

Тема 3-2.

Указатели и ссылки

для АСУБ и ЭВМб

Темы лекции

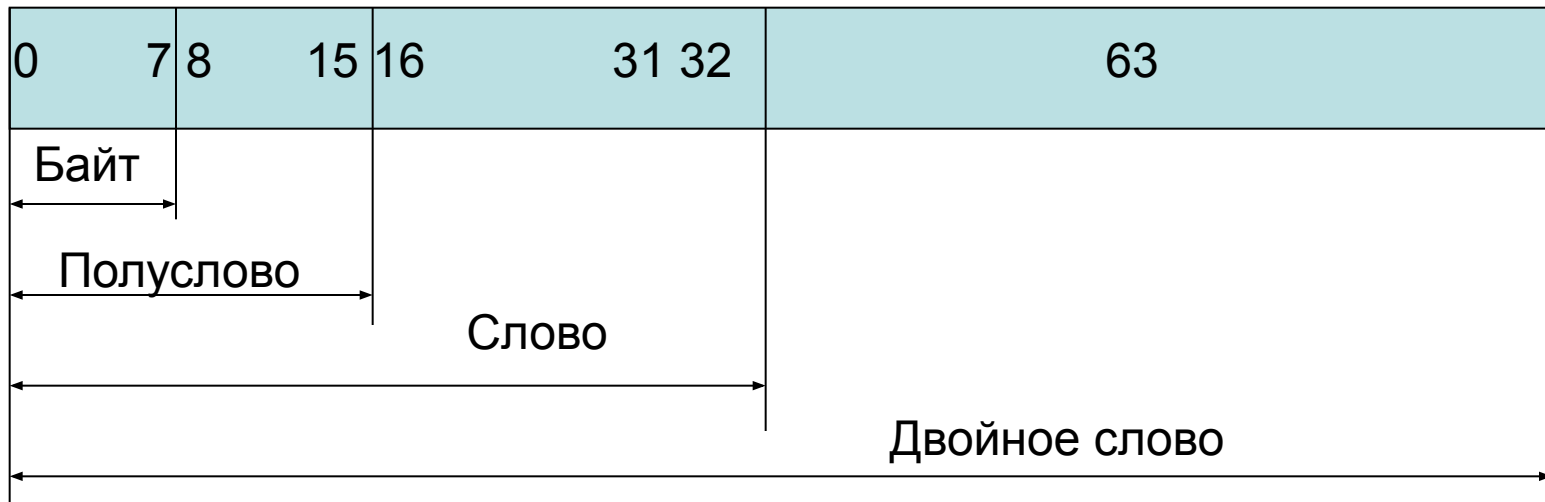
- Типы памяти: статическая, автоматическая, динамическая
- Указатели и ссылки
- Умные указатели в C++
- Динамические массивы
- Сравнение динамических и статических массивов

Повторение: объявление переменной

- Что означает запись: `int A=10;`
- Доступ к объявленной переменной осуществляется *по ее имени*.
- При этом все обращения к переменной заменяются на адрес ячейки памяти, в которой хранится ее значение.
- При завершении программы или функции, в которой была описана переменная, память автоматически освобождается.

Повторение: память

- В современных ЭВМ наименьшей адресуемой структурной единицей информации принят байт и байтовая организация информации в оперативной памяти (ОП).
- Для представления алфавитно-цифровой информации в ЭВМ обычно используется **машинное слово** – совокупность символов, которая считывается из ОП или записывается в нее за одно обращение. Обычно машинное слово содержит целое число байтов. Байты адресуются последовательно, начиная с нуля.



Повторение: адресация

- Для многобайтовых *шин данных* (т.е. начиная с 16-битной) физическая адресация памяти может происходить по словам, т.е. на *шину адреса* всегда подаётся адрес слова, а *шина данных* считывает или записывает нужную его часть — от отдельного байта до слова целиком.
- Для обозначения разрядности доступа может применяться отдельная шина байт-маски (по биту на каждый байт шины данных)

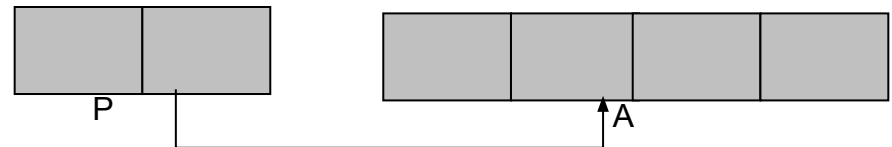
Указатели

- Указатель – это переменная, в которой хранится адрес другой переменной или участка памяти.
- Объявление указателей:
 - Как и любая переменная, *указатель должен быть объявлен.*
 - При описании переменных-указателей перед именем переменной ставится «*».
 - При объявлении указателей всегда указывается тип объекта, который будет храниться по данному адресу:
 - **тип *имя_переменной;**
 - **Пример: int *a;**
- Звездочка в описании указателя относится непосредственно к имени, поэтому, чтобы объявить несколько указателей, ее ставят перед именем каждого из них:
 - **float *x, y, *z;**

- с помощью операции получения адреса

- `int a=5;`

- `int* p=&a; // или int p(&a);`



- с помощью проинициализированного указателя

- `int* r=p;`

- адрес присваивается в явном виде

- `char* cp=(char*)0x B800 0000;`

- где `0x B800 0000` – шестнадцатеричная константа,
`(char*)` – операция приведения типа.

- присваивание пустого значения:

- `int* N=NULL;`

- `int* R=0;`

Операция получения адреса &

- Операция получения адреса обозначается знаком &.
- Возвращает адрес своего операнда.
 - **float a;** //объявлена вещественная переменная a
 - **float *adr_a;** //объявлен указатель на тип float
 - **adr_a = &a;** //оператор записывает в переменную *adr_a* адрес переменной a

Операция разадресации (разыменования) *

- Операция *разадресации* * возвращает значение переменной, хранящееся по заданному адресу, т.е. выполняет действие, обратное операции &:
 - `float a; //Объявлена вещественная переменная a`
 - `float *adr_a; //Объявлен указатель на тип float`
 - `a=*adr_a; //Оператор записывает в переменную a вещественное значение, хранящееся по адресу adr_a.`

Операции * и & при работе с указателями

Описание	Адрес	Значение, хранящееся по адресу
тип *p;	p	*p
тип p;	&p	p

Понятие об указателях

```
char C = '$'; // будет выделена память под переменную C
              // и ей присвоено начальное значение
cout << C; // из ячейки памяти с именем C будет извлечено
           // значение и выведено на экран
```

- Синтаксис объявления указателя:

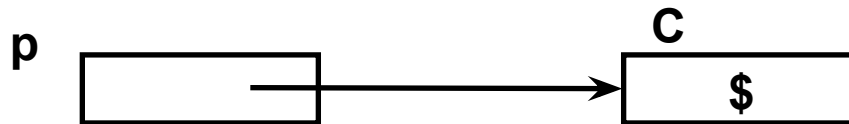
тип_данных *имя_переменной;

- Пример: float *x, *y, *z;

char *p, ch;

- Пример использования операции получения адреса (&) и операции разыменования (*)

```
p = &C; //в указатель p записывается адрес переменной C
ch = *p; // в переменную ch записывается символьное
         // значение, хранящееся по адресу p
```



Понятие об указателях

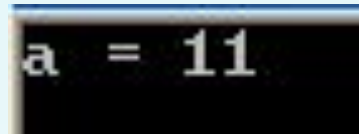
- Как правило, при обработке оператора описания переменной компилятор автоматически выделяет память под переменную в соответствии с указанным типом. При завершении программы или функции, в которой была описана переменная, память автоматически освобождается.
- Доступ к объявленной переменной осуществляется по ее имени. При этом все обращения к переменной меняются на адрес ячейки памяти, в которой хранится ее значение.
- Доступ к значению переменной можно получить иным способом – определить **собственные переменные** для хранения адресов памяти. Такие переменные называют указателями.
- Итак, указатель – это переменная, значением которой является адрес памяти, по которому храниться объект определенного типа (другая переменная).
- Как и любая переменная, указатель должен быть объявлен. При объявлении указателей всегда указывается тип переменной, значение которой будет храниться по данному адресу. Звездочка в описании указателя относится непосредственно к имени, поэтому, чтобы объявить несколько указателей, ее ставят перед именем каждого из них.

Понятие о ссылках

- Формат описания ссылки:

тип &идентификатор_1 = идентификатор_2;

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main(void)
{ int a = 5, b = 10;
  int &aRef = a; // aRef является ссылкой на a
  aRef = b; // a равно b
  aRef++; // a++;
  cout << "a = " << a << endl;
}
```

A terminal window showing the output of the program: "a = 11". The text is white on a black background.

Понятие о ссылках

- Ссылка на некоторую переменную может рассматриваться как указатель, который при работе с ним всегда разыменовывается. Для ссылки не требуется дополнительного пространства в памяти: она является просто другим именем или псевдонимом переменной. Для определения ссылки применяется унарный оператор &.
- Ссылка не создает копию объекта, а лишь является другим именем объекта. Чаще всего ссылки используются для передачи параметров в функции.

Ссылки

Ссылка (reference) – является альтернативным именем переменной, указанной при инициализации ссылки. Ссылка является переменной, которая содержит адрес другой переменной. По существу – это неявный указатель с константным значением адреса.

Особенности ссылок:

1. Ссылка при объявлении обязательно должна быть **проинициализирована**.
2. Значение ссылки **не** может быть **изменено** в ходе работы программы.
3. Для получения данных по ссылке **не** надо пользоваться операцией **разыменовывания**.
4. Нельзя создавать указатель на ссылку (**у ссылки нет адреса**).
5. Нельзя создавать массивы ссылок.

Тип & ИмяСсылки (ИмяЯвнойПеременной) ;

ССЫЛКИ

```
int x = 10;  
int& rX = x;  
int y = rX;
```

```
rX = 20;
```

```
std::cout << x << std::endl;//20  
std::cout << y << std::endl;//10  
std::cout << rX << std::endl;//20
```

```
const int& crX = x;
```

```
// crX ++;
```

```
// int& r = x + 10;
```


Определения

Указатель (pointer) – это переменная, значением которой является адрес другой переменной.

Тип указателя обязательно должен совпадать с типом переменной, адрес которой он хранит.

Применение указателей предоставляет возможность создавать динамические структуры данных, размер которых определяется не при компиляции программы, а в процессе ее исполнения.

Тип* Идентификатор ;

Тип *Идентификатор ;

Тип *Идентификатор1, ..., *ИдентификаторN ;

```
char* ps ;  
float *ptr ;  
int *px, *py ;  
char* p, ch ;  
char* ps2 (0) ;  
int *px2 = 0;
```

Нельзя использовать в программе указатель, значение которого не определено.

Размер указателей:

- **Размер указателя** зависит от архитектуры, на которой скомпилирован исполняемый файл.
- Следовательно, указатель на 32-битном устройстве занимает **32 бита** (4 байта). С 64-битным исполняемым файлом указатель будет занимать **64 бита** (8 байт).
- Это вне зависимости от того, на что указывает указатель.

Нулевое значение и нулевые указатели

- Помимо адресов памяти, есть еще одно значение, которое указатель может хранить: значение **nullptr** или **NULL** или **0**.
- Нулевое значение (или «значение **null**») — это **специальное значение**, которое означает, что указатель **ни на что не указывает**.
- Указатель, содержащий нулевое значение, называется **нулевым указателем**.

Нулевое значение и нулевые указатели

- В языке C++ мы можем присвоить указателю нулевое значение, инициализируя его/присваивая ему литерал **0**:
- `int *ptr(0);` // ptr теперь нулевой указатель
- `int *ptr1;` // ptr1 не инициализирован
- `ptr1 = 0;` // ptr1 теперь нулевой указатель

Нулевое значение и нулевые указатели

- Поскольку значением нулевого указателя является **нуль**, то это **МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВНУТРИ УСЛОВНОГО ВЕТВЛЕНИЯ** для проверки того, **является ли указатель нулевым или НЕТ**:

```
#include <iostream>
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    double *ptr(0);
```

```
    if (ptr)
```

```
        std::cout << "ptr is pointing to a double value.";
```

```
    else
```

```
        std::cout << "ptr is a null pointer.";
```

```
    return 0;
```

```
}
```

void*

```
int a = 10;
int *pA = &a;
//float *pF = &a;

void *pV = &a;
//std::cout << *pV << std::endl;

std::cout << (*(int*)pV) << std::endl;

//int* pB = pV;
int* pC = (int*)pV;

*pC = 20;
```

Арифметика указателей

- `int a = 1, b = 2, *aa = &a,*bb = &b;`
- `cout << bb << endl;`
- `cout << aa << endl;`
- `//cout << aa << endl;`
- `//aa = nullptr;`
- `cout <<
(aa-bb)<<"\t"<<((long)aa-(long)bb)/sizeof(int);`

Арифметические операции над указателями:

- сложение и вычитание указателей с константой;
- вычитание одного указателя из другого;
- инкремент; декремент.

ОПЕРАЦИЯ	ПРИМЕР	ОПИСАНИЕ
<code><указатель>+<целое></code>	<code>p2=p1+i ;</code>	<p>В результате этой операции значением переменной <code>p2</code> будет являться адрес области памяти, отстоящей от области памяти, адрес которой хранится в переменной <code>p1</code>, на количество единиц типа, на данные которого указывают эти указатели:</p> <p><code>i*sizeof(<тип>)</code></p>

ОПЕРАЦИЯ	ПРИМЕР	ОПИСАНИЕ
<code><указатель>-<целое></code>	<code>p2=p1-i ;</code>	Аналогично сложению
<code><указатель>++;</code> <code><указатель>--;</code>	<code>p1++ ;</code> <code>p2--</code>	Изменения происходят в единицах типа: <code>1*sizeof(<тип>) ;</code>
<code><указатель>-</code> <code><указатель></code>	<code>i=p2-p1 ;</code>	При выполнении этой операции указатели должны быть одного и того же типа; результат – целое число, абсолютная величина которого указывает, сколько единиц данного типа помещается между адресом памяти первого и второго указателей. Знак этого числа показывает, какой из указателей больше.

Арифметика указателей

- `int a = 1, b = 2, *aa = &a, *bb = &b;`
- `cout << bb << endl;`
- `cout << aa << endl;`
- `//cout << aa << endl;`
- `//aa = nullptr;`
- `cout <<
(aa-bb)<<"\t"<<((long)aa-(long)bb)/sizeof(int);`

Сравнение указателей

Два указателя **могут быть сравнены** с помощью операций сравнения, если они указывают на переменные ***одного и того же типа***

Отношения	== != > < >= <=	Сравнить указатели. Возвращается истина, если операция сравнения закончилась успешно, иначе возвращается ложь. Сравниваемые указатели должны быть каким-то образом связаны, иначе операция не имеет смысла.
-----------	--------------------------------	---

Операции с указателями

Название	Знак	Пояснения
Взятие адреса	&	Получить адрес переменной.
Разыменовывание	*	Получить значение переменной по её адресу.
Выделение памяти	new	Получить указатель на начало выделенного блока оперативной памяти.
Освобождение памяти	delete	Освободить выделенный блок памяти и сделать указатель недоступным.

Операции * и & при работе с указателями

Описание	Адрес	Значение, хранящееся по адресу
тип *p;	p	*p
тип p;	&p	p