

## § 58. Лінійні алгоритми і програми

**Вивчивши цей параграф, ми:**

з'ясуємо, як можна надати величині значення в процесі роботи програми;  
познайомимося на практиці з порядком складання алгоритму і програми;  
дізнаємося, як здійснюється тестування програми;  
довідаємося на прикладі, як проводиться комп'ютерний експеримент.

### ====58.1. Присвоєння значень величинам=====

У лінійних алгоритмах основним засобом опрацювання величин є присвоєння їм нового значення. **Команда присвоєння** мови НАМ за позначенням, дією і способами застосування цілком аналогічна **оператору присвоєння** мови програмування Паскаль.

Нам відомо, що в мові Паскаль існує оператор **read**, який дозволяє надати величині певного значення з клавіатури. На відміну від оператора **read** оператор присвоєння дозволяє надати змінній такого значення, яке не є наперед відомим і буде визначене самим комп'ютером у ході виконання алгоритму. Якби не було оператора присвоєння, комп'ютер нічим би не відрізнявся від простого калькулятора, що виконує дії тільки над відомими числами.

Оператор присвоєння позначається **знаком присвоєння :=** і має таку конструкцію:

ім'я змінної := вираз;

Оператор присвоєння виконується справа наліво: спочатку обчислюється значення виразу, потім це значення надається змінній. Попереднє значення змінної втрачається, воно заміщується новим.

Тип значення виразу має відповідати типу значення змінної. Числовій змінній не можна надати текстового значення, цілій змінній — дійсного значення. Проте дійсній змінній можна надати цілого значення, воно перетвориться на дійсне (наприклад, ціле значення 5 перетвориться на дійсне 5.0).

### ====58.2. Застосування оператора присвоєння=====

Оператор присвоєння дозволяє надавати значення змінним будь-якого типу. Ми розглянемо застосування оператора для надання значень змінним числового типу.

1. Змінній можна надати певного числового значення. У такому разі в ролі виразу виступає числова константа. Наприклад:

```
i := 1;  
s := 0;
```

Такі присвоєння застосовують зазвичай для надання змінним початкових значень.

2. Змінній можна надати значення іншої змінної, наприклад:

```
x := y;
```

В результаті виконання оператора змінна  $x$  (а не  $y$ ) набуває нового значення, яке дорівнює *поточному* значенню  $y$ , тобто тому, яке на момент присвоєння мала змінна  $y$ . Якщо далі змінна  $y$  набуватиме інших значень, на значення змінної  $x$  це не впливатиме.

3. Нове значення змінної можна визначити через її поточне значення. Наприклад, для того щоб збільшити значення  $x$  на одиницю, застосовується оператор:

```
x := x + 1;
```

щоб збільшити вдвоє — оператор:

```
x := 2 * x;
```

4. Змінній можна надати значення за формулою. Формула подається відповідним виразом. Так, щоб надати  $x$  значення за формулою  $x = \pi r^2$ , записуємо оператор присвоєння у вигляді:

```
x := pi * sqr(r);
```

Простежимо, як змінюються значення цілих змінних  $x$  і  $y$  в процесі виконання ланцюжка операторів:

Приклад 1	Значення	
Оператор	x	y
x := 3;	3	-
y := -x;	3	-3
x := y + 4 * (x - 1);	5	-3
y := sqrt(y) * x;	5	45
x := y div x;	9	45

Приклад 2	Значення	
Оператор	x	y
x := 10;	10	-
y := 3;	10	3
x := x div y + x;	13	3
y := - y * x + 1;	13	-38
x := x - abs(y);	-25	-38

Приклад 3	Значення	
Оператор	x	y
x := 10;	10	-
y := 15;	10	15
x := x + y;	25	15
y := x - y;	25	10
x := x - y;	15	10

### ====58.3. Порядок складання алгоритму і програми. Програма «Відрізок»=====

Познайомимося з порядком складання алгоритму і програми на прикладі задачі обчислення довжини відрізка за відомими координатами його кінців.

- Перш за все уточнимо постановку задачі. Будемо вважати, що відрізок знаходиться в площині XOY і заданий декартовими координатами його кінцевих точок. Потрібно знайти довжину відрізка, тобто відстань між двома заданими точками.

- Уведемо позначення. Через  $x_p$ ,  $y_p$  позначимо координати початкової точки відрізка, через  $x_k$ ,  $y_k$  — координати його кінцевої точки, через  $d$  — довжину відрізка. При будь-яких значеннях координат ми можемо обчислити значення величини  $d$ .

- З'ясуємо взаємозв'язок між величинами  $x_p$ ,  $y_p$ ,  $x_k$ ,  $y_k$  і  $d$ . Довжина відрізка знаходиться через координати його кінцевих точок за формулою:

$$d = ((x_k - x_p)^2 + (y_k - y_p)^2)^{1/2}.$$

Це і є інформаційна модель задачі.

- Складемо алгоритм розв'язання задачі. Наша задача є просою, вона розв'язується за допомогою однієї формули, що дає змогу одразу записати алгоритм.

За постановкою задачі змінні  $x_p$ ,  $y_p$ ,  $x_k$ ,  $y_k$ ,  $d$  є дійсними. Значення  $x_p$ ,  $y_p$  і  $x_k$ ,  $y_k$  є аргументами алгоритму, значення  $d$  є його результатом.

Запишемо алгоритм засобами НАМ (рис. 58.1а) і згідно з алгоритмом складемо програму (рис. 58.1б).

<u>алг</u> відрізок (дійсн xp, yp, xk, yk, d)	<b>program</b> distance; <b>uses</b> Crt;
<u>арг</u> xp, yp, xk, yk <u>рез</u> d	<b>var</b> xp, yp, xk, yk, d: <b>real</b> ;
<u>поч</u>	<b>begin</b>
	<b>clrscr</b> ; <b>writeln</b> ('Уведіть xp, yp'); <b>readln</b> (xp, yp); <b>writeln</b> ('Уведіть xk, yk'); <b>readln</b> (xk, yk);
$d := ((x_k - x_p)^2 + (y_k - y_p)^2)^{1/2}$	$d := \text{sqrt}(\text{sqr}(x_k - x_p) + \text{sqr}(y_k - y_p));$
	<b>writeln</b> ('Довжина відрізка', d:7:2); <b>readln</b> ;
<u>кін</u>	<b>end.</b>

а) алгоритм НАМ;

б) Паскаль-програма

Рис. 58.1. Обчислення довжини відрізка за заданими координатами його кінців.

• Складені алгоритм, а потім і програму необхідно перевірити на правильність. Простота нашої задачі не виключає такої перевірки. Для доведення правильності програми скористаємося тестуванням. **Тестування** означає запуск програми на виконання з такими вхідними даними, для яких результати роботи програми є заздалегідь відомими.

Складемо таблицю даних для тестування нашої програми.

Тест №	Вхідні дані				Результат $d$	Пояснення
	$xp$	$yp$	$xk$	$yk$		
1	0	5	0	9	4	Відрізок лежить на вісі OY
2	-2	0	-5	0	3	Відрізок лежить на вісі OX
3	0	3	4	0	5	Відрізок є гіпотенузою прямокутного трикутника

Якщо хоч один результат не співпав з очікуваним, треба знайти й вилучити помилку в програмі. Якщо ж тестування підтвердило правильність програми, то ми одержали комп'ютерну модель, яку можна використовувати для обчислення довжин будь-яких відрізків (за умови, що значення координат їх кінців і довжини не виходять за межі допустимих значень змінних типу **real**).

#### ====58.4. Проведення комп'ютерного експерименту=====

Розробленою програмою «Відрізок» скористаємося як комп'ютерною моделлю для проведення експерименту.

Розглянемо задачу. На відстані від селища проходить газова магістраль. Для газифікації селища потрібно знайти найкоротший спосіб його під'єднання до магістралі.

Позначимо координати селища на площині через  $xp, yp$ ; лінію газопроводу задамо прямою  $y = kx + b$ ; довжину газопроводу, що має з'єднати селище з магістраллю, позначимо через  $d$ . Нам потрібно знайти ту точку магістралі  $K$ , до якої слід протягнути газопровід, щоб значення  $d$  було мінімальним. Координати точки  $K$  позначимо через  $xk, yk$ .

Шукані значення  $xk, yk$  знайдемо шляхом комп'ютерного експерименту.

Експеримент проведемо для випадку:  $xp = 5$ ;  $yp = 7$ ;  $k = -1$ ;  $b = 0$ . Оскільки лінія газопроводу — це пряма  $y = -x$ , нам достатньо задавати значення  $xk$ , а значення  $yk$  визначати як  $yk = -xk$ .

Отримані дані зведемо в таблицю.

$xk$	3	2	1	...
$yk$	-3	-2	-1	...
$d$	10,20	9,49	8,94	...

Можна переконаватися, що те значення  $d$ , що відповідає координатам  $xk = -1$ ;  $yk = 1$ , а саме,  $d = 8,94$ , є найменшим. Отже, шуканою точкою газової магістралі є точка  $K(-1, 1)$ . Цей висновок підтверджується й теоретично.

Зазначимо, що для зручності проведення експерименту доцільно значення  $xp = 5$ ,  $yp = 7$  подати як константи:

```
const xp = 5; yp = 7;
```

і виключити  $xp, yp$  з опису змінних, а відповідні оператори **writeln**, **readln**( $xp, yp$ ) видалити з тіла програми.

**ВИСНОВКИ**

Основним інструментом опрацювання величин у лінійних алгоритмах і програмах є команда (оператор) присвоєння. Вона записується за допомогою знаку присвоєння := і дозволяє надавати значень величинам у процесі виконання алгоритму (програми). Порядок складання алгоритму і програми відповідає етапам створення комп'ютерної моделі: спочатку аналізуємо постановку задачі, вводимо позначення величин, які застосовуються в задачі, встановлюємо їх взаємозв'язки й розробляємо інформаційну модель задачі, на її основі складаємо алгоритм розв'язання задачі й перетворюємо його на програму. Алгоритм аналізуємо на правильність, правильність програми доводимо тестуванням, тобто для спеціально підібраних вхідних даних перевіряємо, чи співпадають результати, одержані за програмою, із заздалегідь відомими. Розроблена програма є комп'ютерною моделлю задачі і може бути використана для проведення експериментального дослідження.

**Контрольні питання та вправи**

1. Яка змінна отримає нове значення в результаті виконання оператора:  $m := n$  ?

- а) змінна  $n$ ;
- б) змінна  $m$ ;
- в) змінні  $m$  і  $n$ .

2. Яке значення буде надано змінній  $y$  в результаті виконання операторів:

$x := 10; y := x + 2; x := 3*y;$

- а) 10;
- б) 30;
- в) 36;
- г) 12.

3. Які значення отримають змінні  $x$  і  $y$  в результаті виконання операторів:

$x := 30; y := x \text{ div } 5; x := x - y \text{ mod } 2;$

- а)  $x = 24; y = 6;$
- б)  $x = 27; y = 6;$
- в)  $x = 30; y = 6;$
- г)  $x = 24; y = 0.$

4. Які значення отримають змінні  $x$  і  $y$  в результаті виконання операторів?

$x := 22; y := 34 - x \text{ div } 5; x := (y - x) \text{ mod } 7 - 2;$

- а)  $x = -1; y = 30;$
- б)  $x = -5; y = 2;$
- в)  $x = 1; y = 32;$
- г)  $x = 3; y = 30.$

5. Які значення отримають змінні  $x$  і  $y$  в результаті виконання операторів:

$x := 2; y := \text{sqr}(7 + x) \text{ div } 8; x := \text{abs}(x - 2*y) * (x - y);$

- а)  $x = -4; y = 3;$
- б)  $x = -144; y = 10;$
- в)  $x = 0; y = 1;$
- г)  $x = 4; y = 0;$
- д)  $x = 4; y = 3;$
- е)  $x = 144; y = 10.$

6. Складіть програму визначення сили тяги двигуна автомобіля за відомими вагою автомобіля й часом, за який він, рухаючись із місця, набирає швидкість у 100 км/год.
7. На одну шальку терезів посадили мавпочку вагою  $p$  кг, на іншу поклали  $m$  кг бананів ( $m > p$ ). Складіть програму визначення, скільки бананів за одну хвилину з'їдає мавпочка, якщо за 5 хвилин шальки терезів вирівнялися.
8. Складіть програму «Сніданок на замовлення». На екран виводиться меню з 5 страв (почергово). Проти кожної страви користувач має поставити або 0, якщо вона йому не потрібна, або 1, якщо замовляє її на сніданок. Програма виводить на екран рахунок за сніданок і бажає замовнику смачного.
9. Складіть програму, яка за даними про власника квартири, її площу, кількість мешканців і витрати електроенергії здійснює розрахунок платні за комунальні послуги й виводить на екран відповідне повідомлення на ім'я власника квартири.
10. Складіть програму підрахунку кількості рулонів шпалер, які потрібно придбати для обклеювання стін кімнати висотою  $h$  метрів, якщо периметр кімнати складає  $s$  метрів. За допомогою програми виконайте розрахунки і визначте, які шпалери вигідніше придбати для обклеювання стін у приміщенні із заданими розмірами (наприклад,  $h=2,75$  м,  $s=15$  м):  
у рулонах довжиною по 10,5 м шириною у 0,5 м (ціна 15 грн. за рулон),  
у рулонах довжиною по 18 м шириною 0,5 м (ціна 25 грн. за рулон),  
у рулонах довжиною по 25 м шириною 0,6 м (ціна 35 грн. за рулон).
- Стіни обклеюються суцільними смугами.
11. Складіть програму визначення номера під'їзду й номера поверху, де знаходиться квартира з номером  $n$ , якщо відомо, що будинок  $p$ -поверховий і на кожному поверсі в під'їзді  $k$  квартир.
12. Прямокутний ящик розміром  $a \times b \times c$  заповнений шарами однакових металевих кульок діаметром  $d$ . Складіть програму обчислення ваги кульок, якими заповнено ящик, за відомими значеннями  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  і  $p$  — питомої маси металу, з якого виготовлені кульки. За допомогою програми:
- 1) знайдіть вагу кульок для таких даних:  $a = 18$  см,  $b = 24$  см,  $c = 12$  см,  $d = 6$  см,  $p = 7,9$  г/см<sup>3</sup> (залізо);
  - 2) дослідіть, як зміниться вага заповнення, якщо кульки взяти вдвоє, втриє, вчетверо, вшестеро меншого діаметра. Зробіть висновки;
  - 3) доведіть свій результат математично.