ЛИНЕЙНЫЕ СПИСКИ

Некоторые задачи требуют введения структур, способных увеличивать или уменьшать свой размер в процессе работы программы.

Основу таких структур составляют динамические переменные, которые хранятся в некоторой области памяти.

Обращение к ним производится с помощью указателя.

Как правило, такие переменные организуются в виде списков, элементы которых являются структурами (***struct***).

Если для связи элементов в структуре задан указатель (адресное поле) на следующий элемент, то такой список называют ***однонаправленным*** (*односвязным*).

Если добавить в структуру еще и указатель на предыдущий элемент, то получится ***двунаправленный*** *список* (*двусвязный*).

Если последний элемент связать указателем с первым, получится ***кольцевой*** *список.*

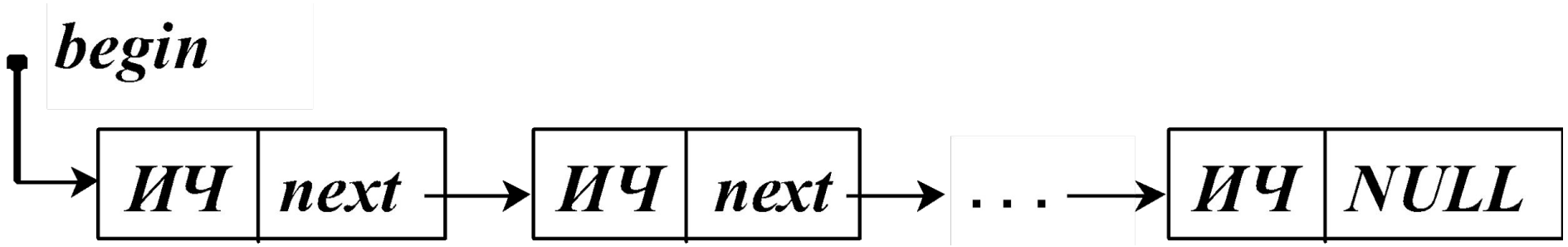
Для работы с ***однонаправленными*** списками шаблон структуры (структурный тип) будет иметь следующий вид:

```
struct TList1 {
    Информационная часть (ИЧ)
    TList1 *next; – Адресная часть
};
```

Информационная часть – описание полей (членов структуры), определяющих обрабатываемую в списке информацию;

next – указатель на следующий элемент.

Схема такого списка может иметь вид:



begin – адрес первого элемента в списке;

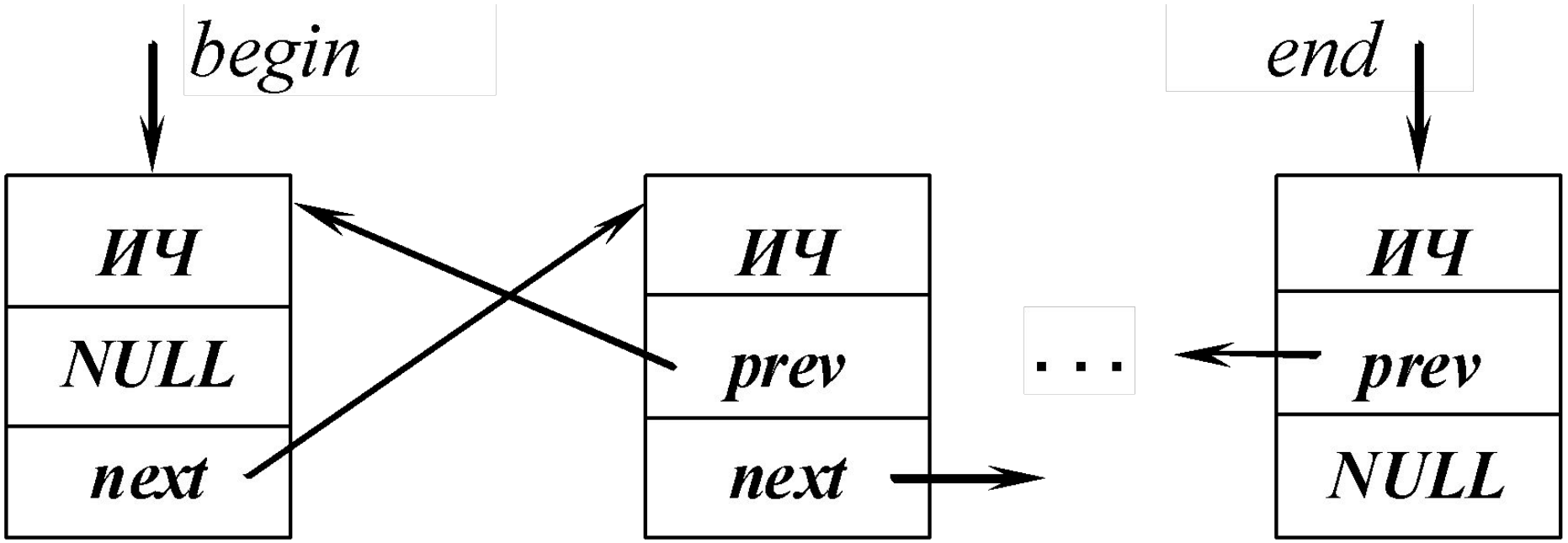
Адресная часть последнего элемента равна ***NULL*** – признак того, что следующего за ним НЕТ!

Для работы с ***двунаправленными*** списками шаблон структуры будет иметь следующий вид:

```
struct TList2 {
    Информационная часть (ИЧ)
    TList2  *prev, *next;
};
```

prev – указатель на предыдущий элемент;
next – указатель на следующий элемент.

Схема такого списка будет иметь вид:



begin и ***end*** – адреса первого и последнего элементов в списке;

Адресные части ***prev*** первого элемента и ***next*** последнего элемента равны ***NULL***.

Над списками обычно выполняются следующие *операции:*

– начальное формирование списка (создание первого элемента);

– добавление нового элемента в список;

– обработка (просмотр, поиск, удаление и т.п.);

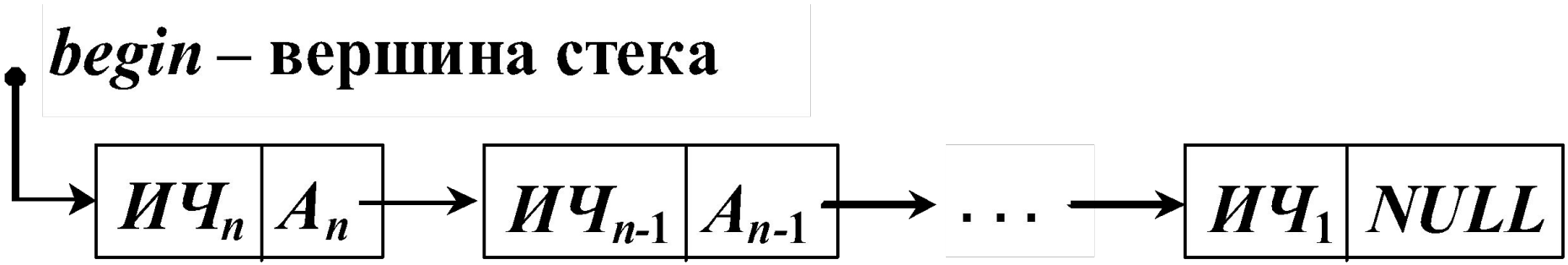
– освобождение памяти, занятой всем списком.

Структура данных СТЕК

Стек – упорядоченный набор данных, в ко-тором добавление и удаление элементов производится только с конца, который на-зывают ***вершиной*** стека, т.е. стек – список с одной точкой доступа к его элементам.

Стек это структура данных типа ***LIFO*** (*Last In, First Out*) – последним вошел, первым выйдет.

Графически Стек можно изобразить так:



Стек получил свое название из-за схожести с обоймой патронов:

когда добавляется новый элемент, прежний проталкивается вниз и становится недоступным;

когда верхний элемент удаляется, следующий за ним поднимается вверх и становится опять доступным.

Число элементов стека не ограничивается. При добавлении элементов в стек память должна динамически выделяться и освобождаться при удалении. Таким образом, стек – динамическая структура данных, состоящая из переменного числа элементов одинакового типа.

Операции, выполняемые над стеком, имеют специальные названия:

push – добавление элемента (вталкивание);

pop – удаление (извлечение) элемента, верхний элемент стека удаляется (не может применяться к пустому стеку).

Кроме этих обязательных операций используется операция ***top*** (*peek*) для чтения информации в вершине стека без извлечения.

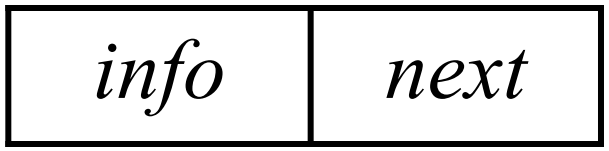
Рассмотрим основные алгоритмы работы со стеком, взяв для простоты в качестве информационной части целые числа (***int info;***), хотя информационная часть может состоять из любого количества объектов допустимого типа, за исключением файлов.

Алгоритм формирования стека

Рассмотрим данный алгоритм для первых двух элементов.

1. Описание типа для структуры, содержащей информационное и адресное поля:

struct Stack



Структурный тип (шаблон) рекомендуется объявлять глобально:

```
struct   Stack {
    int  info;
    Stack   *next;
} ;
```

2. Объявление указателей на структуру (можно объявить в шаблоне глобально):

Stack *begin, – Вершина стека

*t; – Текущий указатель

3. Так как первоначально стек пуст:

begin = NULL;

4. Захват памяти под первый элемент:

t = new Stack;

в памяти формируется конкретный адрес (обозначим его ***A1***) для первого элемента, т.е. адрес текущего элемента ***t*** равен ***A1***.

5. Ввод информации (обозначим ***i*1**);

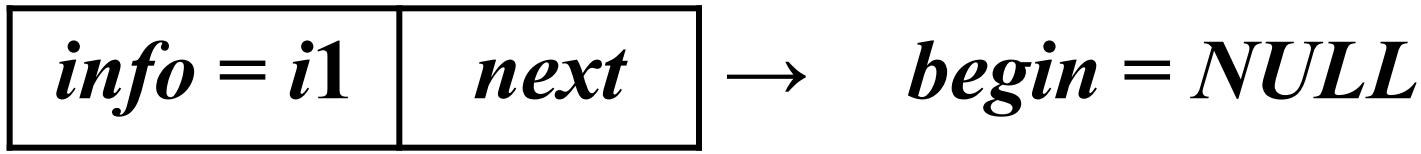
а) формирование информационной части:

```
t -> info = i1;
```

б) формирование адресной части: значение адреса вершины стека записываем в адресную часть текущего элемента (там был *NULL*)

```
t -> next = begin;
```

На этом этапе получили:



6. Вершина стека переносится на созданный первый элемент:

begin = t;

В результате получается следующее:

7. Захват памяти под второй элемент:

t = new Stack;

формируется конкретный адрес (***A2***) для второго элемента.

8. Ввод информации для второго элемента (***i2***);

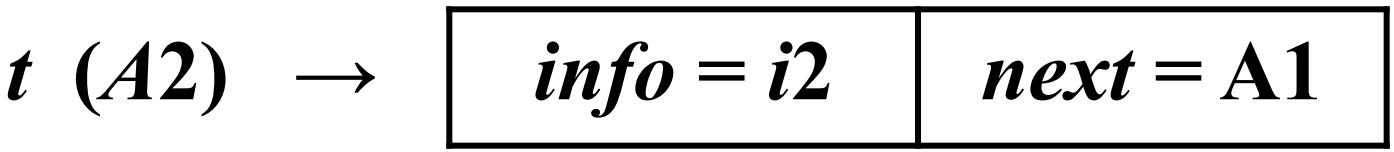
а) формирование информационной части:

t -> info = i2;

б) в адресную часть записываем адрес вершины, т.е. адрес первого (предыдущего) элемента (***A1***):

t -> next = begin;

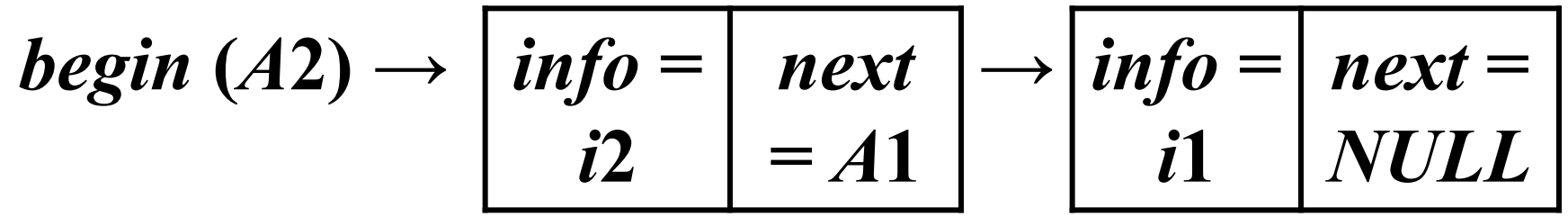
Получаем:



9. Вершина стека снимается с первого и устанавливается на новый элемент (***A2***):

begin = t;

Получается следующая цепочка:



Обратите внимание, что действия 7, 8 и 9 идентичны действиям 4, 5 и 6, т.е. добавление новых элементов в стек можно выполнять в цикле, до тех пор, пока это необходимо.

Функция формирования элемента стека

Простейший вид функции (типа *push*), в которую передаются указатель на вершину (***p***) и введенная информация (***in***), а измененное значение вершины (***t***) возвращается в точку вызова оператором *return*:

```
Stack* InStack (Stack  *p, int  in) {
    Stack *t = new Stack; // Захват памяти
    t -> info = in;      // Формируем ИЧ
    t -> next = p;       // Формируем АЧ
    return   t;
}
```

Участок программы с обращением к функции ***InStack*** для добавления ***n*** элементов (используем случайные числа) в стек может иметь следующий вид:

```
    for (i = 1; i <= n; i++)
{
        in = random (20);
        begin = InStack (begin, in);
    }
```

Если в функцию ***InStack*** указатель на вершину передавать по адресу, то она может иметь следующий вид:

```
void InStack (Stack  **p, int  in)
 {
     Stack *t = new Stack;
     t -> info = in;
     t -> next = *p;
     *p = t;
 }
```

Обращение к ней в данном случае будет:

InStack (&begin, in);

Просмотр стека (без извлечения)

1. Устанавливаем текущий указатель на вершину

   t = begin;

2. Проверяем, если стек пуст (***begin = NULL)***, то выводим сообщение и либо завершаем работу, либо переходим на формирование стека.

3. Если стек не пуст, выполняем цикл до тех пор, пока текущий указатель ***t*** не равен ***NULL***, т.е. пока не обработаем последний элемент, адресная часть которого равна *NULL*.

4. ИЧ текущего элемента ***t -> info*** выводим на экран.
5. Переставляем текущий указатель ***t*** на следующий элемент:

t = t -> next;

6. Конец цикла.

Функция, реализующая этот алгоритм:

```
void View (Stack *p) {
    Stack *t = p;
    if ( p == NULL ) {      // Или   if (!p)
        cout << " Стек пуст! " << endl;
        return;
    }
    while( t != NULL) {
        cout << t->info << endl;
        t = t -> next;
    }
}
```

Обращение к этой функции: ***View*** (***begin***);

Алгоритм освобождения памяти

1. Начинаем цикл, выполняющийся пока ***begin*** не станет равным ***NULL***.
2. Устанавливаем текущий указатель на вершину:

   t = begin;
3. Вершину переставляем на следующий элемент:

   begin = begin -> next;
4. Освобождаем память, занятую бывшей вершиной

   delete t;
5. Конец цикла.

Функция, реализующая этот алгоритм, может иметь следующий вид:

```
void Del_All ( Stack **p ) {
    Stack *t;
    while ( *p != NULL) {
        t = *p;
        *p = (*p) -> next;
        delete t;
    }
}
```

Параметром данной функции является указатель на указатель, т.е. в функцию передаем адрес указателя на вершину стека для того, чтобы его измененное значение было возвращено из функции в точку вызова.

Обращение к этой функции:

Del_All (&begin);

После ее выполнения указатель на вершину ***begin*** будет равен ***NULL***.

Эту функцию можно реализовать и иначе:

```
Stack*   Del_All ( Stack  *p ) {
        Stack  *t;
        while ( p != NULL) {
            t = p;
            p = p -> next;
            delete  t;
        }
        return   p;
}
```

В этом случае обращение к ней будет:

```
begin = Del_All (begin);
```

В данном случае в функцию передаем указатель на вершину стека, а его измененное значение, равное ***NULL***, возвращаем из функции в точку вызова с помощью оператора ***return***.

Алгоритм получения информации из вершины стека с извлечением

1. Устанавливаем текущий указатель ***t*** на вершину

   t = begin;

2. Сохраняем значение ИЧ ***out*** (выводим на экран)

   out = begin -> info;

3. Переставляем вершину на следующий элемент

   begin = begin -> next;

4. Освобождаем память бывшей вершины ***t***

   delete t;

После этого в переменной ***out*** находится нужное нам значение, а стек стал короче на один элемент.

Функция (типа *pop*), в которую передаются вершина (***p***) и адрес переменной ***out*** для интересующей нас информации, измененное значение вершины (***p***) возвращается в точку вызова оператором *return*:

```
Stack* OutStack (Stack *p, int *out)   {
    Stack *t = p;
    *out = p -> info;
    p = p -> next;
    delete t;
    return p;
}
```

Обращение к этой функции:

begin = ***OutStack*** (begin, &***out***);

Необходимая нам информация ***out*** (в нашем примере тип *int*) известна в точке вызова, т.к. передается по адресу.

Если в функцию ***OutStack*** указатель на вершину передавать по адресу, а нужную информацию ***out*** возвращать из функции оператором *return*, то она может иметь следующий вид:

```
int  OutStack ( Stack **p )   {
        int  out ;
        Stack *t = *p;
        out = (*p) -> info;
        *p = (*p) -> next;
        delete t;
        return  out;
}
```

Обращение к ней в данном случае будет:

```
out = OutStack (&begin);
```

Рассмотрим примеры удаления из стека элементов, кратных 5.

Текст функции удаления непосредственно из стека может иметь следующий вид:

```
Stack* Del_5(Stack *b)
{
    b = InStack (b, 21);     // Добавляем любое число
    Stack *p = b;
    t = p ->next;            // p предыдущий, t текущий
    while (t != NULL) {
            if ( t->info % 5 == 0 ) {
                p -> next = t -> next;
                delete t;
                t = p -> next;
            }
```

```
        else {
                    p = t;
                    t = t -> next;
                }
        }
        t = b;          // Удаление из вершины 21
        b = b -> next;
        delete t;
        return b;
}
```

Обращение к функции: **begin = Del_5 (begin);**

Указатель на вершину стека передаем в функцию, а его измененное значение, возвращаем из функции в точку вызова с помощью оператора ***return***.

Функция удаления из стека элементов, кратных 5, с использованием динамического массива:

```
Stack*  Del_5_mas (Stack  *b)
{
        int  n = 0,  *a,  i,  m;
        Stack  *t = b;
//---------  Расчет количества элементов  n -------
    while (t != NULL) {
         n++;
                t = t -> next;
        }
    cout <<“n=”<<n;
}
```

```
a = new int[n];   // Создаем динамический массив
// Извлекаем все элементы из стека в массив
        for ( i = 0; i < n; i++ )
                b = OutStack ( b, a + i );
/* Удаляем из массива кратные 5, т.е. переписы-
   ваем в массив только те, что не кратны 5  */
        for ( m = i = 0; i < n; i++ )
                if ( a[i] % 5 != 0 )
                        a[m++] = a[i];
// m – количество оставшихся элементов
```

```
/* Создаем стек снова – переписываем в него
   элементы, оставшиеся в массиве: */
      for ( i = 0; i < m; i++ )
            b = InStack ( b, a[i] );
      delete []a;       // Освобождаем память
/*  Возвращаем в точку вызова вершину вновь
   созданного стека  */
      return b;
}
```

Обращение к функции:

```
begin = Del_5_mas ( begin );
```

И в этом случае в функцию передаем указатель на вершину стека, а его измененное значение, возвращаем из функции в точку вызова оператором ***return***.

Функция создания нового стека из элементов уже созданного стека, не кратных 5:

```
Stack*  New_Stack_5 (Stack  *b)
{
      int  inf;
      Stack  *new_b = NULL;
   while (b != NULL) {
       b = OutStack ( b, &inf  );
       if ( inf  % 5 != 0 )
            new_b = InStack ( new_b, inf  );
   }
      return  new_b;
}
```

Обращение к функции:

begin = New_Stack_5 (begin);

Линейный поиск нужной информации в стеке может быть выполнен на базе функции просмотра ***View***.

Например, найдем в стеке количество элементов кратных 5 :

```
int  Poisk (Stack *p)
{
 int  k = 0;
 Stack *t = p;
 while( t != NULL) {
     if ( t -> info % 5 == 0 )
         k ++ ;
     t = t -> next;
 }
 return  k;
}
```

Часть кода с обращением к этой функции:

```
    . . .
int  kol;
    . . .
kol = Poisk (begin);
if (kol == 0)
    Сообщение, что таких НЕТ!
else
    Вывод результата!
    . . .
```

В функцию передаем вершину стека, а в точку вызова возвращаем количество найденных элементов…