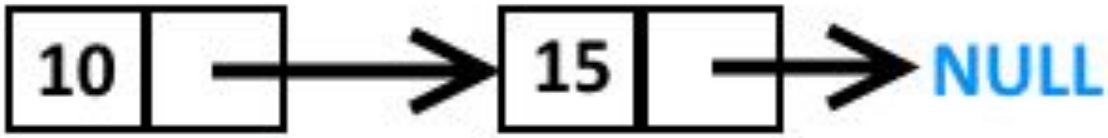
Сложные структуры данных
Связные списки

Структуры, ссылающиеся на

```
struct node {
   int x;
   struct node *next;
};
```



Связный список

- Структура данных, представляющая собой конечное множество упорядоченных элементов (узлов), связанных друг с другом посредством указателей, называется связным списком.
- Каждый элемент связного списка содержит поле с данными, а также указатель на следующий и/или предыдущий элемент. Эта структура позволяет эффективно выполнять операции добавления и удаления элементов для любой позиции в последовательности.

Недостатки связного списка

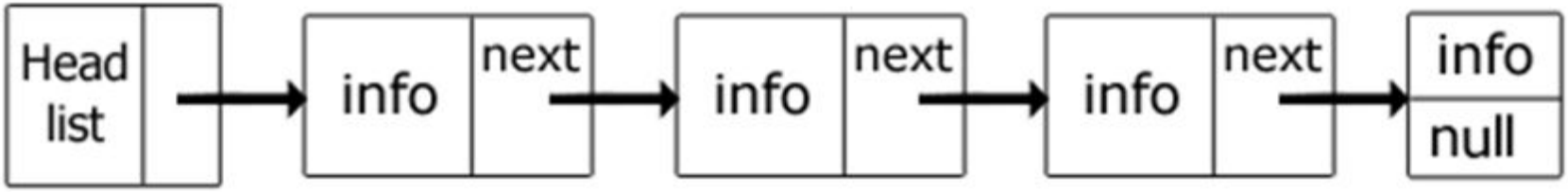
- Недостатком связного списка, как и других структур типа «список», в сравнении его с массивом, является отсутствие возможности работать с данными в режиме произвольного доступа, т. е. список – структура последовательно доступа, в то время как массив – произвольного.

Односвязный список

- Каждый узел односвязного (однонаправленного связного) списка содержит указатель на следующий узел. Из одной точки можно попасть лишь в следующую точку, двигаясь тем самым в конец. Так получается своеобразный поток, текущий в одном направлении.

Односвязный список

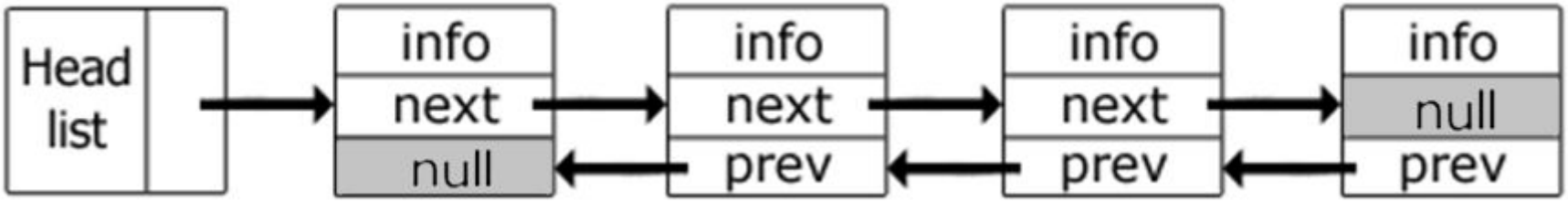
- Каждый из блоков представляет элемент (узел) списка. Здесь и далее Head list – заголовочный элемент списка (для него предполагается поле next). Он не содержит данные, а только ссылку на следующий элемент. На наличие данных указывает поле info, а ссылки – поле next. Признаком отсутствия указателя является поле null



Односвязные и двусвязные списки

- Односвязный список не самый удобный тип связного списка, т. к. из одной точки можно попасть лишь в следующую точку, двигаясь тем самым в конец. Когда в двусвязном списке, кроме указателя на следующий элемент есть указатель на предыдущий.

Двусвязный список



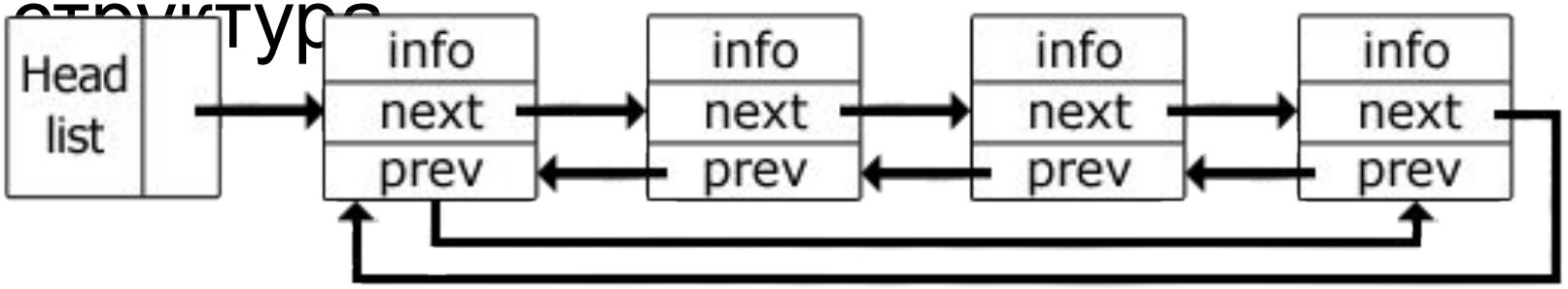
- Особенность двусвязного списка, что каждый элемент имеет две ссылки: на следующий и на предыдущий элемент, позволяет двигаться как в его конец, так и в начало.
- Операции добавления и удаления здесь наиболее эффективны, чем в односвязном списке, поскольку всегда известны адреса тех элементов списка, указатели которых направлены на изменяемый элемент. Но добавление и удаление элемента в двусвязном списке, требует изменения большого количества ссылок, чем этого потребовал бы односвязный список.

Двусвязный список

- Возможность двигаться как вперед, так и назад полезна для выполнения некоторых операций, но дополнительные указатели требуют задействования большего количества памяти, чем таковой необходимо в односвязном списке.

Кольцевой список

- Еще один вид связного списка – **кольцевой** список. В кольцевом односвязном списке последний элемент ссылается на первый. В случае двусвязного кольцевого списка – плюс к этому первый ссылается на последний. Таким образом, получается зацикленная структура.



Управление памятью

- Для создания и использования динамических структур требуется ***динамическое распределение памяти*** — возможность получения памяти для хранения новых узлов и освобождать память для удаления узлов.

Управление памятью

- Функции для управления динамической памятью объявлены в **stdlib.h**
- функция для выделения памяти:

```
void* malloc (size_t size);
```

- Функция для освобождения ранее выделенной памяти:

```
void free (void* ptr);
```

malloc

void* malloc (size_t size);

Резервирует блоки памяти размером **size** байт памяти и возвращает указатель на начало зарезервированного участка памяти.

Например:

```
newPtr = malloc (sizeof(struct node));
```

sizeof(`struct node`**)** определяет размер в байтах структуры типа `struct node`, а `malloc` выделяет новый блок памяти размером в **sizeof(**`struct node`**)** и возвращает указатель на выделенную память в newPtr. Если памяти для выделения не достаточно, то malloc возвращает указатель на NULL

free

```
void free (void* ptr);
```

Освобождает память, т.е. память возвращается системе, и в дальнейшем её можно будет выделить снова.

Например:

```
free (newPtr);
```

После того как выделенная память больше не нужна необходимо её освободить при помощи free. Так же это не обходимо делать перед завершением программы, если память ещё не была освобождена.

```c
#include <stdlib.h>

struct node {
  int x;
  struct node *next;
};
int main()
{
    /* Обычная структура */
    struct node *root;
    /* Теперь root указывает на структуру node */
    root = (struct node *) malloc( sizeof(struct node) );
    /* Узел root указывает на следующий элемент, которого пока
нет */
    root->next = NULL;
    /* Использование оператора -> позволяет изменять узел
структуры, на которую он указывает */
    root->x = 5;
    free ( root );
    return 0;
}
```

```c
int main()
{
    /* Это менять нельзя, т.к. тогда мы потеряем список в памяти
*/
    struct node *root;
    /* Это указывает на каждый элемент списка, пока мы
пробегаем по нему */
    struct node *conductor;

    root = malloc( sizeof(struct node) );
    root->next = NULL;
    root->x = 12;
    conductor = root;
    if ( conductor != NULL ) {
        while ( conductor->next != NULL)
        {
            conductor = conductor->next;
        }
    }
```

```
 /* Создаёт новый узел в конце  */
    conductor->next = malloc( sizeof(struct node) );

    conductor = conductor->next;

    if ( conductor == NULL )
    {
        printf("Не хватает памяти!\n");
        return 0;
    }
    /* инициализируем память */
    conductor->next = NULL;
    conductor->x = 42;

    return 0;
}
```

```
conductor = root;
if ( conductor != NULL ) {
/*убедимся, что существует место старта*/
    while ( conductor->next != NULL ) {
        printf( "%d\n", conductor->x);
        conductor = conductor->next;
    }
    printf( "%d\n", conductor->x );
}
```

```
conductor = root;
while ( conductor != NULL ) {
    printf( "%d\n", conductor->x );
    conductor = conductor->next;
}
```

Очистка памяти

```
struct node *temp;
 temp = root->ptr;
 free(root);   /* освобождение памяти текущего корня*/
 root = temp; // новый корень списка
```

Стек

Стеком называется структура данных, организованная по принципу ***LIFO – last-in, first-out*** , т.е. элемент, попавшим в множество последним, должен первым его покинуть.

При практическом использовании часто налагается ограничение на длину стека, т.е. требуется, чтобы количество элементов не превосходило заранее определенное целое число ***N***

Стек

Стек
Реализация 1

на основе массива

Для реализации стека, состоящего не более чем из ***100*** чисел, следует определить массив, состоящий из ***100*** элементов и целую переменную, указывающую на вершину стека (ее значение будет также равно текущему числу элементов в стеке)

```
int stack[100], n=0;
```

Стек
Реализация 2

на основе массива с использованием общей структуры

```
struct Stack{
    int stack[100];
    int n;
};
```

Стек
Реализация 3
на основе указателей

Если максимальный размер стека можно выяснить только после компиляции программы, то память под стек нужно выделять ***динамически***. При этом, вершину стека можно указывать не индексом в массиве, а указателем на вершину. Для этого следует определить следующие переменные

```
int *stack, *head;
```

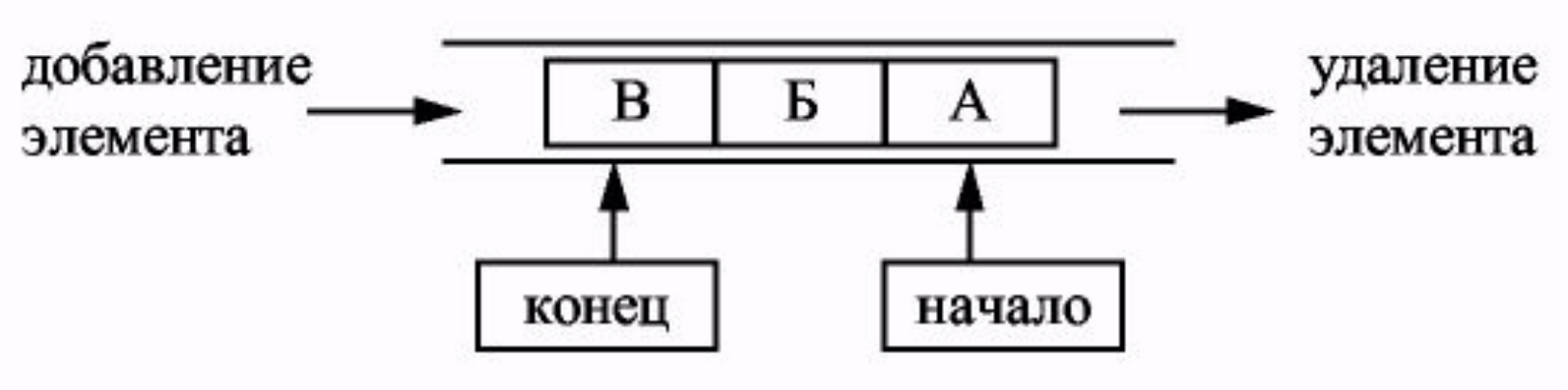
или

```
struct SStack{
  int *stack;
  int *n;
};
```

Очередь

Очередью называется структура данных, организованная по принципу ***FIFO – first-in, first-out*** , т.е. элемент, попавшим в множество первым, должен первым его и покинуть. При практическом использовании часто налагается ограничение на длину очереди, т.е. требуется, чтобы количество элементов не превосходило заранее определенное целое число ***N***

Очередь



Очередь
реализация

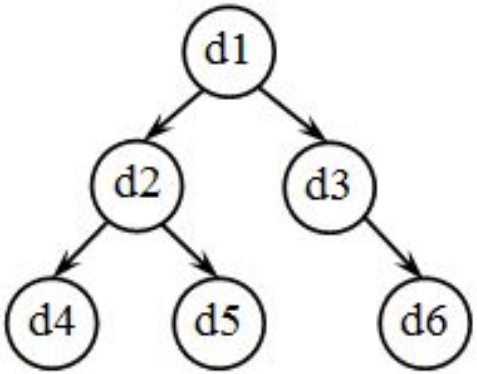
Для реализации очереди необходимо знать первый и последний элемент находящийся в ней. Например, для реализации стандартной очереди из менее чем 100 целых чисел определить следующие данные

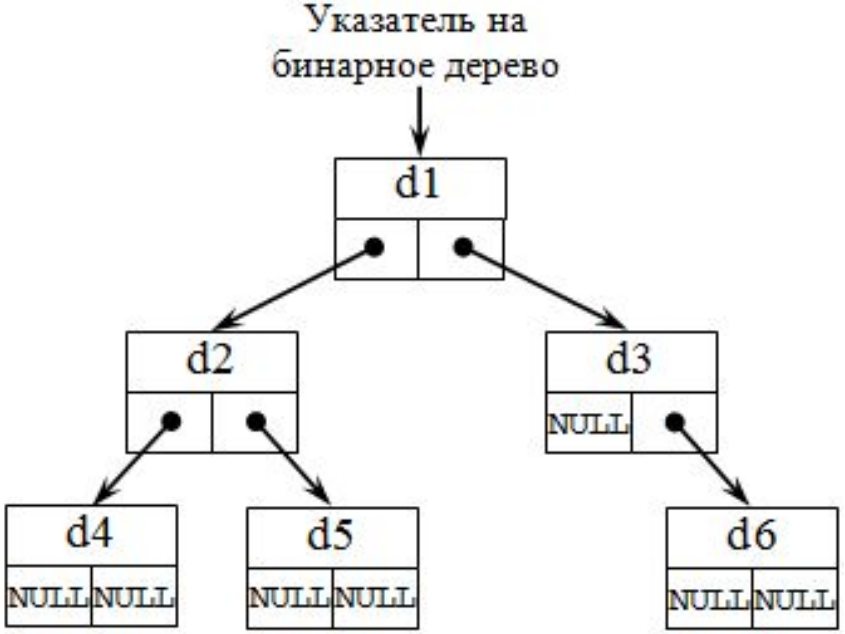
```
#define  N  100
int array[N], begin=0,end=0;
```

Соответственно при добавлении элементов в очередь переменная **end** будет увеличиваться, а при изъятии их из очереди увеличиваться будет **begin.**

Бинарное дерево

Бинарными деревьями называют структуру данных, в которой, как правило, задан *корневой элемент* или *корень* и для каждой вершины (элемента) существует не более двух *потомков*.





Бинарное дерево реализация

```
struct STree{
 int value;
 struct STree *prev;
 struct STree *left, *right;
};
```

здесь указатель ***prev*** указывает на родительский элемент данной вершины, а ***left*** и ***right*** – на двух потомков, которых традиционно называют ***левым*** и ***правым***. Величина ***value*** называется ***ключом*** вершины.

Бинарное дерево

Бинарное дерево называется ***деревом поиска***, если для любой вершины дерева ***a*** ключи всех вершин в правом поддереве больше или равны ключа ***a***, а в левом – меньше. Неравенства можно заменить на строгие, если известно, что в дереве нет равных элементов.

Дерево поиска

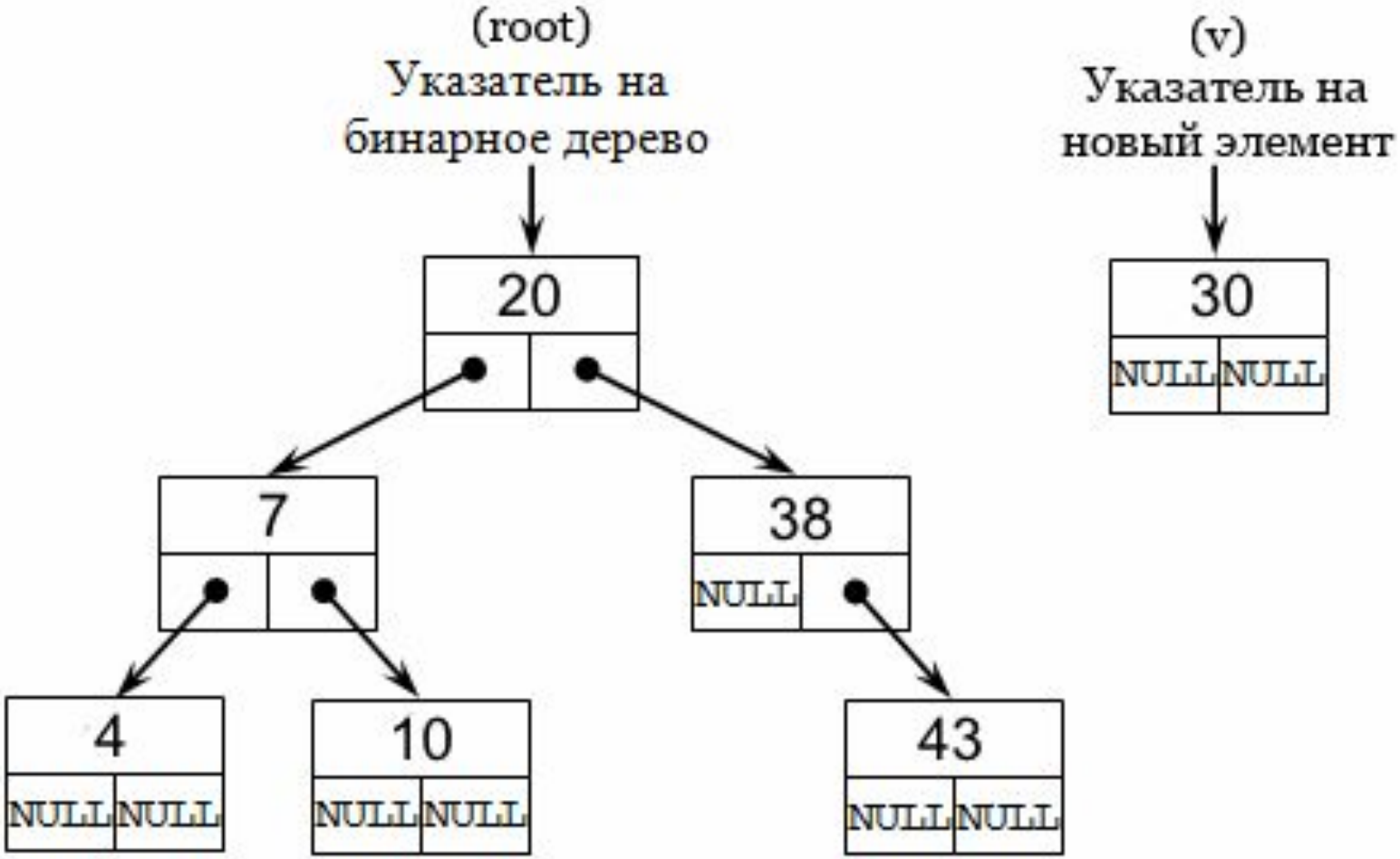
Поиск элемента

```
struct STree *Find(struct STree *root, int v){
   if(root==NULL)return NULL;
   if(root->value==v)return root;
   if(root->value>=v)return Find(root->right,v);
   else return Find(root->left, v);
};
```

Дерево поиска
Добавление элемента

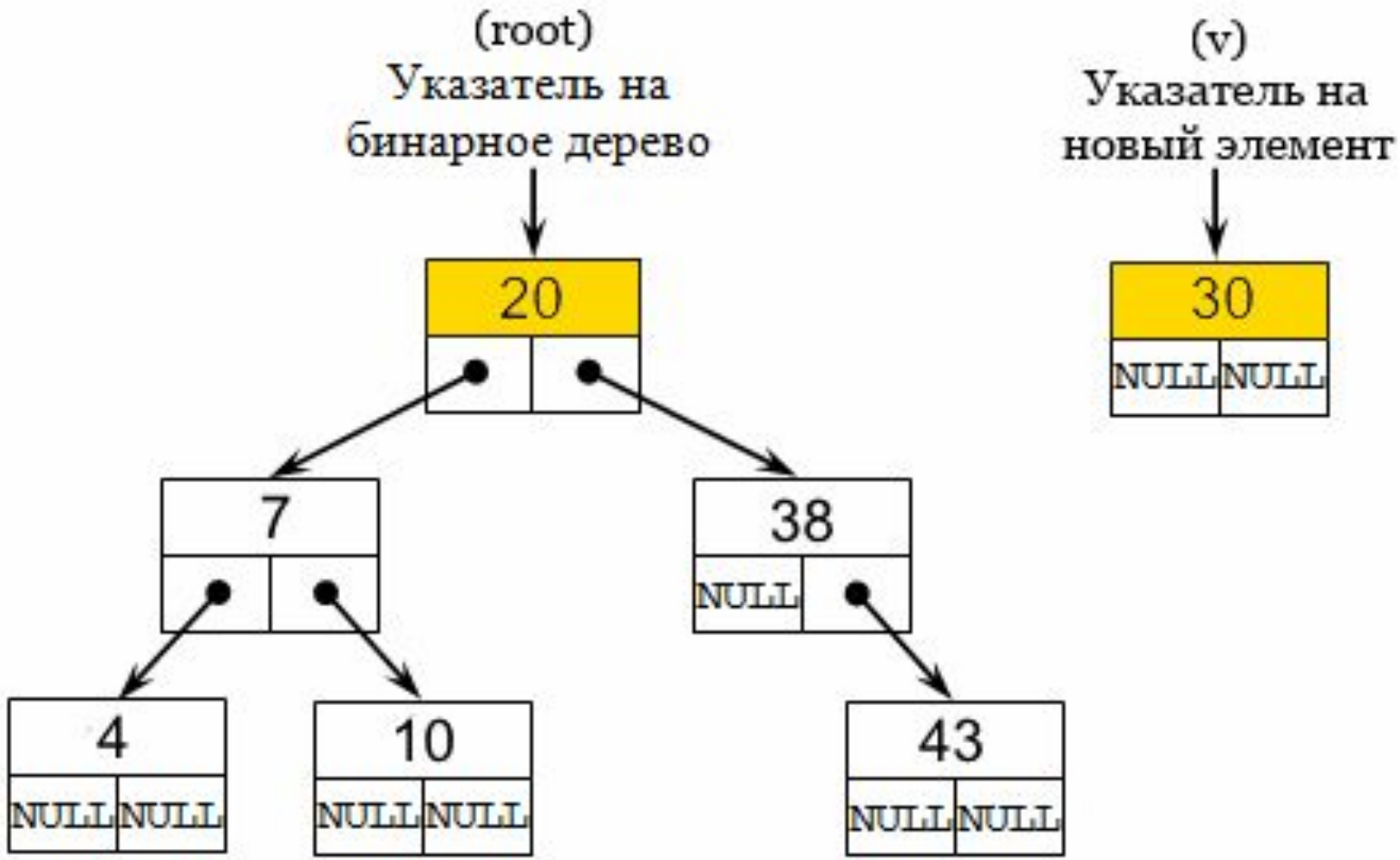
```
struct STree  *Insert(struct STree  *root, struct STree  *v){
 if(v->value>=root->value)
    return root->right==NULL ?
   (v->prev=root, v->right=v->left=NULL, root->right=v) :
Insert(root->right, v);
 else
    return root->left==NULL ?
      (v->prev=root,v->right=v->left=NULL,root->left=v) :
Insert(root->left, v);
};
```

Дерево поиска



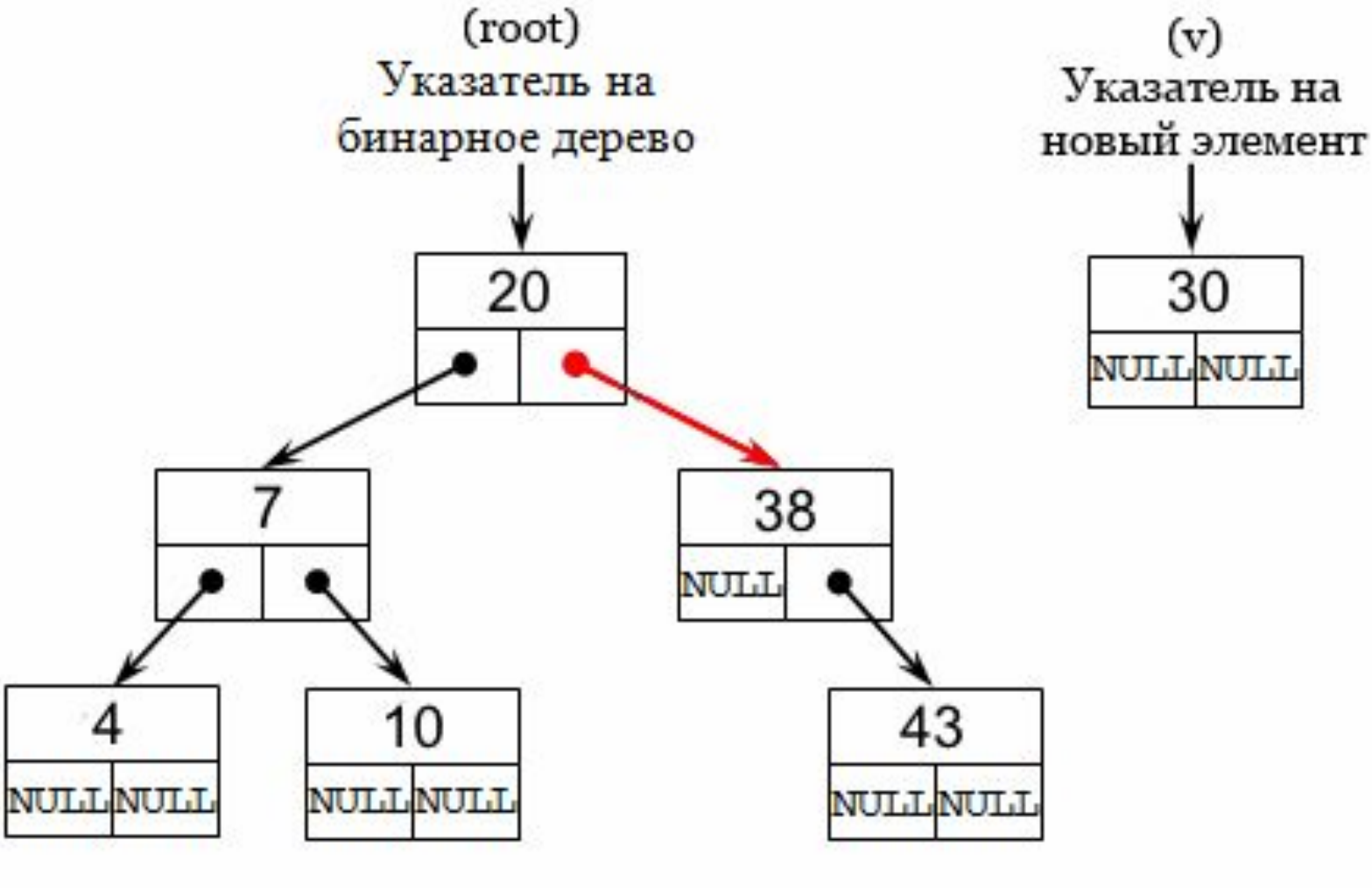
Дерево поиска

if(v**->**value**>=**root**->**value**)**



Дерево поиска

return root**->**right**==NULL ?**



Дерево поиска

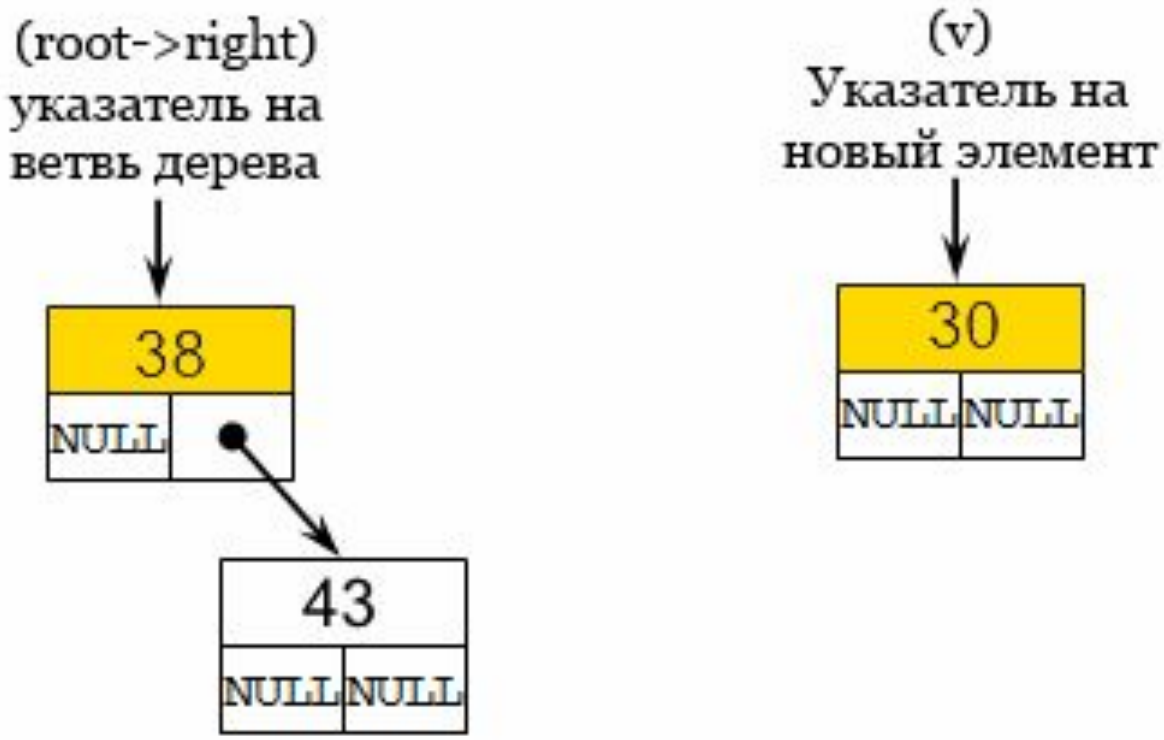
root->right==NULL ?

(v->back=root,v->right=v->left=NULL,root->right=v) :

Insert(root->right, v);

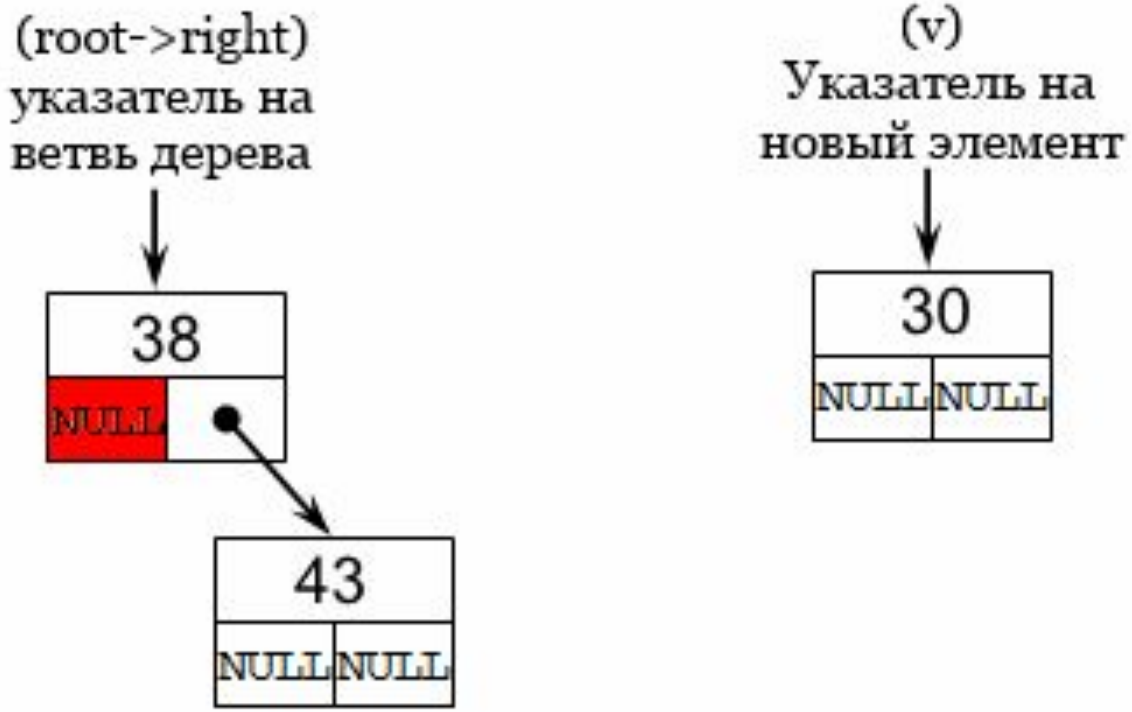
Дерево поиска

if(v**->**value**>=**root**->**value**)**



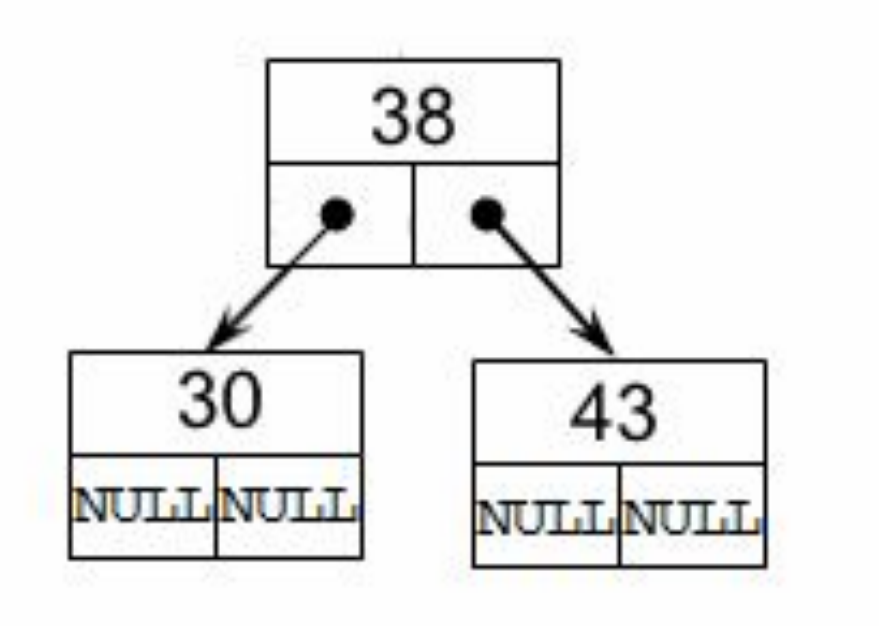
Дерево поиска

return root**->**left**==NULL ?**



Дерево поиска

```
root->left==NULL ?
   (v->prev=root,v->right=v->left=NULL,root->left=v) :
Insert(root->left, v);
```



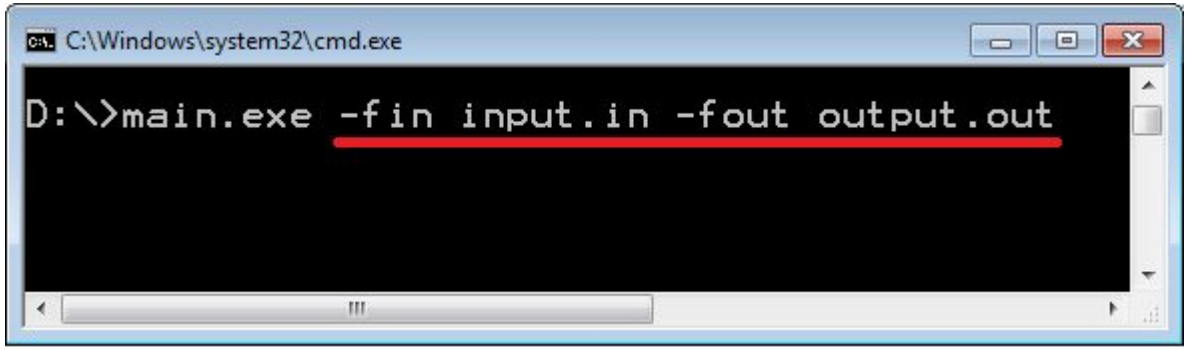
Дерево поиска
Добавление элемента

Функция **Insert** добавляет элемент в бинарное дерево поиска и возвращает указатель на добавляемый элемент.

Аргументы командной строки

При запуске программы через консоль возможно передать в программу данные, называемые **Аргументы командной строки**, в виде строк.

Они могут быть использованы во время работы программы



Аргументы командной строки

Обратиться к аргументам командной строки в программе возможно через специальные переменные int argc и char *argv[]

argc – число переданных аргументов,

argv – массив строк равный числу аргументов.

При вызове программы всегда есть один аргумент имя запущенной программы.

Аргументы командной строки

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]){
    if(argc > 1) {
        printf("Вы ввели много чего");
    }
    printf("Но это точно имя этой программы: %s", argv[0]);

    return 0;
}
```

Аргументы командной строки