БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Н. В. Серикова

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
к лабораторному практикуму

«МАССИВЫ. УКАЗАТЕЛИ»

по дисциплине

«ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА C++»

2024
МИНСК

Практическое руководство к лабораторному практикуму «МАССИВЫ. УКАЗАТЕЛИ» по дисциплине «ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА С++» предназначено для студентов, изучающих базовый курс программирования на языке С++, специальностей «Компьютерная безопасность», «Прикладная информатика», «Радиофизика».

Руководство содержит некоторый справочный материал, примеры решения типовых задач с комментариями.

Автор будет признателен всем, кто поделится своими соображениями по совершенствованию данного пособия.

Возможные предложения и замечания можно присылать по адресу:

E-mail: Serikova@bsu.by

©Серикова Н.В.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Массив **4**
Синтаксис описания одномерного массива **5**
Синтаксис описания двумерного массива **6**
Зависимости индексов элементов в двумерном массиве [n][n] **7**
Сортировка массивов **8**
Алгоритм «Решето Эратосфена» **9**
Арифметика больших чисел **10**
Указатели **11**
Ссылки **13**
ПРИМЕР 1. Инициализация при объявлении и вывод одномерного массива 14
ПРИМЕР 2. Инициализация одномерного массива индексами. Ввод значений с клавиатуры 16
ПРИМЕР 3. Инициализация одномерного массива случайными числами 17
ПРИМЕР 4. Определение чётных элементов и чётных индексов в одномерном массиве 18
ПРИМЕР 5. Выбор способа инициализации одномерного массива 19
ПРИМЕР 6. Нахождение максимального значения в одномерном массиве 22
ПРИМЕР 7. Сортировка обменом 23
ПРИМЕР 8. Сортировка вставкой. 24
ПРИМЕР 9. Сортировка выбором. 25
ПРИМЕР 10. Алгоритм «Решето Эратосфена» 26
ПРИМЕР 11. Инициализация при объявлении и вывод двумерного массива 27
ПРИМЕР 12. Инициализация и вывод двумерного массива 29
ПРИМЕР 13. Сумма элементов *k* строки матрицы 31
ПРИМЕР 14. Сумма элементов *k* столбца матрицы 32
ПРИМЕР 15. Нахождение максимального элемента в матрице 33
ПРИМЕР 16. Сумма элементов треугольной части матрицы 34
ПРИМЕР 17. Перестановка двух строк 35
ПРИМЕР 18. Получить квадратную матрицу заданного порядка N 36
ПРИМЕР 19. Указатели 37
ПРИМЕР 20. Операции над указателями 38
ПРИМЕР 21. Указатели на указатели 39
ПРИМЕР 22. Имя массива - константный указатель. Одномерный массив 40
ПРИМЕР 23. Имя массива - константный указатель. Одномерный массив 41
ПРИМЕР 24. Указатели и одномерные массивы 42
ПРИМЕР 25. Указатели и одномерные массивы 43
ПРИМЕР 26. *** Указатели и одномерные массивы 44
ПРИМЕР 27. Имя массива - константный указатель. Двумерные массивы. 45
ПРИМЕР 28. Имя массива - константный указатель. Двумерные массивы 46
ПРИМЕР 29. *** Указатели и двумерные массивы 47
ПРИМЕР 30. *** Указатели и двумерные массивы 49
ПРИМЕР 31. *** Массив указателей 51
Словарь понятий, используемых в заданиях **53**

МАССИВ

Массив – именованная нумерованная фиксированная по размеру последовательность данных одного типа, которые хранятся в непрерывной области памяти друг за другом.

Все элементы массива имеют один и тот же тип, который называют **базовым**.

Элементы массива могут быть как стандартных типов, таких как целый, вещественный, символьный, логический, так и структурированных типов, таких как массивы, структуры (записи) или объекты.

Члены последовательности данных называются **элементами массива**.

Номер элемента массива по одной размерности называется его **индексом**.

Число элементов массива называется **размером массива**.

Число элементов статического массива задаётся при его объявлении и в процессе выполнения программы **не меняется**.

Доступ к элементу массива производится путём указания имени массива и номера элемента.

Нумерация элементов может выполняться одной или несколькими последовательностями целых чисел – индексными последовательностями.

Если нумерация выполняется одной последовательностью говорят, что массив является **одномерным**, в противном случае – **многомерным**.

Нумерация элементов массива всегда начинается с 0, а номер каждого следующего члена больше номера предыдущего на 1.

Массив определяется:

- именем (идентификатором);
- количеством размерностей - числом номеров, необходимых для указания местонахождения элемента массива;
- размером (диапазоном изменения индексов) по каждой размерности.

В качестве индексов в C++ могут использоваться константы и переменные любых целых типов.

СИНТАКСИС ОПИСАНИЯ ОДНОМЕРНОГО МАССИВА

Имя_типа_элемента Имя_массива [Размер];
Имя_типа_элемента Имя_массива [Размер] = {список значений};

```
int   a[4] = {5, 6, 7, 8};
```

		5	6	7	8	
		a				
	…	a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	…

```
double y[ ] = {5.5, 6.8, 8.8, 9.5, 10.3};
```

	5.5	6.8	8.8	9.5	10.3	
	y					
…	y[0]	y[1]	y[2]	y[3]	y[4]	…

```
char s[ ] = {'a', 'b', '+'};
```

	'a'	'b'	'+'			
	s					
…	s[0]	s[1]	s[2]	…		…

```
double y[5];
```

	???	???	???	???	???	
	y					
…	y[0]	y[1]	y[2]	y[3]	y[4]	…

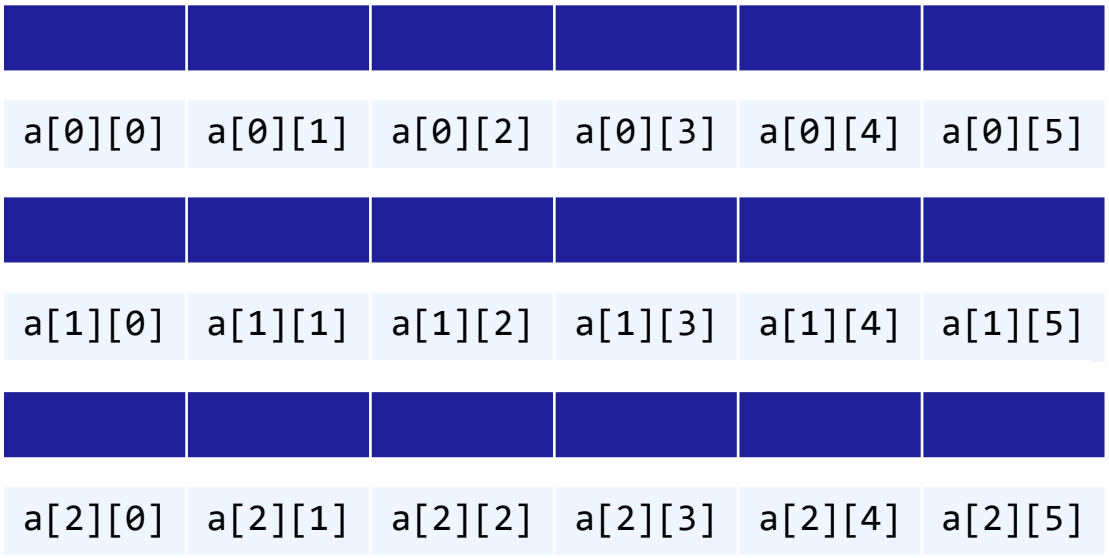
СИНТАКСИС ОПИСАНИЯ ДВУМЕРНОГО МАССИВА

Имя_типа_элемента Имя_массива [Размер] [Размер];

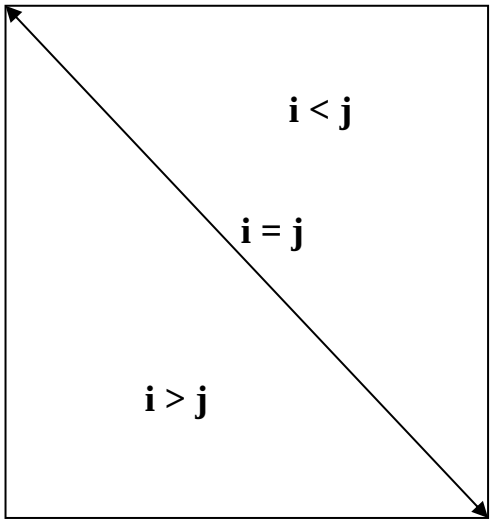
Имя_типа_элемента Имя_массива [Размер] [Размер] = {список значений};

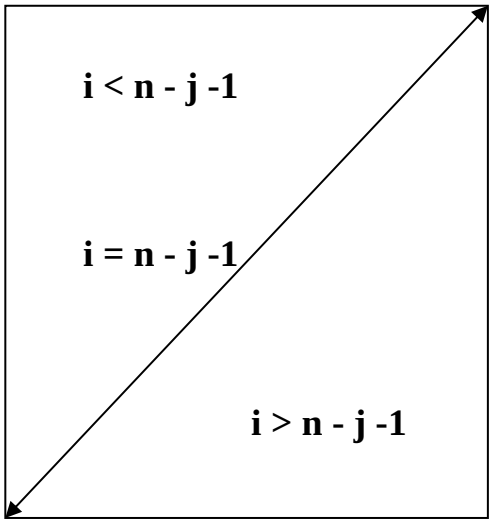
Имя_типа_элемента Имя_массива [Размер] [Размер]
= {{список значений0},{ список значений1},{ список значений2}};

double a[3][6];



ЗАВИСИМОСТИ ИНДЕКСОВ ЭЛЕМЕНТОВ В ДВУМЕРНОМ МАССИВЕ [n][n]





СОРТИРОВКА МАССИВОВ

Сортировкой или ***упорядочением*** массива называется расположение его элементов по возрастанию (или убыванию). Если не все элементы различны, то надо говорить о *неубывающем* (или *невозрастающем*) порядке.

Существует много различных алгоритмов. Критерии оценки эффективности этих алгоритмов могут включать следующие параметры:

- количество шагов алгоритма, необходимых для упорядочения;
- количество сравнений элементов;
- количество перестановок, выполняемых при сортировке.

Сортировка обменом.

В основе алгоритма лежит обмен соседних элементов массива. Каждый элемент массива, начиная с первого, сравнивается со следующим, и если он больше следующего, то элементы меняются местами. Таким образом, элементы с меньшим значением продвигаются к началу массива (всплывают), а элементы с большим значением — к концу массива (тонут). Поэтому данный метод сортировки обменом иногда называют методом "пузырька". Этот процесс повторяется столько раз, сколько элементов в массиве, минус единица.

Сортировка выбором.

Идея алгоритма достаточно проста. Найдём среди элементов массива минимальный и поменяем его с первым элементом, затем найдём минимальный среди оставшихся и поменяем его со вторым элементом и т.д.

Сортировка вставкой.

На *k*-ом этапе "вставляем" *k*-ый элемент массива в нужную позицию среди уже отсортированных элементов от 0 до k-1. После этой вставки первые *k* элементов массива будут упорядочены.

АЛГОРИТМ «РЕШЕТО ЭРАТОСФЕНА»

В математике, решето́ Эратосфе́на — простой старинный алгоритм нахождения всех простых чисел до некоторого целого числа *n*. Он был создан древнегреческим математиком Эратосфеном.

Идея алгоритма Эратосфена: из списка всех чисел от 2 до n последовательно вычеркивать числа, кратные уже известным простым числам.

1. Из ряда чисел 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14... вычеркивают кратные двум; 4, 6, 8, 10, 12,...
2. — кратные трем: 6, 9, 12, 15,...
3. — кратные пяти: 10, 15, 20, 25, 30,...
4. — кратные семи: 14, 21, 28, 35, 42, 49,...

и т. д.

Таким образом все составные числа будут *просеяны*, и останутся только простые числа 2, 3, 5, 7, 11, 13...

Основная структура данных программы:
одномерный массив размера 2..n типа bool.
Индексы массива соответствуют анализируемым числам.
Элемент массива имеет значение true, если индекс этого элемента - простое число.

АРИФМЕТИКА БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ

Если в задаче возникает необходимость проводить арифметические операции над числами, для которых вещественный тип неприемлем, а типа *long* недостаточно, необходимо хранить числа в виде одномерного массива, каждый элемент которого представляет собой десятичную цифру числа.

Алгоритмы арифметических действий над такими числами сводятся к алгоритмам «столбиком».

УКАЗАТЕЛИ

Каждый байт в памяти ЭВМ имеет адрес, по которому можно обратиться к определенному элементу данных

Указатель – это переменная, которая хранит **адрес** другой переменной **определенного типа**.

По описанию указателя компилятор получает информацию о том, какова длина области памяти, на которую ссылается указатель (которую занимает переменная, на которую он ссылается) и о том, как интерпретировать данные в этой области памяти.

Синтаксис объявления указателей

1. *Базовый_тип *Имя_Указателя*;
2. *Базовый_тип* Имя_Указателя*;

```
int  *pa, *pb, *pc;
int*  pa;
float* pb;
```

Инициализация указателей

- Указатель можно инициализировать адресом переменной, которая уже определена:

```
double  dvar = 0.0;
double *pvar = &dvar;
```

- Инициализация значением NULL гарантирует, что указатель не содержит адреса, который воспринимается как корректный, а значение можно проверить в операторе if :

```
int  *pinteger = NULL;
if (pinteger == NULL)
  cout << "pinteger is null";
```

- равнозначная альтернатива инициализировать указатель 0:

```
int  *pinteger = 0;
if (!pinteger)
  cout << "pinteger is null";
```

Операции над указателями:

- присваивания,
- доступа по указателю (разыменование (*)),
- инкремента или декремента,
- сложение с константой,
- вычитание двух указателей,
- сравнение указателей (одного типа),
- приведение типов,
- получения адреса (&)

Указатели и массивы

Объявляя массив, мы объявляем имя массива как указатель на его первый элемент, значение которого нельзя изменить (константный указатель).

ССЫЛКИ

- Ссылка (reference) – псевдоним для другой переменной.
- Ссылка имеет имя, которое может использоваться вместо имени переменной. Так как ссылка – это псевдоним, а не указатель, переменная, для которой она определяется, должна быть объявлена ранее.
- В отличие от указателя ссылка не может быть изменена, чтобы представлять другую переменную
- Ссылка, в отличие от указателя, не занимает дополнительного пространства в памяти и является просто другим именем величины.
- Объявление и инициализация:
  Базовый_тип **&***Имя_Ссылки* **=** *Имя_Переменной;*

```
int  number = 0;
int  &rnumber = number;          // ссылка
int  *pnumber = &number          // указатель
```

- Ссылку, можно использовать вместо имени исходной переменной:

```
rnumber  += 10;
*pnumber += 10;                  // требуется разыменование
```

- Ссылка подобна указателю, который уже разыменован и значение которого нельзя изменить.

ПРИМЕР 1. Инициализация при объявлении и вывод одномерного массива

```
#include <iomanip>
#include <iostream>     // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int N = 6;
     // вывод 6 элементов одномерного массива  a
     int a[N] = {0, 1, 2, 3, 4, 5};
     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];

     // попытка вывода 16 элементов массива a
     cout << endl << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < N + 10; i++)
          cout << setw(3) << a[i];

     // попытка проинициализировать 12 элементов массива
     int b[N] = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15};
     cout << endl << " massiv b" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << b[i];

     // вывод 6 элементов одномерного массива  c
     int c[N] = {0, 1, 2};
     cout << endl << " massiv c" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << c[i];

     // вывод 6 элементов одномерного массива  d
     char  d[]  = {'0', '1', '2', '3', '4', '5'};
     cout << endl << " massiv d" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << d[i];

     // вывод 6 элементов одномерного массива  e
     int  e[N] = {0};
     cout << endl << " massiv e" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << e[i];
```

```
    // вывод 6 элементов одномерного массива  f
    int f[N];
    cout << endl << " massiv f" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << f[i];
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 2. Инициализация одномерного массива индексами. Ввод значений с клавиатуры

```
#include <iomanip>     // setw
#include <iostream>    //  cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int N = 6;
     int  a[N] = {0};

     // вывод элементов массива в строку
     cout << " 1   " << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          a[i] = 1;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];

     // вывод элементов массива в столбец
     cout << endl << " 2   " << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i] << endl;

     // заполняем массив так, чтобы элементы массива
     // были равны значениям индексов
     cout << endl << "    3     " << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          a[i] = i;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];

     // вывод элементов в обратном порядке
     cout << endl << "     4     " << endl;
     for (int i = N - 1; i >= 0; i--)
          cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;

     // ввод элементов массива с клавиатуры
     cout << endl << "  5    " << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cin >> a[i];
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 3. Инициализация одномерного массива случайными числами

```
#include <iomanip>              // setw
#include <stdlib.h>             // rand srand
#include <time.h>               // time
#include <LIMITS.H>             // SHRT_MAX
#include <iostream>             // cin cout

using namespace std;

void main()
{
    const int N = 6;
    unsigned int a[N];
    int    b[N];
    char   c[N];
    double d[N];

    srand(time(nullptr));

    cout << " massiv a" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        a[i] = rand() % 100;                    //  0..100
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << a[i];

    cout << endl << " massiv b" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        b[i] = rand() % 100 - rand() % 100;    // -100..100
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << b[i];

    cout << endl << " massiv c" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        c[i] = char(rand()  % 40 + 30);         // 30..70
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << c[i];

    cout << endl << " massiv d" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        d[i] = rand() / double(SHRT_MAX);       // 0..1
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(13) << d[i];
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 4. Определение чётных элементов и чётных индексов в одномерном массиве

```
#include <iomanip>     // setw
#include <time.h>      // time
#include <stdlib.h>    // rand srand
#include <iostream>    // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int N = 20;
     int   array[N];

     srand(time(NULL));

     // заполнение элементов массива случайными значениями
     cout << " massiv  " << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          array[i] = rand() % 100;

     // вывод на экран элементов массива
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << array[i];
     cout << endl << endl;

     // вывод на экран элементов массива с четными индексами
     for (int i = 0; i < N / 2;  i++)
          cout << setw(3) << array[2 * i];
     cout << endl << endl;

     // вывод на экран четных элементов массива
     for (int i = 0; i < N;  i++)
          if ( !(array[i] % 2))
               cout << setw(3) << array[i];
     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 5. Выбор способа инициализации одномерного массива
Вариант 1.

```
include <iomanip>      // setw
#include <iostream>    //  cin cout
#include <clocale>
using namespace std;

int main()
{    const int N = 10;
     int  a[N] = { 0 };
     setlocale(LC_ALL, "rus");
     cout << " Выберите тип инициализации:\n"
          << 1 << ".константами\n"
          << 2 << ".случайными числами\n"
          << 3 << ".ввести вручную\n";
    cout << "Любая другая кнопка завершит программу\n  Ваш выбор: ";
     int ch = 0;     cin >> ch;
     switch (ch)
     {
       case 1: // заполнение массива значениями индексов
          for (int i = 0; i < N; i++)
              a[i] = i;
          break;
       case 2: // Инициализация массива случайными числами
          for (int i = 0; i < N; i++)
              a[i] = rand() % 100;
          break;
       case 3: // ввод элементов массива с клавиатуры
          for (int i = 0; i < N; i++)
              cin >> a[i];
          break;
       default:
           cout << "Программа завершается" << endl;
           return 0;
     }
     for (int i = 0; i < N; i++)
         cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;
     return 0;
}
```

Вариант 2.

```
#include <iomanip>      // setw
#include <iostream>     // cin cout
#include <clocale>
using namespace std;

int main()
{    const int N = 10;
     int  a[N] = { 0 };
     enum  enmArrayInit
     { WithConst=1, WithRand, ByUser,};

     setlocale(LC_ALL, "rus");
     cout << " Выберите тип инициализации:\n"
          << WithConst << ".константами\n"
          << WithRand << ".случайными числами\n"
          << ByUser << ".ввести вручную\n";
     cout << "Любая другая кнопка завершит программу\n Ваш выбор: ";
     int ch = 0;     cin >> ch;
     switch (ch)
     {
       case WithConst:
            // заполнение массива значениями индексов
            for (int i = 0; i < N; i++)
                a[i] = i;
            break;
       case WithRand:
            // Инициализация массива случайными числами
            for (int i = 0; i < N; i++)
                a[i] = rand() % 100;
            break;
       case ByUser: // ввод элементов массива с клавиатуры
            for (int i = 0; i < N; i++)
                cin >> a[i];
            break;
       default:
            cout << "Программа завершается" << endl;
            return 0;
     }
     for (int i = 0; i < N; i++)
         cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;
     return 0;
}
```

Вариант 3.

```
#include <iomanip>      // setw
#include <iostream>     //  cin cout
#include <clocale>
using namespace std;

int main()
{   const int N = 10;
    int  a[N] = { 0 };

    enum class enmArrayInit
    { Uninited = 0,  WithConst,  WithRand, ByUser, };
    setlocale(LC_ALL, "rus");
    cout << " Выберите тип инициализации:\n"
    << (int)enmArrayInit::WithConst << ".константами\n"
    << (int)enmArrayInit::WithRand <<".случайными числами\n"
    << (int)enmArrayInit::ByUser   << ".ввести вручную\n";
    cout << "Любая другая кнопка завершит программу\n  Ваш выбор: ";

    int ch = 0;
    cin >> ch;
    switch ((enmArrayInit)ch)
    {
      case enmArrayInit::WithConst:
          // заполнение массива значениями индексов
          for (int i = 0; i < N; i++)
              a[i] = i;
          break;
      case enmArrayInit::WithRand:
          // Инициализация массива случайными числами
          for (int i = 0; i < N; i++)
              a[i] = rand() % 100;
          break;
      case enmArrayInit::ByUser:
          // ввод элементов массива с клавиатуры
          for (int i = 0; i < N; i++)
              cin >> a[i];
          break;
      default:
          cout << "Программа завершается" << endl;
          return 0;
    }
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
    cout << endl;
    return 0;
}
```

ПРИМЕР 6. Нахождение максимального значения в одномерном массиве

```
#include <iomanip>                  // setw
#include <stdlib.h>                 // rand srand
#include <time.h>                   // time
#include <iostream>                 // cin cout
using namespace std;

void main()
{
    const int N = 20;
    int   array[N];

    srand(time(NULL));
    cout << " massiv  " << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        array[i] = rand() % 100;

    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << array[i];
    cout << endl;

    int max = array[0];
    int k = 0;
    for (int i = 1; i < N;  i++)
        if (max < array[i])
        {
            max = array[i];
            k = i;
        }
    cout << "max = " << max << " i = " << k << endl;
            // в k - номер элемента, содержащего max

            // сумма элементов после максимального значения
    int sum = 0;
    for (int i = k +1; i < N;  i++)
        sum += array[i];
    cout << "sum = " << sum << endl;
}
```

ПРИМЕР 7. Сортировка обменом

Отсортировать заданный массив в порядке возрастания элементов.

```
#include <iomanip>            // setw
#include <stdlib.h>           // rand  srand
#include <time.h>             // time
#include <iostream>           // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int N = 20;
     int a[N];

     srand(time(NULL));

     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)  // заполнение массива
          a[i] = rand() % 100;

     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i]; // вывод массива на экран
     cout << endl;

                    //повторять проходы по массиву N-1 раз
     for (int i = 1; i < N; i++)
                    //проход с N-1-го элемента вверх до i-го
          for (int j = N -1; j >= i; j--)
          // обмен элементов в случае неправильного порядка
               if (a[j-1] > a[j])
               {
                    int x = a[j-1];
                    a[j-1] = a[j];
                    a[j] = x;
               }

            //  вывод отсортированного массива на экран
     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 8. Сортировка вставкой.

Отсортировать заданный массив в порядке возрастания элементов.

```
#include <iomanip>                  // setw
#include <stdlib.h>                 // rand  srand
#include <time.h>                   // time
#include <iostream>                 // cin cout
using namespace std;

void main()
{
    const int N = 20;
    int a[N];

    srand(time(NULL));
    cout << " massiv a" << endl;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        a[i] = rand() % 100;

    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
    cout << endl;

    // перебор не отсортированных элементов массива
    for (int i = 1; i < N; i++)
    {
        int x = a[i];          //взятие очередного элемента
        int j = i -1;
        // повторять пока место вставки не найдено
        while (x < a[j])
        {
        // сдвиг текущего j-го элемента на 1 позицию вправо
            a[j+1] = a[j];
            j--;
            // условие выхода при достижении левой границы
            if (j < 0)
                break;
        }
        a[j+1] = x; // вставка взятого элемента
    }

    for (int i = 0; i < N; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 9. Сортировка выбором.

Отсортировать заданный массив в порядке возрастания элементов.

```
#include <iomanip>                  // setw
#include <stdlib.h>                 // rand  srand
#include <time.h>                   // time
#include <iostream>                 // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int N = 20;
     int a[N];
     srand(time(NULL));

     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          a[i] = rand()  % 100;

     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;

     for (int i = 0; i < N -1; i++)
     {    //присвоение переменной минимум текущего элемента
          int min = a[i];
          // запоминаем индекс текущего элемента
          int index_min = i;
          // поиск минимума в части массива от i+1 до конца
          for (int j = i +1; j < N; j++)
               if (a[j] < min)
               { // запоминаем текущий найденный минимум
                    min = a[j];
                    index_min = j;     // запоминаем его индекс
               }
               // обмен местами текущего элемента и
               // найденного минимального
               a[index_min] = a[i];
               a[i] = min;
     }

     for (int i = 0; i < N; i++)
          cout << setw(3) << a[i];
     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 10. Алгоритм «Решето Эратосфена»

Найти простые числа меньше заданного N.

```
#include <math.h>
#include <iostream>            //  cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int N = 200;
     bool a[N]={0};
     // заполним все ячейки числом 1
     for (int i = 2; i < N; i++)
          a[i] = true;

     unsigned int n = sqrt(double(N));

     for (int i = 2; i <= n; i++)
          if (a[i]) // вычеркиваем (обнуляем) кратные числа
               for (int j = i *2; j < N; j += i)
                    a[j] = false;

     for (int i = 0; i < N; i++)
          if (a[i])
               cout << i << "  "; // вывод простых чисел

     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 11. Инициализация при объявлении и вывод двумерного массива

```
#include <iomanip>
#include <iostream>  //  cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     // инициализация массива при объявлении
     int a[M][N] = { { 0, 1, 2, 3, 4, 5},
                     { 6, 7, 8, 9,10,11},
                     {12,13,14,15,16,17},
                     {18,19,20,21,22,23}
                   };

     cout << " massiv a" << endl;
     // вывод матрицы в виде таблицы
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }

     // инициализация массива при объявлении
     int b[M][N] = {0,1,2,3,4,5,10,11,12,13,14,15};
     // вывод матрицы в виде таблицы
     cout << endl << " massiv b" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << b[i][j];
          cout << endl;
     }
```

```
    // инициализация массива при объявлении
    int c[][N] = { {0,1,2,3,4,5},
                   {10,11,12,13,14,15},
                   {20,21,22,23,24,25},
                   {30,31,32,33,34,35}
                 };

    // вывод матрицы в виде таблицы
    cout << endl << " massiv c" << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << c[i][j];
        cout << endl;
    }
    int d[M][N] = {0};     //   инициализация 0
    // вывод матрицы в виде таблицы
    cout << endl << " massiv d" << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << d[i][j];
        cout << endl;
    }

    int  e[M][N];        // нет инициализации
    // вывод матрицы в виде таблицы
    cout << endl << " massiv e" << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << e[i][j];
        cout << endl;
    }
}
```

ПРИМЕР 12. Инициализация и вывод двумерного массива

```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>    //  rand
#include <iostream>    //  cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     int a[M][N];

     cout << " 1 " << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = 1;       // заполнение 1

     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 2" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0;j < N;  j++)
               a[i][j] = i;       // заполнение номером строки
     for (int i =0; i < M; i++)
     {
          for (int j =0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 3" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = j;       // заполнение номером столбца
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }
```

```
    cout << endl << " 4 " << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
        for (int j = 0; j < N; j++) // заполнение числами
            a[i][j] = i * N + j;    // от 0..nm-1
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << a[i][j];
        cout << endl;
    }

    cout << endl << " 5 " << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
        for (int j = 0; j < N; j++) // заполнение случайными
            a[i][j] = rand() % 100; // числами 0..99
    for (int i = 0; i <  M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << a[i][j];
        cout << endl;
    }

    cout << endl << " 6 " << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
        for (int j = 0; j < N; j++)    // значения элементов
            cin >> a[i][j];            // матрицы вводятся с
                                       // клавиатуры
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << a[i][j];
        cout << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 13. Сумма элементов *k* строки матрицы

```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>     // rand  srand
#include <time.h>       // time
#include <iostream>     // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     int k;
     int a[M][N];

     srand(time(NULL));

     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = rand() % 10;        // заполнение

     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j =0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];  // вывод на экран
          cout << endl;
     }

     cout << " k=";
     cin >> k;                              // номер строки
     if (k >= 0 && k < M)
     {
          int sum = 0;
          for (int i = 0; i < N; i++)
               sum += a[k][i];
     cout << " summa elementov " << k << " stroki = "
           << sum << endl;
     }
}
```

ПРИМЕР 14. Сумма элементов *k* столбца матрицы

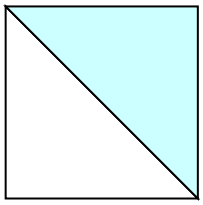
```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>     // rand  srand
#include <time.h>      // time
#include <iostream>     // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     int k;
     int a[M][N];

     srand(time(NULL));

     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j =0; j < N; j++)
               a[i][j] = rand() % 10;       // заполнение

     for (int i = 0; i < M ;i++)
     {
          for (int j =0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j]; // вывод на экран
           cout << endl;
     }

     cout << " k="; cin >> k;              // номер столбца

     if (k >= 0 && k < N)
     {
          int sum = 0;
          for (int i = 0; i < M; i++)
               sum += a[i][k];
          cout << " summa elementov " << k << " stolbca = "
                << sum << endl;
     }
}
```

ПРИМЕР 15. Нахождение максимального элемента в матрице

```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>    // rand  srand
#include <time.h>      // time
#include <iostream>    // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     int a[M][N];

     srand(time(NULL));

     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = rand() % 10;       // заполнение

     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j]; // вывод на экран
          cout << endl;
     }

     int max = a[0][0];
     int k = 0;
     int l = 0;

     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               if (max < a[i][j])
               {
                    max = a[i][j];
                    k = i;                      // номер строки
                    l = j;                     //  номер столбца
               }

     cout << " max element = " << max
          << " v " << k << " stroke  v "
          << l << "  stolbce" << endl;
}
```

ПРИМЕР 16. Сумма элементов треугольной части матрицы

Найти сумму элементов на главной диагонали матрицы и сумму элементов закрашенной части матрицы.



```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>    // rand  srand
#include <time.h>     // time
#include <iostream>    // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int N = 5;
     int a[N][N];
     srand(time(NULL));
     cout << " massiv a" << endl;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = rand()  % 10;      // заполнение

     for (int i = 0; i < N; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j]; // вывод на экран
          cout << endl;
     }
     int sum = 0;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          sum += a[i][i];

     cout << endl << "summa elementov glavnoi diagonali = "
          << sum << endl << endl;

     sum = 0;
     for (int i = 0; i < N; i++)
          for (int j = i; j < N; j++)
               sum += a[i][j];
     cout << "summa elementov verxnego pravogo "
          << "treygolnika = " << sum << endl;
}
```

ПРИМЕР 17. Перестановка двух строк

Поменять местами элементы двух строк матрицы.

```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>       // rand  srand
#include <time.h>      // time
#include <iostream>       // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int M = 4, N = 6;
     int k = 0, l = 0;
     int a[M][N];
     srand(time(NULL));
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               a[i][j] = rand() % 10;          // заполнение

     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N;  j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];    // вывод на экран
          cout << endl;
     }

     cout << " nomer 1 stroki =";
     cin >> k;
     cout << " nomer 2 stroki =";
     cin >> l;

     if (k >= 0 && k < M && l >= 0 && l < M)
          for (int i = 0; i < N; i++)
          {
               int p = a[k][i];
               a[k][i] = a[l][i];
               a[l][i] = p;
          }

     // вывод на экран  результата
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }
}
```

ПРИМЕР 18. Получить квадратную матрицу заданного порядка N

1	2	3	…	3	2	1
0	1	2	…	2	1	0
			…			
0	1	2	…	2	1	0
1	2	3	…	3	2	1

```
void main()
{
     const int N = 7;
     int a[N][N]={0};

     for (int i = 0; i < (N+1)/2; i++)
          for (int j = 0; j < (N+1)/2; j++)
          {
               int b = j + 1 - i;
               if (b < 0)
                    b = 0;
               a[i][j]         = b;
               a[i][N-j-1]     = b;
               a[N-i-1][j]     = b;
               a[N-i-1][N-j-1]= b;
          }

     for (int i = 0; i < N; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << a[i][j];
          cout << endl;
     }
}
```

ПРИМЕР 19. Указатели

```
#include <iostream>     //  cin cout
using namespace std;


void main()
{
     cout << " 1   " << endl;
     int var1 = 11, var2 = 22;

     cout << (&var1) << "    " << *(&var1) << "   " << var1 <<
endl;
     *(&var2) = 11;
     cout << (&var2) << "    " << *(&var2) << "   " << var2 <<
endl;


     cout << " 2   " << endl;
     int p1, p2 = 100;

     int *uptr;
     uptr = &p2;

     p1 = *uptr * 5;
     cout << " p1= " << p1 << "   p2 = " << p2
          << " uptr=" << uptr << endl << endl;
}
```

ПРИМЕР 20. Операции над указателями

```
#include <iostream>      // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     int v[3]={1,2,3};


     int *uv = 0;
     uv = &v[0];
     cout << *uv << endl;

     uv += 1;
     cout << *uv << endl;

     uv += 1;
     cout << *uv << endl;
}
```

ПРИМЕР 21. Указатели на указатели

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     int i = 123;

     int *pi = &i; // pi - указатель на переменную,
                   // инициализируется адресом i

     int **ppi = &pi;
          // ppi - указатель на указатель на переменную
          // инициализируется адресом указателя pi

     int ***pppi = &ppi;
 // pppi - указатель на указатель на указатель на переменную
 // инициализируется адресом указателя ppi

     cout << i << endl;
     cout << *pi << endl;
     cout << **ppi << endl;
     cout << ***pppi << endl;
}
```

ПРИМЕР 22. Имя массива - константный указатель. Одномерный массив

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     int a []={0,1,2,3,4,5,6,7};

     cout << " a=" << a << "    " << &a[0] << endl;

     cout << " *a= " << *a << "    " << a[0] << endl;

     cout << " a+1=" << a + 1 << "    " << &a[1] << endl;

     cout << " *(a+1)= " << *(a + 1) << "    " << a[1]
          << endl;

     //  a++;          // нельзя - константный указатель
}
```

ПРИМЕР 23. Имя массива - константный указатель. Одномерный массив

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
    int a[]={1,2,3,4};
    // вывод на экран элементов массива
    cout << "1  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << a[i];

    // можно так вывод на экран элементов массива
    cout << endl << "2  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << i[a];

    // можно так вывод на экран элементов массива
    cout << endl << "3  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(a + i);

    // можно так вывод на экран элементов массива
    cout << endl << "4  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(i + a);

    // нельзя так вывод на экран элементов массива
    cout << endl << "5  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
    {
        cout << *a;
        a += 1;          // нельзя  константный указатель
    }

    // нельзя так вывод на экран элементов массива
    cout << endl << "6  " << endl;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(a++); // нельзя  константный указатель
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 24. Указатели и одномерные массивы

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     int a []={0,1,2,3,4,5,6,7};
     int *pa;

     pa = &a[0];                              // pa = a;

     cout << " pa =" << pa << " a=" << a << "  " << &a[0]
          << endl;

     cout << " pa+1=" << pa + 1 << "   " << &a[1] << endl;

     cout << " *(pa+1)= " << *(pa + 1) << " " << pa[1]
          << "  " << a[1] << endl;

     cout << " ++pa=" << ++pa << "   " << &a[1] << endl;

     // нельзя  константный указатель
     cout << " ++a=" << ++a << "   " << &a[1] << endl;
}
```

ПРИМЕР 25. Указатели и одномерные массивы

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
    int   a[] = {1,2,3,4};
    int   *pint = NULL;

    cout << "1  " << endl;
    pint = a;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << pint[i];

    cout << endl << "2  " << endl;
    pint = a;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(pint + i);

    cout << endl << "3  " << endl;
    pint = a;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
    {
        cout << *pint;
        pint += 1;
    }

    cout << endl << "4  " << endl;
    pint = a;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(pint++);

    cout << endl << "5  " << endl;
    pint = a;
    for (int i = 0;  i < 4;  i++)
        cout << (*pint)++;
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 26. * Указатели и одномерные массивы**

```
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
    int  a[] = {1,2,3,4};

    cout << "1  " << endl;
    for (int i = 0, *pint = &a[0]; i < 4;  i++)
        cout << pint[i];

    cout << endl << "2  " << endl;
    for (int *pint = &a[0]; pint <= &a[3]; pint++)
        cout << *pint;

    cout << endl << "3  " << endl;
    for (int *pint = a, i = 0; pint + i <= a + 3; pint++)
        cout << *pint;

    cout << endl << "4 " << endl;
    for (int *pint = a + 3; pint >= a; pint--)
        cout << *pint;

    cout << endl << "5 " << endl;
    for (int *pint = a, i = 0; pint <= a + 3; i++)
        cout << *(pint++);
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 27. Имя массива - константный указатель. Двумерные массивы.

```
#include <iomanip>
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int M=3, N=4;
     int k[M][N] = { {77, 1, 2, 3},
                     {10, 11, 12, 13},
                     {20, 21, 22, 23}
                   };

     // adress elementa [0][0]
     cout << " adress [0][0]" << endl;
     cout << setw(12) << k
          << setw(12) << &k
          << setw(12) << &k[0][0] << endl;

     // value elementa [0][0]
     cout << " value  [0][0]" << endl;
     cout << setw(5) << **k
          << setw(5) << k[0][0]
          << setw(5) << *(&k[0][0]) << endl;

     // adress elementa [1][0]
     cout << " adress [1][0]" << endl;
     cout << setw(12) << k[1]
          << setw(12) << k+1
          << setw(12) << *(k+1)
          << setw(12) << &k[1][0] << endl;

     // value elementa [1][0]
     cout << " value [1][0]" << endl;
     cout << setw(5) << *k[1]
          << setw(5) << k[1][0]
          << setw(5) << **(k+1)
          << setw(5) << *(&k[1][0]) << endl;

     // value elementa [1][2]
     cout << " value [1][2]" << endl;
     cout << setw(5) << k[1][2]
          << setw(5) << *(*(k+1)+2)
          << setw(5) << *(k[1]+2) << endl;
}
```

ПРИМЕР 28. Имя массива - константный указатель. Двумерные массивы

```
#include <iomanip>
#include <iostream>  // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     const int M = 3, N= 4;
     int k [M][N] = { {0, 1, 2, 3},
                      {10, 11, 12, 13} ,
                      {20, 21, 22, 23}
                    };

     cout << " 1 " << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << k [i][j];
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 2 " << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << * (*(k + i) + j) ;
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 3" << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << *(k[i] + j) ;
          cout << endl;
     }
     cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 29. * Указатели и двумерные массивы**

```
#include <iomanip>
#include <iostream>  // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int M = 3, N = 4;
     int k[M][N] = { {0, 1, 2, 3},
                     {10, 11, 12, 13},
                     {20, 21, 22, 23}
                   };

     cout << " 1 " << endl;
     int *pi = &k[0][0];
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << *(pi + (j + i * N));
          cout << endl;
     }

     cout << endl << "  2 " << endl;
     pi = k[0];
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << *(pi + (j + i * N));
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 3 " << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          int* p = k[i];
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << p[j];
          cout << endl;
     }
```

```
    cout << endl << " 4 " << endl;
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        int* p = *(k + i);
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << *(p + j);
        cout << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 30. * Указатели и двумерные массивы**

```
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>      // new
#include <iostream>      // cin cout
using namespace std;

void main()
{
     const int M=3, N=4;
     int k [M][N] = {{0, 1, 2, 3},
                     {10, 11, 12, 13},
                     {20, 21, 22, 23}};

     cout << " 1 " << endl;
     int *pi[M];
     for (int i = 0; i < M; i++)
          pi[i] = k[i];
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << pi[i][j];
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 2 " << endl;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          pi[i] = &k[i][0];
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << pi[i][j];
          cout << endl;
     }

     cout << endl << " 3 " << endl;
     int *p = &k[0][0];
     int **ppi = &p;
     for (int i = 0; i < M; i++)
          *(ppi + i) = *(k + i);
     for (int i = 0; i < M; i++)
     {
          for (int j = 0; j < N; j++)
               cout << setw(3) << ppi[i][j];
          cout << endl;
     }
     cout << endl;
```

```
    cout << " 4 " << endl;
    int **ppi = new int*[M];
    for (int i = 0; i < M; i++)
        *(ppi + i) = *(k + i);
    for (int i = 0; i < M; i++)
    {
        for (int j = 0; j < N; j++)
            cout << setw(3) << ppi[i][j];
        cout << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

ПРИМЕР 31. * Массив указателей**

```
#include <iomanip>
#include <iostream>   // cin cout

using namespace std;

void main()
{
     int a;
     int *b;          // указатель на int
     int c[5];        // массив из 5 элементов типа int
     int *d[5];       // массив из 5 указателей на int
     int (*e)[5];     // указатель на массив из 5 int элементов

     b = &a;
     *b = 5;
     cout << " *b " << *b << endl << endl;

     cout << "  c  " << endl;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          *(c + i) = i;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          cout << *(c + i) << "  ";
     cout << endl << endl;

     cout << "  d  " << endl;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          d[i] = c + i;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          *d[i] = i;
     // for (int i = 0; i < 4; i++)
     //     (*d)[i] = i;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          cout << *d[i] << "  ";
     cout << endl << endl;

     cout << "  d  " << endl;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          d[i] = c + i;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          *(*d + i) = i;
     for (int i = 0; i < 4; i++)
          cout << *(*d + i) << "  ";
     cout << endl << endl;
```

```
    cout << "  e  " << endl;
    e = &c;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
         (*e)[i] = i;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << (*e)[i] << "  ";
    cout << endl << endl;

    cout << "  e  " << endl;
    e = &c;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        *(*e + i) = i;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        cout << *(*e + i) << "  ";
    cout << endl << endl;
}
```

СЛОВАРЬ ПОНЯТИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗАДАНИЯХ

Последовательность – такой способ организации однотипных данных, называемых элементами последовательности, при котором последовательность может быть либо **пустой** (тогда она не содержит ни одного элемента), либо **непустой**. В последнем случае последовательность содержит **первый** элемент, а для каждого элемента, кроме **последнего**, имеется ровно один **следующий** элемент. Таким образом, для каждого элемента последовательности, кроме первого, имеется ровно один **предыдущий** элемент. Последовательность в отличие от множества может содержать совпадающие элементы.

Начальным отрезком последовательности w называется всякая последовательность v, для которой существует такая последовательность y, что $w = vy$.

Например, 101, 010, 0, 1 и 101001 – (различные) подпоследовательности последовательности 101001, причем 101, 1 и 101001 – начальные отрезки этой последовательности. Пустая последовательность, как следует из этих определений, является подпоследовательностью и начальным отрезком любой последовательности элементов соответствующего типа.

Серия – последовательность, составленная из повторяющихся подпоследовательностей. Например, 123123123 – серия из подпоследовательности 123 .

Вектор – непустая последовательность элементов, пронумерованных целыми числами.

Перестановка длины *n* – вектор, составленный из попарно различных элементов, каждый из которых – целое число из отрезка 1 ... n. Например, 3241 – перестановка длины 4.

Матрица – вектор, элементами которого являются векторы.

Соседями элемента a_{ij} в матрице назовем элементы a_{kl}, где $i - 1 \le k \le i + 1$, $j - 1 \le l \le j + 1$, $(k, l) \ne (i, j)$.

Элемент матрицы называется **локальным минимумом (максимумом)**, если он строго меньше (больше) всех имеющихся у него соседей.

Магическим квадратом порядка n называется квадратная таблица размера $n \times n$, составленная так, что суммы по каждому столбцу, каждой строке и каждой из двух диагоналей равны между собой.

Латинским квадратом порядка n называется квадратная таблица размера $n \times n$, каждая строка и каждый столбец которой содержит числа 1, 2, …, n.

Матрица размера n x n называется **квадратной**.

Симметричная матрица – матрица , у которой равны элементы, расположенные симметрично относительно главной диагонали.

Треугольной называется квадратная матрица A, если из $i > j$ следует $a_{ij} = 0$.
Диагональной называется квадратная матрица A, если из $i \neq j$ следует $a_{ij} = 0$.

Матрица размера m x n, все элементы которой равны нулю, называется **нулевой**.

Диагональная матрица размера n x n с единичными диагональными элементами называется **единичной** матрицей.

Скалярное произведение двух векторов A $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ и B $(b_1, b_2, \dots, b_n)$ есть число, равное сумме попарных произведений их компонент:
$A \cdot B = a_1 \cdot b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n \cdot b_n$.