nБажаєте повторити?", "Результати обчислень", MessageBoxButtons.YesNo,
        MessageBoxIcon.Information) == DialogResult.Yes)
        goto Povtor;
}
```

### 3. Скласти програму з використанням рекурсивних викликів підпрограм.

Вимоги до програми:

- значення змінних ввести з діалогових вікон (використати розроблені раніше функції *InputInt* чи *InputDouble*);
- для розв'язання завдання та для перевірки введення числа створити та використати підпрограми;
- основні обчислення завдання реалізувати за допомогою рекурсивних викликів підпрограм;
- результат виконання програм вивести в діалоговому вікні.

*Варіанти*

1. Обчислити  $n!$ ;
2. Визначити  $n$ -те число Фібоначчі;
3. Перевести число з десяткової системи в двійкову;
4. Перевести число з двійкової системи в десяткову;
5. Виконати бінарний пошук у відсортованому одновимірному масиві;
6. Реалізувати сортування одновимірного масиву методом обміну на великих відстанях;
7. Визначити найбільший спільний дільник двох чисел, використовуючи теорему Ейлера;
8. Реалізувати обчислення значення функції Аккермана;
9. Визначити максимальний елемент в одновимірному масиві;
10. Визначити мінімальний елемент в одновимірному масиві;
11. Обчислити значення функції  $y(n) = \sqrt{1 + \sqrt{2 + \dots + \sqrt{n}}}$  ;
12. Обчислити значення функції  $y(n) = \sum_{i=1}^n i$  ;
13. Обчислити значення функції  $y(n) = x^n$  ;
14. Підрахувати кількість натуральних дільників введеного числа  $n$ ;

15. Дано прямокутник зі сторонами  $a$  та  $b$  ( $a, b$  – натуральні числа). Розбити його на мінімальну кількість квадратів, щоразу відділяючи найбільший квадрат.

Наприклад, програма для розв'язання завдання варіанту № 1 може мати такий вигляд:

```
static bool InputInt(ref int i, string povidom)
{
    string s = i.ToString();
Povtor:
    s = Interaction.InputBox(povidom, "Введення", s);
    try
    {
        i = Convert.ToInt32(s);
    }
    catch
    {
        if (MessageBox.Show("Ви ввели не ціле число.\n\nБажаєте повторити?", "Увага!",
            MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Warning) == DialogResult.Yes)
            goto Povtor;
        else
            return false;
    }
    return true;
}

static long Factorial(int k)
{
    if (k <= 1)
        return 1;
    return k*Factorial(k-1);
}

static void Main(string[] args)
{
    int n=10;
Povtor:
    if (!InputInt(ref n, "Введіть n:"))
        return;
    if (MessageBox.Show(n.ToString()+"!=" + Factorial(n).ToString()+
        "\n\nБажаєте повторити?", "Результати обчислень", MessageBoxButtons.YesNo,
        MessageBoxIcon.Information) == DialogResult.Yes)
        goto Povtor;
}
```

4. Скласти програму для розв'язання поставленого завдання з рекурсіями згідно вимог до програми попередньої задачі.

*Варіанти:*

1. Дано парне число  $n > 2$ . Перевірити для цього числа гіпотезу Гольбахта. Ця гіпотеза твердить, що кожне парне  $n$  більше двох можна подати у вигляді суми двох простих чисел. При розв'язанні використати підпрограму, яка дозволяє розпізнавати прості числа;
2. Серед чисел введеної послідовності знайти та вивести досконалі, використавши при цьому підпрограму для розпізнавання досконалих чисел. (Натуральне число називається досконалим, якщо воно рівне сумі всіх своїх дільників, за винятком самого себе. Наприклад, число 6 – досконале, оскільки  $6 = 1 + 2 + 3$ , число 8 – не досконале, оскільки  $8 \neq 1 + 2 + 4$ );
3. Написати програму побудови латинського квадрату. Латинський квадрат – це матриця розмірності  $N \times N$ , елементи якої вибрані від 1 до  $N$  так, що кожне число зустрічається один і лише один раз у кожному рядку і в кожному стовпці. (При формуванні перший рядок матриці заповнити цифрами від 1 до  $N$ . Кожен наступний рядок отримувати з попереднього, циклічно зсуваючи його елементи на один елемент вправо (вліво). Черговий рядок матриці формувати в одновимірному масиві у підпрограмі, використовуючи масив, сформований при попередньому звертанні, як вхідний);
4. Написати підпрограму визначення найменшого за абсолютною величиною елемента одновимірного масиву довільного розміру і використати її у програмі обчислення мінімального елемента серед мінімальних елементів різних одновимірних масивів;
5. Дано натуральне число  $n$ . Вияснити, чи є серед чисел  $n, n+1, \dots, 2n$  близнята, тобто прості числа, різниця між якими рівна двом. Використати підпрограму, яка визначає, чи є задане число простим;
6. Назвемо натуральне число паліндромом, якщо його запис читається однаково з початку до кінця і з кінця до початку (як, наприклад, 4884, 393, 1). Знайти всі менші 100 натуральні числа які при піднесенні до квадрату дають паліндроми. Використати підпрограму, яка визначає, чи є задана послідовність символів паліндромом;
7. Назвемо натуральне число паліндромом, якщо його запис читається однаково з початку до кінця і з кінця до початку (як, наприклад, 4884, 393, 1). Знайти всі менші 100 числа-паліндроми, які при піднесенні до квадрату теж дають паліндроми. Використати підпрограму, яка визначає, чи є задана послідовність символів паліндромом;
8. Дано натуральне число  $n$ . Знайти всі менші за  $n$  числа Мерсена. (Просте число називається числом Мерсена, якщо воно може бути подано у вигляді  $2^p - 1$ , де  $p$  – теж просте число);

9. Дано натуральне число  $n$  в десятковій системі числення. Перевести його в двійкову систему числення;
10. Дано натуральне число  $n$  в двійковій системі числення. Перевести його у десяткову систему числення;
11. Дано натуральне число  $m$ . Знайти таке натуральне число  $n$ , двійковий запис якого отримується з двійкового запису числа  $m$  зміною порядку цифр на протилежний ( $m$  задано в десятковій системі і  $n$  треба також отримати в десятковій системі, наприклад, для  $m=6$  результат  $n=3$ ). Оформити у вигляді підпрограм переведення числа з десяткової системи числення у двійкову і навпаки;
12. Дано список, що містить прізвища осіб та їх вік в роках. Отримати список осіб, впорядкований за спаданням віку;
13. Дано натуральне число  $N$ . Отримати  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , де
 
$$f_i = \frac{1}{i^2 + 1} + \frac{1}{i^2 + 2} + \dots + \frac{1}{i^2 + i + 1};$$
14. Опуклий  $n$ -кутник заданий координатами своїх вершин  $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ . Знайти його площу, сумуючи послідовно для всіх точок, починаючи з третьої, площі трикутників з вершинами у першій, другій та активній точці;
15. У послідовності з  $n$  натуральних чисел знайти підпослідовності членів, що йдуть підряд та складаються із степенів п'ятірки (1, 5, 25, ...). Вивести найдовшу з отриманих підпослідовностей.