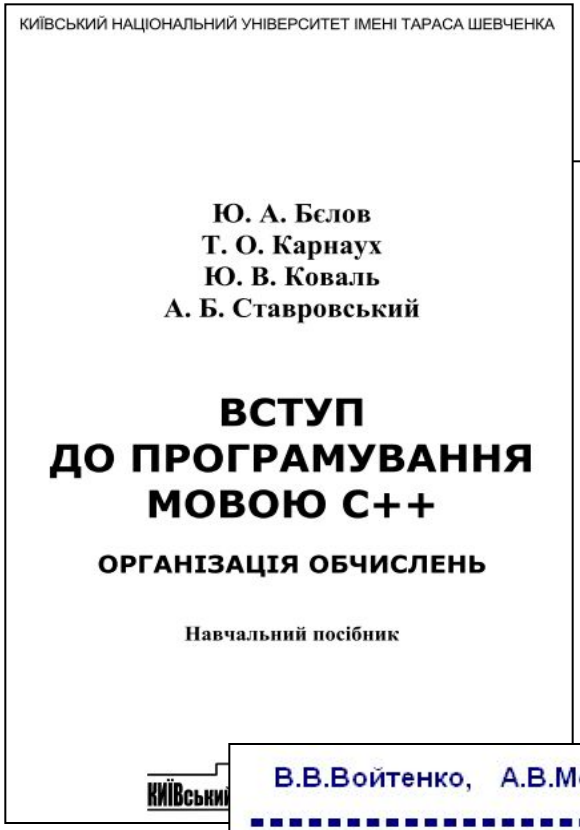
Тема 7. Програмування структурованих типів даних в С++

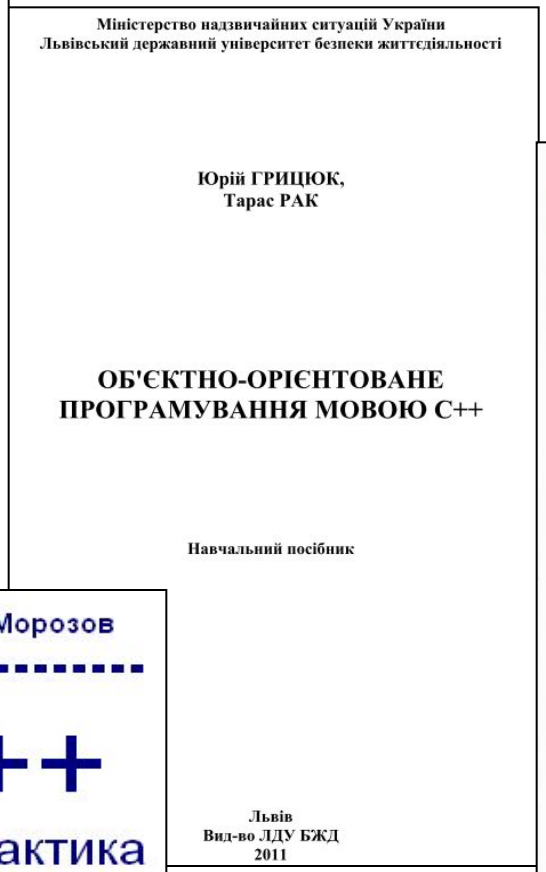
Заняття 1. Масиви

Література до заняття

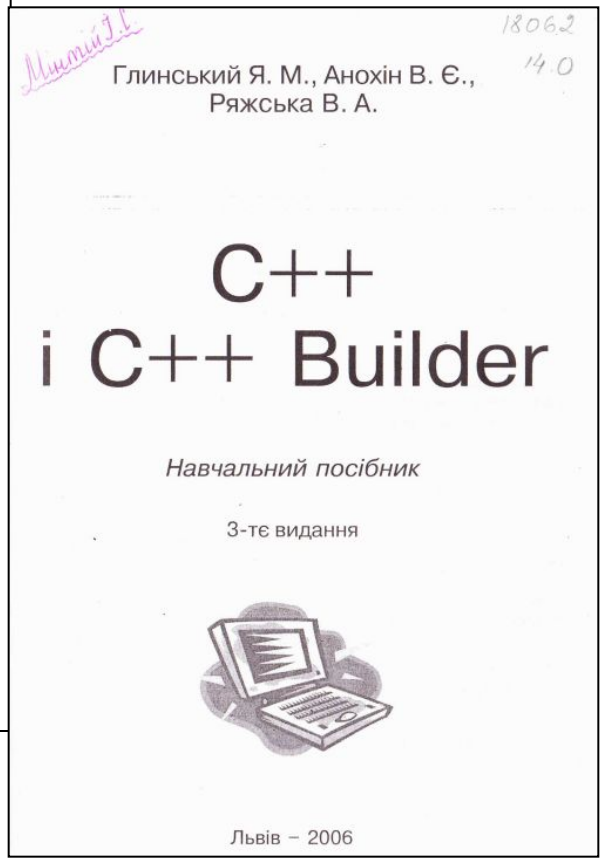
C++. Основи програмування. Теорія та практика : підручник / [О. Г. Трофименко, Ю.В. Прокоп, І.Г. Швайко, Л.М. Буката та ін.] ; за ред. О.Г. Трофименко. – Одеса: Фенікс, 2011. – 587 с.

Література


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Ю. А. Бєлов
Т. О. Карнаух
Ю. В. Коваль
А. Б. Ставровський
ВСТУП ДО ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ С++
ОРГАНІЗАЦІЯ ОБЧИСЛЕНЬ
Навчальний посібник
КИЇВський


Міністерство надзвичайних ситуацій України
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Юрій ГРИЦЮК,
Тарас РАК
ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ С++
Навчальний посібник
Львів
Вид-во ЛДУ БЖД
2011


В.В.Войтенко, А.В.Морозов
C/C++
теорія та практика
Частина 2
Мова програмування Сі++
2003

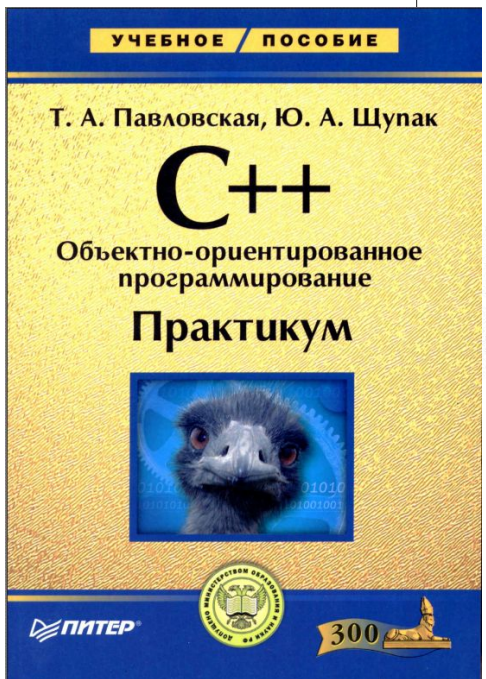

Глинський Я. М., Анохін В. Є.,
Ряжська В. А.
C++
і C++ Builder
Навчальний посібник
3-тє видання
Львів – 2006

Літератур


Н. Культин
bhv
C/C++
в задачах и примерах
Более 250 задач
Примеры
и исходные тексты
программ с комментариями
Справочник по стандартным
функциям языка С

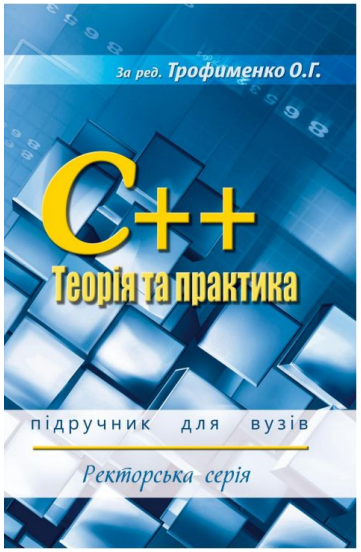

ЗЫК C++
ОГРАММИРОВАНИЯ
ециальное издание
C++
Бьерн Страуструп
создатель C++

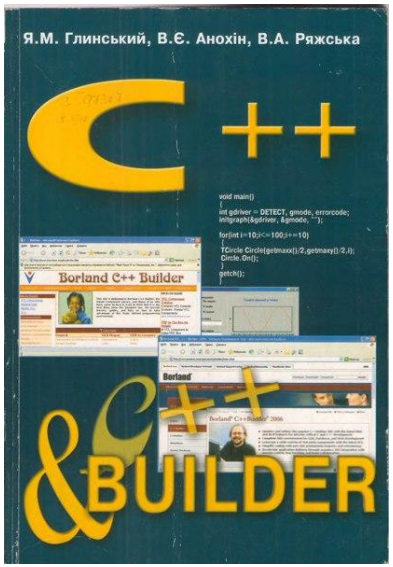

Никита Культин
bhv
C++ Builder
в задачах и примерах
Готовые решения и тексты программ
Использование
базовых компонентов
Программирование
графики, игр, мультимедиа
и баз данных
Справочник
по компонентам
и функциям
+ CD-ROM


УЧЕБНОЕ / ПОСОБИЕ
Т. А. Павловская, Ю. А. Щупак
C++
Объектно-ориентированное
программирование
Практикум
ПИТЕР
300


КЛАССИКА COMPUTER SCIENCE
ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ
В C++
4-Е ИЗДАНИЕ
Р. ЛАФОРЕ
SAMS
ПИТЕР

Література до заняття





- Вступ до програмування мовою С++. Організація обчислень: навч. посіб. / Ю. А. Бєлов, Т. О. Карнаух, Ю. В. Коваль, А. Б. Ставровський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 175 с.
- С++. Основи програмування. Теорія та практика : підручник / [О.Г. Трофименко, Ю.В. Прокоп, І.Г. Швайко, Л.М. Буката та ін.] ; за ред. О.Г. Трофименко. – Одеса: Фенікс, 2010. – 544 с.
- Глинський Я.М., Анохін В.С., Ряжська В.А. С++ і С++ Builder. Навч. посібник. 3-тє вид. –Львів: СПД Глинський, 2006. – 192 с.

Масиви

Масиви – це група однотипних елементів які мають загальне ім'я і розміщені в пам’яті один біля одного.

Особливості:

- всі елементи мають **один тип**
- весь масив має **одне ім’я**
- всі елементи розміщенні в пам’яті **один біля одного**

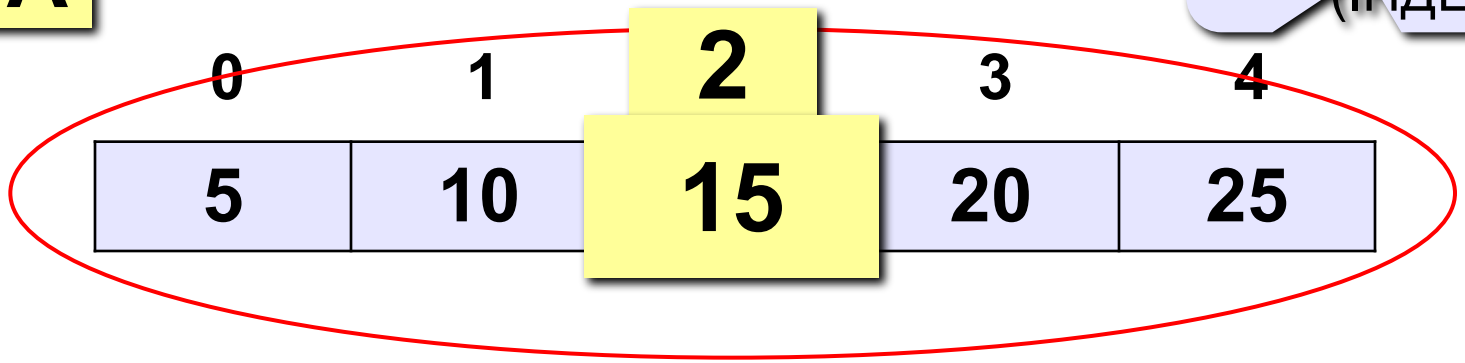
Приклади:

- Список курсантів в групі
- Квартири в будинку
- Школи в місті
- Дані про температуру повітря за рік

Масиви

НОМЕР
Елемента масива
(ІНДЕКС)

A масив



`A[0]` `A[1]` `A[4]`

ЗНАЧЕННЯ
Елемента масива

ЗНАЧЕННЯ
Елемента масива: 15

`A[2]`

НОМЕР(ІНДЕКС)
елемента масива: 2

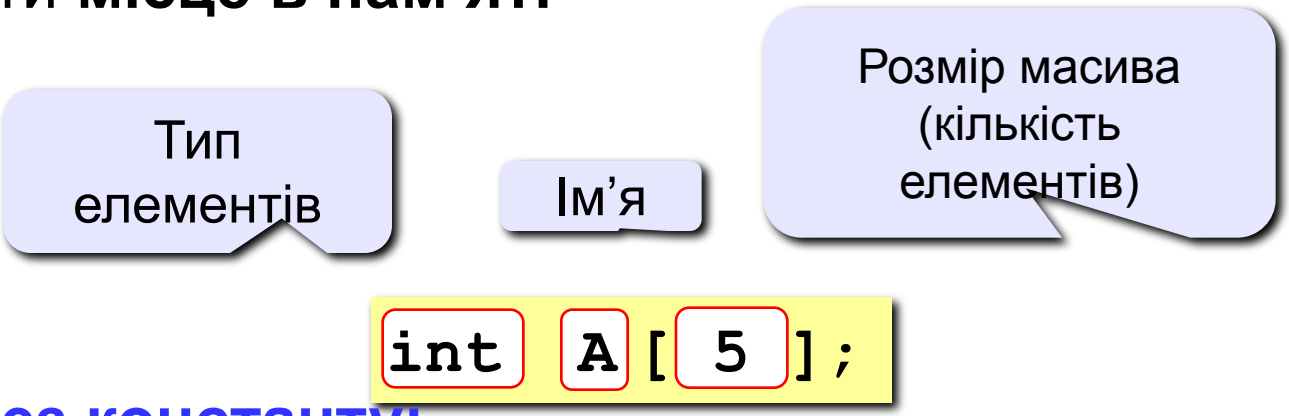
Нумерація елементів масиві в Сі з НУЛЯ!

Оголошення масивів

Навіщо оголошувати?

- Визначити **ім'я** масива
- Визначити **тип масива**
- Визначити **число елементів**
- Виділити **місце в пам'яті**

Приклад:



Розмір через константу:

```
const int N = 5;
int  A[ N ];
```

Оголошення масивів

Ще приклади:

```
int X[10], Y[10];
float zz, A[20];
char s[80];
```

З присвоюванням початкових значень :

```
int A[4] = { 8, -3, 4, 6 };
float B[2] = { 1. };
char C[3] = { 'A', '1', 'Ю' };
```

Решта нульові!

Якщо початкові значення не задані то в чарунках знаходиться «СМІТТЯ»!

Що неправильно?

```
const int N = 10;
float A[N];
```

```
int X[4.5];
```

```
int A[10];
A[10] = 0;
```

Виходить за рамки масива (стираються дані в памяті)

```
float X[5];
int n = 1;
X[n-2] = 4.5;
X[n+8] = 12.;
```

Дробова частина відкидається (помилки немає)

```
int X[4];
X[2] = 4.5;
```

```
float A[2] = { 1, 3.8 };
```

```
float B[2] = { 1., 3.8, 5.5 };
```

Масиви

Оголошення :

```
const int N = 5;
int A[N], i;
```

Введення з клавіатури:

```
cout << "Введіть 5 елементів" << endl;
for( i=0; i<N; i++ ) {
  cout << " A[" << i << "]=";
  cin >> a[i] >> endl;
  }
```

```
A[0] = 5
A[1] = 12
A[2] = 34
A[3] = 56
A[4] = 13
```

По

Ви

```
for( i=0; i<N; i++ ) A[i] = A[i]*2;
```

```
cout << "Результат:" << endl;
for( i=0; i<N; i++ )
 cout << A[i] << "  ";
 cout << endl;
```

```
Результат:
  10  24  68 112  26
```

? Як вивести в стовпчик?

Програма

Завдання: ввести з клавіатури масив з 5 елементів, помножити всі елементи на 2 і вивести отриманий масив на екран.

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>
main()
{
const int N = 5;
int A[N], i;
 // введення елементів масива
 // обробка масива
 // виведення масива
getch();
}
```

На попередніх слайдах

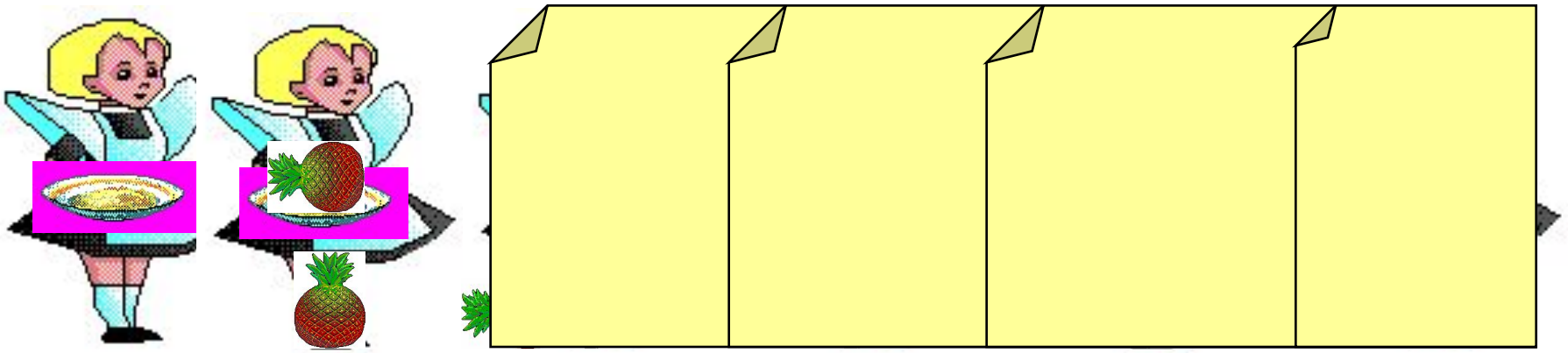
Програмування мовою С++

Тема . Максимальний елемент масива

Максимальний елемент

Завдання: знайти в масиві максимальний елемент.

Алгоритм:



Псевдокод :

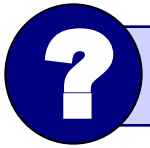
```
// рахуємо, що елемент A[0] – максимальний
for ( i=1; i<N; i++ )
  if ( A[i] > максимального )
    // запамятати новий максимальний елемент A[i]
```

Чому цикл від i=1?

Максимальний елемент

Додаток : як знайти номер максимального елемента?

```
                    // поки A[0]- максимальний
iMax = 0;
for ( i=1; i < N; i++ ) // перевіряємо інші
  if ( A[i] > A[iMax] ) {   // знайшли новий
                            // запамятати A[i]
    iMax = i;               // запамятати i
    }
```



Як спростити?

По номеру елементу **iMax** завжди можна знайти його значення **A[iMax]**. Тому всюди міняємо **max** на **A[iMax]** і прибираємо змінну **max**.

Заповнення випадковими числами

```
#include <stdlib.h>   // випадкові числа
```

RAND_MAX – максимальне випадкове число
(зазвичай RAND_MAX = 32767)

Ініціалізація генератору випадкових чисел

```
randomize(); // запуск генератору
```

Випадкове ціле число в інтервалі [0,RAND_MAX]

```
x = random(); //перше число
x = random (); // вже інше число
```

Встановити початкове значення послідовності :

```
random ( 345 ); // починоємо з 0
```

Цілі числа в заданому інтервалі

Цілі числа в інтервалі `[0,N-1]`:

```
int random (int N) {
  return rand()% N;}
```

Приклади :

```
x = random ( 100 );   // інтервал[0,99]
x = random ( z );     // інтервал [0,z-1]
x = (50-random(100)); // інтервал[-49,50]
int x = RandomRange(15,20); // інтервал[15,20]
```

Цілі числа в інтервалі `[a,b]`:

```
x = random ( z ) + a;    // інтервал [a,z-1+a]
x = random (b – a + 1) + a; // інтервал [a,b]
```

Заповнення випадковими числами

```
#include <iostream.h>
#include <stdlib.h>
int random(int N)
{ return rand() % N; }
main()
{randomize();
const int N = 10;
int A[N], i;
cout << "Початковий масив:\n";
for (i=0; i<N; i++) {
  A[i] = random(100) + 50;
  cout << "A[i]=" << A[i]\n;
  }
...
}
```

Функція видає випадкове число від 0 до N-1

? Який інтервал?

Програма

```
#include <iostream.h>
#include <stdlib.h>
main()
{
const int N = 5;
int A[N], i, iMax;
   // запамятати випадкові числа [100,150]
   // знайти максимальний елемент і його номер
cout <<"\t Максимальний елемент A[" << iMax;
cout << "]=" << A[iMax]\n;
getch();
}
```

Що дає `const`?

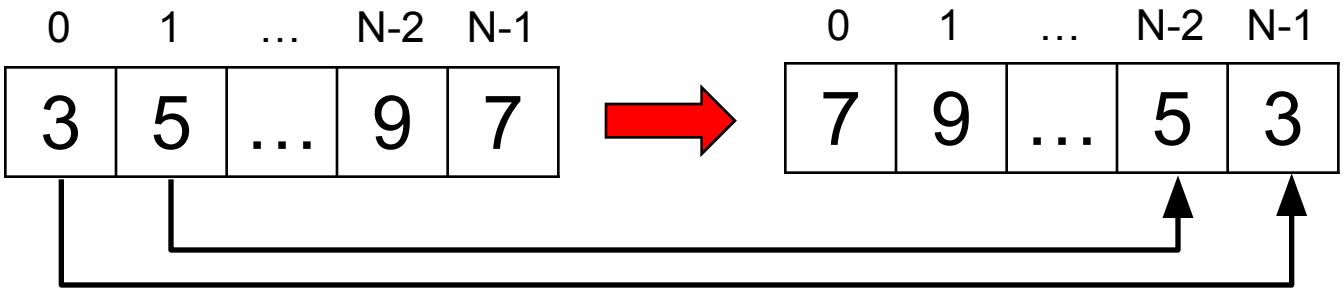
На попередніх слайдах

Програмування мовою С++

Тема . Обробка масивів

Реверс масива

Завдання: переставити елементи масива в обернутому порядку (виконати інверсію).



Алгоритм:

сума індексів **N-1**

Поміняти місцями **A[0]** и **A[N-1]**, **A[1]** и **A[N-2]**, **…**

Псевдокод :

```
for ( i = 0; i < N / 2 ; i++ )
  // помінти місцями A[i] и A[N-1-i]
```

Що неправильно?

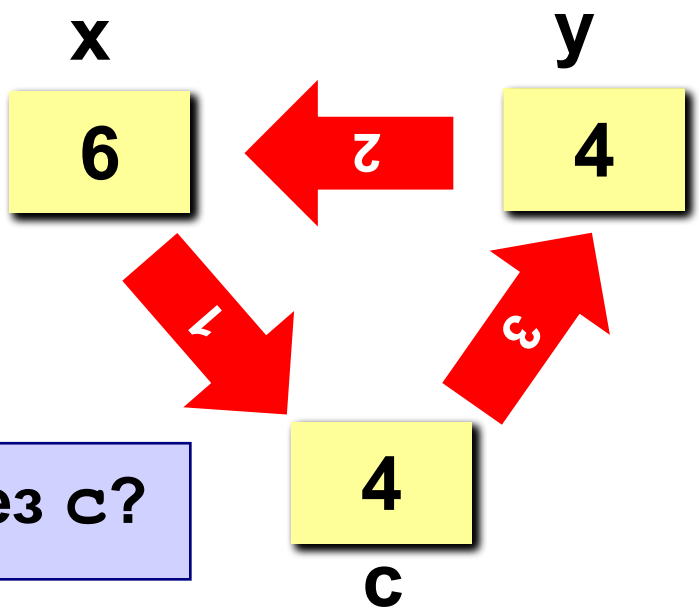
Як переставити елементи?

Завдання: поміняти місцями вміст двох чашок .

Завдання: поміняти місцями вміст двох чарунок памяті.

```
x = x;
y = y;
```

```
c = x;
x = y;
y = c;
```



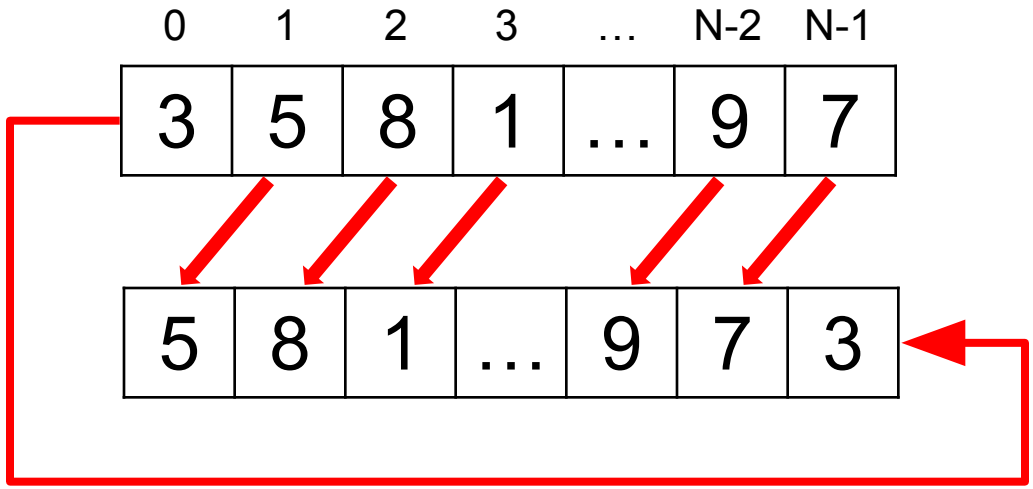
Чи можливо обійтися без c?

Програма

```
main()
{
   const int N=10;
   int A[N], i, c;
   // заповнити масив
   // вивести початковий масив
   for (i=0; i<N/2; i++) {
     c=A[i];
     A[i]=A[N-1-i];
     A[N-1-i]=c;
     }
   // вивести отриманий масив
}
```

Циклічний зсув

Завдання : зсунути елементи масива вліво на 1чарунку, перший елемент стає на місце остатнього .



Алгоритм:

```
A[0]=A[1]; A[1]=A[2];… A[N-2]=A[N-1];
```

Цикл:

Чому не **N**?

```
for (i=0; i<N-1; i++)
  A[i]=A[i+1];
```

? **Що неправільно?**

Програма

```
main()
{
   const int N = 10;
   int A[N], i, c;
   // заповнити масив
   // вивести початковій масив
   c=A[0];
   for(i=0; i<N-1; i++)
      A[i]=A[i+1];
   A[N-1]=c;
   // вивести новий масив
}
```

Програмування мовою C++

Тема. Сортування масивів

Сортування

Сортування це розстановка елементів масива в заданому порядку (по збільшенню, зменшенню..)

Задача : переставити елементи масива в порядку збільшення .

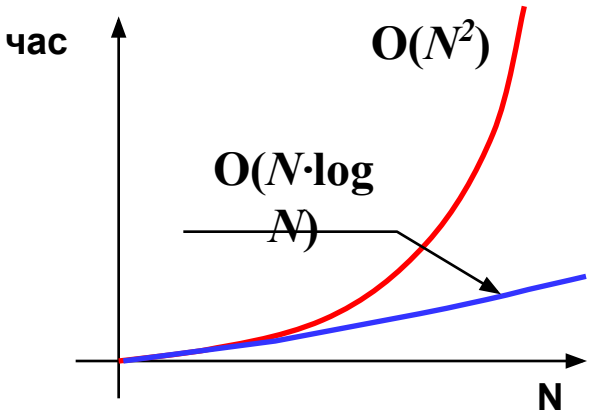
складність $O(N^2)$

Алгоритми :

- Прості й зрозумілі але не ефективні для великих масивів
  - **Метод бульбашки**
  - **Метод вибора**

складність $O(N \cdot \log N)$

- Складні але ефективні
  - **«швидке сортування» (*Quick Sort*)**
  - **сортування «кучею» (*Heap Sort*)**
  - **сортування злиттям**
  - **пірамідальне сортування**

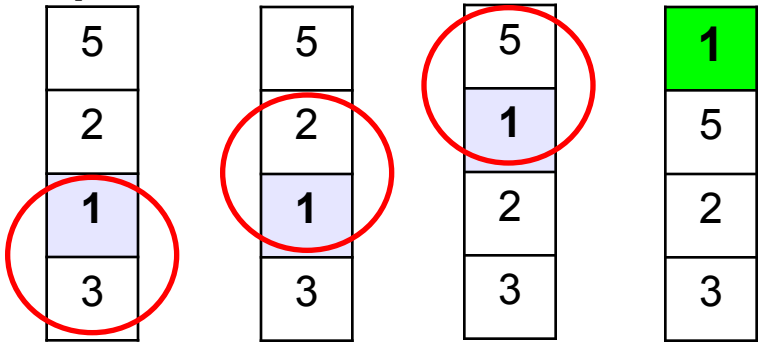


Метод бульбашки

Ідея – бульбашка в стакані з водою з дна піднімається вверх .

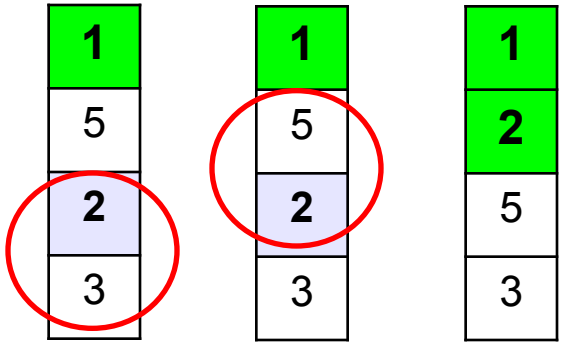
Для масивів – самий маленький («легкий ») елемент переміщається вверх («в спливає»).

1-ший прохід

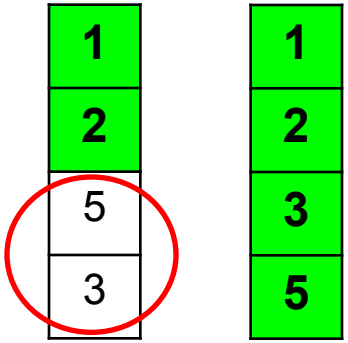


- Починається знизу, порівнюємо два сусідніх елемента; якщо вони стоять «неправильно», міняємо їх місцями
- Через 1 прохід по масиву **один** елемент (самий маленький) стає на своє місце

2-й прохід

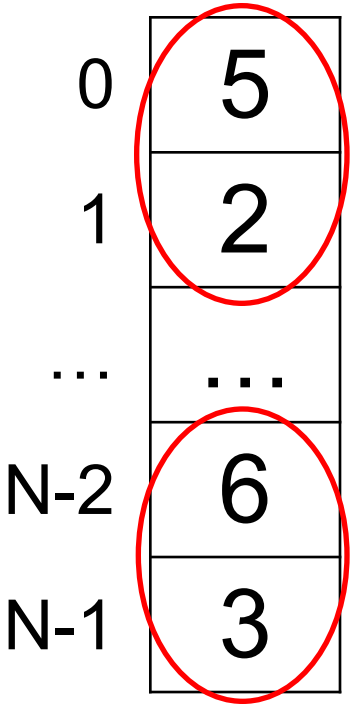


3-й прохід



Для сортування масива із N елементів потрібен N-1 прохід (достатньо поставити на своє місце N-1 елементів).

Програма (1-ий прохід)



Порівнюються пари

A[N-2] та A[N-1],

A[N-3] та A[N-2]

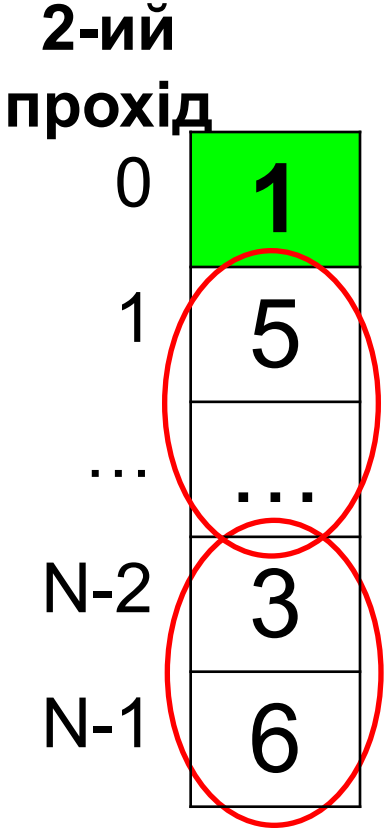
…

A[0] та A[1]

A[j] та A[j+1]

```
for( j = N-2; j >= 0 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

Програма (наступні проходи)



A[0] вже на своєму місці!

```
for ( j = N-2; j >= 1 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

```
for ( j = N-2; j >= i ; j-- )
  ...
```

Програма

```
main()
{
   const int N = 10;
   int A[N], i, j, c;
   // заповнити масив
   // вивести початковий масив
   for (i = 0; i < N-1; i ++){
     for (j = N-2; j >= i; j --)
       if ( A[j] > A[j+1] ) {
         c = A[j];
         A[j] = A[j+1];
         A[j+1] = c;
         }
     }
   // вивести новий масив
}
```

? чому для циклу `i < N-1`, а не `i < N`?

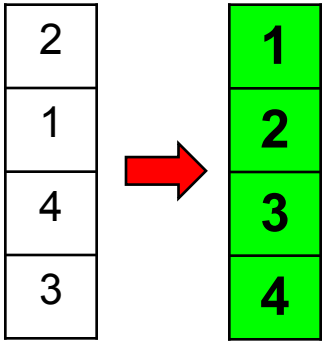
Елементи вище `A[i]` вже поставлені

Міняємо `A[j]` та `A[j+1]`

Метод бульбашки з прапорцем

Ідея – якщо при виконанні метода бульбашки не було обмінів, масив вже відсортований і решта проходів непотрібні.

Реалізація: **змінна-прапорець**, вказуюча, чи був обмін; якщо вона дорівнює 0, тоді вихід.




```
int flag;

do {
  flag =
  0;                  // скинути прапорець
  for (j=N-2; j>=0; j--)
    if (A[j] > A[j+1]) {
      c=A[j];
      A[j]=A[j+1];
      A[j+1]=c;
      flag =
      1;              // підняти прапорець
      }
  }
while ( flag
      );              // вихід якщо flag=0
```

? Як покращити?

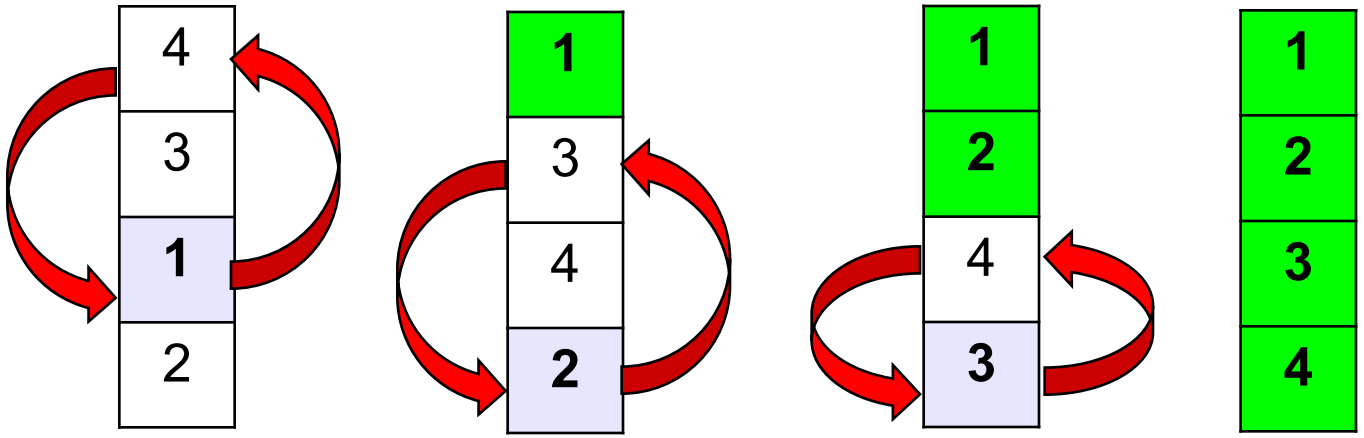
Метод бульбашки з прапорцем

```
i = 0;
do {
   flag = 0; // скинути прапорець
   for ( j = N-2; j >= i ; j -- )
     if ( A[j] > A[j+1] ) {
        c = A[j];
        A[j] = A[j+1];
        A[j+1] = c;
        flag = 1;  // підняти прапорець
        }
   i ++;
   }
while ( flag );  // вихід якщо flag = 0
```

Метод вибірки

Ідея :

- Знайти мінімальний елемент і поставити його на місце (поміняти місцями з `A[0]`)
- **Із решти** елементів знайти мінімальний і поставити його на друге місце (поміняти місцями з `A[1]`), і т.д.



Метод вибірки

Потрібно `N-1` проходів

```
for( i=0; i< N-1 ; i++) {
  nMin= i;
  for ( j= i+1 ; j<N; j++)
    if( A[j] < A[nMin] ) nMin=j;
  if( nMin != i ) {
    c=A[i];
    A[i]=A[nMin];
    A[nMin]=c;
    }
  }
```

Пошук мінімального від `A[i]` до `A[N-1]`

Якщо потрібно, переставляємо

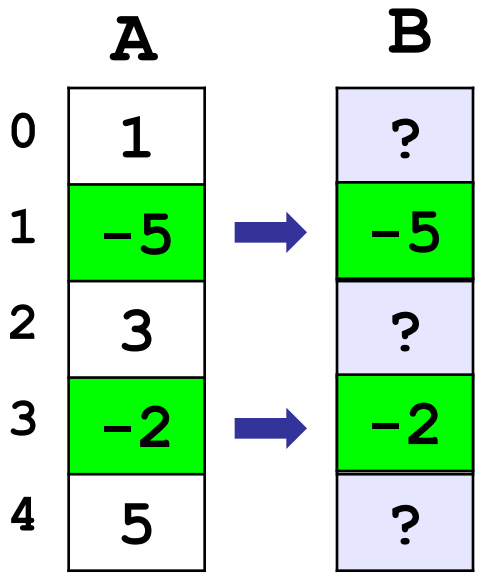
Чи можна забрати `if`?

Формування масиву за умовою

Завдання – знайти в масиві елементи які задовільняють деяку умову (наприклад, від'ємні), і скопіювати в інший масив.

Елементарне рішення:

```
const int N = 5;
int A[N], B[N];
// тут заповнити масив A
for(i=0; i<N; i++)
  if(A[i] < 0) B[i] = A[i];
```

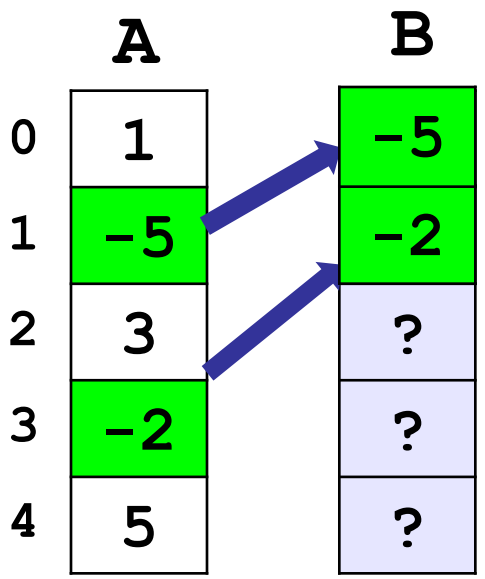


- Вибрані елементи не поруч, не в початку масива
- Незрозуміло як з ними працювати

Формування масиву за умовою

Рішення: ввести лічильник знайдених елементів **count**, наступний елемент ставиться на місце **B[count]**.

```
int A[N], B[N], count = 0;
// тут заповнюється масив A
for( i = 0; i < N; i ++)
  if( A[i] < 0 ) {
    B[count] = A[i];
    count ++;
    }
// вивід масива B
for( i = 0; i < count; i ++)
  printf("%d\n", B[i]);
```



Програмування мовою C++

Тема. Пошук в масиві

Пошук в масиві

Завдання – знайти в масиві елемент, рівний **X**, або встановити, що він відсутній.

Рішення: для довільного масиву: **лінійний пошук**

недолік: **низька швидкість**

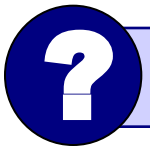
Як прискорити? – завчасно підготовити масив до пошуку

- Як саме підготувати?
- Як використовувати «підготовлений» масив?

Лінійний пошук

nX – номер потрібного елемента в масиві

```
nX = -1; // доки не знайшли...
for ( i = 0; i < N; i ++)  // цикл по всім елементам
  if ( A[i] == X )         // якщо знайшли, тоді...
     nX = i;               // ...запам'ятовуємо номер
if (nX < 0) cout << "Не знайшли... "/n;
else        cout << "A[" << nX << "]=" << X/n;
```

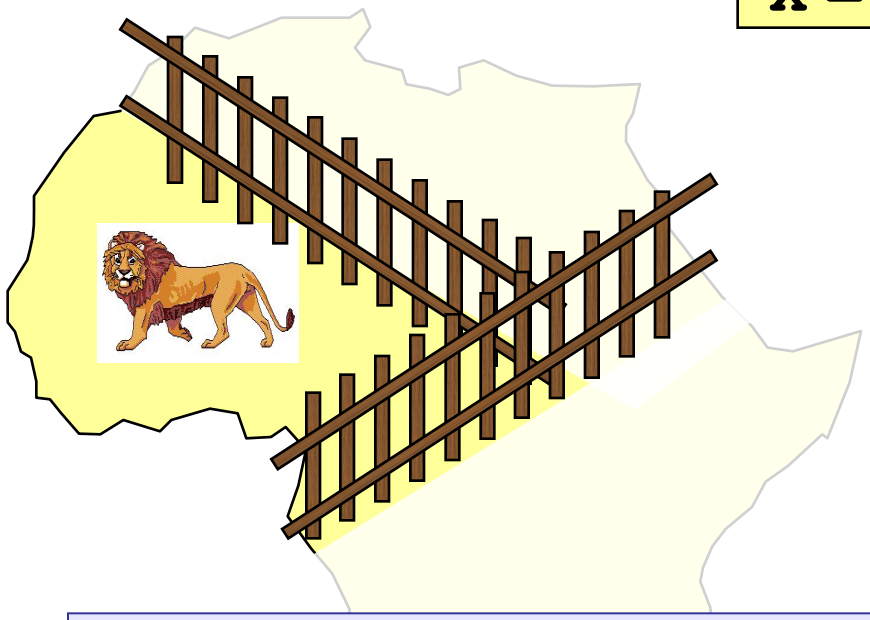


Що можна покращити?

Поліпшення: після того як знайшли **X**, виходимо з циклу.

```
nX = -1;
for ( i = 0; i < N; i ++)
 if ( A[i] == X ) {
   nX = i;
   break ;  //вихід з циклу
   }
```

Двійковий пошук



X = 7

X < 8

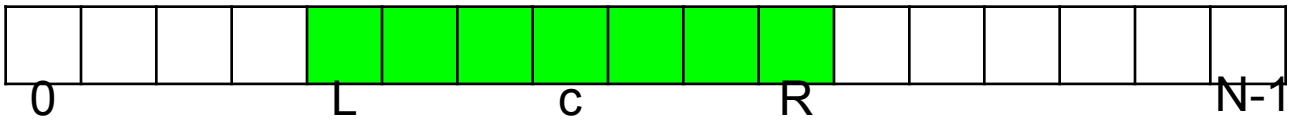
X > 4

X > 6

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	**4**	4
5	5	5
6	6	**6**
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16

1. Вибираємо середній елемент `A[c]` і порівнюємо з X.
2. Якщо `X = A[c]`, знайшли (вихід).
3. Якщо `X < A[c]`, шукати дальше в першій половині.
4. Якщо `X > A[c]`, шукати дальше в другій половині.

Двійковий пошук




```
nX = -1;
L = 0; R = N-1; // границі : від A[0] до A[N-1]
while ( R >= L ){
  c = (R + L) / 2;
  if (X == A[c]) {
    nX = c;
    break;
    }
  if (X < A[c]) R = c - 1;
  if (X > A[c]) L = c + 1;
  }
if (nX < 0) cout << "Не знайшли... "/n;
else        cout << "A[" << nX << "]=" << X/n;
```

Номер середнього елемента

Якщо знайшли…

Вийти із циклу

Здвигаємо границі

Чому неможна `while ( R > L ) { … }` ?

Порівняння методів пошуку

	Лінійний	Двійковий
підготовка	Не має	**відсортувати**
	Кількість кроків	
N = 2	**2**	**2**
N = 16	**16**	**5**
N = 1024	**1024**	**11**
N= 1048576	**1048576**	**21**
N	**≤ N**	**≤ $\log_2 N+1$**