НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Кафедра информатики и процессов управления (№17)

Дисциплина «Информатика (основы программирования)»

Методические указания

Тематическое занятие 13

Линейные списки, очереди, стеки.

Содержание

Связанные динамические данные

Основные определения

Линейный список (list) – это динамическая структура данных, которые представляют собой совокупность линейно связанных однородных элементов.

Линейный список называется ***односвязным,*** если каждый его элемент (кроме последнего) с помощью указателя связывается с одним (следующим) элементом.

В ***кольцевом списке*** имеется связь между последним и первым элементами.

Очередь (queue) – частный случай линейного односвязного списка, организованного по принципу ***"first in, first out"*** (***FIFO***, *«первым пришел, первым ушел»*). Для очереди разрешено только два действия:

- *добавление элемента в **конец (хвост)** очереди,*
- *удаление элемента из **начала (головы)** очереди.*

Стек (stack) – частный случай линейного односвязного списка, организованного по принципу ***"last in, first out"*** (***LIFO***, *«последним пришел, первым ушел»*). Для стека разрешено *добавлять и удалять элементы только с одного конца* списка, который называется ***вершиной (головой)*** стека.

Организация связей

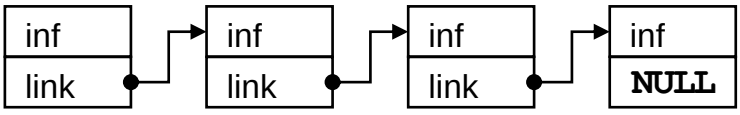
Высокая гибкость структур, основанных на связанных динамических данных, достигается за счет реализации двух возможностей:

- динамическое выделение и освобождение памяти под элементы в любой момент работы программы;
- установление связей между любыми двумя элементами с помощью указателей.

Для организации связей между элементами динамических структур данных требуется, чтобы каждый элемент содержал кроме информационных значений **хотя бы один указатель.** Поэтому в качестве элементов таких структур следует использовать **структуры,** которые могут объединять в единое целое разнородные данные.

В простейшем случае элемент динамической структуры данных должен состоять *из двух полей:* ***информационного*** (inf) и ***указательного*** (link).

Схематичное изображение такой структуры данных в списке:



Соответствующее ей объявление:

```
struct elem {              /* Структура с меткой (тегом) elem:*/
    int inf;               /* inf  - информационное поле, */
    struct elem *link;     /* link - указательное поле.   */
};
```

Здесь типом указательного поля является указатель на саму структуру целиком – тип данных «`struct elem *`». Такой способ описания структуры называется ***рекурсивным***.

При объявлении структуры не выделяется память – по сути объявление структуры является описанием нового типа данных. Для удобства использования этого типа данных можно описать его синоним (псевдоним) с помощью ключевого слова `typedef`:

```
typedef struct elem Elem; /* Elem - синоним типа struct elem.*/
```

Теперь можно объявлять и использовать переменные:

```
Elem e1, e2, array[10], *p;
```

Такое описание эквивалентно:

```
struct elem e1, e2, array[10], *p;
```

Определение синонимов типов с помощью `typedef`

В языке Си для создания синонимов (псевдонимов) определенных ранее типов данных используется ключевое слово `typedef`, синтаксис:

```
typedef СуществующийТип ИмяНовогоТипа;
```

Например, можно создать синонимы для стандартных типов данных:

```
typedef int Integer;     /* Integer – синоним типа int.     */
typedef char *String;    /* String  – синоним типа char *.  */
```

и объявлять переменные этих новых типов:

```
Integer a, i, *pa, *pi; /* Эквивалентно: int a, i, *pa, *pi;    */
String str, name, s;    /* Эквивалентно: char *str, *name, *s; */
```

Имена синонимов типов, созданных с помощью `typedef`, принято начинать с прописной буквы (или полностью набирать прописными буквами: `INTEGER`, `STRING`) для того, чтобы выделить их в тексте программы.

Хотя `typedef` является оператором, он не создает новых типов, а всего лишь предоставляет удобные для использования синонимы (псевдонимы) имеющихся типов. Это означает, что эти синонимы можно использовать там, где ожидается исходный существующий тип. Например, в параметрах функции:

```
void func(char *);  /* Ожидается аргумент типа char *.  */

int main(void)
{
     String str;      /* Эквивалентно: char *str;  */
     ...
     func(str);       /* Передается аргумент str типа String.  */
     ...
}
void func(char *s) { /* Формальный параметр s типа char *.  */
     ...
}
```

Синонимы структур

Удобно использовать `typedef` для определения синонимов типов, заданных структурами. Например, описать синоним типа для комплексных чисел:

```
struct complex { /* Структура с меткой (тегом) complex. */
  double Re;
  double Im;
};
typedef struct complex Complex; /* Complex – синоним для структуры*/
                                /* с меткой (тегом) complex. */
```

Можно описать структуру непосредственно в операторе `typedef`:

```
typedef struct complex { /* Структура с меткой (тегом) complex. */
  double Re;
  double Im;
} Complex;   /* Complex – синоним типа для этой структуры. */
```

В каждом их этих случаев можно объявлять переменные:

```
Complex z1, z2, *pz;
```

В последнем примере метку (тег) структуры можно не указывать:

```
typedef struct {  /* Структура без метки (тега). */
  double Re;
  double Im;
} Complex;    /* Complex – синоним типа для этой структуры. */
```

Но метку (тег) необходимо указать, если структура описана рекурсивно и ссылается сама на себя. Например, при описании структуры элементов списка:

```
typedef struct elem {
    int inf;             /* inf  - информационное поле */
    struct elem *link;   /* link - указательное поле   */
} Elem;
```

Очередь

Указатели очереди

Для создания очереди (*queue*) и работы с ней необходимо иметь как минимум два указателя:

- на ***начало*** очереди (назовем его **`BegQ`**, от *begin of queue*),
- на ***конец*** очереди (назовем **`EndQ`** – *end of queue*).

Кроме того, для освобождения памяти удаляемых элементов потребуется ***дополнительный*** указатель (назовем его **`p`**), он часто используется и в других ситуациях для удобства работы с очередью.

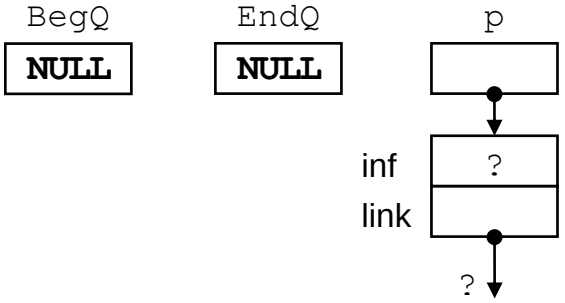
```
Elem *BegQ;
Elem *EndQ;
Elem *p;
```

Создание очереди

1. Исходное состояние.

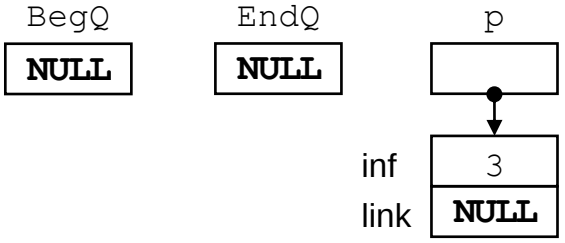

```
BegQ = NULL;
EndQ = NULL;
```

2. Выделение памяти под первый элемент очереди.



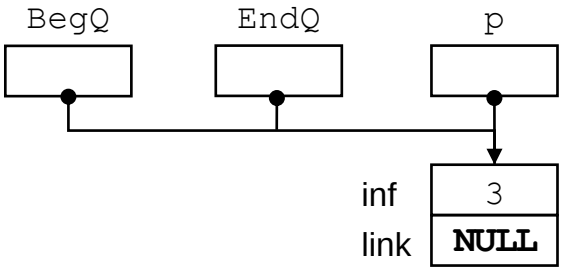

```
p = (Elem *) malloc(sizeof(Elem));
```

3. Занесение данных в первый элемент очереди.




```
p->inf = 3;
p->link = NULL;
```

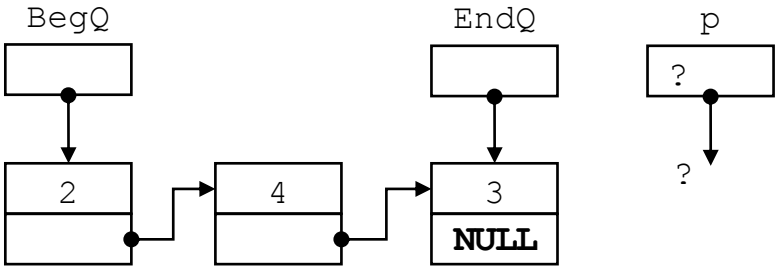
4. Установка указателей `BegQ` и `EndQ` на созданный первый элемент.



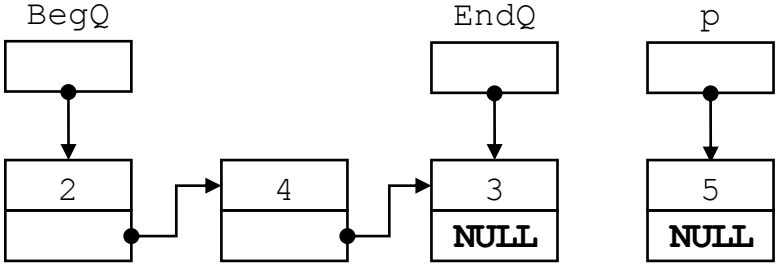

```
BegQ = p;
EndQ = p;
```

Добавление элемента в очередь

1. Исходное состояние.

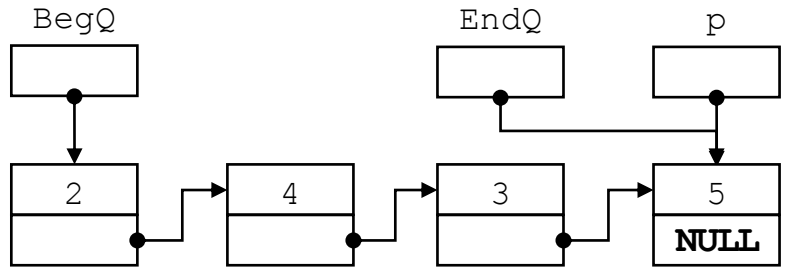


2. Выделение памяти под новый элемент и занесение в него данных.




```
p=(Elem*)malloc(sizeof(Elem));
p->inf = 5;
p->link = NULL;
```

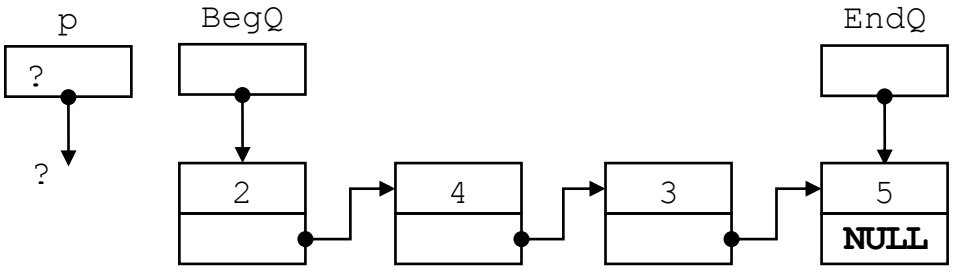
3. Установка связи между последним элементом очереди и новым, а также перемещение указателя `EndQ` на новый элемент.



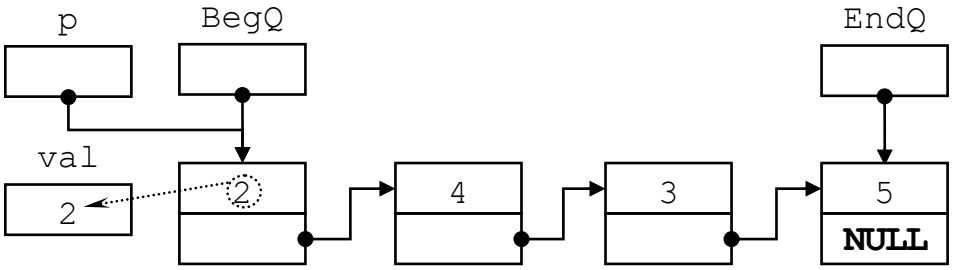

```
EndQ->link = p;
EndQ = p;
```

Удаление элемента из очереди

1. Исходное состояние.

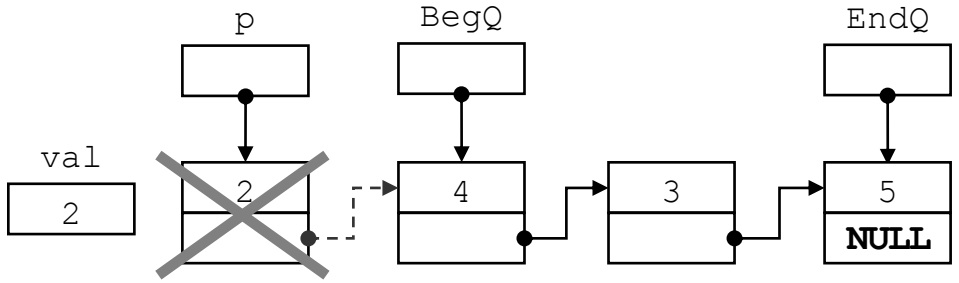


2. Извлечение информации из удаляемого элемента в переменную `val` и установка на него вспомогательного указателя `p`.




```
int val;
...
val = BegQ->inf;
p = BegQ;
```

3. Перестановка указателя `BegQ` на следующий элемент, используя значение поля `link` удаляемого элемента. Освобождение памяти удаляемого элемента `p`.




```
BegQ = p->link;
free(p);
```

Стек

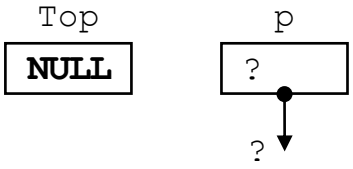
Указатели стека

Для работы со стеком (*stack*) необходимо иметь один указатель на ***вершину*** стека (назовем его **`Top`**). Также потребуется один ***дополнительный*** указатель (**`p`**), который используется для выделения и освобождения памяти элементов стека.

```
Elem *Top;
Elem *p;
```

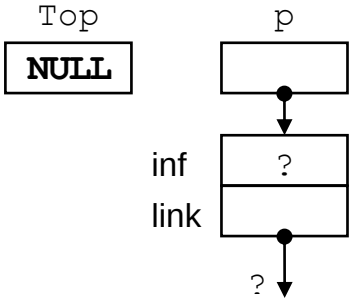
Создание стека

1. Исходное состояние.



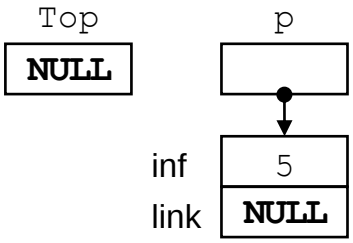

```
Top = NULL;
```

2. Выделение памяти под первый элемент стека.



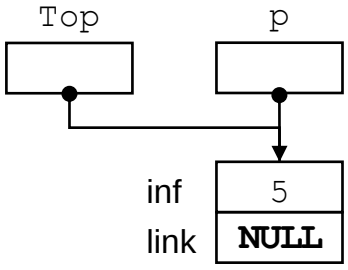

```
p = (Elem *) malloc(sizeof(Elem));
```

3. Занесение данных в первый элемент стека.




```
p->inf = 5;
p->link = NULL;
```

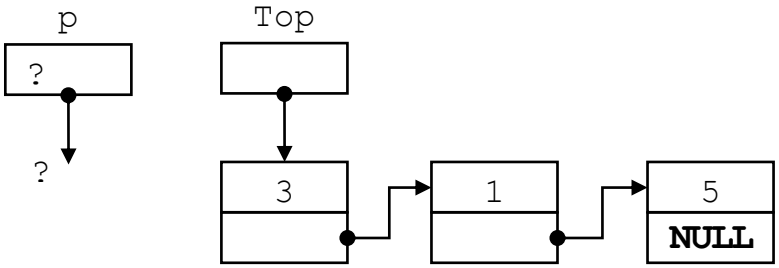
4. Установка указателя `Top` на созданный первый элемент.



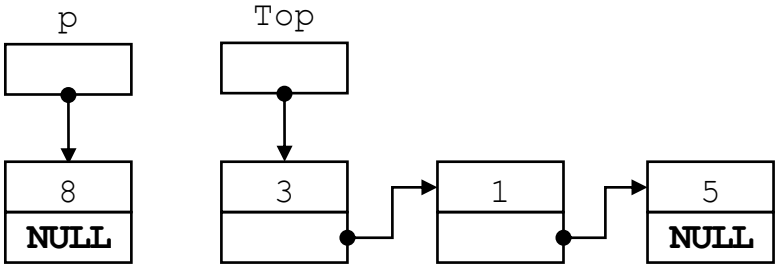

```
Top = p;
```

Добавление элемента в стек

1. Исходное состояние.

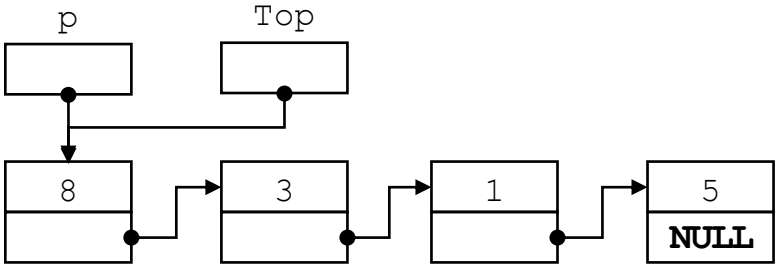


2. Выделение памяти под новый элемент и занесение в него данных.




```
p=(Elem*)malloc(sizeof(Elem));
p->inf = 8;
p->link = NULL;
```

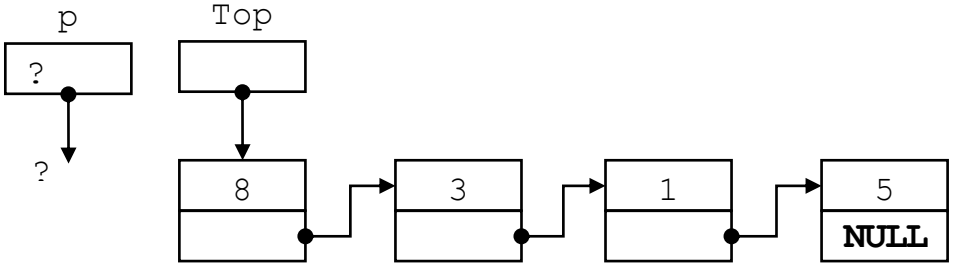
3. Установка связи между новым элементом и первым элементом стека, а также перемещение указателя `Top` на новый элемент.



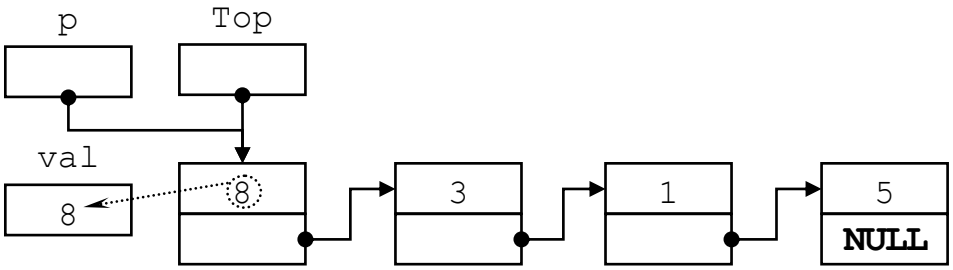

```
p->link = Top;
Top = p;
```

Удаление элемента из стека

1. Исходное состояние.

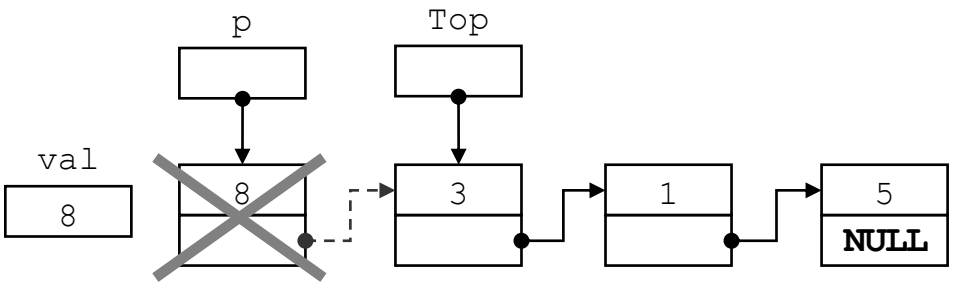


2. Извлечение информации из удаляемого элемента в переменную `val` и установка на него вспомогательного указателя `p`.




```
int val;
...
val = Top->inf;
p = Top;
```

3. Перестановка указателя `Top` на следующий элемент, используя значение поля `link` удаляемого элемента. Освобождение памяти удаляемого элемента `p`.




```
Top = p->link;
free(p);
```