

Тема №3 .

ПРОГРАМУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Лінійний обчислювальний процес – це такий процес, який має лінійну структуру, тобто послідовність виконання операторів у програмі лінійного обчислювального процесу – пряма, від першого до останнього оператора, записаних в основному блоці програми. Програма не може “перестрибнути” деякі оператори чи виконати їх декілька раз, – всі вони виконуються послідовно в порядку їх запису у вихідному коді.

Простою оптимізацією обчислень називають приведення математичних обчислень до виду, де не використовується піднесення до степеня. Операція піднесення до степеня займає в декілька разів більше процесорного часу, ніж, наприклад, операція множення. Отже, при наявності великої кількості піднесення до степеня у виразах, їх намагаються замінити множенням (формула Горнера).

Поліномом (багаточленом) порядку n , називається формула вигляду:

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$$

За формулою Горнера шляхом винесення за дужки спільного множника цей поліном приводиться до такого вигляду:

$$(((\dots(a_n x + a_{n-1})x + a_{n-2})x + \dots + a_2)x + a_1)x + a_0$$

Тобто, починаючи з першого та другого доданків (старших), виноситься за дужки спільний множник, до якого додається наступний доданок з винесеним спільним множником. В результаті отримуємо винесення в кожному доданку змінної x за дужки.

Завдання 1

Скласти блок-схему алгоритму та написати програму знаходження квадрата заданого числа, яке задається в програмі. Потім змінити програмне задання аргументу на введення з клавіатури. Результат обрахунку вивести на екран. Розмістити в тексті програми як коментар інформацію щодо програми, авторських прав та дати створення програми.

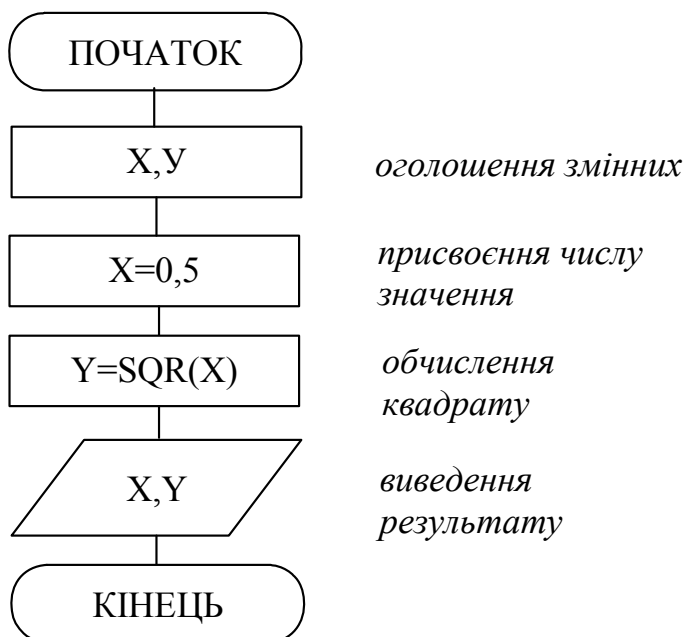
Методичні рекомендації

1. У відповідності з поставленим завданням проаналізувати поставлене завдання.

Число задається в програмі, для чого можна використати змінну або константу дійсного значення. Тіло програми має містити присвоєння змінній значення (якщо аргумент оголошений як змінна) та визначення квадрата цього числа.

2. Скласти блок-схему алгоритму задачі.

Для наведеного прикладу спочатку будемо використовувати змінну. Отже, потрібно спочатку її оголосити, присвоїти їй значення (наприклад 0,5), а потім знайти квадрат цього числа, тобто застосувати функцію $SQR(x)$, де x – задане число. Блок-схема буде мати вигляд:



3. Завантажити інтегроване середовище Borland Pascal.
4. Написати програму, яка реалізує складену блок-схему задачі.

Дотримуючись послідовностей блок-схеми та правил мови Pascal, можна записати програму обчислення квадрату заданого числа:

```
PROGRAM Kvadrat;  
VAR  
    x,y: real; {x-число, y-квадрат числа}  
BEGIN  
    x:=0.5;      {присвоєння значення числу}  
    y:=SQR(x);  
    writeln('Задане число: ', x);  
    writeln('Квадрат цього числа: ', y:6:3);  
    write('Для завершення програми натисніть <Enter>:');  
    readln  
END.
```

В кінці програми використано оператор `readln`; для зупинки виконання програми, щоб користувач міг побачити результати її виконання перед тим, як програма закінчить свою роботу і управління передасться в середовище Pascal після натиснення *Enter* (крапка з комою в даному випадку не обов'язкова, оскільки наступний оператор – *END*). Для пояснення такої зупинки використовується попередній оператор *write* з відповідним повідомленням.

Для виведення значення *Y* використовується форматування: 6 символів на все значення (ціла частина, дробова та символ коми), з яких 3 символи на дробову частину.

5. Виконати компіляцію створеної програми, виявлені помилки виправити та запустити програму на виконання.
6. Протестувати програму, змінюючи значення аргументу, при цьому обов'язково використовувати такі,

при яких результат відомий заздалегідь. Наприклад 0, 1, -1, 2 та інші цілі і нецілі значення, квадрат яких легко підраховується.

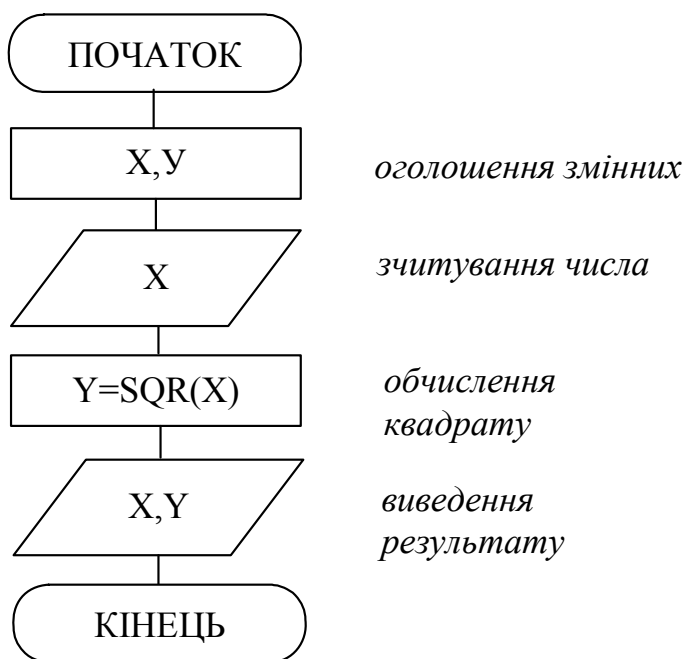
7. Змінити код програми так, щоб значення числа задавалося у вигляді константи:

Програма зміниться лише в розділі заголовків, а саме оголошення змінної *x* типу *real* з розділу *VAR* переміститься в розділ оголошення констант *CONST*:

```
PROGRAM Kvatrat;  
CONST  
    x = 0.5;      {число}  
VAR  
    y: real;     {квадрат числа}  
BEGIN  
    y:=SQR(x);  
    writeln('Задане число: ',x);  
    writeln('Квадрат цього числа: ',y:6:3);  
    write('Для завершення програми натисніть <Enter>:');  
    readln  
END.
```

8. Запустити програму на виконання та перевірити її роботу.
9. Змінити програму так, щоб програма обраховувала значення заданої функції за аргументом, який зчитувався б з клавіатури.

Для того, щоб програма зчитала число (наперед невідоме), потрібно використати для таких цілей змінну (як і в першому випадку). Але значення його не вказувати прямо в коді програми, а застосувати процедуру зчитування з клавіатури – *read(x)*. Отже, блок-схема та код програми будуть мати такий вигляд:



```

PROGRAM Kvatrat;
VAR
  x,y: real; {x-число, y-квадрат числа}
BEGIN
  read(x);    {зчитування числа}
  y:=SQR(x);
  writeln('Задане число: ', x);
  writeln('Квадрат цього числа: ', y:6:3);
  write('Для завершення програми натисніть <Enter>:');
  readln
END.
  
```

10. Доповнити програму таким чином, щоб спочатку виводилася інформація про програму, а введення числа пояснювалося відповідним текстом. Розмістити в тексті програми як коментар інформацію щодо програми, авторських прав та дати створення програми.

Наприклад, після проведення описаних перетворень, текст програми прийме такий вигляд:

```

{*****
 * Kvatrat - програма знаходження квадрату числа*
 * Copyright (c) Шишук В.В. ІС-04-1,24/09/04   *
 *****}
  
```

```

PROGRAM Kvadrat;
VAR
  x,y: real;      {x-число, y-квадрат числа}
BEGIN
  writeln('ЗНАХОДЖЕННЯ КВАДРАТУ ЧИСЛА');
  write('Введіть аргумент: ');
  readln(x);      {зчитування числа}
  y:=sin(x);
  writeln('-----');
  writeln('Квадрат числа ', x:5:3, ' = ', y:5:3);
  writeln('-----');
  write('Для завершення програми натисніть <En-
        ter>:');
  readln
END.

```

11. Зберегти написану програму в персональну папку.

Завдання 2

Скласти блок-схему та написати програму обчислення одного значення поліному за аргументом, зчитаним з клавіатури:

$$x^6 + 2x^5 + 3x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7$$

Примітка: для обчислення скористатися формулою Горнера.

Методичні рекомендації

1. Проаналізувати поставлену задачу та перевести заданий поліном у формулу Горнера. Заданий поліном:

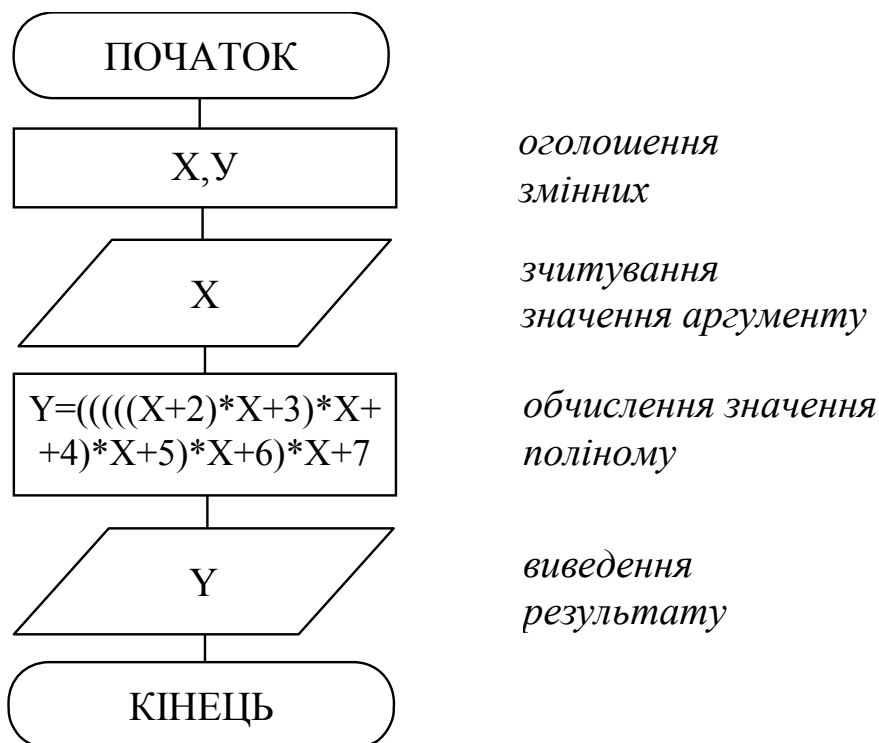
$$x^6 + 2x^5 + 3x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 6x + 7$$

приводиться до наступної формули Горнера (шляхом почергового винесення за дужки спільного множника двох сусідніх елементів):

$$((((x + 2)x + 3)x + 4)x + 5)x + 6)x + 7$$

2. Скласти блок-схему алгоритму задачі.
Для вирішення поставленої задачі необхідні дві змінні: x (аргумент), y (значення поліному). Спо-

чатку потрібно запросити у користувача введення аргументу x , знайти значення поліному за формулою Горнера, вивести результат. Отже, блок-схема задачі буде мати такий вигляд:



3. Написати програму, яка реалізує складену блок-схему задачі.

Згідно з правилами написання програми та домовленостей щодо оформлення (коментарі та інше, про що говорилося в попередній темі), код програми буде мати такий вигляд:

```

{*****}
* PolGorner - знаходження одного значення *
*           поліному по формулі Горнера *
* Copyright (c) Шищук В.В. гр.ІС-04-1, 02/10/04 *
{*****}
PROGRAM PolGorner;
VAR
    x,y: real;      {x-аргумент, y-значення поліному}
BEGIN
    writeln('ЗНАЧЕННЯ ПОЛІНОМУ ЗА ФОРМУЛОЮ ГОРНЕРА');
    write('Введіть аргумент x: ');
    readln(x);      {зчитування значення змінної}
  
```

```

y:=((((x+2)*x+3)*x+4)*x+5)*x+6)*x+7;
writeln('-----');
writeln('При значенні змінної      x = ', x:6:3);
writeln('значення поліному становить : ', y:6:3);
writeln('-----');
write('Для завершення натисніть <Enter>:');
readln
END.

```

4. Виконати компіляцію створеної програми, виявлені помилки виправити та запустити програму на виконання.
5. Протестувати програму при різних значеннях змінної x .
6. Зберегти написану програму в персональну папку.
7. Оформити звіт про виконану роботу (за двома програмами).

Індивідуальні завдання:

а) Скласти блок-схему алгоритму та написати програму знаходження одного значення функції.

б) Скласти блок-схему алгоритму та написати програму знаходження одного значення поліному, попередньо привівши його до формули Горнера.

Примітка: спочатку скласти програму для аргументу, що вказаний в завданні, потім переробити так, щоб зчитувати його з клавіатури.

Варіант 1.

а) $e^{x^2} \frac{\sqrt{x+10}}{10+x^2}$, *при $x=0,1$;*

б) $x^4 + 9.01x^3 + 5.05x^2 + 7.03x + 3.07$, *при $x=-0.967$.*

Варіант 2.

а) $\frac{\sin^2(3x+2)}{2+\cos(3x)}$, *при $x=0,3$;*

б) $x^4 + 9.2x^3 - 7.4x^2 + 5.6x - 3.8$, *при $x=-0,366$.*

Варіант 3.

$$\text{а) } \frac{\sin(x)}{\sin(x) + \cos(2+x)}, \quad \text{при } x=0,9;$$

$$\text{б) } x^4 + 5.6x^3 - 6.7x^2 + 8.9x - 1.2, \quad \text{при } x=0,641.$$

Варіант 4.

$$\text{а) } e^{2x} \sin x^2, \quad \text{при } x=0,1;$$

$$\text{б) } x^4 + 6.04x^3 - 2.08x^2 + 4.06x - 0.10, \quad \text{при } x=-0,694.$$

Варіант 5.

$$\text{а) } \ln\left(\frac{\sqrt{x^2 + 25}}{(x + \sin(1-x))^2}\right), \quad \text{при } x=-0,1;$$

$$\text{б) } x^5 + x^4 - 5.4x^3 + 6.5x^2 - 7.6x + 8.7, \quad \text{при } x=-0,308.$$

Варіант 6.

$$\text{а) } \frac{-e^x}{e^{-x}} \sqrt{\frac{x+1}{x+2}}, \quad \text{при } x=0,3;$$

$$\text{б) } x^4 + 1.09x^3 + 7.03x^2 + 2.01x + 5.05, \quad \text{при } x=0,227.$$

Варіант 7.

$$\text{а) } \frac{\operatorname{ctg}(x)}{\sqrt{1+x^2}}, \quad \text{при } x=0,3;$$

$$\text{б) } x^5 + x^4 - 3.8x^3 + 4.9x^2 - 5.0x + 6.1, \quad \text{при } x=-0,145.$$

Варіант 8.

$$\text{а) } \sqrt{24+x} \frac{e^{\sin(x)}}{11-2x}, \quad \text{при } x=0,6;$$

$$\text{б) } x^4 + 9.1x^3 + 8.2x^2 + 7.3x + 6.4, \quad \text{при } x=0,035.$$

Варіант 9.

а) $\frac{e^x}{2\ln(3x^3)}$, *при $x=0,1$;*

б) $x^5 + x^4 + 2.4x^3 + 3.5x^2 + 4.6x + 5.7$, *при $x=0,325$.*

Варіант 10.

а) $\frac{e^{x+1}}{2}(1 - \ln(3x^2))$, *при $x=-0,1$;*

б) $x^4 + 2.8x^3 + 1.9x^2 + 9.1x + 8.2$, *при $x=0,111$.*

Варіант 11.

а) $\frac{x^2}{\sqrt{\cos(x^2) + \sin^2(x)}}$, *при $x=-0,3$;*

б) $x^5 + x^4 + 4.2x^3 + 5.3x^2 + 6.4x + 7.5$, *при $x=0,624$.*

Варіант 12.

а) $\frac{x \cos(x)}{xe^x - x^2 \sin^2(x^2)}$, *при $x=-0,5$;*

б) $x^4 + 3.07x^3 + 9.01x^2 + 1.09x + 7.03$, *при $x=-0,299$.*

Варіант 13.

а) $\frac{x \ln(x^2)}{e^{(x-3)^2}}$, *при $x=0,1$;*

б) $x^4 + 8.02x^3 - 4.06x^2 + 6.04x - 2.08$, *при $x=0,250$.*

Варіант 14.

а) $\frac{2e^x x}{e^{x+1} + x + 1}$, *при $x=0,8$;*

б) $x^5 + x^4 - x^3 + 2.1x^2 - 3.2x + 4.3$, *при $x=0,991$.*

Варіант 15.

а) $\frac{e^x - e^{-x}}{2} x^4,$

при $x = -0,5;$

б) $x^4 + 4.06x^3 - 0.10x^2 + 2.08x - 8.02,$ при $x = 0,493.$

Контрольні запитання:

- 1) Назвіть всі відомі Вам методи вводу/виводу інформації.
- 2) Які існують можливості форматування даних при їх виводі на екран?
- 3) Чому в програмах замінюють піднесення до степеня множенням?
- 4) Що таке лінійний обчислювальний процес?
- 5) Чим відрізняються помилки (error) від повідомлень (warning)?
- 6) Які методи відстеження змінних можна використовувати в Borland Pascal?
- 7) Для чого використовується форматне виведення на екран? Наведіть приклад.
- 8) Що означає двокрапка в операторі виводу на екран?
- 9) Як записується квадратний корінь та піднесення до квадрату?
- 10) Що таке формула Горнера і коли вона використовується?