# Лекция II

27 сентября 2017

# 2. Управление ходом выполнения программы

## Цикл

Под **циклом** в программировании понимается обособленный набор повторяющихся $N$ раз инструкций. Причём, $N \geq 0$

## Дополнительные определения

- **Тело цикла** - набор повторяющихся инструкций
- **Итерация** (или проход цикла) - однократное выполнение всех инструкций из тела цикла

Циклы **while** и **do ... while**

```
while (<логическое выражение>) {
   [инструкции];
}

do {
   [инструкции];
} while (<логическое выражение>);
```

Цикл **while**

```
1 int counter = 10;
2
3 while ( counter > 0 ) {
4   printf("%d\n", counter * counter);
5   counter--;
6 }
```

Цикл **do ... while**

```
1 int counter = 0;
2
3 do {
4   printf("%d\n", counter * counter);
5   counter++;
6 } while ( counter < 10 );
```

Бесконечный цикл на примере **while**

```
1 while( 1 ) {
2   printf("*");
3 }
```

Цикл **for**

```
for (   [инициализация];
        [условие выхода];
        [итеративное изменение]
    ) {
  [инструкции];
}
```

1. **Инициализация**: инструкции, которые выполнятся до начала рвботы цикла. Как правило, задание различных счётчиков, используемых внутри цикла.
2. **Условие выхода**: логическое выражение, проверяемой **до первой** и после каждой следующей итерации.
3. **Итеративное изменение**: задание выражений (изменение счётчика цикла, как пример), которые выполняются **после каждой итерации**.

Цикл **for**

```
1  #include <math.h>
2
3  // Бесконечный цикл
4  for (;;) {
5    // что-то полезное
6  }
7
8  // Вывод значений квадратного корня для ↩
       чисел от 0 до 9
9  for (int i = 0; i < 10; i++) {
10   printf("%lf\n", sqrt(i));
11 }
```

Управление циклами **continue** и **break**

```
1  for (int counter = 0; ; ++counter) {
2    if ( (counter % 2) == 0 ) {
3      printf("%d\n", counter);
4      continue;
5    }
6
7    if ( (counter > 15) ) {
8      break;
9    }
10
11   printf("Итерация закончена\n");
12 }
```

Управляющие конструкции закончились: кроме трёх циклов, условного перехода да конструкции **switch** больше нечем влиять на логику программы (99% правда)

Переходим к рассмотрению функций в C

**Функция** - обособленный набор инструкций, пригодный для повторного использования, который может принимать произвольное количество значений и возвращать значение.
Определение функции в C

```
[...] <тип_возвращаемого_значения>
      <имя_функции> ( <список_аргументов> )
{
  [инструкции;]
  return <значение>;
}
```

, где **список_аргументов** - это набор пар *тип данных* и *символьное обозначение* каждого параметра, перечисляемых через запятую. Троеточия - специальные указания компилятору, возможно рассмотрятся на практике.

# 3. Функции. Определение

- Каждая функция должна быть уникальна
- Уникальность функции в языках программирования определяется её **сигнатурой** - набором отличительных признаков
- В C сигнатура функции определяется **её именем** (строго говоря - идентификатором)
- Определение функции внутри другой функции стандартом языка запрещено (но некоторые компиляторы позволяют это делать)

$$n! = 1 * 2 * 3 * 4 ... * n$$

```
1  long long factorial(unsigned n)
2  {
3    long long result = 1;
4
5    for (unsigned i = 2; i <= n; ++i) {
6      result *= i;
7    }
8
9    return result;
10 }
11
12 ...
13 long long result = factorial(8);
14 printf("Факториал 8 равен: %lld", result);
```

Число операторов возврата **return** - неограничено.

```
1  long long factorial(unsigned n)
2  {
3    if ( n < 2) {
4      return 1;
5    }
6
7    long long result = 1;
8
9    for (unsigned i = 2; i <= n; ++i) {
10     result *= i;
11   }
12
13   return result;
14 }
```

$\text{number}^n, n$ – целое

```
1  double degree_nth(double num, int n)
2  {
3    double result = 1;
4    int is_negative = n < 0;
5    unsigned degree = is_negative ? -n : n;
6
7    while ( degree > 0 ) {
8      result *= num;
9      --degree;
10   }
11
12   return is_negative ?
13            (1 / result) : result;
14 }
```

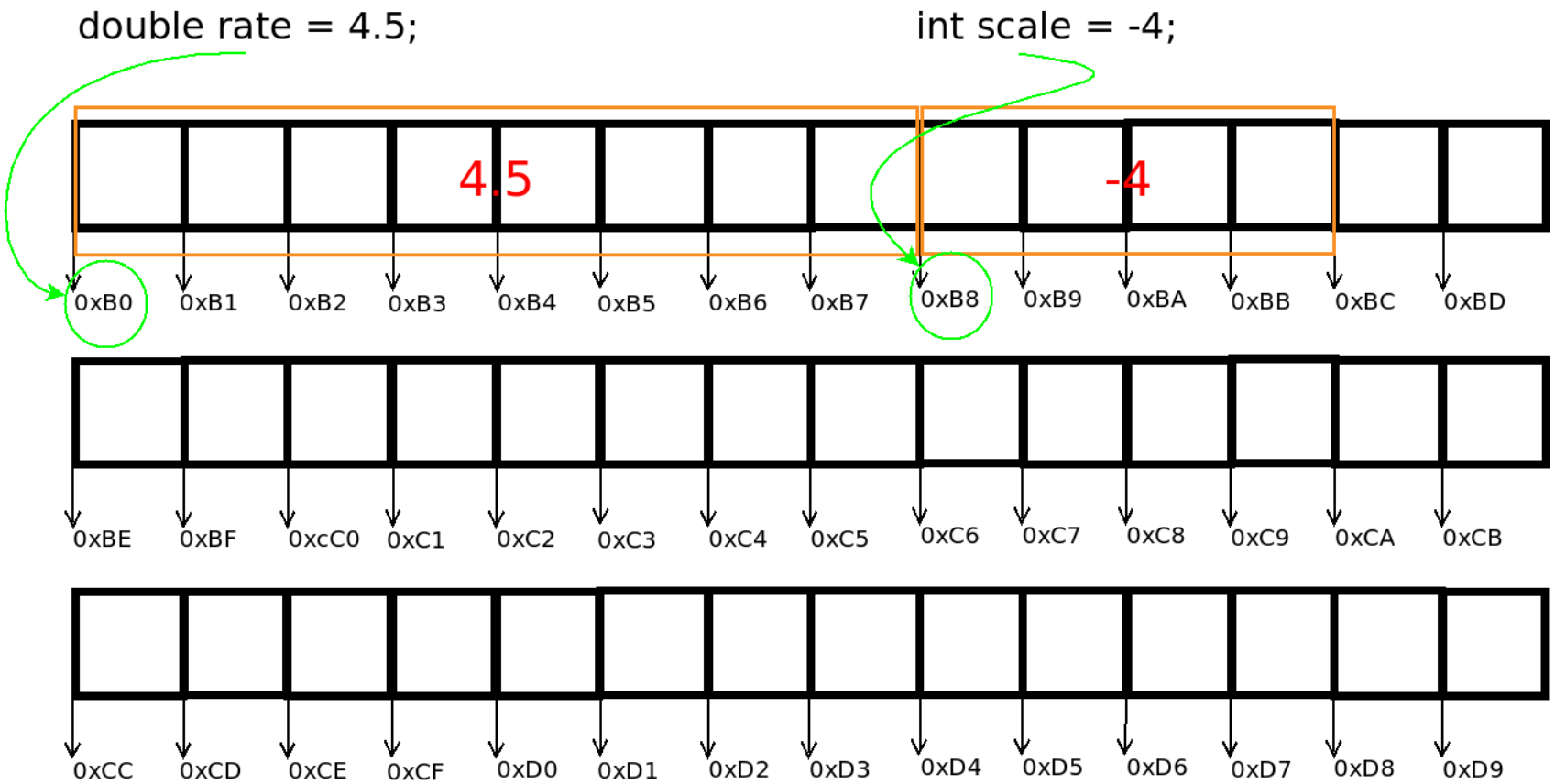
```
1 double degree_nth(double num, int n)
2 { ... }
3
4 double rate = 4.5;
5 int scale = -4;
6
7 double rate_in_scale = degree_nth( rate, ↩
     scale );
```

# Прежде, чем идти дальше

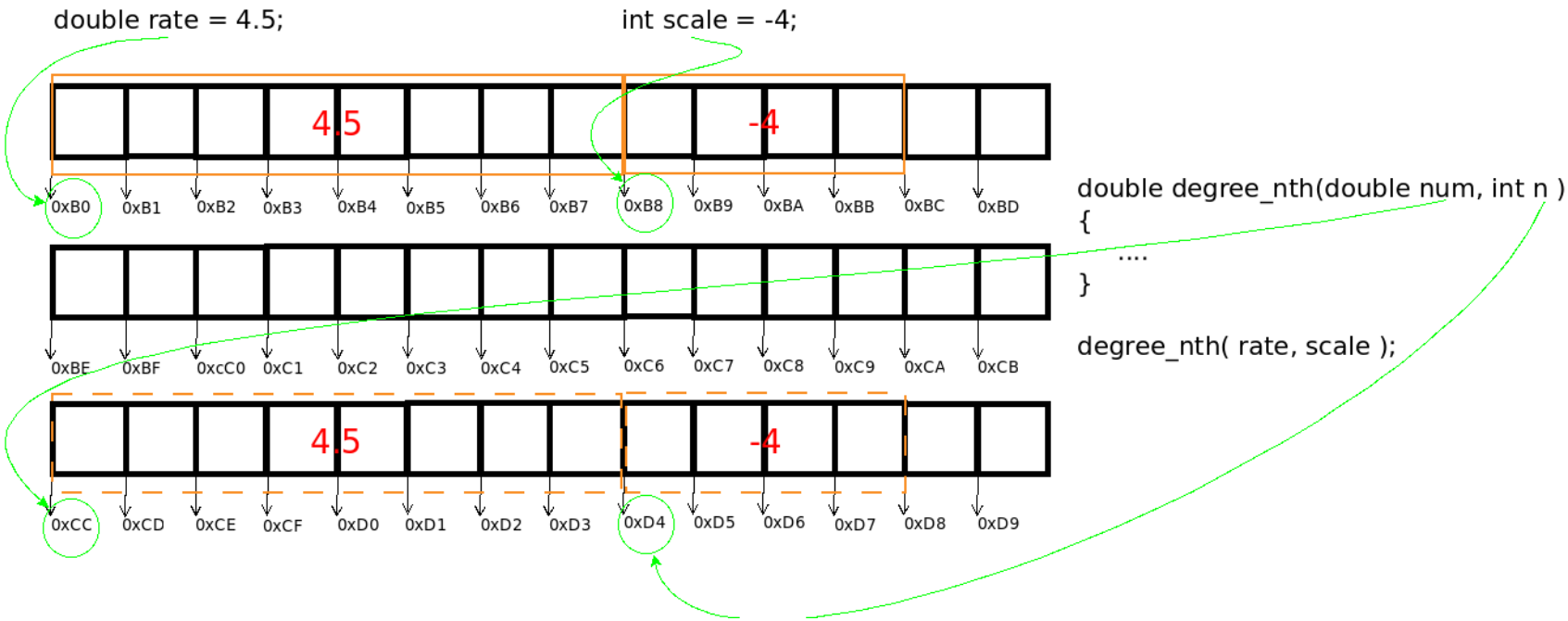
## Адрес переменной

Каждая переменная любого типа связана с блоком в памяти, который состоит из какого-либо количества байт. Каждый байт в модели памяти языка C пронумерован - ему присвоен порядковый номер: 0, 1, 2, 3, ... . Номер первого байта блока называется **адресом переменной**. Адреса в литературе приводят в *шестнадцатиричном* виде.

# 3. Функции. Передача аргументов по значению



# 3. Функции. Передача аргументов по значению



Функция может не возвращать никакого значения. Для этого в качестве возвращаемого типа используется специальный тип - **void**. Вызов оператора **return** не обязателен.

```
1 void print_pair(double first, double second)
2 {
3   printf("<< %lf, %lf >>", first, second);
4
5   // В тоже время, нельзя создать переменную типа void
6   // void v_var; // Ошибка компиляции!
7 }
```

Однако, оператор **return** может присутствовать для немедленного выхода из подобной функции (тип возвращаемого значения - **void**).

```
1  void declarate_party(size_t alcohol_litres)
2  {
3    if ( alcohol_litres == 0 ) {
4      return;
5    }
6
7    if ( alcohol_litres < 10 ) {
8      printf("Party good: :)\n");
9      return;
10   }
11
12   printf("Party very good: :D!\n");
13 }
```

Аналогично переменным, для функций существуют понятия **объявления** и **определения**. Определение - это все примеры выше, а под **объявлением** понимается указание *типа возвращаемого значения, названия функции и перечисление типов всех аргументов*. Причём, давать имена аргументам - не обязательно

```
1  #include <stdio.h>
2
3  double my_random(unsigned); // Объявление!
4
5  int main()
6  {
7    printf("Случайное число: %lf\n", my_random(567)↩
         );
8  }
9
10 double my_random(unsigned seed) // Определение!
11 { return 4.5688 / seed; }
```

Основные сведения о функциях закончились.

На очереди - массивы

# Прежде, чем идти дальше

## Область видимости идентификатора

Место в файле с исходным кодом, где идентификатор доступен для операций (использование значения в случае переменной, вызов - в случае функции). В языке C различают две области - **глобальная** и **локальная**.

- Все функции имеют **глобальную** область видимости
- Переменная имеет **локальную** область видимости, если её объявление или определение находится внутри пары фигурных скобок ({})
- Иначе переменная получает **глобальную** область видимости
- Локальная переменная видна во всех вложенных областях

# Прежде, чем идти дальше

Область видимости идентификатора

```
1  // Переменная с глобальной областью видимости
2  const double PI = 3.14159265358;
3
4  void do_something(double x)
5  {
6    // Локальная область видимости
7    double rate = 0.5;
8
9    if (x > 10.0) {
10     // Ещё одна. PI и rate тут доступны
11     double num = PI * x * rate;
12     printf("Результат: %lf", num);
13   }
14
15   // Доступа к num уже нет:
16   // num += 3.05;
17   rate *= 9.5;
18 }
```

# Прежде, чем идти дальше

## Время жизни переменной

- Переменные с локальной областью видимости автоматически удаляются по достижении конца области видимости
- Глобальные переменные существуют до тех пор, пока выполняется программа

# Массивы в C

**Массив** - структура данных, содержащая набор проиндексированных элементов. В языке C массивы являются типизированными, то есть могут содержать элементы только одного типа.

```
<тип> <имя_массива>[<размер>];
```

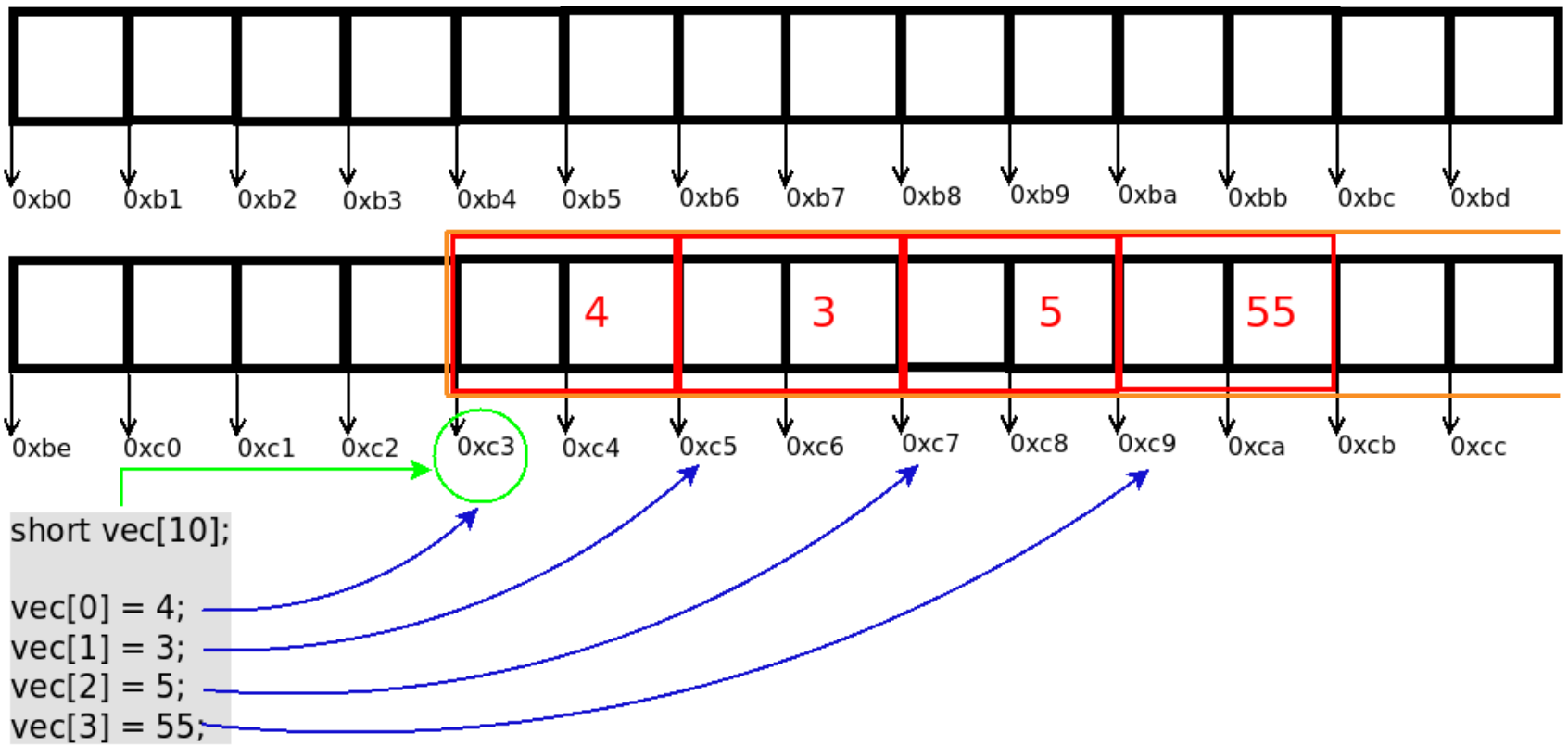
В C все элементы одного массива располагаются в памяти последовательно.

**Статический массив**

Индексация элементов в массиве **начинается с нуля**.

```
1 short vec[10];
2
3 // Задаём значение первого элемента
4 vec[0] = 4;
5 vec[3] = 55;
6
7 printf("Первый элемент равен %d", vec[0]);
```

## Точка зрения памяти



# Массивы в C

Инициализация массива - задание начальных значений каждому элементу

```
1  int vec[8] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 };
2
3  for (unsigned i = 0; i < 8; ++i) {
4    printf("%u ", vec[i]);
5  }
6  printf("\n");
7
8  // Незаданные элементы будут равны 0.0
9  double real_arr[5] = { 3.4, 5.5, 77.11 };
10
11 // При явной инициализации размер массива ↩
       можно пропускать
12 int another_vec[] = { 1, 2, 3, 4 };
```

Многомерные массивы

```
1  int matrix1[10][10];
2
3  for (int i = 0; i < 10; ++i) {
4    for (int j = 0; j < 10; ++j) {
5      matrix[i][j] = i + j;
6    }
7  }
8
9  // Инициализация
10 int matrix2[3][3] = { {1, 2, 3}, {4, 5, 6}, ↩
     {7, 8, 9} };
```

# Массивы в C

Многомерные массивы: в числе размерностей никто не ограничен. Гарантируется работа до 31 уровня вложенности.

```
1 int monstr[3][4][5][3][4][5];
2 monstr[0][0][0][0][0][0] = 5;
```

Передача массивов в функции.

```
1  void print_array(int arr[], size_t count)
2  {
3    std::cout << "\nПереданный массив:\n";
4    for (size_t i = 0; i < count; ++i) {
5      printf("%d ", arr[i]);
6    }
7    printf("\n");
8  }
9
10 ...
11
12 int vec[8] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 };
13 print_array(vec, 8);
```

Никакой проверки размерности массива не происходит.

```
1  void print_array(int arr[55], size_t count)
2  {
3    printf("\nПереданный массив:\n");
4    for (size_t i = 0; i < count; ++i) {
5      printf("%d ", arr[i]);
6    }
7    printf("\n");
8  }
9
10 ...
11
12 int vec[8] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 };
13 print_array(vec, 8);
```

# Массивы в C

Многомерные массивы: нужно указать все размерности, кроме первой.

```
1  const size_t COLS = 8;
2
3  void print_2D_array(int matr[][COLS], size_t rows_count)
4  {
5    printf("\nПереданный двумерный массив:\n");
6    for (size_t i = 0; i < rows_count; ++i) {
7      for (size_t j = 0; j < COLS; ++j) {
8        printf("%d ", matr[i][j]);
9      }
10     printf("\n");
11   }
12   printf("\n");
13 }
```

# Массивы в C

В современном стандарте C (**C11**) определены **массивы переменной длины** (VLA - variable length array)

```
1 size_t my_size = 15;
2
3 int arr[my_size];
4
5 for (size_t i = 0; i < my_size; ++i) {
6   arr[i] = 15 - i;
7 }
```

Другой пример на **массивы переменной длины**

```
1  size_t rows, cols;
2
3  printf("Введите число строки и"
4         " столцов матрицы: ");
5  scanf("%lu %lu", &rows, &cols);
6
7  // Опрделяем двумерный массив
8  // заданных размеров
9  double real_matrix[rows][cols];
10
11 // Используем по своему усмотрению
12 for (size_t i = 0; i < rows; ++i) {
13   for (size_t j = 0; j < cols; ++j) {
14     real_matrix[i][j] = 35.678 /(1 + i + j);
15   }
16 }
```

Ограничения на **массивы переменной длины**

- Массивы переменной длины не могут быть глобальными (должны использоваться только внутри функций)
- Массив переменной длины невозможно проинициализировать начальными значениями при объявлении

**Общее ограничение массивов**

Массивы в C сравниваются только **поэлементно**. Сравнивать переменные массивов (такие как **arr, real_matrix** в примерах выше) - бесполезно, при этом сравниваются только их адреса