

## § 55. Базові структури алгоритмів

**Вивчивши цей параграф, ми:**

познайомимося з основними видами алгоритмів;

дізнаємося, які структури алгоритмів є базовими;

з'ясуємо на прикладах, як за допомогою базових структур подається послідовність виконання дій;

довідаємося про структурні алгоритми та їх переваги.

---

### 55.1. Види алгоритмів

---

Будь-який алгоритм містить опис команд і визначає послідовність їх виконання. На перший погляд здається, що всі команди алгоритму завжди виконуються одна за одною, проте це не так. Для забезпечення такої властивості алгоритму, як масовість, його будують з огляду на будь-який набір допустимих вхідних даних. Через це в багатьох випадках не можна завчасно передбачити, яким саме має бути наступний крок алгоритму. Звідси виникає потреба в таких інструкціях виконавцеві, які дозволяють б управляти його діями згідно із ситуацією, що складається в процесі виконання алгоритму.

За характером управління розрізняють три основні види алгоритмів: лінійні, з розгалуженням і з повторенням.

У найпростішому випадку алгоритм приписує одноразове виконання всіх по черзі заданих дій незалежно від значень вхідних даних задачі. Наприклад, для знаходження об'єму призми потрібно знайти площу її основи, визначити висоту призми, знайти їх добуток. Ці дії потрібно виконати для обрахування об'єму будь-якої призми.

Алгоритм, який приписує одноразове виконання однієї і тієї самої послідовності дій при будь-яких допустимих вхідних даних задачі, називається **лінійним**.

Складнішими за управлінням є алгоритми, які передбачають два можливі варіанти дій. Вибір варіанта пов'язується з деякою умовою. Наприклад, алгоритм розв'язання квадратного рівняння приписує спочатку знайти значення дискримінанта, а потім, залежно від його знаку, або повідомити про відсутність дійсних коренів (якщо значення дискримінанта від'ємне), або знайти їх за відповідними формулами (у протилежному випадку).

Алгоритм, який приписує виконання тих чи інших дій у залежності від результату перевірки умови, називається **алгоритмом із розгалуженням**, або **розгалуженим**.

Хоча такий алгоритм містить опис дій для обох можливих варіантів, при кожному його виконанні реалізується тільки один з них, який саме — залежить від заданого набору вхідних даних. Отже, на відміну від лінійного алгоритму, алгоритм із розгалуженням приписує виконання не всіх без винятку дій, а тільки тих, які вибрані за умовою.

Третій вид алгоритмів складають такі, що передбачають можливість повторного виконання певної послідовності дій.

Наприклад, для підрахування суми двох цілих чисел (у стовпчик) потрібно спочатку обчислити суму останніх цифр чисел-доданків, записати останню цифру результату й перенести, якщо потрібно, одиницю в наступний розряд. Далі за аналогічним правилом потрібно обчислити суму передостанніх цифр чисел-доданків і т. д. Процедура повторюється, доки всі цифри чисел-доданків не будуть вичерпані. Кількість повторень залежить від кількості цифр у заданих числах.

Алгоритм, який приписує повторне виконання дій, називається **алгоритмом із повторенням**, або **алгоритмом із циклом**. Повторювана дія або група дій називається **тілом циклу**. Кількість повторень тіла циклу визначається поставленою умовою, яка називається **умовою циклу**. За результатом перевірки умови здійснюється вибір: ще раз повторити тіло циклу чи перейти до інших дій.

Наявність **повернення** до раніше виконаних дій є характерною відмінністю алгоритмів із циклами від лінійних і розгалужених.

## ====55.2. Базова структура «слідування»=====

Базова структура лінійного алгоритму називається *слідуванням*, її блок-схему подано на рис. 55.1.



Рис. 55.1. Базова структура слідування

Базова структура слідування є замкненою в тому сенсі, що у неї є один вхід і один вихід, і інші можливості увійти всередину конструкції чи вийти з неї виключені.

Наприклад, для знаходження сили тяги  $F$ , яку розвиває двигун автомобіля, вимірюють час  $t$ , за який автомобіль маси  $m$ , рухаючись із стану спокою, проходить задану відстань  $s$ . Алгоритм знаходження сили тяги складається з двох дій: перша — обчислення прискорення автомобіля ( $a = 2s/t^2$ ); друга — обчислення сили тяги ( $F = at$ ). Обидві ці дії виконуються, якими б не були вхідні дані задачі.

## ====55.3. Базова структура розгалуження=====

Базова структура алгоритму з розгалуженням теж називається *розгалуженням*. Розрізняють повну й коротку форму розгалуження (рис. 55.2).

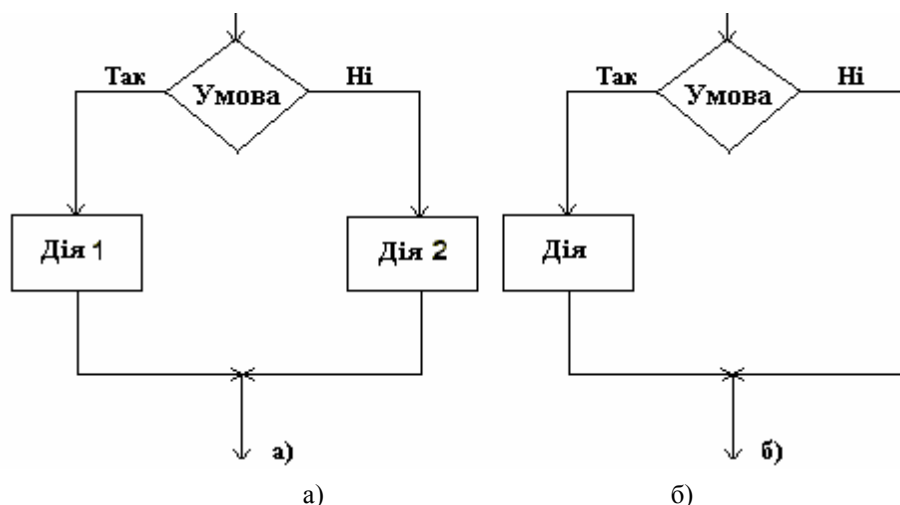


Рис. 55.2. Базова алгоритмічна структура розгалуження: а) повна форма; б) коротка форма

Повна форма розгалуження означає, що здійснюється вибір між двома діями. Якщо перевірка умови дає результат «так», то вибирається дія 1; у протилежному випадку, тобто якщо перевірка умови дає результат «ні», — вибирається дія 2 (рис. 55.2а). Повну форму розгалуження можна прочитати у такий спосіб:

якщо перевірка умови дає результат «так», то виконати дію 1, інакше виконати дію 2.

Наприклад, для надання  $x$  значення більшого з двох заданих чисел  $a$  і  $b$  ( $a \neq b$ ) потрібно перевірити, чи більше  $a$  за  $b$ ; якщо так, то надати  $x$  значення  $a$ , а якщо ні (тобто інакше), то надати  $x$  значення  $b$ . Отже, маємо повну форму розгалуження:

якщо  $a > b$ , то надати  $x$  значення  $a$ , інакше надати  $x$  значення  $b$ .

Коротку форму розгалуження (рис. 55.2б) можна прочитати у такий спосіб:

якщо перевірка умови дає результат «так», то виконати дію.

Наприклад, для заміни числа його модулем потрібно перевірити, чи є число від'ємним. У від'ємного числа слід замінити знак на протилежний, а додатне число і його модуль співпадають. Отже, маємо коротку форму розгалуження:

якщо число від'ємне, то змінити його знак на протилежний.

Зазначимо, що і повна, і коротка форми розгалуження є замкненими: кожна з них має один вхід й один вихід.

#### 55.4. Базова структура «повторення»

Базова структура алгоритму з повторенням називається *повторенням*, або частіше *циклом*. Розрізняють два основні різновиди циклів: цикли, де умова перевіряється до виконання дії, — *цикли з передумовою* (рис. 55.3а), і цикли, де перевірка умови здійснюється після виконання дії, — *цикли з післяумовою* (рис. 55.3б).

У циклі з передумовою (рис. 55.3а) умова циклу формулюється таким чином, щоб повторне виконання дії робилося, доки перевірка умови дає результат «так». Через це такі цикли називають ще циклами «доки». Цикл «доки» можна прочитати у такий спосіб:

*доки* перевірка умови дає результат «так», виконувати дію.

Якщо при черговій перевірці умови буде одержано результат «ні», повторне виконання дії буде припинено й відбудеться вихід із циклу.

Наприклад, для підрахунку остачі від ділення цілого числа  $m$  на ціле число  $n$  за допомогою віднімання можна скористатися циклом:

*доки*  $m \geq n$ , зменшити  $m$  на  $n$ .

У циклі з післяумовою (рис. 55.3б) умова циклу формулюється протилежним чином: якщо чергова перевірка умови дає результат «так», відбувається вихід із циклу. Через це такі цикли називають також циклами «до». Цикл «до» можна скорочено прочитати так:

*повторювати* дію до одержання результату «так» при перевірці умови.

Наприклад, підрахунок остачі від ділення цілого числа  $m$  на ціле число  $n$  ( $m \geq n$ ) можна реалізувати за допомогою циклу:

повторювати зменшити  $m$  на  $n$  до  $m < n$ .

Зверніть увагу на те, що є спільним для обох типів циклу:

- обидві базові структури циклу є замкненими;
- кількість повторень циклу визначається його умовою;
- вихід із циклу відбувається тільки через перевірку умови циклу.

Найбільш суттєва різниця між типами циклів полягає в тому, що тіло циклу з післяумовою обов'язково виконується хоча б один раз — до першої перевірки умови, а цикл із передумовою може бути не виконаним жодного разу, якщо при першій же перевірці умови маємо результат «ні». Через це розглянуті типи циклів не є взаємозамінюваними: цикл із післяумовою можна замінити циклом з передумовою, а навпаки — ні.

#### 55.5. Структурні алгоритми

Усі розглянуті нами базові алгоритмічні структури — слідування, розгалуження, повторення — є замкненими, кожна з них має один вхід й один вихід. Це дозволяє розглядати

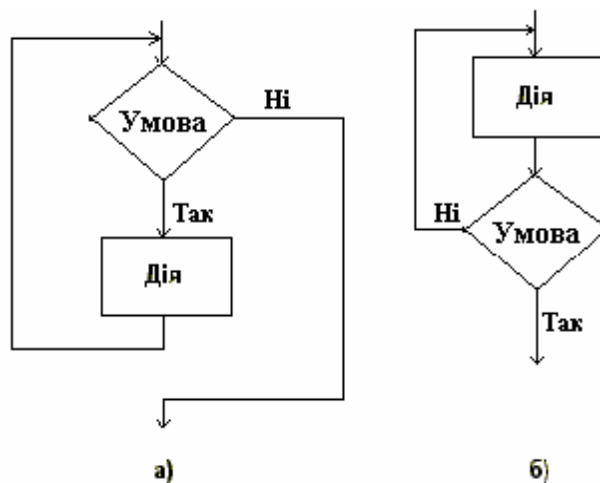


Рис. 55.3. Базова алгоритмічна структура повторення: а) цикл з передумовою; б) цикл з післяумовою

базові структури як цілісні одиниці і використовувати будь-яку з них як елемент іншої. Іншими словами, базові структури можна з'єднувати послідовно і вкладати одна в одну.

Наприклад, у базовій структурі слідування (рис. 55.1) функціональний блок *Дія 1* може бути заміщений розгалуженням, а блок *Дія 2* — повторенням. Таке заміщення можна продовжувати далі і далі.

Алгоритм, сконструйований виключно з базових структур, називається **структурним**.

Теоретично доведено, що для задачі будь-якої логічної складності можна сконструювати структурний алгоритм. Цей доказ є дуже важливим. Адже виявляється, що із цеглинок трьох видів ми можемо скласти будь-яку архітектурну споруду! Звідси розкривається шлях і до оволодіння програмуванням. Першим кроком на цьому шляху є опанування засобів подання базових структур у програмах.

## ВИСНОВКИ

За видом управління діями виконавця розрізняють лінійні алгоритми, алгоритми з розгалуженням і алгоритми з повторенням (або циклом). За лінійним алгоритмом виконавець виконує всю послідовність дій. Алгоритм із розгалуженням містить вибір дій згідно з результатом перевірки умови. Алгоритм із циклом приписує повторення дій. Кількість повторень визначається заданою умовою. Для кожного виду алгоритму є відповідна базова алгоритмічна структура. Усі базові структури є замкненими. Їх можна з'єднувати послідовно або вкладати одна в одну. Будь-який алгоритм може бути побудованим винятково із базових алгоритмічних структур. У такому разі він називається структурним.

---



---

### Контрольні питання та вправи

1. Алгоритм, який приписує виконання певної послідовності дій при будь-яких допустимих вхідних даних, називається:

- а) лінійним;
- б) алгоритмом із розгалуженням;
- в) алгоритмом із повторенням.

2. Алгоритм, який приписує виконання тих чи інших дій залежно від результату перевірки умови, називається:

- а) лінійним;
- б) алгоритмом із розгалуженням;
- в) алгоритмом із повторенням.

3. Алгоритм, який приписує повторне виконання дій і за яким кількість повторень визначається заданою умовою, називається:

- а) лінійним;
- б) алгоритмом із розгалуженням;
- в) алгоритмом із повторенням.

4. Як можна прочитати базову структуру розгалуження? Вставте пропущені слова.

«... перевірка умови дає результат ..., ... виконати дію 1, ... виконати дію 2».

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| а) доки;        | б) якщо; |
| в) повторювати; | г) то;   |
| д) інакше;      | е) до;   |
| є) «так»;       | ж) «ні». |

5. Як можна прочитати базову структуру циклу з передумовою? Вставте пропущені слова.

«... перевірка умови дає результат ..., виконувати дію».

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| а) доки;        | б) якщо; |
| в) повторювати; | г) то;   |
| д) інакше;      | е) до;   |
| є) «так»;       | ж) «ні». |

6. Як можна прочитати базову структуру циклу з післяумовою? Вставте пропущені слова.

«... дію ... одержання результату ... при перевірці умови».

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| а) доки;        | б) якщо; |
| в) повторювати; | г) то;   |
| д) інакше;      | е) до;   |
| є) «так»;       | ж) «ні». |

7. Спортсмени на змаганнях пробігають дистанцію від пункту А до пункту Б і назад. Складіть блок-схему алгоритму визначення середньої швидкості спортсмена на дистанції, якщо відомо, що від пункту А до пункту Б він рухався зі швидкістю  $v_1$ , а від пункту Б до пункту А зі швидкістю  $v_2$ .

8. Складіть блок-схему структурного алгоритму підготовки до подорожі:

- а) велосипеда;
- б) автомобіля;
- в) надувного човна;
- г) байдарки.

9. Складіть блок-схему структурного алгоритму збирання грибів. Збирання відбувається до наповнення корзини. У корзину складають тільки їстівні й нечервиві гриби.

10. У даний момент електронний годинник показує  $g$  годин  $h$  хвилин. Складіть блок-схему структурного алгоритму визначення, що покаже годинник через одну хвилину.

11. У супермаркеті ціну молочного десерту за два дні до вичерпання терміну його придатності зменшують на 25% від його первісної ціни. Після вичерпання терміну придатності десерт упродовж 2 днів продають за чверть первісної ціни, після чого знімають із продажу. Складіть структурний алгоритм визначення ціни десерту на  $n$ -й день після його виготовлення, якщо відомі первісна ціна десерту  $c$  і термін придатності  $t$  (днів), де  $t > 2$ .

12. За відомою легендою, винахідник шахів запросив у царя за цю гру таку винагороду: «Поклади на першу клітинку шахів одне зернятко, на другу — два і на кожну наступну клітинку — вдвоє більше, ніж на попередню». Складіть блок-схему структурного алгоритму підрахування кількості зерен, які потрібно:

- а) покласти на клітинку з номером  $n$ ;
- б) віддати винахіднику за гру.

лінійний алгоритм, повторення, розгалуження, слідування, структурний алгоритм, цикл