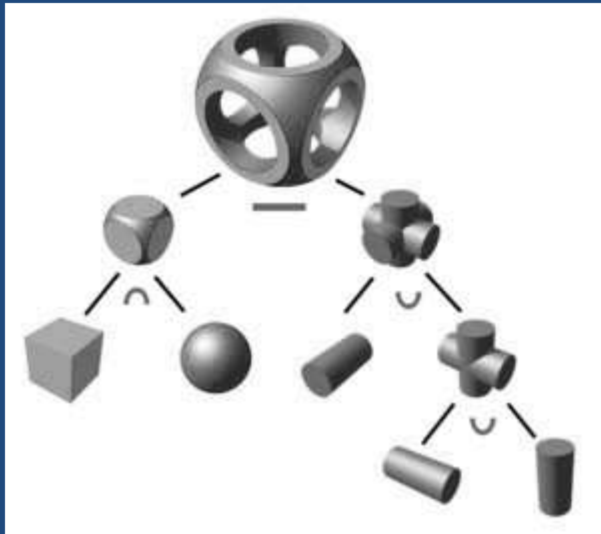


РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУР ДАННЫХ

Чтобы рисовать слона, надо его сначала увидеть.

Вьетнамская пословица

Основы программирования

Содержание

- Понятие структуры данных
- Основные структуры данных
- Реализация структур данных в языке Pascal

Структуры данных

- *Структура данных* – множество элементов данных и множество связей между ними.
- *Физическая* структура данных – способ физического представления данных в памяти компьютера.
- *Логическая* структура данных – абстракция объектов реального мира (данные+операции над ними).
- Программы = Алгоритмы + Структуры данных =
  Алгоритмы +
  Логические структуры данных +
  Отображение логических структур в физические

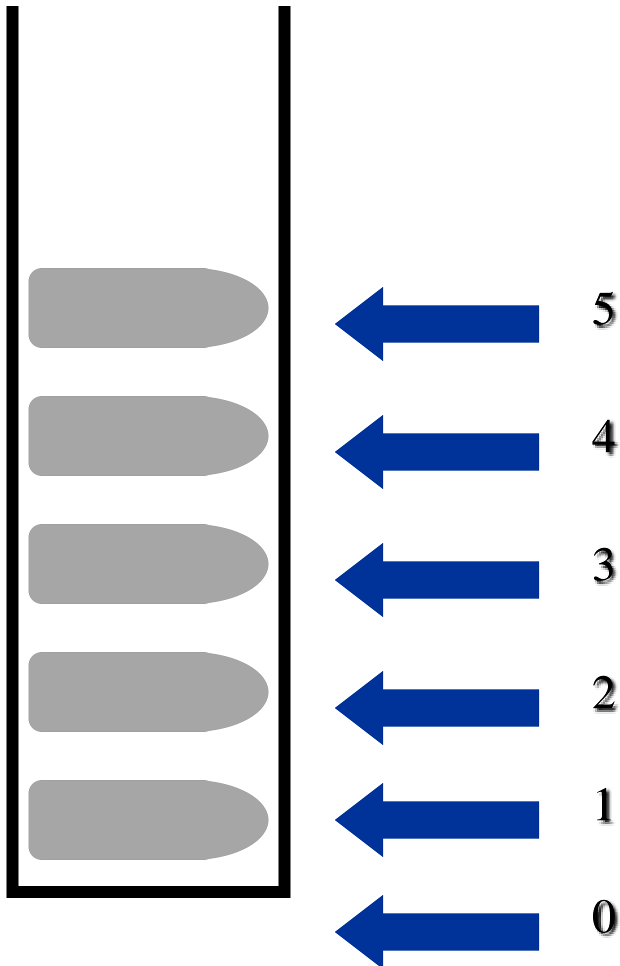
Основные структуры данных

- *Последовательный список* – список с последовательным распределением элементов в памяти.
- *Связный список* – список, в котором каждый элемент, помимо своего значения, хранит адрес для связи с другим элементом.
- *Дерево* – конечное множество элементов, один из которых называется корнем, а остальные делятся на непересекающиеся подмножества, каждое из которых само является деревом.

Последовательные списки

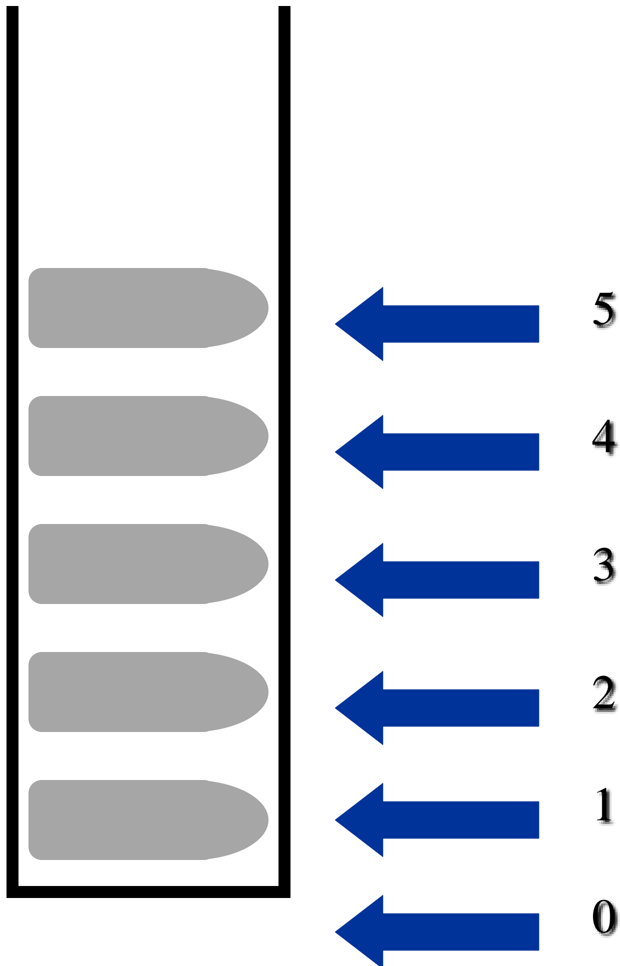
- *Стек* – список, организованный по принципу LIFO (Last In, First Out – "последним вошел, первым вышел").
- *Очередь* – список, организованный по принципу FIFO (First In, First Out – "первым вошел, первым вышел").
- *Дек* – двусторонняя очередь.

Стек



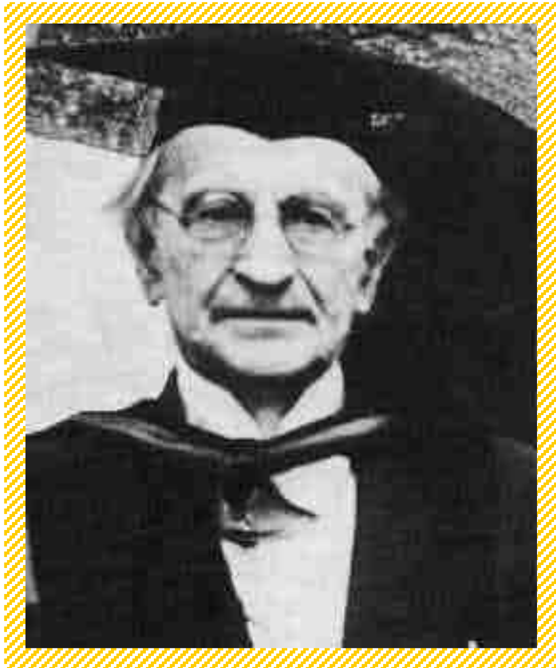
- **Push**
  добавить элемент
- **Pop**
  удалить элемент
- **Top**
  просмотреть элемент
- **IsEmpty**
  проверить на пустоту
- **IsFull**
  проверить на заполнение

Стек



- **Push**
  добавить элемент
- **Pop**
  удалить элемент
- **Top**
  просмотреть элемент
- **IsEmpty**
  проверить на пустоту
- **IsFull**
  проверить на заполнение

Польская запись



Ян Лукашевич
1878 – 1956

- Обычная форма записи арифметических выражений – *инфиксная*.
  *a+b*c*
  *a*b+c*
- В *постфиксной записи* знак операции помещается *после* операндов.
  abc+*
  *ab*c+*

Польская запись

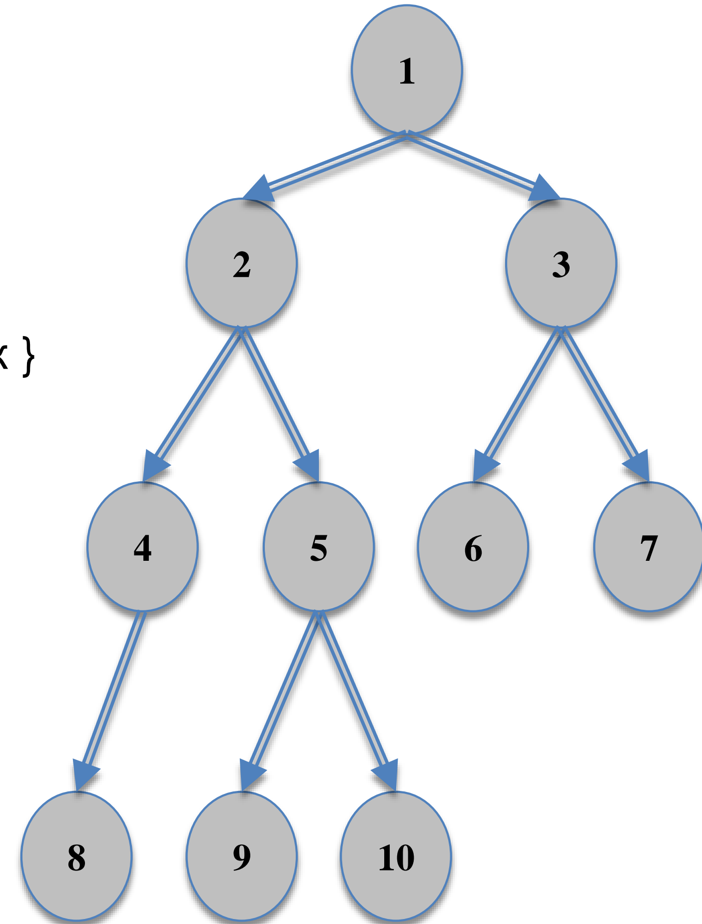
- Польская запись никогда не содержит скобок:
  $(a+b)*c \Rightarrow ab+c*$
  $a+b*(c+d)*(e+f) \Rightarrow abcd+*ef+*+$
- Выражения в польской записи легко вычислять.
- В структуру некоторых компиляторов включается *специальный модуль перевода арифметических выражений в постфиксную форму*.

Вычисление значения выражения в польской записи

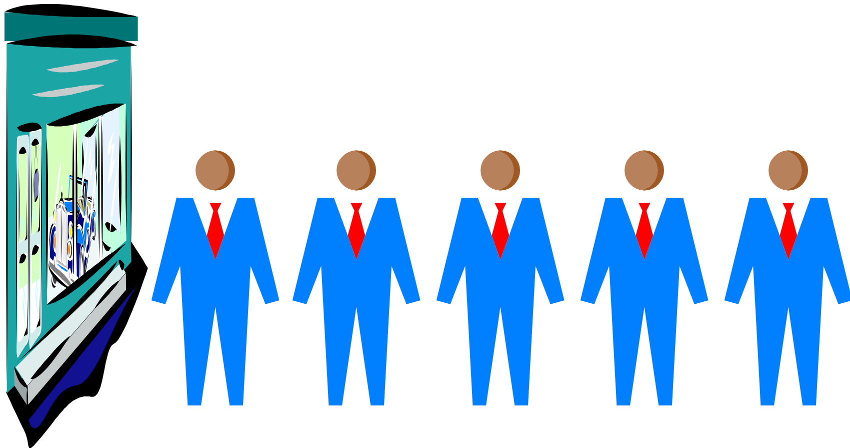

```
Stack.Init;
while not (конец_цепочки) do
    case тип_текущего_символа of
        операнд              :
            Stack.Push(значение_операнда);
        знак_операции        :
            begin
                арг1 := Stack.Pop;
                арг2 := Stack.Pop;
                Stack.Push(арг1 знак_операции арг2);
           end;
    end;
Результат := Stack.Top;
```

Нерекурсивый обход бинарного дерева


```
procedure Traverse(R: Pnode);
begin
  Stack.Init;
  while R<>NIL do begin
    Write(R^.Info, ' ');
    if R^.Left<>NIL then begin { если есть левый сын }
      { в случае наличия помещаем правого сына в стек }
      if R^.Right<>NIL then Stack.Push(R^.Right);
      R:=R^.Left; { и идем к левому сыну }
    end
    else
      { если нет левого сына, но есть правый сын }
      if R^.Right<>NIL then R:=R^.Right
      else begin { если нет обоих сыновей }
        if Stack.IsEmpty then R:=NIL else R:=Stack.Pop;
      end;
  end;
end;
```



Очередь

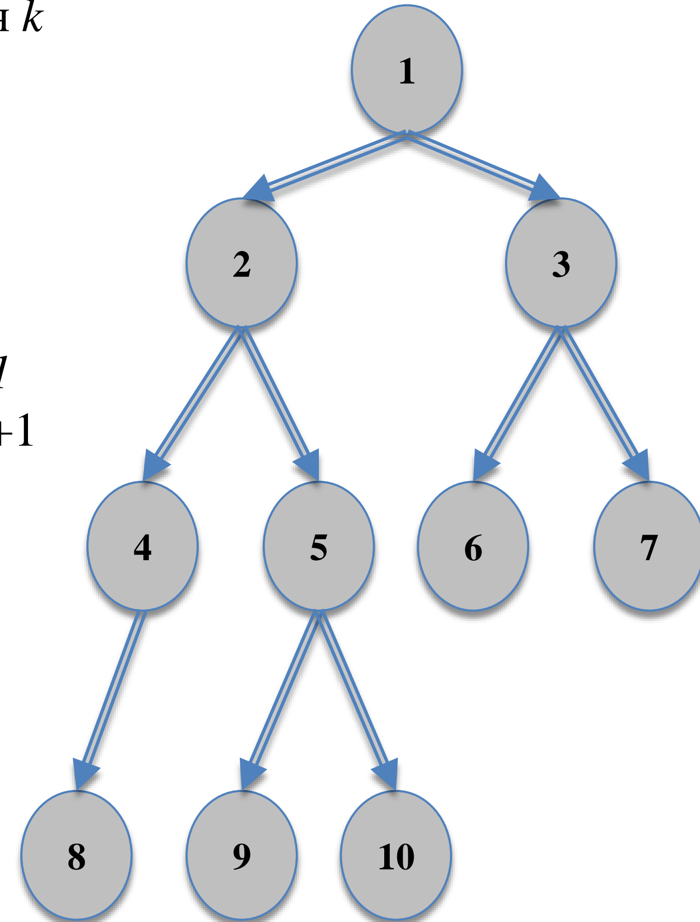


- **Insert**
  добавить элемент
- **Remove**
  удалить элемент
- **Head**
  просмотреть элемент в начале
- **Tail**
  просмотреть элемент в конце
- **IsEmpty**
  проверить на пустоту
- **IsFull**
  проверить на заполнение

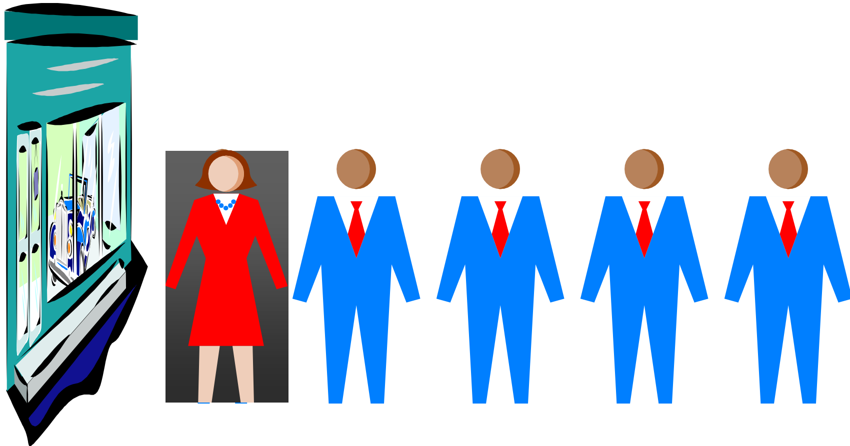
Печать бинарного дерева в естественном виде


```
procedure PrintTree(R: Pnode);
var i, n, k, k1: Integer;
begin
  if R=NIL then break;
  Queue.Init;
  n:=0; k:=1;
  Queue.Insert(R);
  repeat
    k1:=0;
    for i:=1 to k do begin
      Queue.Remove;
      Write(' ', R^.Info);
       if R^.Left<>NIL then begin
         Queue.Insert(R^.Left); k1:=k1+1;
       end;
       if R^.Right<>NIL then begin
         Queue.Insert(R^.Right); k1:=k1+1;
       end;
    end;
    WriteLn;
    n:=n+1; k:=k1;
  until k=0;
end;
```

- В очереди находятся *k* вершин *n*-го уровня дерева.
- Они считываются и печатаются, и одновременно в очередь заносятся *k1* вершин-потомков *n*+1 уровня.



Дек

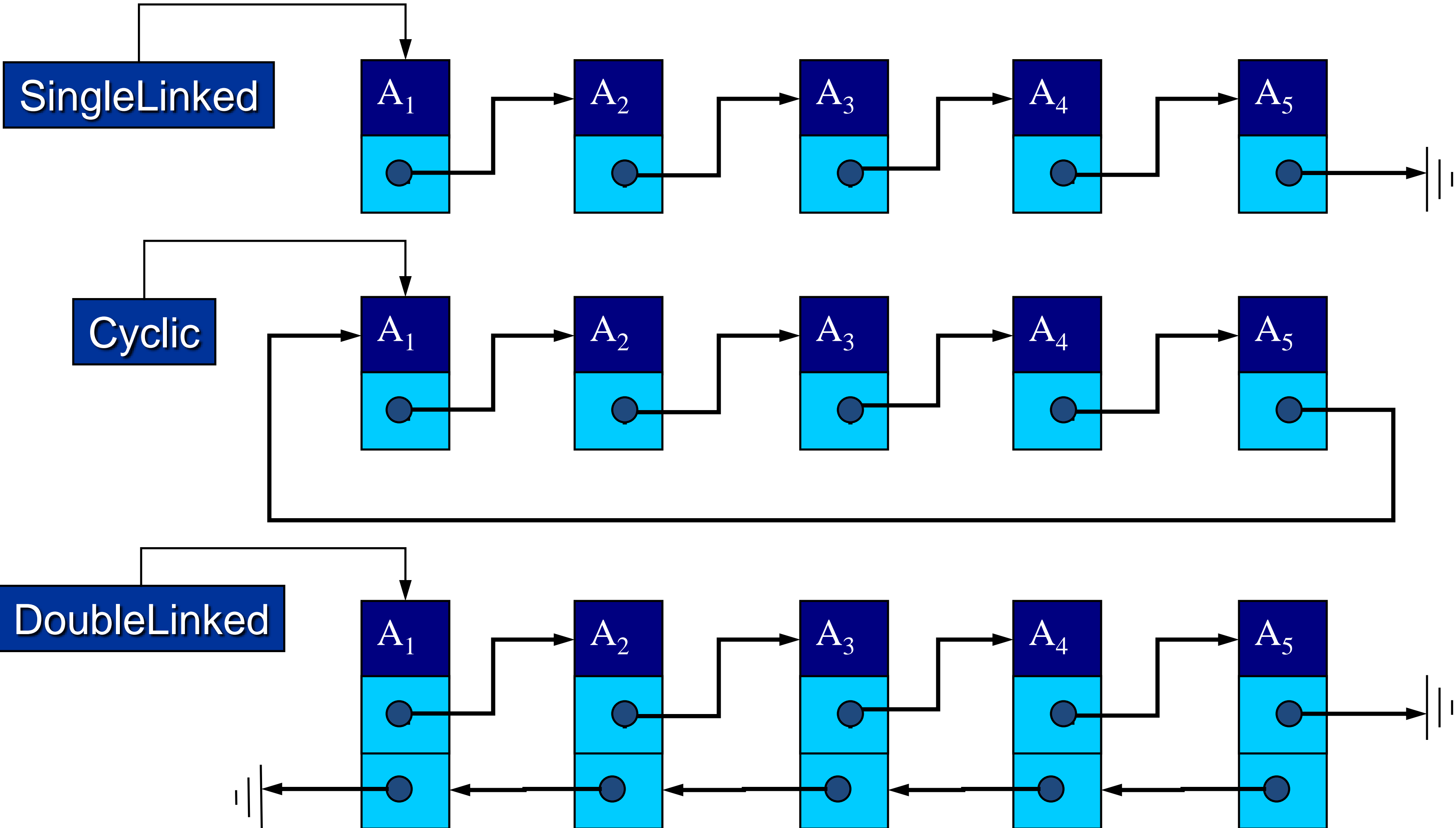


- **InsertFirst**
  добавить элемент в начало
- **InsertLast**
  добавить элемент в конец
- **RemoveFirst**
  удалить элемент из начала
- **RemoveLast**
  удалить элемент из конца
- **Head**
  просмотреть элемент в начале
- **Tail**
  просмотреть элемент в конце
- **IsEmpty**
  проверить на пустоту
- **IsFull**
  проверить на заполнение

Связные списки

- *Односвязный список* – список, в котором каждый элемент содержит указатель с адресом *следующего* элемента. При этом *последний* элемент в качестве адреса хранит NIL.
- *Двусвязный список* – список, в котором каждый элемент содержит два указателя: с адресом *предыдущего* и *следующего* элемента. При этом *последний* элемент в качестве адреса *следующего* и *первый* элемент в качестве адреса *предыдущего* хранят NIL.
- *Циклический список* – односвязный список, в котором *последний* элемент хранит адрес *первого* элемента.

Связные списки



Реализация стека (последовательное представление)


```
unit UStack;
interface
const
  Size=100;
type
  TInfo = Integer;
  Stack = object
   private
      TopPtr: Integer;
      S: array [1..Size] of TInfo;
   public
       procedure Init;
       procedure Push(X: TInfo);
       function Pop: TInfo;
       function Top:  TInfo;
       function IsFull: Boolean;
       function IsEmpty: Boolean;
    end;
implementation
procedure Stack.Init;
begin
     TopPtr := 0;
end;
procedure Stack.Push(X: TInfo);
begin
     TopPtr := TopPtr + 1;
     S[TopPtr] := X;
end;
```

Реализация стека (последовательное представление)


```
function Stack.Pop: TInfo;
begin
    Pop := S[TopPtr];
    TopPtr := TopPtr – 1;
end;
function Stack.Top: TInfo;
begin
    Top := S[TopPtr];
end;
function Stack.IsFull: Boolean;
begin
    IsFull := TopPtr=Size;
end;
```

```
function Stack.IsEmpty: Boolean;
begin
    IsEmpty := TopPtr=0;
end;

end.
```

Реализация стека (связное представление)


```
unit UStack;

interface

type
   TInfo = Integer;
   PNode = ^TNode;
   TNode = record
       Info: TInfo;
       Next: PNode;
   end;

Stack = object
   private
       BottomPtr: PNode;
       TopPtr: PNode;
   public
       constructor Init;
       procedure Push(X: TInfo);
       function Pop: TInfo;
       function Top:  TInfo;
       function IsEmpty: Boolean;
       destructor Done; virtual;
   end;

implementation
```

Реализация стека (связное представление)


```
constructor Stack.Init;
begin
    BottomPtr := Nil;
    TopPtr := Nil;
end;
```

```
procedure Stack.Push(X: TInfo);
var P: PNode;
begin
    New(P);
    P^.Info := X;
    P^.Next := Nil;
    if TopPtr <> Nil then
        TopPtr^.Next := P
    else
        BottomPtr := P;
    TopPtr := P;
end;
```

Реализация стека (связное представление)


```
function Stack.Pop: TInfo;
var P: PNode;
begin
    Pop := TopPtr^.Info;
    P := BottomPtr;
    while P^.Next <> TopPtr do
        P := P^.Next;
    TopPtr := P;
    Dispose(TopPtr^.Next);
end;

function Stack.Top: TInfo;
begin
    Top := TopPtr^.Info;
end;
```

```
function Stack.IsEmpty: Boolean;
begin
    IsEmpty := TopPtr = Nil;
end;

destructor Stack.Done; virtual;
var E: TInfo;
begin
    while not IsEmpty do
        E := Pop;
end;

end.
```

Реализация односвязного списка


```
unit UList;

interface

type
  TInfo = Integer;
  PNode = ^TNode;
  TNode = record
      Info: TInfo;
      Next: PNode;
  end;

List = object
private
    First: PNode;
public
    constructor Init;
    procedure InsertFirst(X: TInfo);
    procedure InsertAfter(P: PNode; X: TInfo);
    function IsEmpty: Boolean;
    procedure DeleteFirst;
    procedure DeleteAfter (P: PNode);
    function Find(X: TInfo): PNode;
    …
    destructor Done; virtual;
end;
```

Реализация односвязного списка


```
constructor List.Init;
begin
  First := Nil;
end;

procedure InsertFirst(X: TInfo);
var P: PNode;
begin
    New(P);
    P^.Info := X;
    P^.Next := First;
    First := P;
end;

procedure List.InsertAfter
          (P: PNode; X: TInfo);
var P2: PNode;
begin
    New(P2);
    P2^.Info := X;
    P2^.Next := Nil;
    P^.Next := P2;
end;

function List.IsEmpty: Boolean;
begin
    IsEmpty := First = Nil;
end;
```

Реализация односвязного списка


```
procedure List.DeleteFirst;
var P: PNode;
begin
    P := First;
    First := First^.Next;
    Dispose(P);
end;

procedure List.DeleteAfter(P: PNode);
begin
    Dispose(P^.Next);
end;
```

```
function Find(X: TInfo): PNode;
var P: PNode;
begin
    Find := Nil; P := First;
    while P <> Nil do begin
        if P^.Info = X then begin
            Find := P;
            break;
        end;
        P := P^.Next;
    end;
end;
```

Реализация односвязного списка


```
destructor List.Done; virtual;
begin
    while not IsEmpty do
        DeleteFirst;
end;
```

- Односвязный список не допускает эффективной реализации операций
  - Добавить в конец
  - Добавить перед
  - Удалить последний
  - Удалить текущий

Заключение

- Линейный и бинарный поиск в массиве
- Прямая адресация в массиве
- Хеширование
  - хеш-адрес
  - хеш-функция
  - коллизия
- Методы построения хеш-функций
  - деление с остатком
  - умножение
- Методы разрешения коллизий
  - метод цепочек
  - открытая адресация