НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритмизация и программирование

Программирование на C/C++

(ч.3 – массивы, функции, рекурсия)

Беркунский Е.Ю., кафедра ИУСТ, НУК
eugeny.berkunsky@gmail.com
http://www.berkut.mk.ua

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

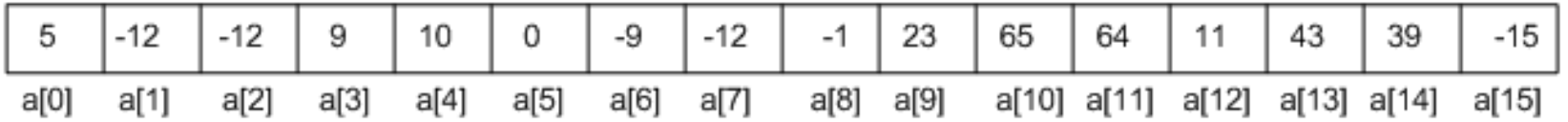
Одномерные массивы в C++

- Одномерный массив — массив, с одним параметром, характеризующим количество элементов одномерного массива.
- Фактически одномерный массив — это массив, у которого может быть только одна строка, и n-е количество столбцов.
- Столбцы в одномерном массиве — это элементы массива.
- На рисунке показана структура целочисленного одномерного массива **a**.
- Размер этого массива — 16 ячеек.

5	-12	-12	9	10	0	-9	-12	-1	23	65	64	11	43	39	-15
a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	a[4]	a[5]	a[6]	a[7]	a[8]	a[9]	a[10]	a[11]	a[12]	a[13]	a[14]	a[15]

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Одномерные массивы в C++



- Заметьте, что максимальный индекс одномерного массива **a** равен 15, но размер массива 16 ячеек, потому что нумерация ячеек массива всегда начинается с 0.
- Индекс ячейки – это целое неотрицательное число, по которому можно обращаться к каждой ячейке массива и выполнять какие-либо действия над ней (ячейкой).

```
//синтаксис  объявления одномерного массива в C++:
/*тип данных*/  /*имя массива*/[/*размерность*/];
//пример объявления одномерного массива, изображенного на рисунке
int a[16];
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Одномерные массивы в C++

```
//синтаксис  объявления одномерного массива в C++:
/*тип данных*/  /*имя массива*/[/*размерность*/];
//пример объявления одномерного массива, изображенного на рисунке
int a[16];
```

- Всегда сразу после имени массива идут квадратные скобки, в которых задаётся размер одномерного массива, этим массив и отличается от всех остальных переменных.

```
//ещё один способ объявления одномерных массивов
int mas[10], a[16];
```

- Объявлены два одномерных массива **mas** и **a** размерами 10 и 16 соответственно.
- При таком способе объявления все массивы будут иметь одинаковый тип данных, в нашем случае - **int**.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Одномерные массивы в C++

```
// массивы могут быть инициализированы при объявлении:
int a[10] = { 5, -12, -12, 9, 10, 0, -9, -12, -1, 7};
```

- Инициализация одномерного массива выполняется в фигурных скобках после знака **равно**, каждый элемент массива отделяется от предыдущего запятой.

```
int a[] = { 5, -12, -12, 9, 10, 0, -9, -12, -1, 7};
```

- В данном случае компилятор сам определит размер одномерного массива.
- Размер массива можно не указывать только при его инициализации, при обычном объявлении массива обязательно нужно указывать размер массива.

Одномерные массивы в C++

Рассмотрим пример программы:

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
  cout << "obrabotka massiva" << endl;
  int array1[16] = { 5, -12, -12, 9, 10, 0, -9,
                     -12, -1, 23, 65, 64, 11, 43, 39, -15 };
  cout << "index" << "\t\t" << "element massiva" << endl;
  for (int counter = 0; counter < 16; counter++)
  {
    cout << "array1[" << counter << "]" << "\t\t"
         << array1[counter] << endl;
  }
  return 0;
}
```

Функции в C++

- Опытные программисты знают, что для написания больших программ необходимо пользоваться функциями.
- Программа будет состоять из отдельных фрагментов кода, под отдельным фрагментом кода понимается функция.
- Отдельным, потому, что работа отдельной функции практически не зависит от работы какой-нибудь другой.
- Алгоритм в каждой функции должен быть функционально достаточен и максимально независим от других алгоритмов программы.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Функции в C++

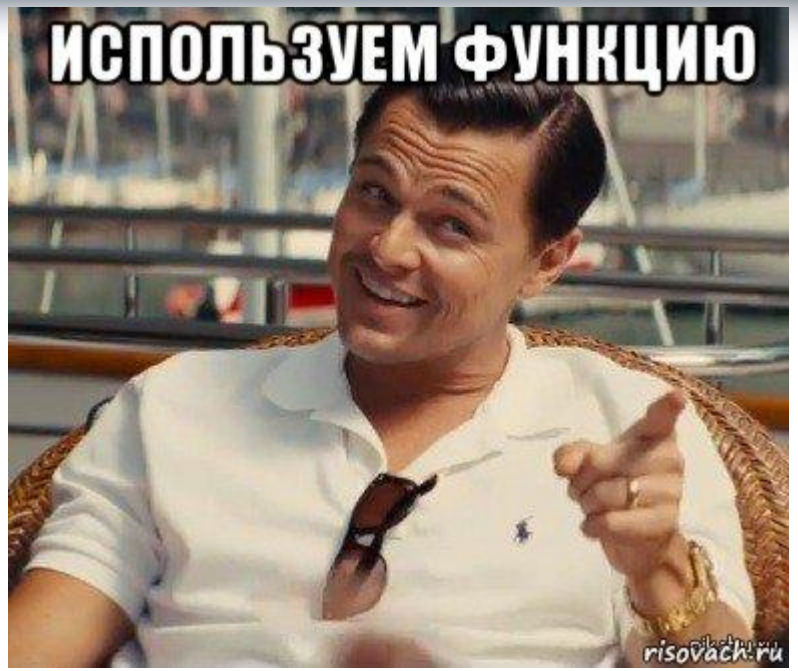
- Функция (в программировании) — это фрагмент кода или алгоритм, реализованный на каком-то языке программирования, с целью выполнения определённой последовательности операций.

- Однажды написав функцию, её можно будет с лёгкостью переносить в другие программы.

Функции в С++

- Функции позволяют сделать программу модульной, то есть разделить программу на несколько маленьких подпрограмм (функций), которые в совокупности выполняют поставленную задачу.
- Еще одно преимущество функций в том, что их можно многократно использовать.
- Данная возможность позволяет многократно использовать один раз написанный код, что в свою очередь, намного сокращает объем кода программы!

Функции в C++



- Чтобы воспользоваться функцией, определённой в заголовочном файле, нужно его подключить.
- Например, чтобы воспользоваться функцией, которая возводит некоторое число в степень, нужно подключить заголовочный файл <cmath> и использовать функцию pow() в программе.

Пример программы

```
// 1 - подключаем заголовочный файл <cmath>
// который содержит прототипы основных
// математических функций
#include <cmath>

int main() {
   // 2 - запуск функции
   //возведения числа в степень
      double power = pow(3.1415926, 0.5);
      cout << power << endl;
      return 0;
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Функции в C++

- Всегда после имени функции ставятся круглые скобки, внутри которых, функции передаются аргументы, и если аргументов несколько, то они отделяются друг от друга запятыми.
- Аргументы нужны для передачи информации в функцию.
- Например, чтобы возвести число 3.1415926 в степень 0.5 используя функцию pow(), нужно как-то этой функции сообщить, какое число, и в какую степень его возводить.
- Для этого и придуманы аргументы функций, но бывают функции, в которых аргументы не передаются, такие функции вызываются с пустыми круглыми скобками.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Функции в C++

Для того, чтобы воспользоваться функцией из стандартного заголовочного файла C++ необходимо выполнить два действия:

- Подключить необходимый заголовочный файл;
- Запустить нужную функцию.

Кроме вызова функций из стандартных заголовочных файлов, в языке C++ предусмотрена возможность создания своих функций.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Функции в C++

Функции в C++

В языке программирования C++ есть два типа функций:

- Функции, возвращающие значение
- Функции, которые не возвращают значений

Функции в C++

- В заголовке функции сначала нужно определять возвращаемый тип данных, это может быть тип данных int, если необходимо возвратить целое число или тип данных double - для чисел с плавающей точкой, и т.п.
- Так как функция должна вернуть значение, то для этого должен быть предусмотрен специальный оператор **return**. С его помощью можно вернуть значение, по завершении работы функции.
- Для этого нужно указать переменную, содержащую нужное значение, или некоторое значение, после оператора **return**.
- Тип данных возвращаемого значения должен совпадать с типом данных в заголовке.

Способы передачи параметров функций

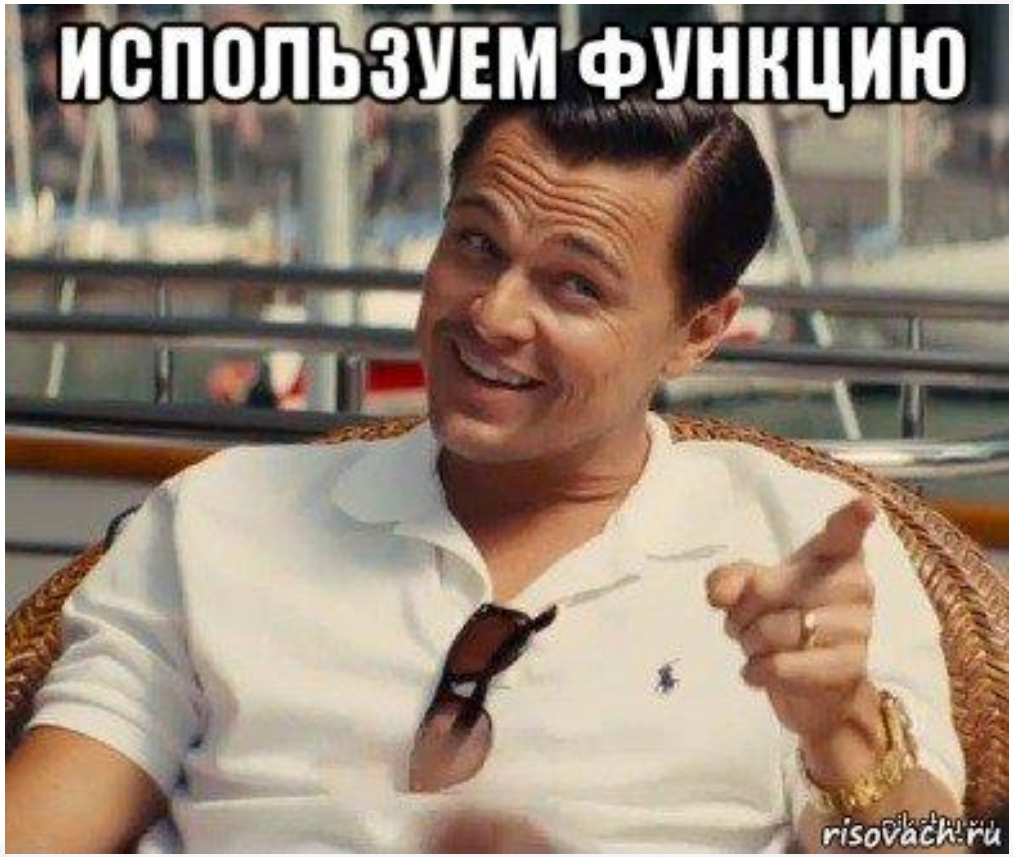
В языке C++ параметры в функцию передаются одним способом:

- По значению
- По ссылке
- По указателю

Рассмотрим такой пример.
Необходимо разработать программу,
которая вводит два числа, затем вызывает функцию,
меняющую введенные числа местами,
а затем выводит их.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Демонстрация



Передача массива, как параметра функции

- Поскольку передача массива по значению, то есть создание копии всего массива является трудоемкой операцией (особенно для больших массивов), то вместо массива всегда передается ссылка на него
- То есть при объявлении функции

```
int f(int a[], int size)
```

- Она получит ссылку на массив, а, значит, будет способна изменять значения его элементов.

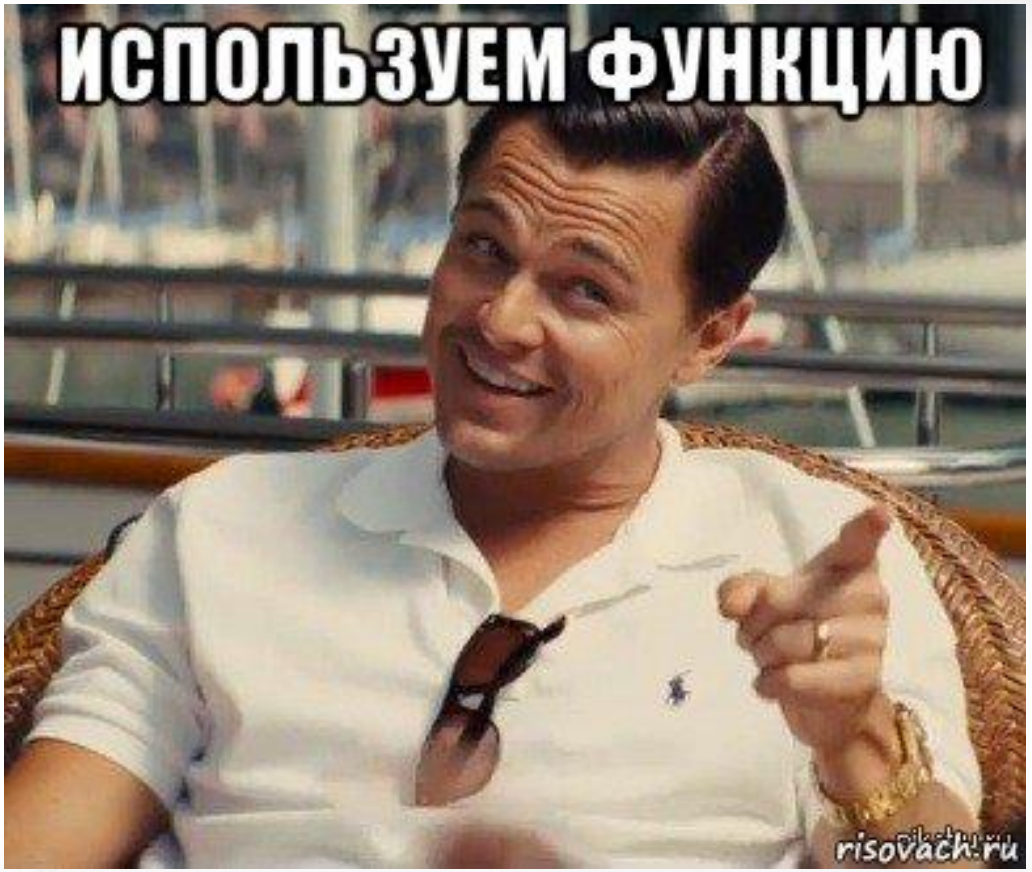
Передача массива, как параметра функции

Рассмотрим пример:

- Разработать функцию, нахождения номера минимального элемента в массиве.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Демонстрация



Аргументы функций по умолчанию

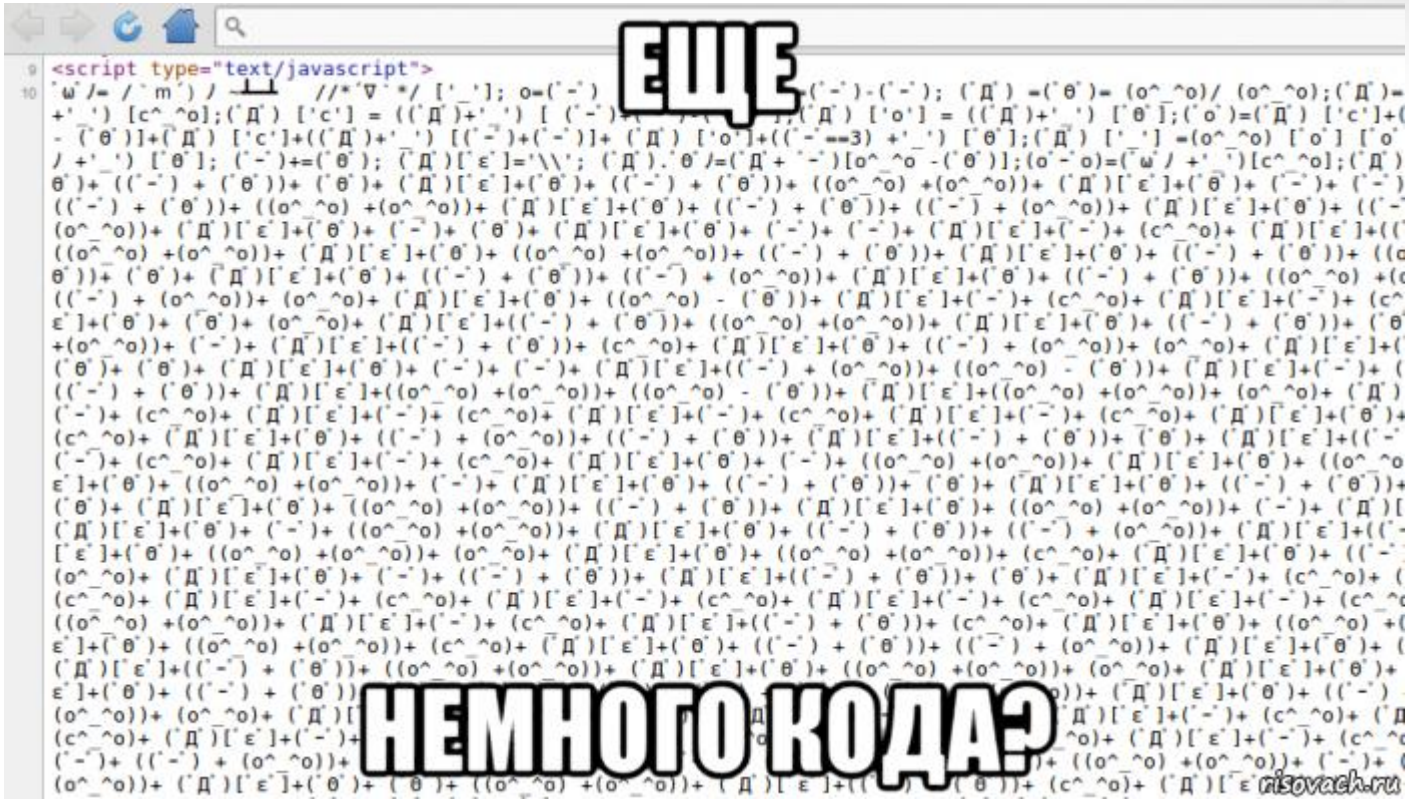
- При обращении к функции, можно опускать некоторые её аргументы.
- Для этого необходимо при объявлении прототипа данной функции проинициализировать её параметры какими-то значениями, эти значения и будут использоваться в функции по умолчанию.
- Аргументы по умолчанию должны быть заданы в прототипе функции.
- Если в функции несколько параметров, то параметры, которые опускаются должны находиться правее остальных.
- Таким образом, если опускается какой-то параметр, то все параметры, расположенные перед ним могут не опускаться, но после него они должны быть опущены.

Аргументы функций по умолчанию

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;

double heron(double a = 5, double b = 6.5, double c = 10.7);

int main()
{
    cout << "S = " << heron()      << endl << endl;
    cout << "S = " << heron(10,5) << endl << endl;
    cout << "S = " << heron(7)     << endl << endl;
    return 0;
}

double heron(double a, double b, double c)
{
   double p = (a + b + c) / 2;
   cout <<"a= "<< a <<"\nb= " << b << "\nc = " << c << endl;
   return (sqrt(p * (p - a) * (p - b) * (p - c)));
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Демонстрация



Весь код по ссылке: http://code.re/5Mz

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Пример задачи

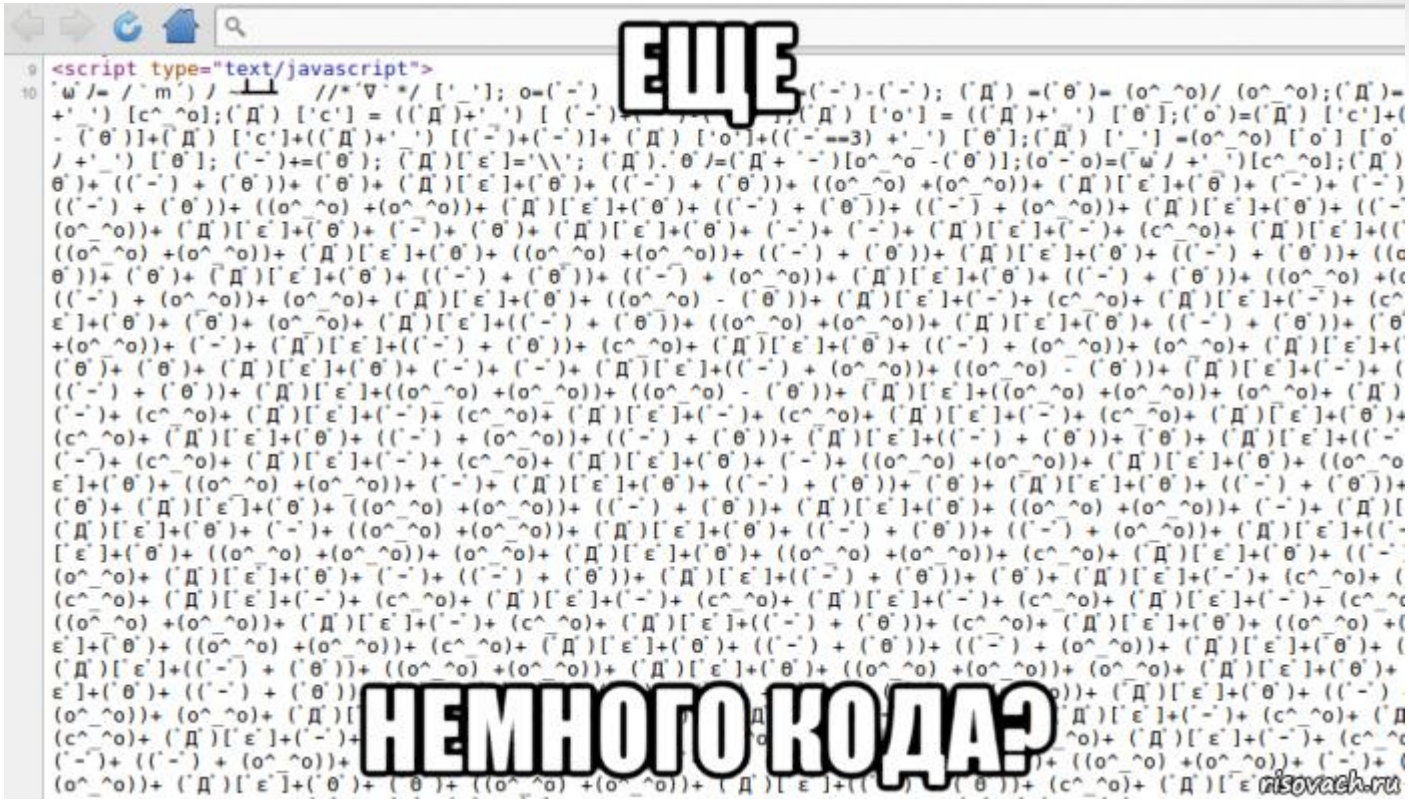
Даны действительные числа s, t. Получить

$$f(t, -2s, 1.17) + f(2.2, t, s - t),$$

где $f(a, b, c) = \dfrac{2a - b - \sin c}{5 + |c|}$.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Демонстрация



Весь код по ссылке: http://code.re/6MR

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

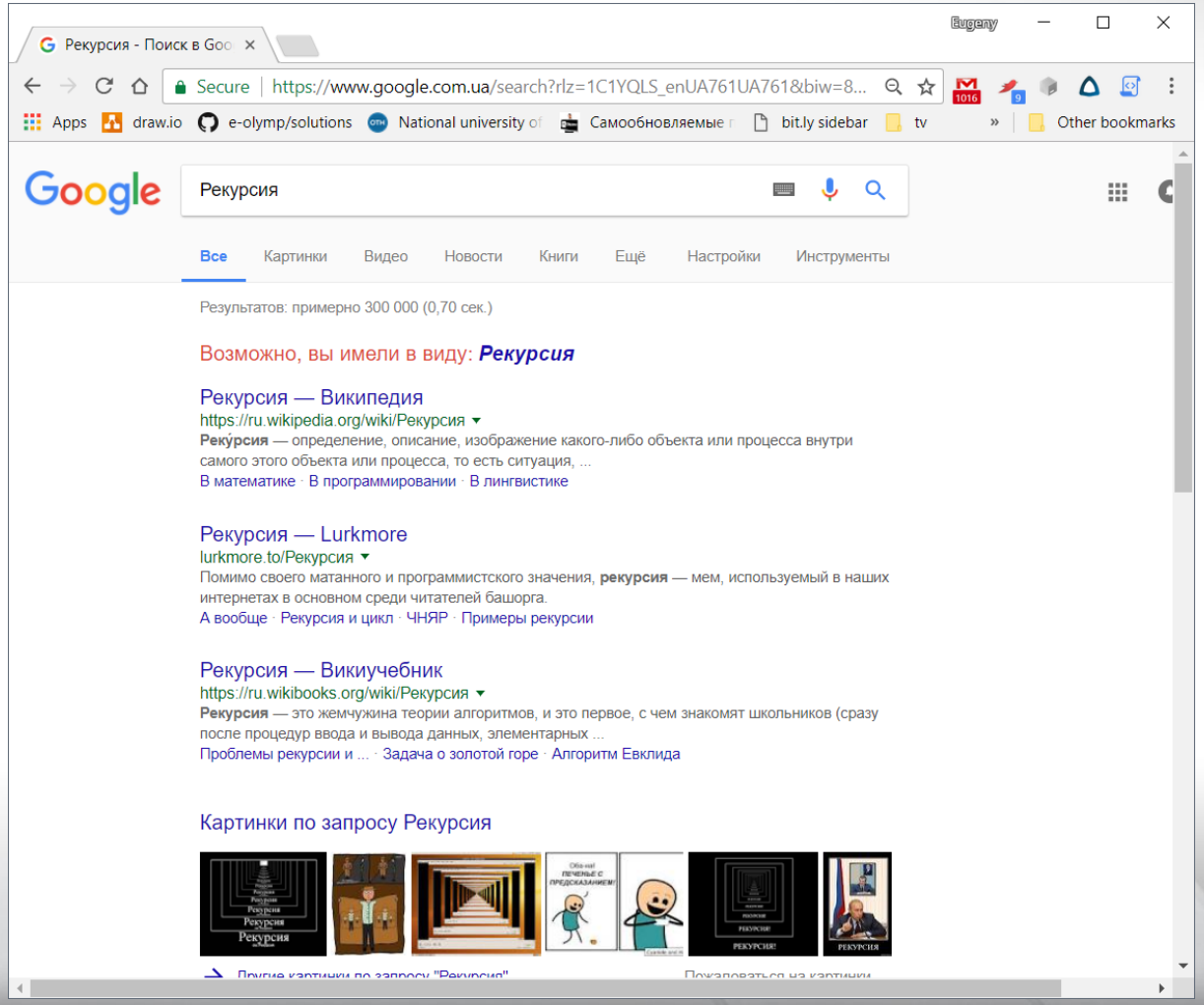
Рекурсия – это … ?

Спросим у Google?..

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

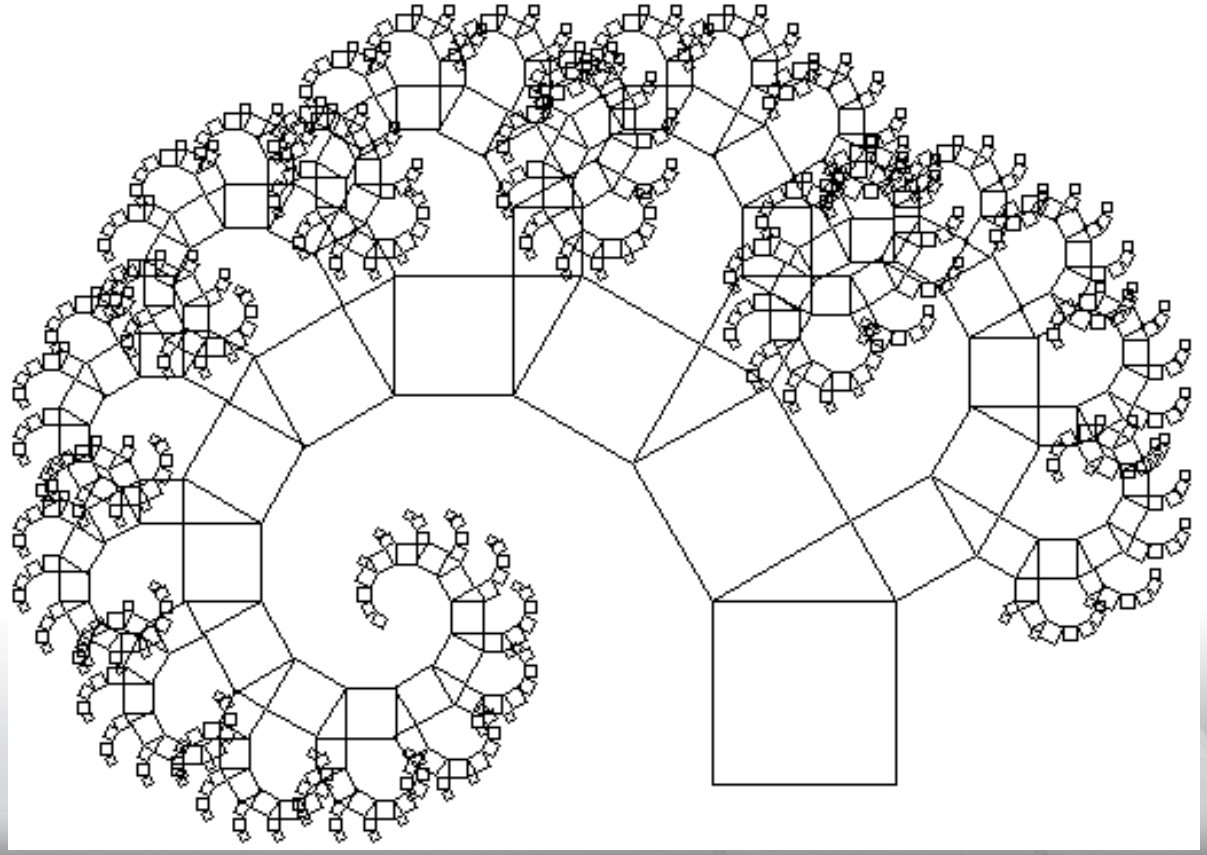
Рекурсия – это … ?



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

Рекурсия – определение части функции через саму себя, то есть это функция, которая вызывает саму себя, непосредственно (в своём теле) или косвенно (через другую функцию).



Рекурсия

Типичными рекурсивными задачами являются задачи:

- нахождения n!
- числа Фибоначчи.

Такие задачи уже решались нами, но только с использованием циклов, то есть итеративно.

Вообще говоря, всё то, что решается итеративно можно решить рекурсивно, то есть с использованием рекурсивной функции.

Рекурсия

Вычисление факториала

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$$

Итеративный (циклический) процесс:

```
int f = 1;
for (int i = 1; i <= n; i++) {
    f *= i;
}
```

Рекурсия

Вычисление факториала

$$n! = \begin{cases} 1, \text{если } n = 0 \text{ или } n = 1 \\ (n-1)! * n, \text{если } n > 1 \end{cases}$$

Рекурсивный процесс:

```
int f(int n) {
    if ( n == 0 || n == 1 ) return 1;
    else f = n * f(n-1);
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Вычисление факториала

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

Числа Фибоначчи:

$$f_i = \begin{cases} 1, \text{если } i = 0 \text{ или } i = 1 \\ f_{i-1} + f_{i-2}, \text{если } i > 1 \end{cases}$$

Числа Фибоначчи

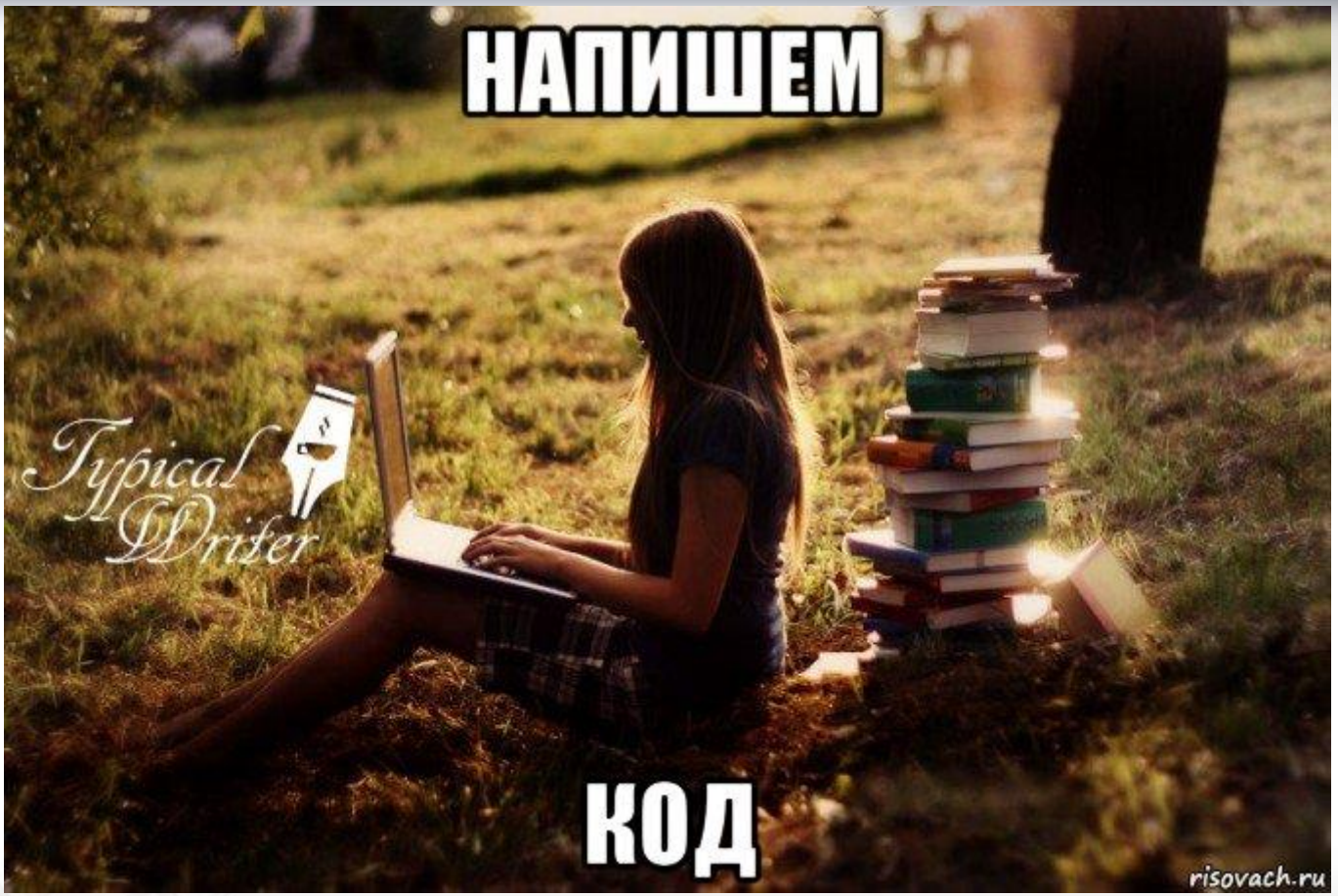
Простая рекурсия:

```
int fib(int i){
    if (i == 0 || i == 1) return 1;
    else return fib(i - 1) + fib(i - 2);
}
```

Что плохого в этом алгоритме?

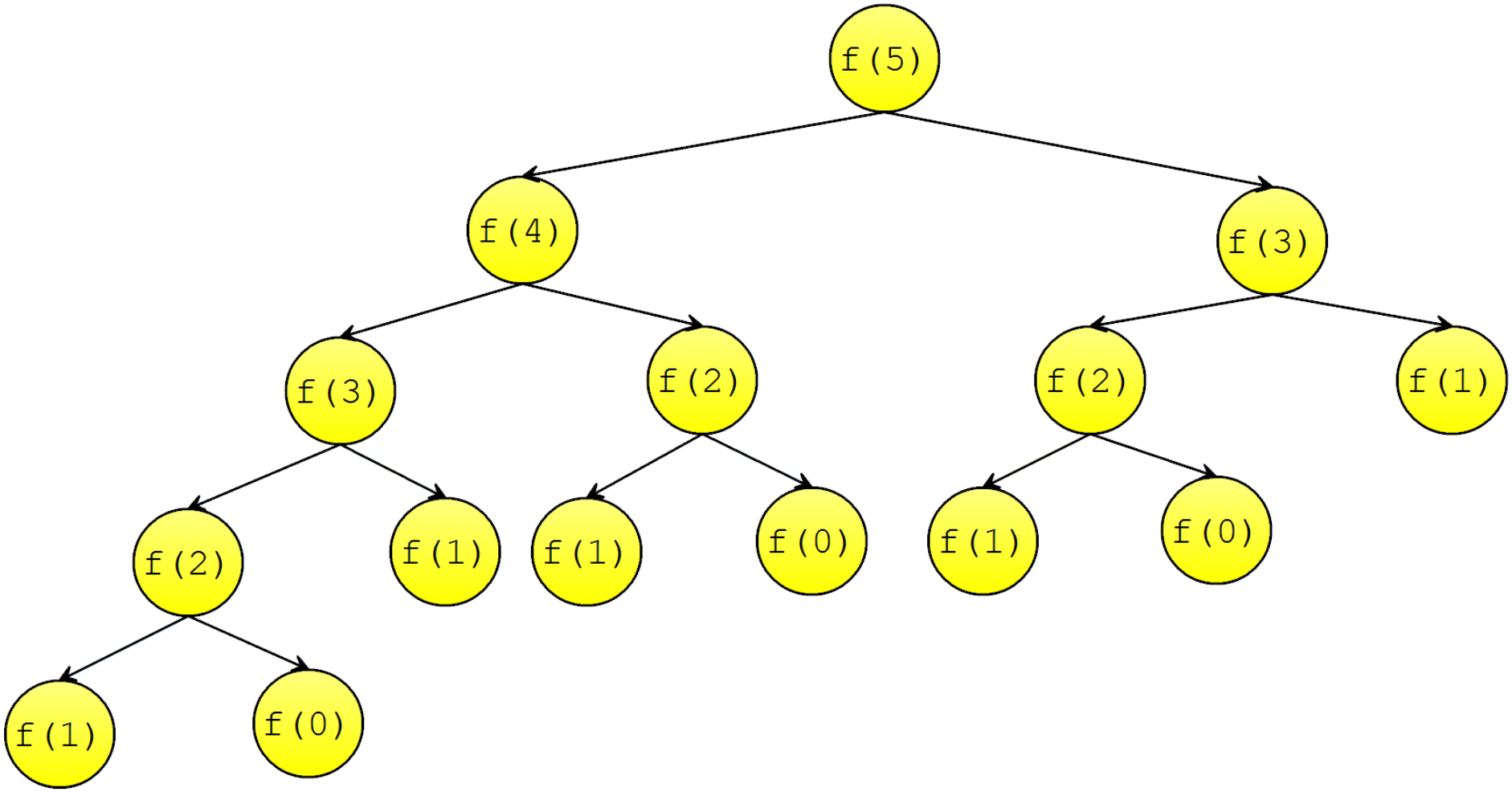
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Демонстрация

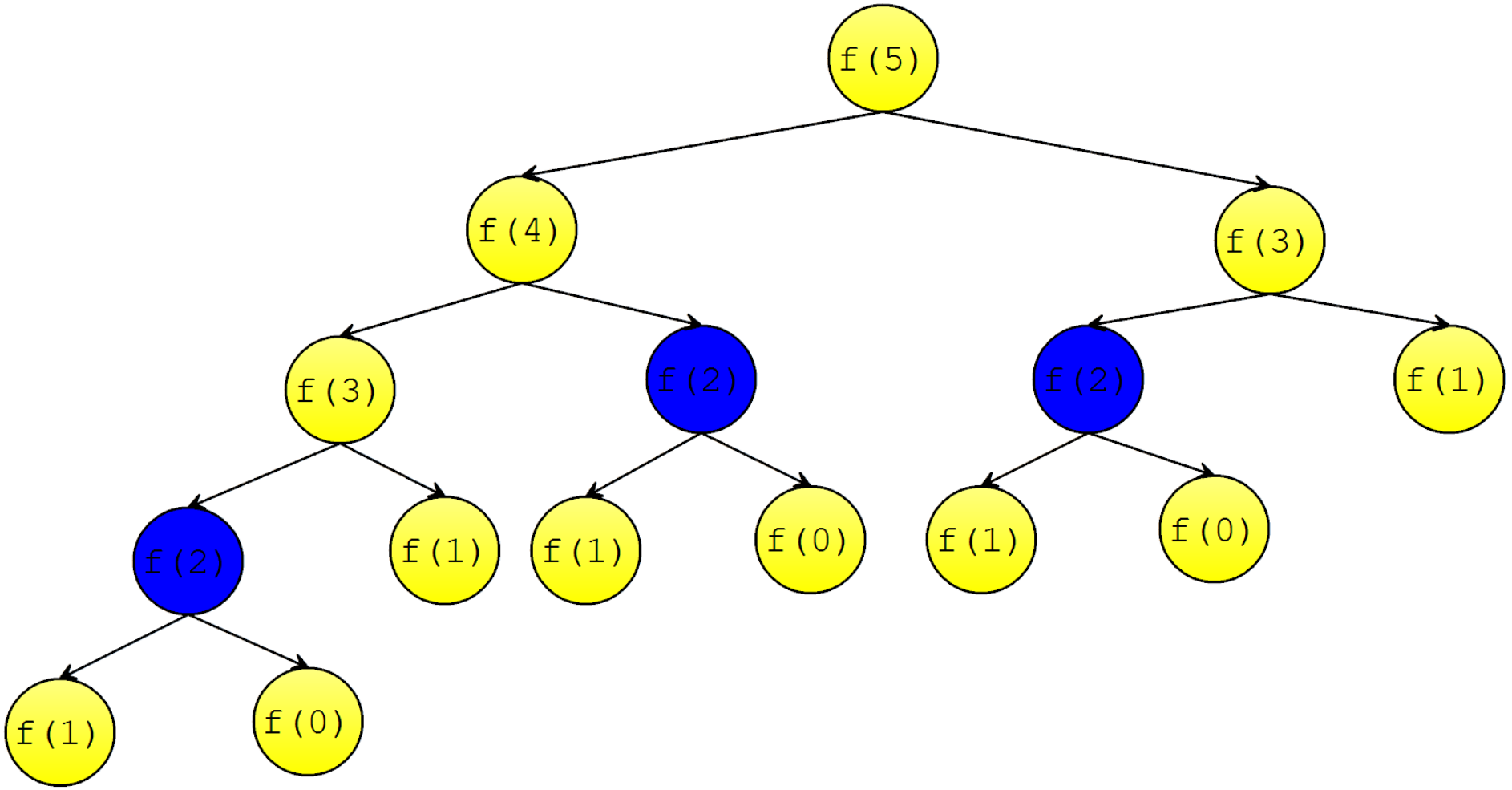


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

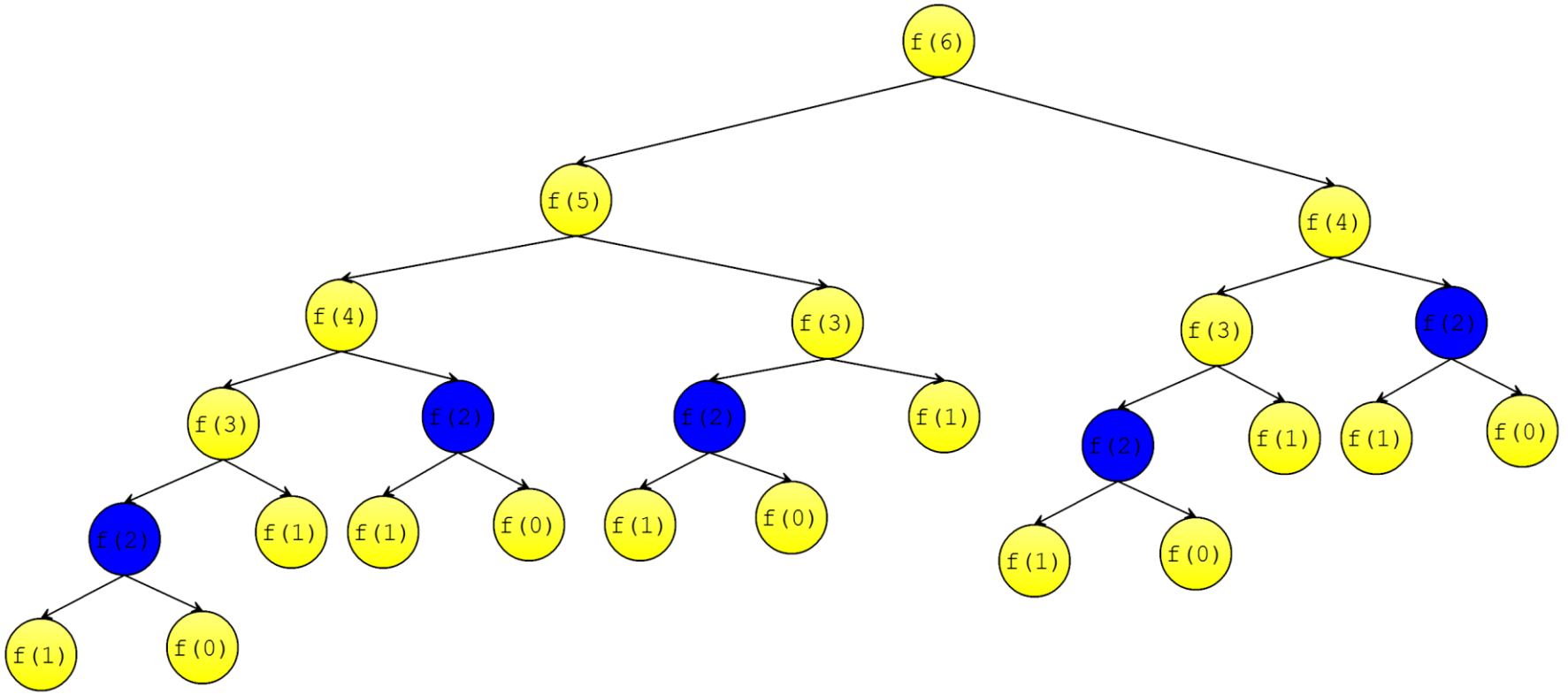


Рекурсия



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

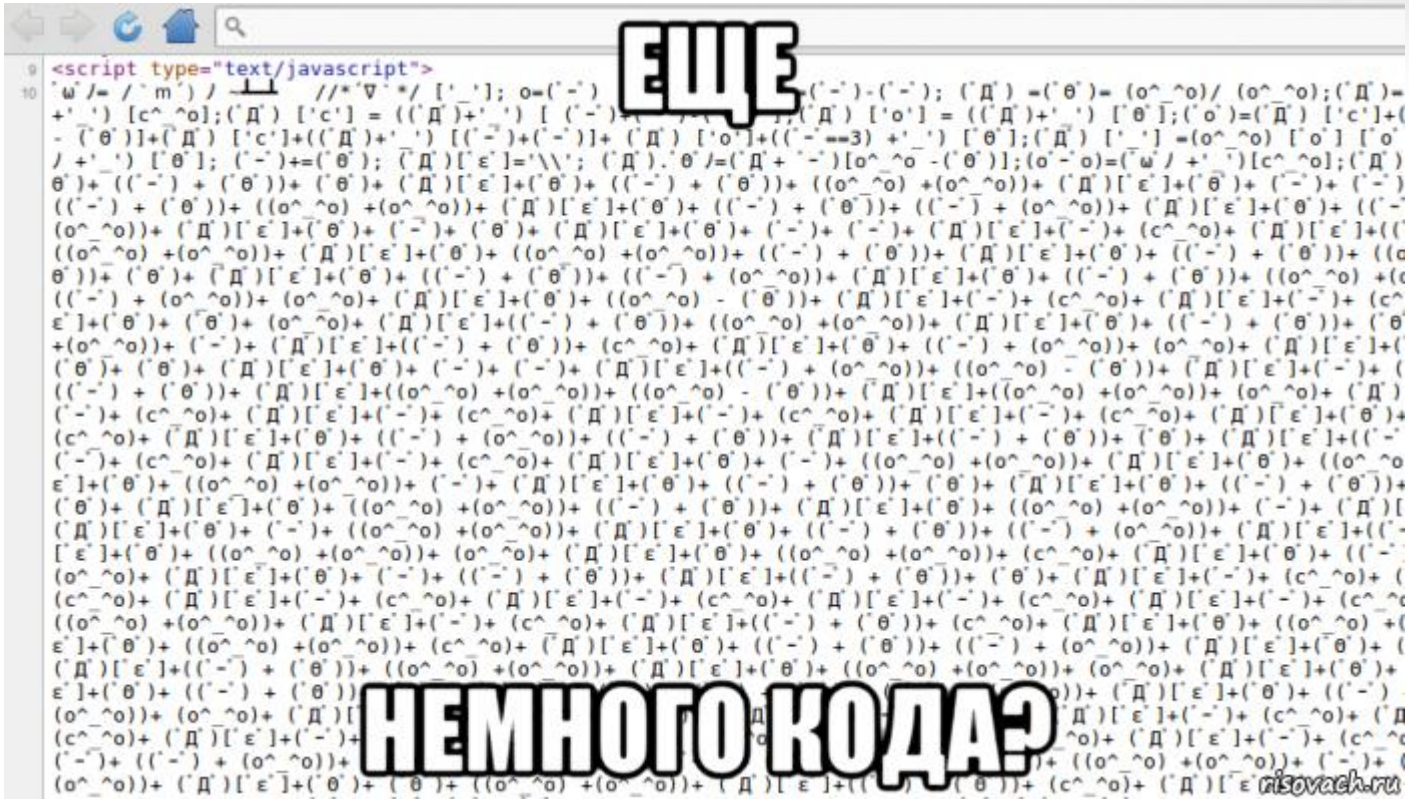
Рекурсия



Как решить эту проблему?

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия



Рекурсия

А теперь задача посложнее.

И интереснее ☺

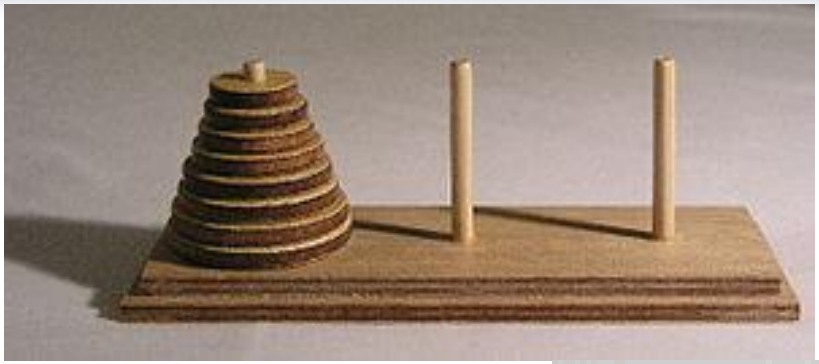
«Ханойская башня».

Даны три стержня, на одном из которых находится стопка n-го количества дисков, причём диски имеют не одинаковый размер (диски различного диаметра) и расположены таким образом, что по мере прохождения, сверху вниз по стержню диаметр дисков постепенно увеличивается. То есть диски меньшего размера должны лежать только на дисках большего размера.

- Необходимо переместить эту стопку дисков с начального стержня на любой другой из двух оставшихся (чаще всего это третий стержень).
- Один из стержней использовать как вспомогательный.
- Перемещать можно только по одному диску, при этом больший диск никогда не должен находиться над меньшим.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия «Ханойские башни»



Ханойские башни

```
#include <iostream>

using namespace std;

void p(int n, int from, int to, int aux) {
    if (n == 1) {
        cout << from << "->" << to << "\n";
    } else {
        p(n-1, from, aux, to);
        p(1, from, to, aux);
        p(n-1, aux, to, from);
    }
}

int main() {
    int n;
    cin >> n;
    p(n, 1, 2, 3);
    return 0;
}
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Рекурсия

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Алгоритмизация и программирование

Программирование на C/C++

(ч.3 – массивы, функции, рекурсия)

Беркунский Е.Ю., кафедра ИУСТ, НУК
eugeny.berkunsky@gmail.com
http://www.berkut.mk.ua