

Информатика: семестр 3

Программирование на C++

Конспекты лекций

Лектор: Хирьянов Т.Ф.

2 января 2018 г.

Оглавление

| | | |
|----------|--|----------|
| 3 | Адреса и указатели | 3 |
| 3.1 | Доступ к памяти | 3 |
| 3.2 | Модификатор <code>static</code> | 5 |
| 3.3 | Указатель | 6 |
| 3.4 | Несколько слов о массивах | 7 |
| 3.5 | Динамическая память | 8 |
| 3.6 | Передача параметров по указателю | 8 |

Лекция 3

Адреса и указатели

3.1 Доступ к памяти

Память, выделяемая программе, неоднородна – она делится на **сегменты**. Первый сегмент — коды программы (режим "только чтение"). Второй – сегмент DATA – содержит данные программы. Более того, элементы DATA (к примеру, начальные значения переменных) записывается в .exe файл. Эти данные уходят в оперативку при запуске программы. Переменные, записанные в DATA, называются *статическими*. Помимо этого, для функционирования программы необходима область *стека* — такой сегмент памяти, который заполняется снизу вверх и изначально пуст. Когда ОС только загрузилась, в стек выделяется некоторое количество автоматической памяти – для *локальных переменных*.

Память программе выделяется на время ее работы; после ее завершения память высвобождается.

Код 3.1: Пример многократных вызовов функции

```
1 #include<iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 void count(int n)
6 {
7     int k = 1;
8     while(k <= n)
9     {
10         cout << k << " ";
11         k++;
12     }
13     cout << "\n";
14 }
15
16 int main()
```

```
17 {  
18     count(5);  
19     count(10);  
20 }
```

Рассмотрим, как происходит работа с памятью в примере 3.1. Перед вызовом функции в стек программы будет выделено место для хранения "5" (оно в программе будет интерпретировано как *n*), *stack pointer* поднимается. *stack pointer* - это указатель, показывающий на текущее положение стека. Затем, после вызова функции, ее адрес возврата будет записан в стек - *stack pointer* двинется выше. Потом в стек уйдет "1" (мы же объявили ее).

Попробуем написать функцию, считающую количество рекурсивных вызовов.

Код 3.2: Функция для подсчета количества собственных вызовов

```
1  #include <iostream>  
2  
3  using namespace std;  
4  
5  int k2 = 0;  
6  
7  void count2()  
8  {  
9      k2++;  
10     cout << k2 << " ";  
11 }  
12  
13 void reducer()  
14 {  
15     k2--;  
16 }  
17  
18 int main()  
19 {  
20     count2();  
21     reducer();  
22     // any your staff ..  
23 }
```

Здесь *k2* — глобальная переменная. Ее присваивание происходит в *момент компиляции* программы (т.е. она запишется в *.exe* и будет переноситься в память в момент загрузки). Функция **reducer** уменьшает значение *k2*.

Однако глобальные переменные могут быть опасны! Считается, что нормальная функция не заглядывает в глобальные переменные (в таких случаях функцию называют "чистой в противном - "грязной").

3.2 Модификатор static

Код 3.3: Та же программа через static

```
1 #include<iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 //int k2 = 0;
6
7 void count2()
8 {
9     static int k3 = 0;
10    k3 ++ ;
11    cout << k3 << endl;
12 }
13
14 void reducer()
15 {
16     k3 --; // won't work, k3 is not defined in this block
17 }
18
19 int main()
20 {
21     count2();
22     reducer();
23     // any your staff ..
24 }
25
26 // Recursive func sample
27 void count(int n)
28 {
29     int k = 1;
30     if(n > 0)
31         count(n-1);
32 }
```

Мы переделали программу 3.2, теперь переменная k3 не видна в других блоках, но по-прежнему она записывается в сам .exe . Если бы функция была рекурсивной, то была бы такая ситуация, когда переменных k было бы много - на каждом слое рекурсии она создается. Они просто будут записаны в разные ячейки памяти и уйдут после того, как рекурсивный вызов завершится.

Код 3.4: Подсчет рекурсии

```
1 #include<iostream>
2
3 using namespace std;
```

```
4
5 //int k2 = 0;
6
7 void count2()
8 {
9     static int k3 = 0;
10    k3++ ;
11    cout << k3 << endl;
12    if(n > 0)
13        count2(n-1)
14    k3 --;
15 }
16
17 int main()
18 {
19     count2();
20     // any your staff ..
21 }
```

В коде выше как раз **static** делает `k` одним для всех вызовов рекурсии — оно при каждом вызове не будет присваиваться в ноль. Вместо этого переменная будет увеличиваться на 1, таким образом, мы сможем увидеть глубину рекурсии.

3.3 Указатель

Указатель - переменная адресного типа.

Код 3.5: Адрес `x` можно указать

```
1 int x;
2 &x; // pointer to x
3     // it has type 'int*'
4 int* p = &x;
5 double* pd = &x; // won't work
```

Указатели тоже работают только со своими типами: в коде выше нельзя в **double*** записать число **int**. Дело в том, что возникнет ложная интерпретация – ссылка на `double` превратится в ссылку на `int`, а поскольку в памяти `double` и `int` имеют разные размеры, то можно даже вылезти за пределы своей памяти. Компилятор это запретит, однако все можно обойти:

Код 3.6: Пример обхода запрета

```
1 int x;
2 double* pd = (double*) &x;
```

```
3  
4 int main()  
5 {  
6 return 0;  
7 }
```

У указателей могут тоже быть указатели:

Код 3.7: Указатель на указатель

```
1 int x;  
2 int* p = &x;  
3 int** pp = &p;  
4 int*** ppp = &pp;  
5 // ...
```

Обратиться к переменной можно несколькими способами:

Код 3.8: Разница

```
1 int x;  
2 int* p = &x;  
3 cout << x; // print x  
4 cout << p; // print ADDRESS of x  
5 cout << *p; // print x
```

В последней строке происходит *разыменование* адреса - грубо говоря, считывание данных из того адреса, куда указывает указатель. Разыменовывать надо последовательно:

Код 3.9: Двойное разыменование

```
1 cout << x;  
2 cout << *p;  
3 cout << **pp;  
4 cout << ***ppp;
```

3.4 Несколько слов о массивах

Массивов в C++ нет. Массив - это константный указатель на область памяти, представляющую содержимое!

Код 3.10: Работа массива

```
1 int A[5] = {0, 1, 2, 3, 4};
2 int* p = A; // works!
3 *p = 7
4 p + 1 // magic, read in text
5
6 // Furthermore:
7 A[i] == *(A+i)
```

Команда объявления массива по факту означает следующее: создать n переменных типа `int`.

С указателями можно прийти к *адресной арифметике*: так, указатель $p + 1$ выше означает, что мы сдвигаемся по памяти от места, куда указывает p , на `sizeof(1)`. Это иллюстрирует строка 7: `A[i]` абсолютно равносильна указателю `*(A+i)`. Проверки на *i нет*, то есть, в теории, мы можем убежать вообще в произвольную область памяти.

3.5 Динамическая память

Код 3.11: Пример выделения из дин. памяти

```
1 int get()
2 {
3     int* p = new int[1000]
4     return p;
5 }
6
7 int main()
8 {
9     int* q;
10    q = get();
11    // ...
12    // after your code
13    q = get(); // takes another amount of mem
14    delete [] q;
15 }
```

Динамическая память не является автоматической, т.е. ей надо явным образом указывать, когда ее выделять, а когда удалять. Если без конца писать вызов `get()`, то можно постоянно выбивать у системы память и это все приведет к *memory leak* - утечке памяти.

3.6 Передача параметров по указателю

Передача по параметрам бывает полезна, когда хочется поменять значение переменной внутри самой функции. Функции передается указатель и она, имея ссылку непо-

средственно на область памяти, может ее менять:

Код 3.12: Передача указателей функции

```
1 void changer(int* x)
2 {
3     (*x)++;
4 }
5
6 // You can use another construction in C++
7
8 void changer1(int& y)
9 {
10     y++;
11 }
12
13
14 int main()
15 {
16     int x;
17     changer(&x);
18     changer1(x); // no need for &
19     cout << x;
20 }
```

Подробнее – в следующей лекции.