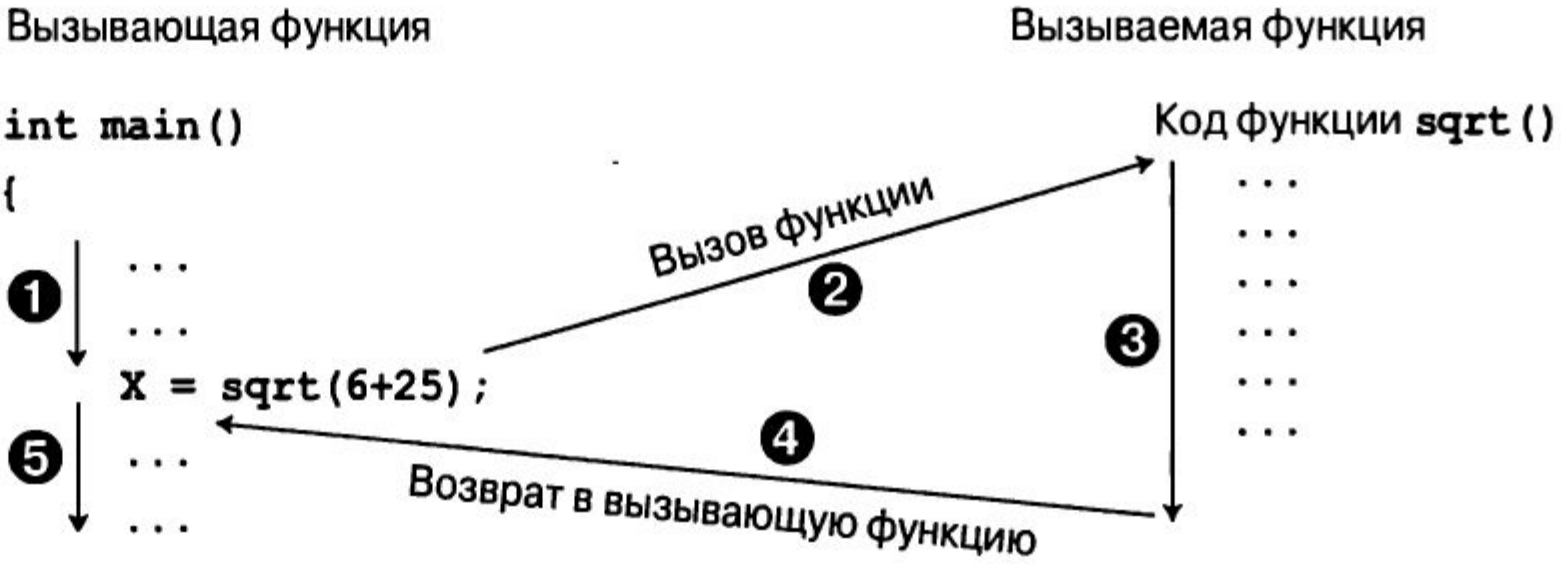
Программирование

Лекция 6

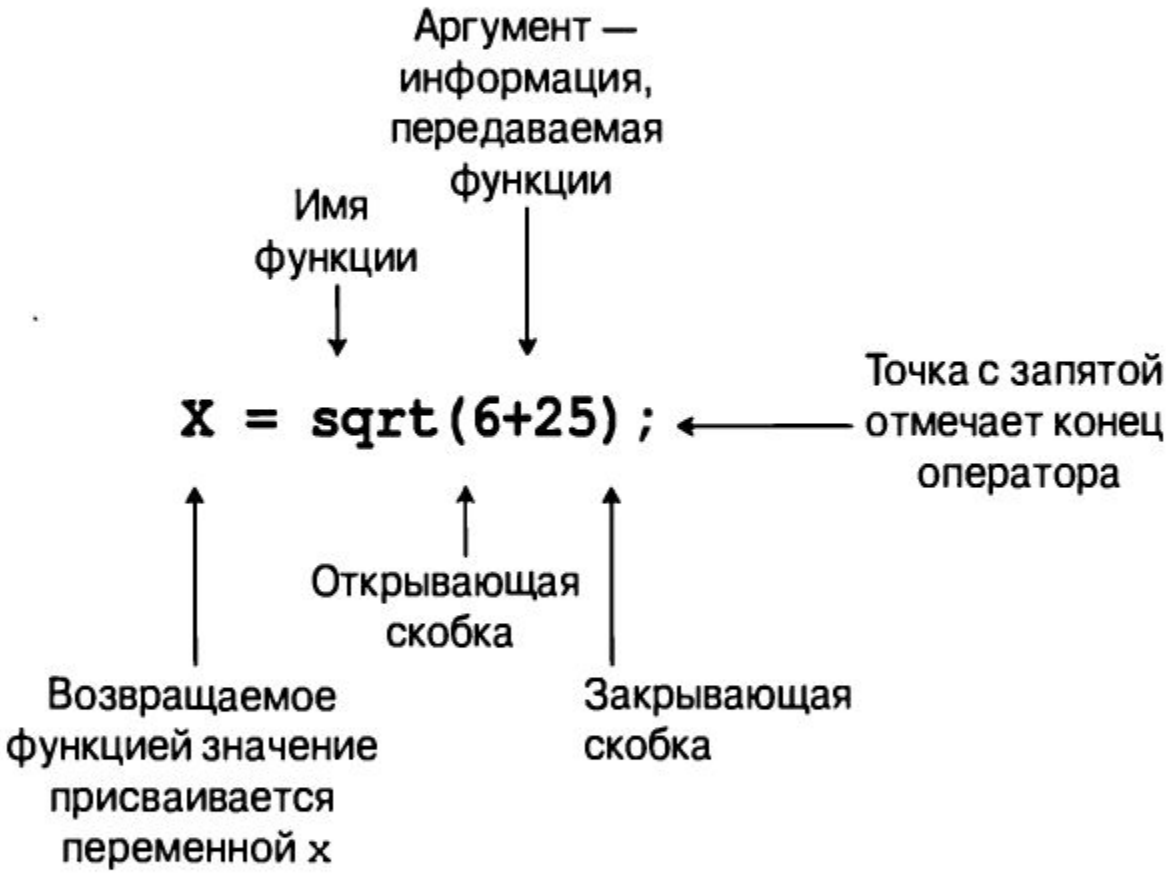
Функции

- Функции в C++ можно разбить на две категории: функции, которые возвращают значения, и функции, значения не возвращающие.

```
x = sqrt(6.25); // возвращает значение 2.5 и присваивает его переменной x
```



Синтаксис вызова функции



Разновидности функций

Для некоторых функций требуется более одного элемента информации

```
double pow(double, double);   // прототип функции с двумя аргументами
answer = pow(5.0, 8.0);       // вызов функции со списком аргументов
```

Есть функции, которые не принимают аргуметов:

```
int rand(void);               // прототип функции, не принимающей аргументов
myGuess = rand();             // вызов функции без аргументов
```

Существуют также функции, которые не имеют возвращаемого

```
void bucks(double); // прототип для функции, не имеющей возвращаемого значения
bucks(1234.56);     // вызов функции; возвращаемого значения нет
```

Функции, определяемые пользователем

```
// ourfunc.cpp -- определение собственной функции
#include <iostream>
void simon(int);          // прототип функции simon()

int main()
{
     using namespace std;
     simon(3);            // вызов функции simon()
     cout << "Pick an integer: ";
     int count;
     cin >> count;
     simon(count);        // еще один вызов simon()
     cout << "Done!" << endl;
     return 0;
}
void simon(int n)         // определение функции simon()
{
     using namespace std;
     cout << "Simon says touch your toes " << n << " times." << endl;
} // функции void не требуют операторов return
```

```
Simon says touch your toes 3 times.
Pick an integer: 512
Simon says touch your toes 512 times.
Done!
```

Функции как программные модули C++

Для того чтобы использовать функцию в C++, вы должны выполнить следующие шаги:

- предоставить определение функции;
- представить прототип функции;
- вызвать функцию.

Например, **strlen** – функция нахождения длины строки (библиотека **cstring**)

Определение, прототипирование и вызов функции

```
#include <iostream>

void simple();              // прототип функции
int main()
{
    using namespace std;
    cout << "main() will call the simple() function:\n";
    simple();               // вызов функции
    cout << "main() is finished with the simple() function.\n";
    // cin.get();
    return 0;
}

// Определение функции
void simple()
{
    using namespace std;
    cout << "I'm but a simple function.\n";
}
```

```
main() will call the simple() function:
I'm but a simple function.
main() is finished with the simple() function.
```

Определение функции

Все функции можно разбить на две категории:

- те, которые не возвращают значений,
- и те, которые их возвращают.

Функции, не возвращающие значений, называются функциями типа **void** и имеют следующую общую форму:

```
void имяФункции(списокПараметров)
{
    оператор(ы)
    return;            // не обязательно
}
```

```
void cheers(int n)   // возвращаемое значение отсутствует
{
    for (int i = 0; i < n; i++)
        std::cout << "Cheers! ";
    std::cout << std::endl;
}
```

Функция с возвращаемым значением

```
имяТипа имяФункции(списокПараметров)
{
    оператор(ы)
    return значение;     // значение приводится к типу имяТипа
}
```

— выражение должно сводиться по типу к **имяТипа** либо может быть преобразовано в **имяТипа**

— Язык C++ накладывает ограничения на типы возвращаемых значений: возвращаемое значение не может быть массивом. Все остальное допускается — целые числа, числа с плавающей точкой, указатели и даже структуры и объекты.

— Хотя функция C++ не может вернуть массив непосредственно, она все же может вернуть его в составе структуры или объекта.

Функции

- Функция завершается после выполнения оператора **return**.

```
int bigger(int a, int b)
{
    if (a > b )
        return a;              // если a > b, функция завершается здесь
    else
        return b;              // в противном случае функция завершается здесь
}


double cube(double x)          // x умножить на x и еще раз умножить на x
{
    return x * x * x;          // значение типа double
}
```

Прототипирование и вызов функции

```
#include <iostream>
void cheers(int);         // прототип: нет значения возврата
double cube(double x);    // прототип: возвращает double
int main()
{
    using namespace std;
    cheers(5);                          // вызов функции
    cout << "Give me a number: ";
    double side;
    cin >> side;
    double volume = cube(side);         // вызов функции
    cout << "A " << side <<"-foot cube has a volume of ";
    cout << volume << " cubic feet.\n";
    cheers(cube(2));                    // защита прототипа в действии
    return 0;
}
void cheers(int n)
{
    using namespace std;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        cout << "Cheers! ";
    cout << endl;
}
double cube(double x)
{
    return x * x * x;
}
```

```
Cheers! Cheers! Cheers! Cheers! Cheers!
Give me a number: 5
A 5-foot cube has a volume of 125 cubic feet.
Cheers! Cheers! Cheers! Cheers! Cheers! Cheers! Cheers! Cheers!
```

Зачем нужны прототипы?

- Прототип описывает интерфейс функции для компилятора. Это значит, что он сообщает компилятору, каков тип возвращаемого значения, если оно есть у функции, а также количество и типы аргументов данной функции

```
double volume = cube(side);
```

Синтаксис прототипа

- Прототип функции является оператором, поэтому он должен завершаться точкой с запятой.

```
double cube(double x);    // добавление ; к заголовку для получения прототипа
```

- Прототип функции не требует предоставления имен переменных-параметров; достаточно списка типов

```
void cheers(int);         // в прототипе можно опустить имена параметров
```

Что обеспечивают прототипы

Прототипы значительно снижают вероятность допущения ошибок в программе. В частности, они обеспечивают следующие моменты:

- Компилятор корректно обрабатывает возвращаемое значение.
- Компилятор проверяет, указано ли правильное количество аргументов.
- Компилятор проверяет правильность типов аргументов. Если тип не подходит, компилятор преобразует его в правильный, когда это возможно.

```
double z = cube();      // неверное количество переменных

cheers(cube(2));        // два несоответствия типа в одном
                        операторе
```

Прототипирование происходит во время компиляции и называется ***статическим контролем типов***.

Аргументы функций и передача по значению

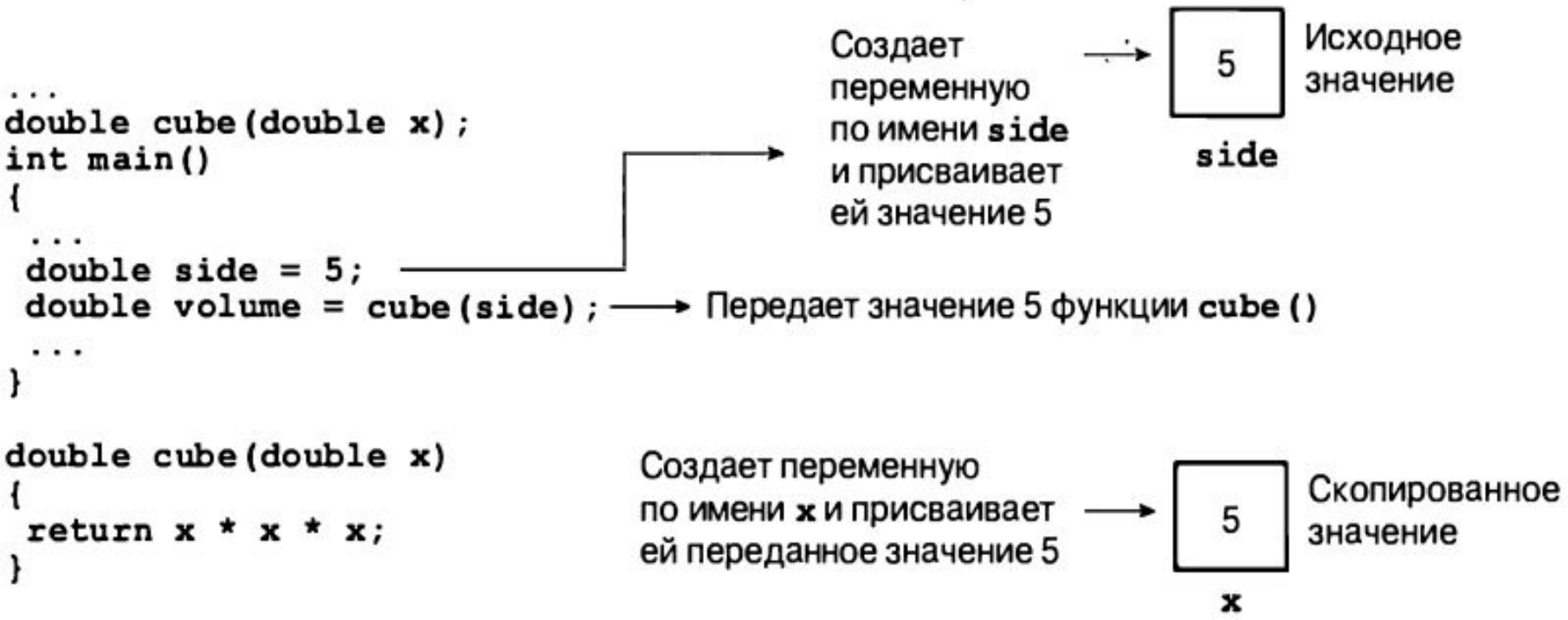
- В C++ аргументы обычно передаются ***по значению***. Это означает, что числовое значение аргумента передается в функцию, где присваивается новой переменной.

```
double volume = cube(side);

double cube(double x)
```

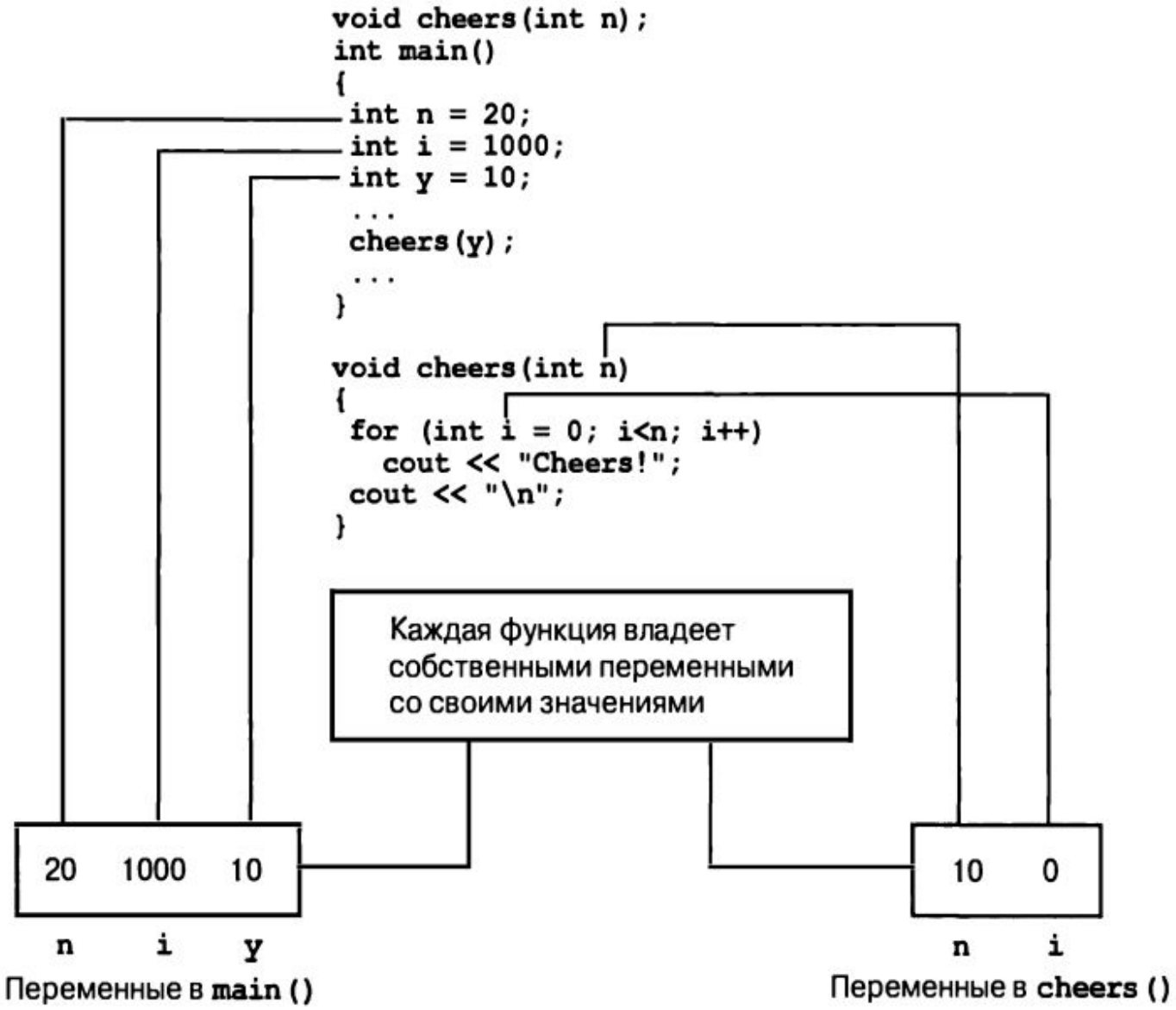
Переменная, которая используется для приема переданного значения, называется *формальным аргументом* или *формальным параметром*. Значение, переданное функции, называется *фактическим аргументом* или *фактическим параметром*. Иногда в стандарте C++ слово **аргумент** используется для обозначения фактического аргумента или параметра, а слово **параметр** — для обозначения формального аргумента или параметра.

Передача по значению



Когда функция вызывается, компьютер выделяет память, необходимую для этих переменных. Когда функция завершается, компьютер освобождает память, которая была использована этими переменными.

Локальные переменные



Множественные аргументы

Функция может принимать более одного аргумента. При вызове функции такие аргументы просто отделяются друг от друга запятыми:

```
n_chars('R', 25);
```

Определение функции:

```
void n_chars(char c, int n)    // два параметра
```

Если функция имеет два параметра одного и того же типа, то типы каждого параметра должны указываться по отдельности:

```
void fifi(float a, float b)    // объявляет каждую переменную отдельно
void fufu(float a, b)          // не допускается
```

Прототипы:

```
void n_chars(char c, int n);   // прототип, стиль 1

void n_chars(char, int);       // прототип, стиль 2


double melon_density(double weight, double volume);
```

Функция с двумя переменными

```
#include <iostream>
using namespace std;
void n_chars(char, int);

int main()
{
    int times;
    char ch;
    cout << "Enter a character: ";
    cin >> ch;
    while (ch != 'q')                       // q для завершения
    {
        cout << "Enter an integer: ";       // ввод целого числа
        cin >> times;
        n_chars(ch, times);                 // функция с двумя аргументами
        cout << "\nEnter another character or press the"
                " q-key to quit: ";         // ввод другого символа или q для завершения
        cin >> ch;
    }
    cout << "The value of times is " << times << ".\n"; // вывод значения переменной times
    cout << "Bye\n";
    return 0;
}

void n_chars(char c, int n)                 // вывод значения c n раз
{
    while (n-- > 0)                         // продолжение, пока n не достигнет 0
    cout << c;
}
```

```
Enter a character: W
Enter an integer: 50
WWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWW
Enter another character or press the q-key to quit: a
Enter an integer: 20
aaaaaaaaaaaaaaaaaaaa
Enter another character or press the q-key to quit: q
The value of times is 20.
Bye
```

Еще одна функция с двумя аргументами

Если вы должны угадать 6 значений из 51, математики говорят, что у вас имеется один шанс выигрыша из R, где R вычисляется по следующей формуле:

$$R = \frac{51 \times 50 \times 49 \times 48 \times 47 \times 46}{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}$$

```
#include <iostream>
// Примечание: некоторые реализации требуют применения double вместо long double
long double probability(unsigned numbers, unsigned picks);
int main()
{
    using namespace std;
    double total, choices;
    // Ввод общего количества номеров и количества номеров, которые нужно угадать
    cout << "Enter the total number of choices on the game card and\n"
            "the number of picks allowed:\n";
    while ((cin >> total >> choices) && choices <= total)
    {
        cout << "You have one chance in ";
        cout << probability(total, choices);     // вычисление и вывод шансов
        cout << " of winning.\n";
        cout << "Next two numbers (q to quit): ";
             // Ввод следующих двух чисел (q для завершения)
    }
    cout << "bye\n";
    return 0;
}
```

Еще одна функция с двумя аргументами

```
long double probability(unsigned numbers, unsigned picks)
{
    long double result = 1.0;  // несколько локальных переменных
    long double n;
    unsigned p;
    for (n = numbers, p = picks; p > 0; n--, p--)
        result = result * n / p ;
    return result;
}
```

```
Enter the total number of choices on the game card and
the number of picks allowed:
49 6
You have one chance in 1.39838e+007 of winning.
Next two numbers (q to quit): 51 6
You have one chance in 1.80095e+007 of winning.
Next two numbers (q to quit): 38 6
You have one chance in 2.76068e+006 of winning.
Next two numbers (q to quit): q
bye
```

Функции и массивы

```
#include <iostream>
const int ArSize = 8;
int sum_arr(int arr[], int n);  // прототип
int main()
{
   using namespace std;
   int cookies[ArSize] = {1,2,4,8,16,32,64,128};
   // Некоторые системы требуют предварить int словом static,
   // чтобы разрешить инициализацию массива
   int sum = sum_arr(cookies, ArSize);
   cout << "Total cookies eaten: " << sum << "\n"; // вывод количества съеденного печенья
   return 0;
}

// Возвращает сумму элементов массива целых чисел
int sum_arr(int arr[], int n)
{
    int total = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
       total = total + arr[i];
    return total;
}
```

```
Total cookies eaten: 255
```

Функции с аргументами-строками

```
#include <iostream>
unsigned int c_in_str(const char * str, char ch);
int main()
{
    using namespace std;
    char mmm[15] = "minimum";                          // строка в массиве
    // Некоторые системы требуют предварить char словом static,
    // чтобы разрешить инициализацию массива
    char *wail = "ululate";                            // wail указывает на строку
    unsigned int ms = c_in_str(mmm, 'm');
    unsigned int us = c_in_str(wail, 'u');
    cout << ms << " m characters in " << mmm << endl;  // вывод количества символов m
    cout << us << " u characters in " << wail << endl; // вывод количества символов u
// Эта функция подсчитывает количество символов ch в строке str
unsigned int c_in_str(const char * str, char ch)
{
    unsigned int count = 0;
    while (*str)          // завершение, когда *str равно '\0'
    {
        if (*str == ch)
            count++;
        str++;            // перемещение указателя на следующий символ
    }
    return count;
}
```

```
3 m characters in minimum
2 u characters in ululate
```

Функции, возвращающие строки

```
#include <iostream>
char * buildstr(char c, int n);          // прототип
int main()
{
    using namespace std;
    int times;
    char ch;
    cout << "Enter a character: ";       // ввод символа
    cin >> ch;
    cout << "Enter an integer: ";        // ввод целого числа
    cin >> times;
    char *ps = buildstr(ch, times);
    cout << ps << endl;
    delete [] ps;                        // освобождение памяти
    ps = buildstr('+', 20);              // повторное использование указателя
    cout << ps << "-DONE-" << ps << endl;
    delete [] ps;                        // освобождение памяти
    return 0;
}
// Строит строку из n символов c
char * buildstr(char c, int n)
{
    char * pstr = new char[n + 1];
    pstr[n] = '\0';                      // завершение строки
    while (n-- > 0)
        pstr[n] = c;                     // заполнение остатка строки
    return pstr;
}
```

```
Enter a character: V
Enter an integer: 46
VVVVVVVVVVVV                VVVVVVVVV    VVVVVVVVV
++++++++++++++++++++-DONE-++++++++++++++++++++
```

Функции и структуры

```
#include <iostream>
struct travel_time
{
    int hours;
    int mins;
};
const int Mins_per_hr = 60;
travel_time sum(travel_time t1, travel_time t2);
void show_time(travel_time t);

int main()
{
    using namespace std;
    travel_time day1 = {5, 45};                  // 5 часов 45 минут
    travel_time day2 = {4, 55};                  // 4 часов 55 минут
    travel_time trip = sum(day1, day2);
    cout << "Two-day total: ";                   // итог за два дня
    show_time(trip);
    travel_time day3= {4, 32};
    cout << "Three-day total: ";                 // итог за три дня
    show_time(sum(trip, day3));
    return 0;
}
```

Функции и структуры

```
travel_time sum(travel_time t1, travel_time t2)
{
    travel_time total;
    total.mins = (t1.mins + t2.mins) % Mins_per_hr;
    total.hours = t1.hours + t2.hours +
     (t1.mins + t2.mins) / Mins_per_hr;
    return total;
}

void show_time(travel_time t)
{
    using namespace std;
    cout << t.hours << " hours, "
         << t.mins << " minutes\n";              // часов, минут
}
```

```
Two-day total: 10 hours, 40 minutes
Three-day total: 15 hours, 12 minutes
```

Рекурсия

- Функция C++ обладает интересной характеристикой — она может вызывать сама себя. Эта возможность называется рекурсией.

```
void recurs(списокАргументов)
{
    операторы1
    if (проверка)
        recurs(аргументы)
    операторы2
}
```

Использование рекурсии

```
#include <iostream>
void countdown(int n);
int main()
{
    countdown(4);                // вызов рекурсивной функции
    return 0;
}
void countdown(int n)
{
    using namespace std;
    cout << "Counting down ... " << n << endl;
    if (n > 0)
        countdown(n-1);          // функция вызывает сама себя
    cout << n << ": Kaboom!\n";
}
```

```
Counting down ... 4       ← уровень 1; добавление уровней рекурсии
Counting down ... 3       ← уровень 2
Counting down ... 2       ← уровень 3
Counting down ... 1       ← уровень 4
Counting down ... 0       ← уровень 5; финальный рекурсивный вызов
0: Kaboom!                ← уровень 5; начало обратного прохода
1: Kaboom!                ← уровень 4
2: Kaboom!                ← уровень 3
3: Kaboom!                ← уровень 2
4: Kaboom!                ← уровень 1
```

Вопросы

- 1. Назовите три шага по созданию функции.
- 2. Постройте прототипы, которые соответствовали бы следующим описаниям.
- а. igor () не принимает аргументов и не возвращает значения.
- б. tofu () принимает аргумент int и возвращает float.
- в. mpg () принимает два аргумента типа double и возвращает double.
- г. summation () принимает имя массива long и его размер и возвращает значение long.
- д. doctor () принимает строковый аргумент (строка не должна изменяться) и возвращает double.
- е. of course () принимает структуру boss в качестве аргумента и не возвращает ничего.
- 3. Напишите функцию, принимающую три-аргумента: имя массива int, его размер и значение int. Функция должна присвоить каждому элементу массива это значение int.

Вопросы

- 4. Напишите функцию, принимающую имя массива double и его размер в качестве аргументов и возвращающую наибольшее значение, которое содержится в этом массиве. Обратите внимание, что функция не должна модифицировать содержимое массива.