

**Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»  
1 семестр 2015/2016**

**Лекция 9**

## Указатели

- ◇ `&` - операция адресации
- `*` - операция разыменования

```
int a = 1;
int *p;
p = &a;
*p = 2;
printf ("Значение переменной a = %d\n", *p);
printf ("Адрес переменной a = %p\n", p);
```

В результате выполнения фрагмента будет напечатано:

**Значение переменной a = 2**

**Адрес переменной a = 0xbffff7a4**

- ◇ `&foo` является константой, указатель – переменной `foo` должен быть *l*-значением (`lvalue`)
- ◇ Печать адреса – модификатор `%p`
- ◇ Нулевой указатель (никуда не указывающий) – `NULL` (константа в `stdlib.h`, может не иметь нулевого значения)

## Адресная арифметика

- ◆ В языке Си допустимы следующие операции над указателями:
  - ◆ сложение указателя с целым числом
  - ◆ вычитание целого числа из указателя
  - ◆ вычитание указателей
  - ◆ операции отношения и сравнения
- ◆ Пример. Пусть `sizeof (int) == 4`  
и пусть текущее значение `int* p1` равно 2012.  
После операции `p1++` значение `p1` будет 2016 (а не 2013),  
после операции `p1-3` – значение 2000.
  - ◆ при увеличении (уменьшении) на целое число `i` указатель будет перемещаться на `i` ячеек соответствующего типа в сторону увеличения (уменьшения) их адресов.

## Преобразование типа указателя

- ◆ Указатель можно преобразовать к другому типу, но такое преобразование типов обязательно должно быть явным. **Условие:** исходный указатель правильно *выравнен* для целевого типа. Значение указателя сохраняется.

Иногда такое преобразование типов может вызвать непредсказуемое поведение программы.

- ◆

```
#include <stdio.h>
int main (void)
{
    double x = 200.35, y;
    int *p;
    p = (int *)&x; /* &x ссылается на double,
                    а p имеет тип int* */
    y = *p; /* будет ли y присвоено
            значение 200.35? */
    printf ("значение x равно %f\n", x);
    printf ("значение y равно %f\n", y);
    return 0;
}
```

## Преобразование типа указателя

◆ Типичный вывод (GCC, Linux):

**значение x равно 200.350000**

**значение y равно 858993459.000000**

- ◆ В присваивании `y = *p;` загрузка `*p` считывает только первые **четыре** байта области памяти с адресом `&x` (т.к. `sizeof (int)` в данном случае равен 4)
- ◆ В представлении `200.35` в формате числа `double` первые четыре байта соответствуют целому числу **858993459**

◆ Таким образом, необходимо учитывать, что операции с указателями выполняются **в соответствии с базовым типом указателя.**

## Преобразование типа указателя

- ◇ Разрешено также преобразование целого в указатель и наоборот (поведение определяется реализацией). Однако пользоваться этим нужно очень осторожно.  
`aux = (void *) -1;`
- ◇ Допускается присваивание указателя типа `void *` указателю любого другого типа (и наоборот) без явного преобразования типа указателя. Это позволяет использовать указатель типа `void *`, когда тип объекта неизвестен.
  - ◇ Использование типа `void *` в качестве параметра функции позволяет передавать в функцию указатель на объект любого типа.
- ◇ Допускается неявное преобразование *менее* квалифицированного типа указателя к *более* квалифицированному (`int * → const int *`)
- ◇ Константа `NULL` неявно преобразуется к любому другому типу указателя

## ***Указатели и массивы***

- ◇ Указатель на первый элемент массива можно создать, присвоив переменной типа “указатель на тип элемента массива” имя массива без индекса:

```
int array[15];  
int *p, *q;  
p = array;  
q = &array[0];
```

- ◇ `p` и `q` указывают на начало массива `array[15]`

- ◇ Значение `array` изменить нельзя, а значение `p` – можно.

`array` не является *l*-значением, а `p` – является

`array = p; array++` – писать нельзя (это ошибки)

`p = array; p++` – писать можно (и нужно)

## ***Указатели и массивы***

### ◆ Индексирование указателей

```
int *p, a[10]; /* два способа присвоить 100 */
               /* 6-ому элементу массива a[10] */

p = a;
*(p + 5) = 100; /* адресная арифметика */
p[5] = 100; /* индексирование указателя */
```

### ◆ Сравнение указателей

Если  $p$  и  $q$  являются указателями на элементы одного и того же массива и  $p < q$ , то:

$q - p + 1$  равно количеству элементов массива от  $p$  до  $q$  включительно.

Можно написать:

```
if (p < q)
    printf ("p ссылается на меньший адрес, чем q");
```

## Массивы указателей

- ◆ Указатели могут быть собраны в массив:

```
int *mu[27]; /* это массив из 27 указателей на int */
int (*um)[27]; /* это указатель на массив из 27 int */
```

- ◆ Пример

```
static void error (int errno)
{
    static char *errmsg[] = {
        "переменная уже существует",
        "нет такой переменной",
        <...>
        "нужно использовать переменную-указатель"
    };
    printf ("Ошибка: %s\n", errmsg[errno]);
}
```

- ◆ Имя массива указателей – пример многоуровневого указателя. Массив `errmsg` можно представить как `char **errmsg`