**Лекція № 8. Покажчики та масиви, структури**

**Масиви**

На практиці часто виникає необхідність в обробці даних у вигляді довільного набору значень, тобто масивів. **Масив** являє собою кінцеву іменовану послідовність величин одного типу, які розрізняються за порядковим номером.

Опис масиву у програмі відрізняється від опису простої змінної наявністю після імені квадратних дужок **«[ ]»**, в яких задається кількість елементів масиву (розмірність).

**У мові C++ нумерація елементів масиву починається з 0.**

**<тип> <ім’я> [n];**

**<тип> <ім’я> [n] = {значення};**

**<тип> <ім’я> [  ] = {значення}; /\*** масив відразу ініціалізується, можна не вказувати його розмір , він відповідає кількості елементів\*/

Приклад:

**float m [6];  
float m [6] = {3.4, 4.5, 5.6, 6.7, 8.9, 10.3};  
float m [  ] = {3.45, 4.56, 5.67, 6.78);**

Надалі кількість елементів змінити неможливо.

Для того щоб обнулити елементи оголошеного масиву, достатньо ініціювати його перший елемент: **int mas[0]={0};**.

За замовчуванням, якщо в оголошеному масиві ініціюється тільки декілька перших елементів, то його інші елементи ініціюються нулями. Так, у випадку, коли **float mas[10]= {2.2,34.56};**, останні вісім елементів масиву одержать значення **0**.

Приклад.

**#include <iostream.h>**

**#include <math.h>**

**int main ( )**

**{ const int n = 7;**

**float x[n], y, a(10.5);**

**int i;**

**a= 10.5;**

**for (i = 0;i< n;i++)**

**{**

**cin >> x[i]; //введення значення**

**y = a \* x[i] \* x[i] - sin(x[i]);**

**cout << " x[" <<i<<"] ="<<x[i]<<" y = " << y << endl;**

**}**

**system("pause");**

**return(0);**

**}**

Часто застосовуються багатовимірні масиви. У них позиція елемента визначається записом декількох індексів. Найбільш розповсюджені **двовимірні масиви** або матриці.

Масив задається або списком елементів у тому порядку, и якому вони розташовані у пам’яті, або подається як масив масивів, кожний з яких поміщається в свої фігурні дужки**«{}»**. При оголошенні і одночасному ініціюванні багатовимірних масивів можна опускати кількість індексів тільки першого виміру. Якщо ініціювання не здійснюється під час оголошення масиву, то кількість індексів треба вказувати явно.

На рис. 1 зображено двовимірний масив 8х8 елементів.

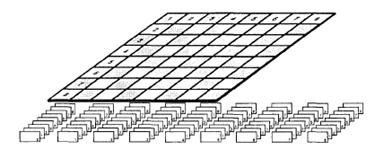


Рисунок 1 Представлення двовимірного  масиву

У програмі при описі матриці **float M[n][m];** вказується діапазон змінення двох індексів, перший з яких призначений для індексування рядків **(і)**, другий — для індексування стовпців **(j)**. Введення, обробка і виведення елементів матриці здійснюються за допомогою двох циклів, один з яких є вкладеним в іншій. Це дозволяє при кожному значенні змінної **і**перебирати всі значення змінної **j**.

**Для здійснення введення-виведення, а також для обробки елементів двовимірного масиву у програмі слід передбачати організацію двох циклів**: один — для завдання значень індексу рядків, другий — індексу стовпців.

Приклад.

**#include <iostream.h>**

**main()**

**{**

**const int n = 3, m = 4;**

**float M [n][m], z = 10;**

**int i, j;**

**cout << "\*\*\*\* Vvod matrix " << endl;**

**for (i = 0; i<n; i++)**

**for (j = 0; j<m; j++)**

**{ cout << " M [" << i << "]" << "[" << j << "]=";**

**cin >> M [i][j];**

**M [i][j] += z; // M [i][j]= M [i][j] + z;**

**}**

**cout << "\n\n\*\*\*\*\* Rezult matrix: ";**

**for (i = 0; i < n; i++)**

**{ cout << endl;**

**for (j = 0; j < m; j++)**

**cout << M [i][j] << " ";}**

**system("pause");**

**}**

**Покажчики та масиви.**

**Покажчики** — це змінні, котрі містять адресу пам’яті, розподіленої для об’єкта відповідного типу. При оголошенні змінної-покажчика слід вказати тип даних, адресу яких буде містити змінна, та ім’я покажчика з символом «\*».

Загальний формат опису покажчика має вигляд:

**тип \*ім’я;**

де **тип** — тип значень, на який вказує покажчик;  
**ім’я** — ім’я змінної-покажчика;  
«\*» — операція над типом, що читається «покажчик на тип».

Наприклад:

**int \*рn** – покажчик на ціле значення;  
**float \*pf1, \*pf2;** — два покажчики на дійсні значення.

Покажчики не прив’язують дані до якого-небудь визначеного імені змінної і можуть містити адреси будь-якого неіменованого значення. Існує адресна константа **NULL**, що означає порожню адресу.

Мова C++ налічує лише дві операції, які стосуються адрес змінних, а саме:

**«&»** — **операція взяття адреси** («адреса значення»);

**«\*»** — **операція розіменування** («значення за адресою»).

Операція взяття адреси **«&»** застосовується разом зі змінною і повертає адресу цієї змінної. Операція розіменування «\*» використовується разом з покажчиками і бере значення, на яке вказує змінна-покажчик, розташована безпосередньо після символа «\*».

Оголошення покажчиків можна здійснити одним з таких способів:

**<тип> \*ptr;**  
**<тип> \*ptr = <змінна-покажчик>;**  
**<тип> \*ptr = &<ім’я змінної>;.**

Наприклад:  
**int \*ptx, b; float у;** — оголошені змінна-покажчик **ptx** та змінні **b і у**;

**float \*sp = &у;** — покажчику **sp** присвоюється адреса змінної **у**;

**float \*р = sp;** — покажчику **р** присвоюється значення (адреса значення), яке міститься в змінній **sp**, тобто адреса змінної **у**.

При оголошенні покажчиків символ «\*» може знаходитися перед ім’ям покажчика або відразу після оголошення типу покажчика і поширювати свою дію тільки на одну змінну-покажчик, перед якою він записаний:

**long \*pt;   long\*Uk;   int \*ki, x, h;** — оголошення описів.

За потреби для опису покажчика на комірку довільного типу замість ідентифікатора типу записується слово **void**, а саме:

**void \*р, \*pt;** — опис двох покажчиків на довільний тип даних.

**Перед використанням покажчика у програмі його обов’язково необхідно ініціювати**, іншими словами, необхідно присвоїти адресу якого-небудь даного, інакше можуть бути непередбачені результати.

Для одержання доступу до значення змінної, адреса якої зберігається в покажчику, досить у відповідному операторі програми записати ім’я покажчика з символом «\*» — здійснити операцію розіменування.

Розглянемо фрагмент програми з поясненнями:

**int \*р, \*р1;** — оголошені два покажчики на комірку пам’яті типу **int**;

**int х = 12, у = 5, m[7];** — оголошені змінні **х**, **у** і масив **m**, змінні ініційовані;

**р = &у;**     // р (&у); — покажчику **р** присвоєна адреса змінної **у**.

**cout << “Адреса р ” << р << “Значення за цією адресою = ” << \*р; ,**

Виведеться адреса комірки пам’яті, де записана змінна **у** і значення цієї змінної (**тобто 5**).

Використовуючи запис **х = \*р;**, одержимо **х = 5** тому, що **\*р = у = 5;**.

Змінити величину параметра **у** можна так:

**у = 10;**         // \*Р= 10;  
**\*р = \*р+5;**    //у +=5;.

Остання операція означає збільшення значення змінної цілого типу на **5**, тобто **у= 15**.

При ініціюванні покажчиків їм можна присвоювати або адресу об’єкта (змінної), або адресу конкретного місця пам’яті (масиву), або число 0 (нуль), а саме:

**int \*pt = (char \*) 0x00147;** — присвоюється адреса комірки;

**int \*arrpt = new int [10];** — визначається початкова адреса розміщення динамічного масиву;

**char \*р = 0;** — здійснюється ініціювання нулем.

Оскільки покажчики — це спеціальні змінні, то в операціях з іншими покажчиками вони можуть використовуватися без символа «\*», тобто без розкриття посилання, наприклад:

**float \*pt1, \*pt2, х=15, m[5];**

**pt1 = &x;**

**pt2 = pt1;**

**pt1 = m**;         //pt1 = &m[0];

де **m** — ім’я масиву, що розглядається як спеціальний покажчик-константа.

***Приклад***

#include <iostream.h>

int main ( )

{ int x = 10;

int \*px (&x); // int \*px = &x;

cout << "x =" << x << endl;

cout << "\*px =" << \*px << endl;

x \*= 2; //x=x\*2;

cout << "нове значення \*px = " << \*px << endl;\*

px += 2; // \*px=\*px + 2;

cout << "результат \*px, тобто x = " << x << endl;

system("pause"); //затримка екрану

}

Результат виконання програми:  
**х = 10**  
**\*рх = 10**  
**Новое значение \*рх = 20   
Результат \*рх, т. е. х = 22**

Для змінної-покажчика існує своя адреса і тому будуть доцільними записи:

**int \*pt1, \*pt2;**

**pt1 = (int\*) &pt2;** — покажчику **pt1** присвоюється адреса пам’ятi де розташована

змінна **pt2**.

Це має сенс у випадку, коли

**int у, \*pt1, \*pt2 = &у;**

**pt1 = (int\*) &pt2;.**

**Обмеження на застосування операції взяття адреси**:

* не можна визначати адресу літеральної константи (оскільки для неї не виділяється комірка пам’яті), тобто такий запис, як **vp = &345;** — неприпустимий;
* не можна визначати адресу результату арифметичного виразу, тобто запис **vp = &(x + y);** теж неприпустимий.

**Дозволені операції для змінних-покажчиків:**

* операція розіменування «\*»;
* операція взяття адреси «&»;
* операція присвоювання «=»;
* операції інкремент «++» і декремент « –-»;
* операції додавання «+» і віднімання «-»;
* операції відношення (порівняння) покажчиків однакового типу: «==», «!=», «<», «<=», «>», «>=».

У мові C++ масиви і покажчики зв’язані між собою: ***ім’я масиву визначається як покажчик-константа на початковий (нульовий)елемент масиву.*** Так, наприклад, при оголошенні одновимірного масиву у вигляді **int mas [20];** його ім’я **mas** – покажчик на адресу початкового елемента масиву **&mas[0]**.

Існує два способи доступу до елементів масиву:

* з використанням індексу елемента масиву, наприклад, **mas[2]** або **mas[i];**
* з використанням адресного виразу, тобто виразу з покажчиком на масив, наприклад, **\*(mas + 2)** або **\*(mas + і)**.

Ім’я покажчика на масив можна записати так:

**int mas [20];**  
**int \*ptr1;**  
**ptr1 = mas;**      *//ptr1* *= &mas[0];,*

тут вирази **&mas[0] і mas** — еквівалентні.

Оскільки в комп’ютері для масивів завжди є суцільний блок комірок пам’яті, в яких розташовуються їх елементи, то адресу наступного елемента **mas[1]** можна вказати шляхом збільшення покажчика на **1**, а саме:

**р = &mas[0];**

**р++;** *//р=р  + 1;*

Таким чином, адреса **і**-го елемента визначається як **р + і**. При цьому з урахуванням типу масиву і відведеної кількості байтів для кожного його елемента автоматично виконується операція збiльшення адреси, тобто:

**адреса х[і] = адреса х[0] + i\*sizeof (тип);** .

***Для покажчиків, які посилаються на елементи масивів різних типів, результат арифметичних операцій і операцій відношення невизначений.***

До двох покажчиків **р1 і р2**, що вказують на елементи одного масиву, застосовують операції відношення: «==», «!=», «<», «<=», «>», «>=». При цьому значення покажчиків розглядаються як цілі числа, а результат порівняння дорівнює **0** ( »неправда») або **1** («істина»). Так, відношення вигляду **р1<р2** є «істина», якщо **р1** указує на більш ранній елемент, ніж **р2**. Будь-який покажчик можна порівняти з нулем.

В арифметиці з покажчиками можна використовувати адресу неіснуючого «наступного за масивом» елемента. До покажчиків можна додавати або віднімати від них цілу величину.

В обох випадках результатом операції буде покажчик на вихідний тип, значення якого на вказане число елементів більше або менше вихідного. Тобто, якщо до покажчика **р** можна додати деяку цілу величину **n**, а саме: **р + n**, то цей вираз визначає ділянку об’єкта, що займає **n**-не місце після об’єкта, на який вказує **р**, при цьому **n** автоматично збільшується на коефіцієнт, що дорівнює відповідній довжині об’єкта. Наприклад, якщо **int** займає 4 байти, то цей коефіцієнт дорівнює чотирьом.

Допускається також операція віднімання покажчиків, що вказують на елементи одного масиву. Так, якщо **р1 < р2**, то **р2 – р1 + 1** — це число елементів масиву від **р1** до **р2** включно.

**Визначення та використання структур**

**Структура** — це сукупність різнотипних елементів, яким присвоюється одне ім’я (воно може бути відсутнім), що займає одну ділянку пам’яті. Елементи, що складають структуру, називаються полями.

Змінна типу структура, як і будь-яка змінна, повинна бути описана. Цей опис складається з двох кроків: опису шаблону (тобто складу) або типу структури та опису змінних структурного типу.

Синтаксис опису структури має вигляд:

**struct [<ім’я структури>]**  
**{ <тип 1> ім’я поля 1;**  
**<тип 2> ім’я поля 2 . . .;**  
**} р1, р2 . . .;**

де **struct** — службове слово;

**<ім’я структури>** — ім’я типу структура (може бути відсутнім);

**<тип 1>, <тип 2>** — імена стандартних або визначених типів;

**ім’я поля 1, ім’я поля 2,…** — імена полів структури;

**р1, р2 . . .;** — імена змінних типу структура.

Наприклад, для знаходження середнього бала, отриманого студентами в період сесії з дисциплін «Математика», «Фізика» та «Програмування», визначимо таку структуру:

**struct stud**

**{ char fam [25];**            // фамилия и инициалы

**int mat, fiz, prg;**          // предметы

**float sb;**                   // средний балл

**}** **st1, st2;**

Змінні **st1 і st2** можна оголосити окремим оператором, наприклад:

**struc stud stl st2;.**

Ініціювання полів структури слід здійснювати або при її описі, або в тілі програми. При описі структури ініціювання полів виглядає, наприклад, так:

**struct stud**

**{ char fam [25];**

**int mat,fiz, prg;**

**float sb;}**

**st1 = {"Кравченко И. С.", 4, 5, 5};**

**st2 = {"Тесленко А. М.", 3, 4, 5};**

Якщо ініціювання виконується в тілі програми, то для звернення до імені поля треба спочатку записати ім’я структурної змінної, а потім ім’я поля. Ці обидва записи відокремлюються крапкою і являють собою складене ім’я.

Отже, у випадку появи змінної **st1** у програмі для її ініціювання можна записати

**stud st1** **= {“Кравченко И. С.”, 4, 5, 5};** або ініціювання виконується за допомогою складених полів. Розглянемо ілюстраційну програму:

**#include <iostream.h>**

**#include <string.h>**

**#include <stdio.h> // для puts: int puts(const char \*str)**

**#include <conio.h>**

**using namespace std;**

**main ( )**

**{ struct stud**     //----- описание структуры

**{ char fam [20];**

**int mat, fiz, prg;**

**float sb;**

**} st1, st2;**

**strcpy (st1.fam, "Кравченко И. С.");**

**st1 .mat = 4;**

**st1 .fiz = 5;**

**st1 .prg = 5;**

**st1.sb = float (st1.fiz + st1.mat + st1.prg)/3;**

**st2 = st1;**

**puts (st2.fam);**      //---------------- вывод фамилии

**cout << st2.mat << st2.fiz << st2.prg << st2.sb << endl;**

**getch();**     //задержка экрана вывода результата

**}**

У наведеній програмі організується присвоювання всім полям структури **st1** відповідних значень.

**char strcpy (s, \*st);** — виконує операцію копіювання байтів рядка **st** у рядок **s** (включаючи  **“\0”**; повертає **s**)

Структурна змінна **st2** того ж типу, що і **st1**, тому справедлива операція **st2 = st1;.**

Якщо функція використовує тільки один структурний тип, то цей тип можна оголосити без імені. Тоді раніше розглянуту структуру можна оголосити таким чином:

**struct**

**{ char fam [25];**

**int mat, fiz, prg;**

**float sb;**

**} stl, st2;**

Коли при описі структур у деякій функції або в межах видимості змінних у різних функціях є багато (але не всі) однакових полів, то їх слід об’єднати в окрему структуру. Її можна застосовувати при описі інших структур, тобто поля структури можуть самі бути типу **struct**. Це називається **вкладеністю структур** — її можна використати, наприклад, якщо треба обробляти списки студентів та викладачів університету. Студентські списки містять дані: прізвище та ініціали, дата (день, місяць, рік) народження, група та середній бал успішності, а в списках викладачів присутні такі дані: прізвище, ініціали, дата народження, кафедра, посада. У процесі обробки списку студентів і списку викладачів можна оголосити відповідно такі структури:

**struct stud**

**{ char fio [25];**

**int den, god;**

**char mes [10];**

**char grup;**

**flout sb; }**

**struct prep  
{ char fio [25];  
int den, god;  
char mes [10];  
char kaf, dolg;  
}**

В оголошених типах однакові поля можна об’єднати в окрему структуру і застосовувати її при описі інших типів. Поетапно це виглядає так:

* загальна структура —

**struct spd**

**{ char fio [25];**

**int den, god;**

**char mas[10]; }**

* структура для опису інформації про студентів —

**struct stud**

**{ spd dr;**

**char grup;**

**float sb}**

**st1, st2;**

* структура для опису інформації про викладачів —

**struct prep**

**{ spd dr;**

**char kaf [10];**

**char dolg [15];**

**} pr1, pr2;**

У структурах **stud і prep** для оголошення поля, що містить дані про прізвище і дату народження, використовується раніше описаний тип **spd**. Тепер до поля **fio, den, god, mes**можна звернутися, використовуючи запис **st1.dr.fio**, наприклад, при зверненні до функції введення:

**gets (st1.dr.fio);** або    **gets (pr1.dr.fio);**

**Пояснення.**

Прототип функції gets: (б-ка cstdio) char \* gets( char \* string );

Отримати рядок зі стандартного потоку введення. Функція gets зчитує символи зі стандартного потоку введення до символу нового рядка n або доки, поки не буде досягнутий кінець файлу EOF, після чого зберігає лічені символи в рядок типу char.

Символ нового рядка n не копіюватиметься в рядок.

Нульовий символ автоматично додається після останнього копійованого символу в string, щоб сигналізувати про кінець рядка.

Функція gets дещо відрізняється від функції fgets, по-перше повертає рядок зі стандартного потоку введення в якості аргументу, а, по-друге, кінцевий символ нового рядка не входить до її складу . на відміну від fgets. А ще, gets не дозволяє встановити обмеження на кількість зчитувальних символів, тому потрібно бути обережними з розміром масиву, на який вказує параметр str, щоб уникнути переповнення буфера.

Параметри: **string**Покажчик на масив типу char, в якому зберігається рядок.

Значення, що повертається. У разі успіху, функція повертає той же параметр, string. Якщо відбувається помилка, повертається нульовий покажчик.

Використовуйте функції ferror або feof для перевірки внутрішніх станів показників помилки або кінця файлу – EOF.

Після оголошення структурного типу змінних для роботи з їхніми полями можна застосовувати і покажчики, тоді опис структури матиме вигляд:

**struct stud**

**{ char fam [25];**

**int mat, fiz, prg;**

**float sb;**

**} st1, \*pst;**

Доступ до полів може здійснюватися двома способами:

* з використанням операції розіменування «\*», тобто  
  **gets ((\*pst).fam);    (\*pst).fiz = 5;**
* з використанням покажчика **->**, наприклад,  
  **gets (pst -> fam);      pst-> fiz = 5;** тощо.

**a->b це Розкриття посилання на структуру ("на член *b* об'єкту вказує *a*")**

Крім того, до полів змінної **st1** можна звертатися, вказуючи поля через операцію **«.»**, як це робилося раніше.

Дані типу структура можна об’єднати в масиви, для попереднього прикладу з урахуванням кількості студентів, структуру можна записати так:

**struct stud**

**{ char fam [20];**

**int mat, fiz, prg;**

**float sb;**

**} spis[15], \*sp = &spis[0];.**

У випадку, коли масив описується десь у тексті програми, тобто не саме після опису структури, його можна оголосити у вигляді: **stud spis [15];** — масив типу структура з ім’ям **stud**, що містить відповідну інформацію про групу із **15** студентів.

Доступ до елементів масиву типу структура здійснюється із застосуванням індексу або через покажчик-константу, яким є ім’я масиву, тобто одним з таких способів:

**strcpy (spis[1].fam, ” “);**

**spis[1].fiz = 5;**

або

**strcpy ((sp + 1) -> fam, ” “);**

**(sp + 1) -> fiz = 5;**

або

**strcpy ((\*(spis + 1)).fam, ” “);**

**(\*(sp + 1)).fiz = 5;.**

У останньому виразі **(\*(spis + 1)).fiz = 5;** потрібна зовнішня пара дужок, тому що **операція «.» («крапка») має пріоритет вище, ніж операція розіменування «\*».**

Поля структури можуть також бути масивами. Наприклад, у розглянутій структурі **stud** можна оцінки з різних предметів об’єднати в масив. Тоді структуру слід описати у вигляді:

**struct stud1**

**{ char fam [25];**

**int pred [3];**

**float sb**

**} spis[15],** **\*ps = &spis[0];.**

Звернення до полів здійснюватиметься одним із способів:

**((\*ps).fam)**

**(ps->pred [0]),**

наприклад,

**gets ((\*ps).fam);**  
**сіn >> ps -> pred[0] >> ps -> pred[1] >> ps -> pred[2];**

або**сіn >> ps -> \*(pred + 0) >> ps -> \*(pred + 1) >> ps -> \*(pred + 2).**

Доцільно також зазначити, що **бібліотека stdlib.h містить спеціальні функції для пошуку та сортування структурних змінних.**

*Для самостійного вивчення (10 годин)*: Вивчення лекційного матеріалу та додаткових джерел. Розгляд запитань і виконання завдань для самостійної роботи, запропонованих на лекції.

*Література*

1. Ковалюк Т. В. Алгоритмізація та програмування: Підручник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013. — 400 с., ил.
2. Єжова Л. Ф. Алгоритмізація і програмування процедур обробки інформації: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2000.
3. Вступ до програмування мовою С++. Організація обчислень: навч. посіб. / Ю. А. Бєлов, Т. О. Карнаух, Ю. В. Коваль, А. Б. Ставовський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 175 с. с.: іл. ISBN (укр.) . URL: <http://csc.knu.ua/uk/library/books/belov-24.pdf>
4. Джейс Либерти Освой самостоятельно С++ за 21 день: 3-е изд. пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом „Вильямс”, 2001. – 816 с.: ил..

*Контрольні запитання для самоперевірки*.

1. Що таке масив та які існують різновиди масивів?
2. Як здійснюється звернення до елементів масивів?
3. Як у С++ реалізується введення-виведення елементів масиву?
4. Що таке покажчик і як він пов’язаний з адресом?
5. Які існують обмеження на операції взяття адреси?
6. Які операції можуть застосовуватися до змінних-покажчиків?
7. Як описуються дані типу структура?
8. Які типи полів може містити структура?