

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.02.2021 17:06:45

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6b668ab01ba3e416d59e5f1c1ca9bd4a0c17e566089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

« 08 » 12



**ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ДВУМЕРНЫХ МАССИВОВ НА ЯЗЫКЕ C++**  
Методические указания по выполнению лабораторной работы по  
дисциплине "Программирование на языках высокого уровня" для  
студентов направления подготовки 09.03.04 "Программная  
инженерия"

Курск 2017

УДК 681.3.06(071.8)

Составители: Т.М. Белова, В.Г. Белов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры программной инженерии ЮЗГУ И.Н. Ефремова

**Программирование с использованием двумерных массивов на языке C++:** методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине "Программирование на языках высокого уровня" для студентов направления подготовки 09.03.04 "Программная инженерия" / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Т.М. Белова, В.Г. Белов. Курск, 2017. – 16 с.

Содержат основные теоретические положения и приемы разработки программ с использованием двумерных массивов на языке C++, пример решения типовой задачи, индивидуальные задания и контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы по дисциплине "Программирование на языках высокого уровня".

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать *27.12.17*. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. *0,7*. Уч.-изд. л. *0,6*. Тираж 100 экз. Заказ *4394*. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет  
305040, Курск, ул.50 лет Октября, 94.

---

## Программирование с использованием двумерных массивов на языке C++

**Цель работы** — изучение и приобретение навыков описания, ввода и вывода двумерных массивов, выполнения действий над двумерными массивами.

### Основные понятия

**Массив** — это структурированный тип данных, состоящий из фиксированного числа упорядоченных по индексу элементов, имеющих один и тот же тип.

Если в качестве типа элемента одномерного массива берется другой массив, то образуется структура, называемая двумерным массивом. Для описания типа элементов может быть использован любой объявленный тип. *Двумерный массив* (или матрица) представляет собой прямоугольную таблицу элементов одинакового типа.

Пример:

```
int mas[3][5];
```

В данном примере объявлен двумерный массив (*mas*). Массив *mas* представляет собой матрицу, состоящую из 3 строк и 5 столбцов.

Доступ к значениям элементов двумерного массива обеспечивается через индексы, каждый из которых заключается в квадратные скобки. Например, **mas[3][2]** — значение элемента, лежащего на пересечении 4-й строки и 3-го столбца, так как индексы начинаются с нуля.

По такому принципу можно описать не только двумерные, но и *n*-мерные массивы. Размерность массивов ограничивает только объем памяти конкретной ЭВМ.

Пример описания трехмерных массивов *a* и *b*:

```
typedef int mes[3];  
typedef mes ves[5];  
typedef ves res[8];
```

```
res a;
```

```
int b[3][5][8];
```

Для описания многомерных массивов можно использовать предварительно определенные константы:

```
const N=10, M=15;
```

```
int mas[N][M];
```

Если многомерный массив инициализируется при его объявлении, список значений по каждой размерности заключается в фигурные скобки. Объявление трехмерного массива A3 размерностью 4 на 3 на 2 имеет вид

```
int A3[4][3][2]={{ {0, 1}, {2, 3}, {4, 5}},  
                {{6, 7}, {8, 9}, {10, 11}},  
                {{12, 13}, {14, 15}, {16, 17}},  
                {{18, 19}, {20, 21}, {22, 23}} };
```

Для работы с двумерными массивами обычно используются вложенные циклы (рисунок 1). Часто применяется вложенная структура алгоритма с модификаторами.

Рисунок 1 – Схема алгоритма вложенных циклов

Обнуление элементов двумерного массива можно выполнить, используя вложенный оператор for:

```
for (int k=0; k<3; k++)  
for (int m=0; m <5; m ++)  
a[k][m]=0;
```

Ввод и вывод значений элементов двумерного массива с клавиатуры можно осуществить с помощью компоненты TStringGrid страницы Additional, предназначенной для создания таблиц, в ячейках которых располагаются произвольные текстовые строки. С помощью компоненты TEdit, представляющей собой однострочный редактор текста, можно вводить и/или отображать достаточно длинные текстовые строки.

Пример:

```
Edit5->Text=StringGrid1->Cells[i][j];
```

/\* позволяет вывести в окно содержимое ячейки, где  $i$  – номер столбца;  $j$  – номер строки. \*/

После выполнения присваивания в `Edit5->Text` хранится содержимое (текст) ячейки таблицы.

`StringGrid1->Cells[i][j]` определяет содержимое ячейки с табличными координатами ( $i, j$ ).

### Динамическое размещение многомерных массивов

Многомерные массивы можно размещать в динамической памяти с помощью операций **new** и **delete**. Например, операторы

```
const N=3, M=5;
int **ary;
ary = new int * [N]; // массив указателей
for (int i = 0; i <N; i++) {
    ary[i] = new int [M]; // инициализация указателей
}
```

объявляют массив с именем `ary`, содержащий 3 строки и 5 столбцов.

Чтобы освободить память, можно использовать операторы

```
for (int i = 0; i <N; i++) {
    delete [] ary[i];
}
delete [] ary;
```

## Пример программирования с использованием двумерного массива

**Задание.** Подсчитайте сумму всех элементов в двумерном массиве  $a[4][5]$ .

1. На рисунке 2 – разработка алгоритма:

– входные данные:  $a$  – массив, состоящий из вещественных чисел;

– выходные данные:  $sum$  – вещественная переменная, сумма всех элементов массива;

– промежуточные данные:  $i, j$  – счетчики циклов.

Рисунок 2 – Схема алгоритма вычисления суммы элементов массива

При вычислении суммы элементов массива в начале алгоритма переменную, хранящую сумму, необходимо обнулить.

При вычислении произведения элементов массива в начале алгоритма переменной, хранящей произведение, необходимо присвоить единицу.

2. Разработка формы – рисунок 3, таблица 1.

Рисунок 3 – Внешний вид формы

Таблица 1

### Используемые компоненты

Имя компонента	Страница палитры компонент	Настраиваемые свойства	Значение
1. Form1	–	Caption	Лабораторная работа № 6
2. Label1	Standard	Caption	Введите элементы матрицы
3. Label2	Standard	Caption	Сумма элементов равна
4. Label3	Standard	Caption	
5. Button1	Standard	Caption	Расчет
6. StringGrid1	Additional	FixedCols	0
		RowCount	4

		FixedRows	0
		Options	[goEditing, goTabs]

Текст программы:

```
//-----  
#include <vcl.h>  
#pragma hdrstop  
  
#include "Unit1.h"  
//-----  
#pragma package(smart_init)  
#pragma resource "*.dfm"  
TForm1 *Form1;  
//-----  
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)  
    : TForm(Owner)  
{  
}  
//-----  
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)  
{  
    const m=4, n=5;  
    typedef double mas[m][n];  
    int i, j;  
    mas a;
```



```

double sum;
    for(i=0;i<m;i++)
        for(j=0;j<n;j++)
            a[i][j]=StrToFloat(StringGrid1->Cells[j][i]);
    sum=0;
    for(i=0;i<m;i++)
        for(j=0;j<n;j++)
            sum+=a[i][j];
    Label3->Caption=FloatToStr(sum);
}
//-----

```

### **Индивидуальные задания**

При выполнении заданий первого уровня сложности рекомендуется использовать статический массив, а для заданий второго уровня сложности – динамический массив.

#### **Задачи первого уровня сложности**

1. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Переставляя ее строки и столбцы, добейтесь того, чтобы наибольший элемент (один из них) оказался в верхнем левом углу.
2. Определите, является ли заданная целочисленная квадратная матрица порядка 5 симметричной относительно главной диагонали.
3. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Поменяйте местами максимальный и минимальный элементы матрицы.
4. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Найдите максимальный элемент среди элементов, лежащих ниже главной диагонали, и максимальный элемент среди элементов, лежащих выше

главной диагонали, поменяйте их местами.

5. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Найдите максимальный элемент среди элементов, лежащих левее вспомогательной диагонали, и максимальный элемент среди элементов, лежащих правее вспомогательной диагонали, поменяйте их местами.

6. Среди строк целочисленной квадратной матрицы порядка 5 найдите строку с минимальной суммой элементов.

7. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Найдите минимальный элемент среди элементов, лежащих ниже главной диагонали, и максимальный элемент среди элементов, лежащих выше главной диагонали, вычислите их среднее арифметическое.

8. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Найдите минимальный элемент среди элементов, лежащих левее вспомогательной диагонали, и максимальный элемент среди элементов, лежащих правее вспомогательной диагонали, и вычислите их среднее геометрическое.

9. Среди столбцов целочисленной квадратной матрицы порядка 5 найдите столбец с максимальной суммой элементов.

10. Среди тех столбцов целочисленной матрицы размером 3 строки, 5 столбцов, которые содержат только такие элементы, значения которых по модулю не превышают 10, найдите столбец с минимальным произведением элементов.

11. Даны целые числа  $a_1, \dots, a_{10}$ , целочисленная квадратная матрица порядка 5. Замените нулями в матрице те элементы, для которых имеются равные числа среди  $a_1, \dots, a_{10}$ .

12. В двумерном целочисленном массиве размером 4 строки, 5 столбцов поменяйте местами строки, симметричные относительно середины массива (горизонтальной линии).

13. В двумерном целочисленном массиве размером 4 строки, 5 столбцов поменяйте местами столбцы, симметричные относительно середины массива (вертикальной линии).

14. Даны две вещественные квадратные матрицы порядка 4. Получите новую матрицу прибавлением к элементам каждого столбца

первой матрицы минимального элемента соответствующего столбца второй матрицы.

15. В целочисленной квадратной матрице порядка 4 найдите наибольший по модулю элемент. Получите квадратную матрицу порядка 3 путем выбрасывания из исходной матрицы строки и столбца, на пересечении которых расположен элемент с найденным значением.

16. В данной вещественной квадратной матрице порядка 5 найдите наименьший элемент. Получите квадратную матрицу порядка 4 путем выбрасывания из исходной матрицы строки и столбца, на пересечении которых расположен элемент с найденным значением.

17. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Получите новую матрицу путем вычитания из всех элементов данной матрицы наименьшего по модулю элемента.

18. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 4. Найдите в каждой строке наибольший элемент и поменяйте его местами с элементом, расположенным на главной диагонали.

19. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Найдите в каждой строке наименьший элемент и поменяйте его местами с элементом, расположенным на вспомогательной диагонали.

20. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Определите числа  $b_1, \dots, b_4$ , равные значениям средних арифметических элементов строк.

21. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Определите числа  $b_1, \dots, b_5$ , равные значениям средних арифметических элементов столбцов.

22. Дана вещественная матрица размером 4 строки, 5 столбцов. Определите числа  $b_1, \dots, b_5$ , равные среднему арифметическому значению максимального и минимального элементов каждого столбца.

23. В данной вещественной квадратной матрице порядка 5 найдите сумму элементов строки, в которой расположен элемент с наименьшим значением. Предполагается, что такой элемент единственный.

24. В данной вещественной квадратной матрице порядка 5

найдите среднее геометрическое положительных элементов столбца, в котором расположен элемент с наименьшим значением. Предполагается, что такой элемент единственный.

25. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 4. Для каждой строки найдите минимальный элемент или максимальный в зависимости от условия: если на главной диагонали находится элемент больше элемента, расположенного на вспомогательной диагонали, то найдите минимальный элемент, иначе – максимальный.

26. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 4. Ниже главной диагонали найдите минимальный элемент среди четных элементов, а выше главной диагонали – среди нечетных элементов.

27. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 4. Ниже главной диагонали найдите минимальный элемент среди положительных элементов, а выше главной диагонали – максимальный элемент среди отрицательных элементов.

28. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Левее вспомогательной диагонали найдите минимальный элемент среди четных элементов, а правее вспомогательной диагонали – среди нечетных элементов.

29. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Левее вспомогательной диагонали найдите минимальный элемент среди положительных элементов, а правее вспомогательной диагонали – максимальный элемент среди отрицательных элементов.

30. Дана целочисленная квадратная матрица порядка 5. Для каждого столбца найдите минимальный элемент или максимальный в зависимости от условия: если на главной диагонали находится элемент меньше элемента, расположенного на вспомогательной диагонали, то найдите минимальный элемент, иначе – максимальный.

### **Задачи второго уровня сложности**

1. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Упорядочьте ее строки по возрастанию их первых элементов.

2. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов.

Упорядочьте ее строки по возрастанию значений элементов.

3. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждой строки найдите наибольший элемент и упорядочьте строки матрицы по возрастанию значений наибольших элементов.

4. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждой строки найдите наименьший элемент и упорядочьте строки матрицы по возрастанию значений наименьших элементов.

5. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждой строки найдите сумму элементов и упорядочьте строки матрицы по возрастанию сумм.

6. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите сумму элементов и упорядочьте столбцы матрицы по возрастанию сумм.

7. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите сумму нечетных элементов и упорядочьте столбцы матрицы по возрастанию сумм.

8. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите сумму положительных элементов и упорядочьте столбцы матрицы по возрастанию сумм.

9. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите произведение элементов, значения которых лежат в диапазоне  $[1, 10]$ , упорядочьте столбцы матрицы по убыванию произведений.

10. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите наибольшие элементы и упорядочьте столбцы матрицы по убыванию наибольших элементов.

11. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Упорядочьте ее столбцы по возрастанию их первых элементов.

12. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите и выведите строку, в которой длина максимальной серии одинаковых элементов максимальна.

13. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите и выведите столбец, в котором длина максимальной серии

возрастающих по значению элементов максимальна.

14. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите среднее арифметическое элементов и упорядочьте столбцы матрицы по возрастанию среднего арифметического элементов.

15. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждой строки найдите среднее арифметическое элементов и упорядочьте строки матрицы по возрастанию среднего арифметического элементов.

16. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждого столбца найдите среднее геометрическое положительных элементов и упорядочьте столбцы матрицы по возрастанию среднего геометрического элементов.

17. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Для каждой строки найдите среднее геометрическое положительных элементов и упорядочьте строки матрицы по убыванию среднего геометрического элементов.

18. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, содержащую максимальный элемент, и упорядочьте эту строки матрицы по возрастанию значений элементов.

19. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, содержащую минимальный элемент, и упорядочьте эту строки матрицы по убыванию значений элементов.

20. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, содержащий минимальный элемент, и упорядочьте этот столбец матрицы по убыванию значений элементов.

21. Дана вещественная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, содержащий максимальный элемент, и упорядочьте этот столбец матрицы по возрастанию значений элементов.

22. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, сумма элементов которого минимальна, и упорядочьте этот столбец матрицы по убыванию значений элементов.

23. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов.

Найдите строку, сумма элементов которой максимальна, и упорядочьте эту строку матрицы по убыванию значений элементов.

24. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, среднее арифметическое элементов которой максимально, и упорядочьте эту строку матрицы по возрастанию значений элементов.

25. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, среднее арифметическое элементов которого максимально, и упорядочьте этот столбец матрицы по возрастанию значений элементов.

26. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, среднее геометрическое элементов которой максимально, и упорядочьте эту строку матрицы по убыванию значений элементов.

27. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, среднее геометрическое элементов которого минимально, и упорядочьте этот столбец матрицы по убыванию значений элементов.

28. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, произведение элементов которой максимально, и упорядочьте эту строку матрицы по убыванию значений элементов.

29. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите столбец, произведение элементов которого минимально, и упорядочьте этот столбец матрицы по убыванию значений элементов.

30. Дана целочисленная матрица размером  $n$  строк,  $m$  столбцов. Найдите строку, количество различных элементов в которой максимально, и упорядочьте эту строку матрицы по возрастанию значений элементов.

### **Контрольные вопросы к защите лабораторной работы**

1. Напишите фрагмент программы ввода двумерного целочисленного массива, в котором 5 строк и 10 столбцов.
2. Напишите фрагмент программы вывода двумерного вещественного массива, в котором 5 строк и 6 столбцов.

3. Дайте описание трехмерного целочисленного массива.
4. Дайте описание четырехмерного целочисленного массива в качестве переменной и в качестве типа.
5. Опишите динамические массивы:

```
float a[5][8], b[7][5];
```

6. Допустимы ли в C++ операции над этими массивами как над единым целым?

7. Введите квадратную вещественную матрицу 4-го порядка, элементы которой заданы построчно, и распечатайте ее по столбцам.

8. Присвойте нулевые значения всем элементам массива:

```
float a[10][5];
```

9. Для чего предназначается компонент TStringGrid?

10. Какими свойствами обладает компонент TStringGrid?

## Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе включает:

- титульный лист;
- условие задания;
- алгоритм решения задачи;
- текст программы;
- результаты тестирования программы.

## Список используемых источников

1. Белов В.Г. Основы программирования на языке C++ Builder [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Белов, Т.М. Белова; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2015. – 160 с.

2. Белов В.Г. Основы программирования на языке C++ Builder [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Белов, Т.М. Белова; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2015. – 160 с.

3. Архангельский, А.Я. Программирование в C++ Builder [Текст] / А.Я. Архангельский. – М.: Изд-во БИНОМ, 2010. – 1304 с.

4. Дэвид Р. Мюссер. C++ и STL. Справочное руководство [Текст] / Дэвид Р. Мюссер, Жилмер Дж. Дердж, Атул Сейни. – М.: Вильямс, 2010.



– 432 с.

5. Культин, Н. С++ Builder [Текст] / Н. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 464 с.

6. Лафоре, Р. Объектно-ориентированное программирование в С++ [Текст] / Р. Лафоре. – СПб.: ПИТЕР, 2013. – 924 с.

7. Прата, С. Язык программирования С++. Лекции и упражнения [Текст] / С. Прата. – М.: Вильямс, 2012. – 1244 с.

8. Липпман Стенли Б. Язык программирования С++. Базовый курс [Текст] / Стенли Б. Липпман, Жози Лажойе, Барбара Э. Му. – М.: Вильямс, 2014. – 1120 с.

Страуструп, Б. Программирование. Принципы и практика использования С++ [Текст] / Б. Страуструп. – М.: Вильямс, 2011. – 1206 с.