

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Курс «Объектно-ориентированное программирование»



**Тема:** Синтаксис языка C++. Работа с памятью в C++.

**Цель:** Научиться программировать на языке C++ базовые операции с данными разных типов, разветвляющиеся и циклические алгоритмы, научиться работать с динамической памятью в C++, осуществлять консольный ввод-вывод данных.

**Темы для предварительной проработки** [устно]:

- Среда разработки MS Visual Studio.
- Типы данных языка C++. Переменные, константы, функции.
- Арифметические операции, ветвление и циклы на языке C++.
- Консольный ввод-вывод (*iostream* и *cstdio*).
- Работа с памятью в C++. Указатели, ссылки, массивы, строки.

**Индивидуальные задания** [код] :

1. Написать программу обработки одномерного массива с *l* элементами, в соответствии с вариантом (*приложение А*). Необходимые действия должны производиться в функции **processArray()**, возвращающей определенное значение и формирующей еще один (выходной) массив данных (см. свой вариант). Память под массивы выделять статически (объявлять массивы локально в функции **main**) и для доступа к элементам использовать **индексы**. Ввод-вывод данных организовать средствами *cstdio*.
2. Написать программу, которая преобразует одномерный массив (1D) в двумерный (2D) (или наоборот), в соответствии с вариантом. Необходимо оформить в отдельных функциях код следующих действий: 1) инициализация массива; 2) вывод массива; 3) преобразование массива (создание нового массива с другой структурой). Память под массивы выделять динамически и для доступа к элементам использовать **указатели**. Ввод-вывод данных организовать средствами *iostream* и *iomanip*.
3. Написать свой аналог стандартной функции обработки строк из файла *cstring*, в соответствии с вариантом. В функции **main** на тестовых данных продемонстрировать результат работы как стандартной функции, так и собственной версии. Ввод-вывод данных организовать средствами *cstdio*.

**Контрольные вопросы** [отчет] :

1. Перечислите типы данных C++ с примерами объявления переменных.
2. Перечислите и кратко опишите классы памяти в C++.
3. Что из себя представляют указатели и ссылки? Приведите пример их взаимосвязи.
4. Что из себя представляет арифметика указателей (pointer arithmetic)?
5. Область действия переменных в C++. Приведите пример кода с memory leak.
6. Синтаксис функций на C++. Что такое сигнатура функции?
7. В чем заключается особенность переменных, объявленных в функциях с ключевым словом *static*?
8. Как можно организовать возврат значения в параметре функции?
9. Организация ввода-вывода с помощью *cstdio*.
10. Организация ввода-вывода с помощью *iostream* и *iomanip*.

### Рекомендуемые источники:

- [1] Страуструп Б. Язык программирования C++ / Б. Страуструп. – СПб.; М.: Невский диалект; Бином, 2015. – 1136 с.
- [2] Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++ / Р. Лафоре. – СПб.: Питер, 2013. – 928 с.
- [3] Прата С. Язык программирования C++ / С. Прата; пер. с англ. Ю. Н. Артеменко. – Лекции и упражнения, 6-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2012. – 1248 с.
- [4] Дейтел Х. М. Как программировать на C++ / Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел. – М.: Бином, 2000. – 1024 с.

### Приложение А. Варианты индивидуальных заданий.

*Вариант 0 (введен для примера, решение можно найти в приложении В)*

1. Объявить массив из  $n=20$  вещественных чисел, проинициализировать нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив случайными числами от -15.0 до 15.0, подсчитать и вернуть среднее значение `average` элементов массива и сформировать выходной булев массив, каждый элемент которого равен `true` (Т), если соответствующий элемент входного массива больше среднего значения и `false` (F) в противном случае. Вывести на экран результирующие массивы.

Пример:

Вход: [ -7 -6 13 -8 -10 -8 10 -10 -5 -3 -12 5 -13 -4 2 6 -10 -10 12 -5 ]  
Выход: [ F F T F F F T F F T F T F F T T F F T F ], average = -3

2. **Преобразование:**  $1D \rightarrow 2D$ . Одномерный массив из 20 целых чисел необходимо разложить по двумерной сетке  $5 \times 4$  слева направо и сверху вниз.

**Инициализация:** заполнить массив числами Фибоначчи:  $a[n] = a[n-1] + a[n-2]$ .

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 7 позиций.

[1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 233 377 610 987 1597 2584 4181 6765]

=>

[	1	1	2	3	5
	8	13	21	34	55
	89	144	233	377	610
	987	1597	2584	4181	6765 ]

3. Функция `strrchr`.

Формат `char* strrchr(char* s, int c)`.

Функция находит в строке `s` последнее вхождение символа `c` и возвращает подстроку, начинающуюся с этого символа.

### Вариант 1

1. Объявить массив из  $n=15$  вещественных чисел, проинициализировать единицами. Функция `processArray()` должна домножить все элементы с четными индексами на случайное число из диапазона  $[a, b]$  ( $a$  и  $b$  ввести с клавиатуры,  $a < 0$ ), подсчитать и вернуть количество отрицательных элементов массива и сформировать выходной массив, содержащий только отрицательные элементы входного (т.е. размерность уменьшится). Вывести на экран результирующие массивы.

Пример:

Вход: [ 13 -6 13 12 -20 22 -10 10 -25 -13 -22 -25 17 6 12 ]

$a = -25$   $b = 25$

Выход: [ -6 -20 -10 -25 -13 -22 -25 ],

count = 7

2. **Преобразование:**  $1D \rightarrow 2D$ . Одномерный массив из 25 вещественных чисел необходимо разложить по двумерной сетке  $5 \times 5$  слева направо и сверху вниз, но первый элемент на каждой строке должен содержать сумму остальных четырех.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[n] = n \cdot \sin(\pi n / 25)$ ,  $n$  – индекс элемента.

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 10 позиций.

```
[ 0 0.12533 0.49738 1.1044 1.927 2.9389 4.1073 5.3936 6.7546 8.1434 9.5106
10.805 11.976 12.974 13.752 14.266 14.477 14.354 13.869 13.006 11.756
10.117 8.0987 5.7199 3.008 ]
```

=>

```
[ 3.6541 0.12533 0.49738 1.1044 1.927
24.399 4.1073 5.3936 6.7546 8.1434
49.508 10.805 11.976 12.974 13.752
55.706 14.477 14.354 13.869 13.006
26.943 10.117 8.0987 5.7199 3.008 ]
```

3. Функция `strchr`.

Формат `char* strchr(char* s, int c)`.

Функция находит в строке  $s$  первое вхождение символа  $c$  и возвращает подстроку, начинающуюся с этого символа.

## Вариант 2

1. Объявить массив из  $n=20$  вещественных чисел, проинициализировать нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив случайными числами от -20.0 до 70.0, а затем отнормировать массив, т.е. поделить каждый элемент массива на максимальное по модулю значение в массиве. Это значение она также должна вернуть на выходе. Сформировать выходной вещественный массив, в котором все элементы, стоящие до позиции максимального элемента включительно, повторяют элементы входного массива, а остальные равны  $x$  (число  $x$  ввести с клавиатуры). Вывести на экран результирующие массивы.

Пример:

Вход: [ 18 49 68 -13 15 -13 65 45 -10 -8 -17 0 42 -9 -3 61 15 -15 7 -10 ]  $x = 2.7$

Выход: max Item = 68

[ 0.264706 0.720588 1 -0.191176 0.220588 -0.191176 0.955882 0.661765  
-0.147059 -0.117647 -0.25 0 0.617647 -0.132353 -0.0441176 0.897059 0.220588  
-0.220588 0.102941 -0.147059 ]

[ 0.264706 0.720588 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 2.7 ]

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $5 \times 5$  целых чисел необходимо выложить в один ряд по элементам слева направо и сверху вниз, исключая все элементы на четных строках.

**Инициализация:** заполнить массив факториалами:  $x[i][j] = (i+j)!$ .

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 8 позиций.

```
[      1      1      2      6      24
      1      2      6      24     120
      2      6     24     120     720
      6     24     120     720    5040
     24    120     720    5040   40320 ]
```

=>

```
[1      1      2      6      24      2      6      24     120
 720     24     120     720    5040   40320 ]
```

3. Функция `strcmp`.

Формат `int strcmp(const char* s1, const char* s2)`.

Функция сравнивает строку `s1` со строкой `s2` в лексикографическом порядке. Если `s1 < s2`, то результат равен -1, если `s1 = s2`, то 0, если `s1 > s2`, то 1.

### Вариант 3

1. Объявить массив из  $n=10$  целых чисел, проинициализировать нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив членами геометрической прогрессии с начальным элементом  $b_1$  и шагом  $q$  (ввести с клавиатуры), подсчитать и вернуть `cnt` – количество всех трехзначных элементов массива, а также сформировать выходной массив, который содержит все элементы исходного, кроме тех, которые делятся на 3 с остатком 1. Вывести на экран массивы.

Вход:  $b_1 = 2$   $q = 5$

[ 2 10 50 250 1250 6250 31250 156250 781250 3906250 ]

Выход: [ 2 50 1250 31250 781250 ]

`cnt = 1`

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $4 \times 4$  вещественных чисел необходимо выложить в один ряд по элементам *справа налево* и сверху вниз.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i][j] = \sqrt{(i+j)+1}$ .

**Вывод на экран:** каждый элемент одномерного массива вывести с точностью 4 знака после запятой; каждый элемент двумерного массива – с точностью 2 знака.

```
[ 1 1.41 1.73 2
  1.41 1.73 2 2.24
  1.73 2 2.24 2.45
  2 2.24 2.45 2.65 ]
```

=>

```
[ 2 1.7321 1.4142 1 2.2361 2 1.7321 1.4142 2.4495 2.2361 2 1.7321 2.6458
  2.4495 2.2361 2 ]
```

3. Функция `strcat`.

Формат `char* strcat(char* dest, const char* src)`.

Функция приписывает строку `src` к строке `dest`.

#### Вариант 4

1. Объявить массив из  $n=20$  целых чисел, проинициализировать нулями. Функция `process_array()` должна заполнить массив случайными числами от 1 до 10, вычислить и вернуть наиболее часто встречающееся значение в массиве (если таких несколько, вернуть наименьшее) и сформировать выходной массив из всех элементов, которые встречаются как минимум 2 раза во входном массиве. Вывести на экран массивы.

Вход: [ 2 10 3 5 8 7 3 3 7 10 5 2 4 5 4 3 2 10 5 1 ]

Выход: [ 2 3 4 5 7 10 ]

MostFrequentElement = 3

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $5 \times 3$  вещественных чисел необходимо выложить в один ряд по элементам слева направо и *снизу вверх*.  
**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i][j] = \sin(i-j) + \cos(i+j)$ .  
**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 14 позиций.

```
[      1      -0.3012      -1.325
  1.382      -0.4161      -1.831
  0.4932      -0.1485     -0.6536
 -0.8489      0.2557      1.125
  -1.41      0.4248      1.869      ]
```

=>

```
[ -1.41  0.4248  1.869 -0.8489  0.2557  1.125  0.4932 -0.1485 -0.6536  1.382
  -0.4161 -1.831  1 -0.3012 -1.325 ]
```

3. Функция `strncat`.  
Формат `char* strncat(char* dest, const char* src, size_t maxlen)`.  
Функция приписывает `maxlen` символов строки `src` к строке `dest`.

Вариант 5

1. Объявить массив из  $n=16$  целых чисел, проинициализировать единицами. Функция `processArray()` должна заполнить элементы массива с *четными индексами* степенями двойки (1, 2, 4, 8, 16, ...), с нечетными индексами – степенями тройки (3, 9, 27, ...). Также подсчитать и вернуть `count` – количество двузначных чисел в массиве и сформировать выходной массив, содержащий только такие числа. Вывести на экран результирующие массивы.

Вход: [ 3 2 9 4 27 8 81 16 243 32 729 64 2187 128 6561 256 ]

Выход: [ 27 81 16 32 64 ]

`count = 5`

2. **Преобразование:**  $1D \rightarrow 2D$ . Одномерный массив из 18 целых чисел необходимо отсортировать в порядке убывания и разложить по двумерной сетке  $9 \times 2$  слева направо и сверху вниз.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i] = i^2 + 1$  и все элементы с четными индексами домножить на -1.

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 5 позиций.

[ 1 -2 5 -10 17 -26 37 -50 65 -82 101 -122 145 -170 197 -226 257 -290 ]

=>

```
[ 257   197
  145   101
    65    37
    17     5
     1    -2
   -10   -26
   -50   -82
  -122  -170
  -226  -290 ]
```

3. Функция `strcpy`.  
Формат `char* strcpy(char* dest, const char* src)`.  
Функция копирует строку `src` в строку `dest`.

## Вариант 6

1. Объявить массив из  $n=15$  вещественных чисел, проинициализировать единицами. Функция `processArray()` должна домножить все элементы с четными индексами на случайное число из диапазона  $[a, b]$  ( $a$  и  $b$  введите с клавиатуры,  $a < 0$ ), подсчитать и вернуть количество двузначных элементов массива и сформировать выходной массив, содержащий только двузначные элементы входного (т. е. размерность уменьшится). Вывести на экран результирующие массивы.

Вход:

[13 -6 13 12 -20 22 -10 10 -25 -13 -22 -25 17 6 12]

$a = -25 \quad b = 25$

Выход:

[13 13 12 -20 22 -10 10 -25 -13 -22 -25 17 12]

cnt = 13

2. **Преобразование:**  $1D \rightarrow 2D$ . Одномерный массив из 16 вещественных чисел необходимо разложить по двумерной сетке  $4 \times 4$  слева направо и сверху вниз, но первый элемент на каждой строке должен содержать сумму остальных трех.  
**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[n] = n \cdot \exp(\pi n / 100)$ ,  $n$  – индекс элемента.  
**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 10 позиций.

[0 1.0319 2.1297 3.2965 4.5356 5.8504 7.2446 8.7218 10.286 11.941 13.691  
15.541 17.495 19.557 21.734 24.03]

=>

[	6.4581	1.0319	2.1297	3.2965
	21.817	5.8504	7.2446	8.7218
	41.173	11.941	13.691	15.541
	65.321	19.557	21.734	24.03
				]

3. Функция `strncpy`.  
Формат `char* strncpy(char* dest, const char* src, size_t num)`.  
Функция копирует первые num символов из строки src в строку dest.



## Вариант 7

1. Объявить массив из  $n=15$  вещественных чисел, проинициализировать нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив случайными числами от 20.0 до 100.0, а затем вычесть из каждого элемента массива минимальное значение в массиве. Это значение она также должна вернуть на выходе. Сформировать выходной вещественный массив, в котором все элементы, стоящие до позиции минимального элемента включительно, повторяют элементы входного массива, а остальные равны минимальному элементу массива. Вывести на экран результирующие массивы.

Вход:

[38 79 68 29 65 43 85 93 72 80 37 23 31 92 83]

Выход:

min Item = 23

[15 56 45 6 42 20 62 70 49 57 14 0 8 69 60]

[38 79 68 29 65 43 85 93 72 80 37 23 23 23 23]

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $5 \times 5$  целых чисел необходимо выложить в один ряд по элементам слева направо и сверху вниз, исключая все элементы на нечетных строках.

**Инициализация:** заполнить массив факториалами:  $x[i][j] = i! + j!$ .

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 8 позиций.

[	2	2	3	7	25	
	2	2	3	7	25	
	3	3	4	8	26	
	7	7	8	12	30	
	25	25	26	30	48	]

=>

[2 2 3 7 25 7 7 8 12 30]

3. Функция `strchr`.

Формат `char* strchr(char* s, int c)`.

Функция находит в строке `s` первое вхождение символа `c` и возвращает подстроку, начинающуюся с этого символа.

## Вариант 8

1. Объявить массив из  $n=15$  целых чисел, проинициализируйте нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив членами арифметической прогрессии с начальным элементом  $a_1$  и шагом  $d$  (ввести с клавиатуры), подсчитать и вернуть  $cnt$  – количество всех двузначных элементов массива, а также сформировать выходной массив, который содержит все элементы исходного, кроме тех, сумма цифр которых равна 10. Вывести на экран массивы.

Вход:

$a_1 = 7$   $d = 12$

[7 19 31 43 55 67 79 91 103 115 127 139 151 163 175]

Выход:

[7 31 43 67 79 103 115 139 151 175]

$cnt = 7$

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $4 \times 4$  вещественных чисел необходимо выложить в один ряд по элементам слева направо и снизу вверх.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i][j] = \sqrt{(i + j + 1)}$ .

**Вывод на экран:** каждый элемент одномерного массива вывести с точностью четыре знака после запятой; каждый элемент двумерного массива – с точностью два знака.

```
[ 1 1.41 1.73 2
 1.41 1.73 2 2.24
 1.73 2 2.24 2.45
 2 2.24 2.45 2.65 ]
```

=>

```
[2 2.2361 2.4495 2.6458 1.7321 2 2.2361 2.4495 1.4142 1.7321 2 2.2361 1 1.4142
1.7321 2]
```

3. Функция `strncat`.

Формат `char* strncat(char* dest, const char* src, size_t maxlen)`.

Функция приписывает `maxlen` символов строки `src` к строке `dest`.

Вариант 9

1. Объявить массив из  $n=20$  целых чисел, проинициализировать нулями. Функция `processArray()` должна заполнить массив случайными числами от одного до пяти, вычислить и вернуть наименее часто встречающееся значение в массиве (если таких несколько, вернуть наименьшее из них) и сформировать выходной массив из всех элементов входного, отсортированных в порядке возрастания. Вывести на экран массивы.

Вход:

[1 3 2 2 1 5 4 2 3 1 2 3 1 2 5 4 3 3 2 4]

Выход:

[1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4 4 4 5 5]

Least\_frequent\_element = 5

2. **Преобразование:**  $2D \rightarrow 1D$ . Двумерный массив  $5 \times 3$  вещественных чисел необходимо выложить в один ряд по элементам *по столбцам сверху вниз*.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i][j] = \sin(i - j) + \cos(i + j)$ .

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 10 позиций.

```
[      1      -0.3012      -1.325
  1.382      -0.4161      -1.831
  0.4932      -0.1485     -0.6536
 -0.8489      0.2557      1.125
  -1.41      0.4248      1.869      ]
```

=>

```
[1 1.382 0.4932 -0.8489 -1.41 -0.3012 -0.4161 -0.1485 0.2557 0.4248 -1.325 -
 1.831 -0.6536 1.125 1.869]
```

3. Функция `strcat`.

Формат `char* strcat(char* dest, const char* src)`.

Функция приписывает строку `src` к строке `dest`.

### Вариант 10

1. Объявить массив из  $n=16$  целых чисел, проинициализировать единицами. Функция `processArray()` должна заполнить элементы массива с *четными индексами* степенями двойки (1, 2, 4, 8, 16,...), с нечетными индексами – степенями тройки (3, 9, 27,...). Также подсчитать и вернуть *cnt* – количество чисел в массиве, содержащих цифру 1, и сформировать выходной массив, являющийся отсортированной версией входного. Вывести на экран результирующие массивы.

Вход:

[3 2 9 4 27 8 81 16 243 32 729 64 2187 128 6561 256]

Выход:

[2 3 4 8 9 16 27 32 64 81 128 243 256 729 2187 6561]

cnt = 5

2. **Преобразование:** 1D  $\rightarrow$  2D. Одномерный массив из 18 целых чисел необходимо отсортировать в порядке убывания и разложить по двумерной сетке 6x3 слева направо и сверху вниз по столбцам.

**Инициализация:** заполнить массив числами  $x[i] = i^2 - 1$  и все элементы с нечетными индексами домножить на  $-1$ .

**Вывод на экран:** на каждый элемент массива отвести 5 позиций.

[1 0 -3 8 -15 24 -35 48 -63 80 -99 120 -143 168 -195 224 -255 288]

=>

```
[ 1  -35 -143
 0   48  168
-3  -63 -195
 8   80  224
-15 -99 -255
24  120  288 ]
```

3. Функция `strncpy`.

Формат `char* strncpy(char* dest, const char* src, size_t num)`.

Функция копирует первые num символов из строки src в строку dest.

## Приложение В. Фрагменты кода для варианта 0.

### Задание 1.

В главной функции создаем статические массивы и вызываем функцию **processArray()**.

```
int main()
{
    // размер массива равен 20 (по заданию)
    const size_t LEN = 20;

    double a[LEN] = { 0.0 }; // создаем массив и инициализируем нулями
    bool b[LEN] = { false }; // булев массив - "false-ми"

    // инициализация генератора случайных чисел
    srand(0);
    // подсчет среднего значения в массиве a, изменение массива b
    double result = processArray(a, LEN, b);
                                // вывод массивов на экран
    printArray(a, LEN);
    printBoolArray(b, LEN);

    // ...и среднего значения элементов массива a
    printf("Average: %g\n\n", result);
    return 0;
}
```

В функции **processArray()** заполняем массив случайными числами, считаем среднее и формируем массив **flags** булевых значений. Обратите внимание на сигнатуру: запись **double arr[]** эквивалентна записи **double\* arr** (т.е. передаче параметра по указателю).

```
double processArray(double arr[], unsigned int n, bool flags[])
{
    for (size_t i = 0; i < n; ++i) // заполнение массива случ. числами [-15.0..15.0]
    {
        arr[i] = (double)(rand() % 30) - 15.0;
    }

    double average = 0.0;

    for (size_t i = 0; i < n; ++i) // подсчет среднего значения элементов
    {
        average += arr[i];
    }
    average /= n;

    for (size_t i = 0; i < n; ++i) // формирование булевого массива (по заданию)
    {
        flags[i] = arr[i] > average;
    }

    return average; // возвращаем среднее
}
```

Пример функции вывода на экран всех значений булевого массива:

```
void printBoolArray(bool* arr, size_t len)
{
    for (size_t i = 0; i < len; ++i)
    {
        (arr[i]) ? printf("T ") : printf("F ");
    }
    printf("\n");
}
```

## Задание 2.

В главной функции создаем динамически входной одномерный массив `int* arr=new int [LEN]`. Двумерный массив создаем из одномерного массива `arr` в функции `makeArray2D(arr, N, M)`.

```
int main()
{
    const size_t LEN = 20;           // задаем все параметры
    const size_t N = 5;
    const size_t M = 4;

    int* arr = new int [LEN];         // выделяем память под входной массив
    initializeArray(arr, LEN);        // инициализируем массив (по варианту)
    printArray1D(arr, LEN);           // выводим на консоль массив

    // конвертируем 1-мерный массив в 2-мерный (по варианту)
    int** arr2D = makeArray2D(arr, N, M);

    printArray2D(arr2D, N, M);        // выводим на консоль 2-мерный массив-результат

    freeArray1D(arr);                 // освобождаем память 1-мерного массива
    freeArray2D(arr2D, N);            // освобождаем память 2-мерного массива
    return 0;
}
```

Код функции `int** makeArray2D(int* arr1D, size_t rows, size_t cols)` может быть таким:

```
int** makeArray2D(int* arr1D, size_t rows, size_t cols)
{
    int** arr2D = new int* [rows];    // выделяем память под выходной массив
    for (size_t i = 0; i < rows; ++i) // и еще под каждый ряд массива в отдельности
    {
        *(arr2D + i) = new int [cols];
    }

    for (size_t i = 0; i < rows; ++i)
    {
        for (size_t j = 0; j < cols; ++j)
        {
            (*(arr2D + i) + j) = *(arr1D + i*cols + j);
        }
    }

    return arr2D;                     // возвращаем указатель на выделенную память под 2-мерный массив
}
```

По заданию, здесь работа с массивами производится через указатели.

Запись

```
*(*(arr2D + i) + j) = *(arr1D + i*cols + j)
```

эквивалентна более понятной «индексной» записи

```
arr2D[i][j] = arr1D[i*cols + j]
```

Код инициализации массива может выглядеть, например, так:

```

void initializeArray(int* arr, size_t len)
{
    if (len > 0)
    {
        *arr = 1.0;
    }

    if (len > 1)
    {
        *(arr + 1) = 1.0;
    }

    for (size_t i = 2; i < len; ++i)
    {
        *(arr + i) = *(arr + i-1) + *(arr + i-2);
        // эквивалентно: arr[i] = arr[i-1] + arr[i-2]
    }
}

```

Остальные функции printArray1D, printArray2D, freeArray1D, freeArray2D предлагаются студенту на самостоятельную проработку.

### *Задание 3.*

В главной функции объявляем тестовую строку и вызываем поочередно стандартную strrchr и свою версию – reverseChar.

```

int main()
{
    // тестовая строка
    char s[] = "www.some_address.and_something_else.com";

    // проверяем стандартную функцию (ищем последнее вхождение символа ".")
    char* standardResult = strrchr(s, '.');

    // проверяем свою версию стандартной функции
    char* myResult = reverse_char(s, '.');

    // выводим на экран строку,
    // затем результат стандартной функции
    // и затем результат своей версии
    printf("Initial string: %s\nStandard: %s\nMy version: %s\n",
        s, standardResult, myResult);

    return 0;
}

char* reverseChar(char* s, int c)
{
    size_t len = 0; // стартовый индекс

    char* restOfString = NULL; // указатель на оставшуюся часть строки (его нужно вернуть)

    // проходим до конца строки (пока не встретим символ 0)
    while (s[len] != '\0')
    {
        // при этом если очередной символ оказался равен искомому c,
        if (s[len] == c) restOfString = s + len; // то запоминаем указатель на него
        len++;
    }
    // возвращаем последний присвоенный указатель
    return restOfString;
}

```

Вообще, возможны разные алгоритмы, приводящие к одним и тем же результатам. Например, вот еще пример возможной реализации (менее эффективной, почему?) той же функции `strrchr()` :

```
char* reverseChar2(char* s, int c)
{
    // стартовый индекс
    int len = 0;

    // проходим до конца строки (пока не встретим символ 0)
    while (s[len] != '\0') len++;

    // затем идем обратно, пока не найдем искомый символ
    while (s[len] != c && len >= 0) len--;

    // возвращаем указатель на часть строки, начиная с найденной позиции
    return s + len;
}
```

Наконец, третий вариант через указатели. Например, функция `strrchr()` может быть реализована на языках C/C++ таким образом (более компактная версия функции `reverseChar`, приведенной выше):

```
const char* strrchr(const char* s, int c)
{
    const char* ret = 0;
    do
    {
        if (*s == (char)c) ret = s;
    }
    while (*s++);

    return ret;
}
```