Основы алгоритмизации и программирования

Лекция 8

Указатели

Определение указателей

Указатель – это переменная, которая может содержать адрес некоторого объекта

Формат декларации указателя

***тип * ID_указателя*;**

Пример

```
int *a;  double *f;   char *w;
```

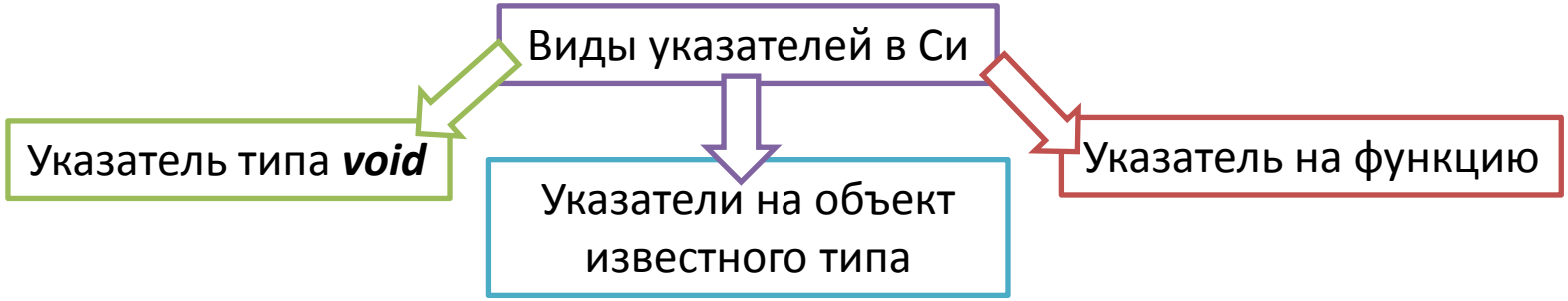
Тип может быть **любым**, кроме ссылки или битового поля, причем ***тип*** может быть к этому моменту только декларирован, но еще не определен

При обработке декларации любой переменной, например ***double x*=1.5**; компилятор выделяет для переменной **участок памяти**, размер которого определяется ее типом (***double* – 8 байт**), и инициализирует его указанным значением (если таковое имеется). Далее все **обращения** в программе к **переменной** по имени **заменяются** компилятором на **адрес участка памяти**, в котором будет храниться значение этой переменной. Разработчик программы на языке Си имеет возможность определить собственные переменные для хранения адресов участков оперативной памяти. Такие переменные называются **указателями**.

Символ ***«звездочка»*** относится непосредственно к ***ID* указателя**, поэтому для того, чтобы декларировать несколько указателей, ее нужно записывать перед именем каждого из них.

Определение указателей

Значение указателя равно первому байту участка памяти, на который он ссылается.



Указатель не является самостоятельным типом данных, так как всегда связан с каким-либо конкретным типом, т.е. **указатель** на объект **содержит адрес области памяти**, в которой хранятся данные определенного типа.

Указатель типа ***void*** применяется в тех случаях, когда конкретный тип объекта, адрес которого требуется хранить, **не определен** (например, если в одной и той же переменной в разные моменты времени требуется хранить адреса объектов различных типов)

Указателю типа ***void*** можно присвоить значение указателя любого типа, а также сравнивать его с любыми другими указателями, но перед выполнением каких-либо действий с участком памяти, на которую он ссылается, **требуется явно преобразовать его к конкретному типу**

Определение указателей

Указатель может быть **константой или переменной**, а также **указывать на константу или переменную**

С **указателями-переменными** связаны две унарные операции **&** и *.

Операция **&** означает «***взять адрес***» операнда.

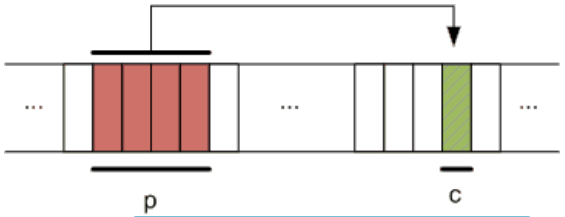
Операция * имеет смысл – «***значение, расположенное по указанному адресу***»

Обращение к объектам любого типа как операндам операций в языке **Си**

по имени (идентификатору)

по указателю
(операция косвенной адресации)

Операция разадресации, или **разыменования**, предназначена для **доступа к величине**, адрес которой хранится в указателе. Эту операцию можно использовать как для получения, так и для изменения значения величины (если она не объявлена как константа)




```
char c;   // переменная
char *p; // указатель
p = &c;  // p = адрес c
```

ID_указателя = **&*ID_объекта***; – операция разыменования;
***ID_указателя** – операция косвенной адресации

Определение указателей

Унарная операция получения адреса **&** применима к переменным, имеющим имя (***ID***), для которых **выделены участки оперативной памяти**. Таким образом, нельзя получить адрес скалярного выражения, неименованной константы или регистровой переменной.

Отказ от именования объектов при наличии возможности доступа по указателю **приближает** язык **Си** по гибкости отображения **«объект – память»** к языку **ассемблера**

Пример

int x, – переменная типа *int* ;
***y;** – указатель на объект типа *int*;
y = &x; – *y* – адрес переменной *x*;
***y=1;** – косвенная адресация указателем поля *x*, т.е. по указанному адресу записать 1: *x* = 1.

Пример

```
int i, j = 8, k = 5, *y;
 y=&i;
*y=2;      – i = 2
 y=&j;
*y+=i;  – j += i  → j = j+i  → j = j + 2 = 10
 y=&k;
  k+=*y;  – k += k → k = k + k = 10
(*y)++;   – k++  → k = k + 1 = 10 + 1 = 11
```

Как видно из приведенных примеров, конструкцию ****ID_указателя*** можно использовать в левой части оператора присваивания, так как она определяет адрес участка памяти. Эту конструкцию часто считают именем переменной, на которую ссылается указатель.

Определение указателей

Пример

int i1; – целая переменная;
const int i2=1; – целая константа;
int * pi1; – указатель на целую переменную;
const int * pi2; – указатель на целую константу;
int * const pi1=&i1; – указатель-константа на целую переменную;
const int * const pi2=&i2; – указатель-константа на целую константу.

Модификатор ***const***, находящийся между ***ID*** указателя и символом «***звездочка***», относится к самому указателю и запрещает его изменение, а ***const*** **слева от звездочки** задает константное значение объекта, на который он указывает. Для инициализации указателей использована операция получения адреса **&**.
Указатель подчиняется общим правилам определения области действия, видимости и времени жизни.

Операция sizeof

Данная операция позволяет **определить размер указанного параметра** в байтах (тип результата ***int***)

sizeof (***параметр***);

параметр – **тип** или **идентификатор объекта** (но не *ID* функции)

Если указан идентификатор **сложного объекта** (массив, структура, объединение), то **результатом** будет **размер всего объекта**

Пример

sizeof(int) – результат 2(4) байта;
double b[5];
sizeof(b) – результат 8 байт * 5 = 40 байт.

Динамическое распределение **оперативной памяти** (ОП) связано с операциями **порождения** и **уничтожения** объектов по запросу программы, при котором захват и освобождение памяти производится **программно**, т.е. в процессе работы программы. При этом в языке **Си** порождение объектов (захват памяти) и уничтожение объектов (освобождение памяти) выполняются при помощи библиотечных функций

Инициализация указателей

При **декларации указателя** желательно выполнить его **инициализацию**, т.е. присвоение начального значения. Наиболее распространенная из **ошибок** в программах – **непреднамеренное использование неинициализированных указателей. Инициализатор записывается** после ***ID*** указателя либо в круглых скобках, либо после знака равенства**.**

Способы инициализации указателя

Присваивание указателю адреса существующего объекта

Использовать операцию получения адреса переменной
int *a* = 5;
int *p = &a; – указателю *p* присвоили адрес объекта *a*;
int *p(&a); – то же самое другим способом;

С помощью значения другого инициализированного указателя
int *g = p;
Указателю-переменной можно присвоить значение другого указателя либо выражения типа указатель.

С помощью идентификаторов массива или функции, которые трактуются как адрес начала участка памяти, в котором размещается указанный объект.
Причем, ***ID*** массивов и функций являются константными указателями. Такую константу можно присвоить переменной типа указатель, но нельзя подвергать преобразованиям:
int x[100], *y;
y = x; – присваивание константы переменной;
x = y; – ошибка, т.к. в левой части указатель-константа.

Инициализация указателей

Способы инициализации указателя

Присваивание пустого значения

int *x1 = NULL;
int *x2 = 0;
В первой строке используется константа ***NULL***, определенная как указатель, равный **нулю**. **Рекомендуется** использовать просто цифру 0, так как это значение типа ***int*** будет правильно преобразовано стандартными способами в соответствии с контекстом. А так как объекта с нулевым (фиктивным) адресом не существует, пустой указатель обычно используют для контроля, ссылается указатель на конкретный объект или нет

Присваивание указателю адреса выделенного участка динамической памяти

с помощью операции *new* :
int *n = new int;
int *m = new int (10);

с помощью функции *malloc*:
int *p = (int*)malloc(sizeof(int));

Присваивание без явного приведения типов

указателям типа ***void****

если тип указателей справа и слева от операции присваивания один и тот же

Операции над указателями

С указателями можно выполнять арифметические операции **сложения**, **инкремента** (++), **вычитания**, **декремента** (--) и **операции сравнения**

Арифметические операции с указателями автоматически **учитывают размер** типа величин, адресуемых указателями. Эти операции применимы только к указателям одного типа и имеют смысл в основном при работе со структурами данных, последовательно размещенными в памяти, например с массивами

Инкремент перемещает указатель к следующему элементу массива, **декремент** – к предыдущему

Указатель, таким образом, может использоваться в выражениях вида:
p **#** ***iv***, **##** ***p***, ***p*** **##**, ***p*** **#** **=** ***iv***, где
p – указатель, ***iv*** – целочисленное выражение, **#** – символ операции '**+**' или '**–**'.

Результатом таких выражений является увеличенное или уменьшенное значение указателя на величину
iv ***** ***sizeof*****(****p***)**, т.е. если указатель на определенный тип увеличивается или уменьшается на константу, его значение изменяется на величину этой константы, умноженную на размер объекта данного типа.

Операции над указателями

Текущее значение указателя всегда ссылается на позицию некоторого объекта в памяти с учетом правил выравнивания для соответствующего типа данных. Таким образом, значение ***p # iv*** указывает на объект того же типа, расположенный в памяти со смещением на ***iv*** позиций.

При сравнении указателей могут использоваться отношения любого вида (**«>»**, **«<»** и т.д.), но наиболее важными видами проверок являются отношения равенства и неравенства («**==**», «**!=**»).

Отношения порядка имеют смысл только для указателей на последовательно размещенные объекты (элементы одного массива).

Разность двух указателей дает число объектов адресуемого ими типа в соответствующем диапазоне адресов, т.е. в применении к массивам разность указателей, например, на третий и шестой элементы равна 3.

Уменьшаемый и **вычитаемый** указатели должны принадлежать **одному массиву**, иначе результат операции не имеет практической ценности и может привести к непредсказуемому результату. То же можно сказать и о суммировании указателей.

Операции над указателями

Значение указателя можно вывести на экран с помощью функции ***printf***, используя спецификацию ***%p*** (*pointer*), результат выводится в шестнадцатеричном виде.

Пример

```
int a = 5, *p, *p1, *p2;
p = &a;
p2 = p1 = p;
++p1;
p2 += 2;
printf("a = %d , p = %d , p = %p , p1 = %p , p2 = %p .\n", a, *p, p, p1, p2);
```

Результат может быть следующим:

*a = 5 , *p = 5 , p = FFF4 , p1 = FFF6, p2 = FFF8 .*

Операции над указателями

Графически это выглядит следующим образом (**в 16-разрядном процессоре** на тип ***int*** отводится **2 байта**):