

Лекция 3. Линейные структуры данных



А.Ф. ЗУБАИРОВ

Абстрактный тип данных



- **Функция:**
 1. Обобщение понятия оператора.
 2. Инкапсулирование частей алгоритма.
- **Абстрактный тип данных – математическая модель с совокупностью операторов, определённых в рамках этой модели.**
 1. Обобщение простых типов данных.
 2. Инкапсулирование операторов, определённых для АТД.

АТД



- Тип данных – множество значений, которые может принимать переменная данного типа.
- Структуры данных для представления АТД – набор переменных различных типов, объединённых определённым образом.
- Базовый строительный блок структуры данных – ячейка, предназначенная для хранения значения определённого базового или составного типа данных.

Линейный список



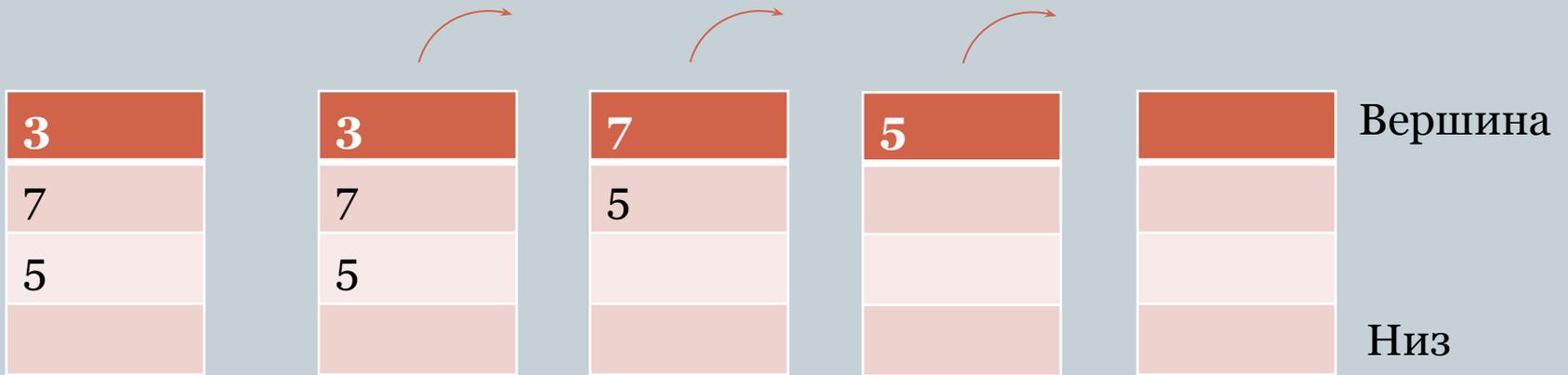
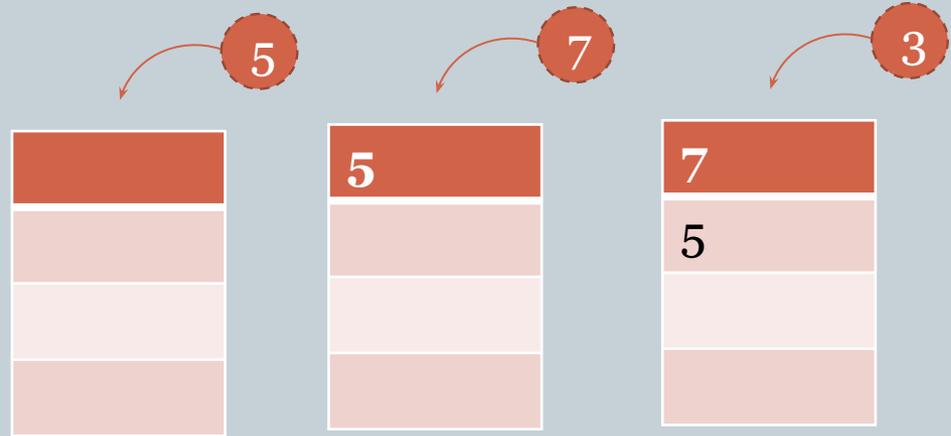
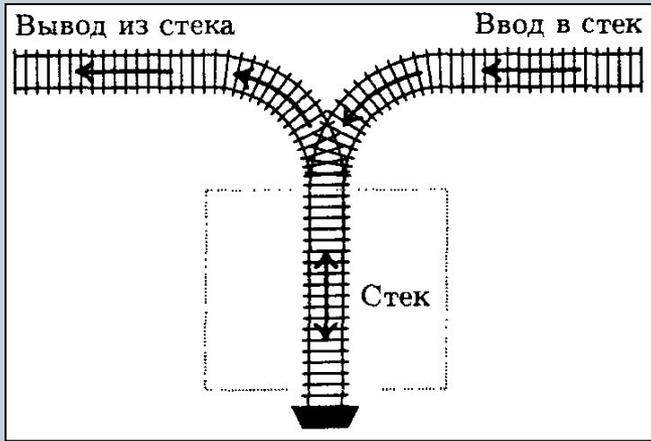
- Линейный список – последовательность $n \geq 0$ узлов (ячеек) $X[1], \dots, X[n]$, таких что $X[k]$ следует за $X[k-1]$ и предшествует $X[k+1]$ для всех $1 < k < n$.
- Операции с линейными списками:
 - Получение доступа к k -му элементу списка;
 - Вставка нового узла (ячейки) сразу после или до k -го;
 - Удаление k -го узла (ячейки);
 - Объединение в одном списке двух и более списков;
 - Разбиение списка на два и более списков;
 - Создание копии линейного списка;
 - Определение количества узлов в списке;
 - Сортировка узлов в порядке возрастания значений в определённых полях этих узлов;
 - Поиск узла с заданным значением в некотором поле.

Линейный список



- **Линейные списки**, у которых операции вставки, удаления и доступа к данным выполняются в первом или последнем узле:
 - **Стек** – линейный список, в котором все операции вставки и удаления выполняются на одном из концов списка;
 - **Очередь** (односторонняя очередь) – линейный список, в котором все операции вставки выполняются на одном из концов списка, а все операции удаления – на другом;
 - **Дек** (двусторонняя очередь) – линейный список, в котором все операции вставки и удаления выполняются на обоих концах списка.

Стек



Стек



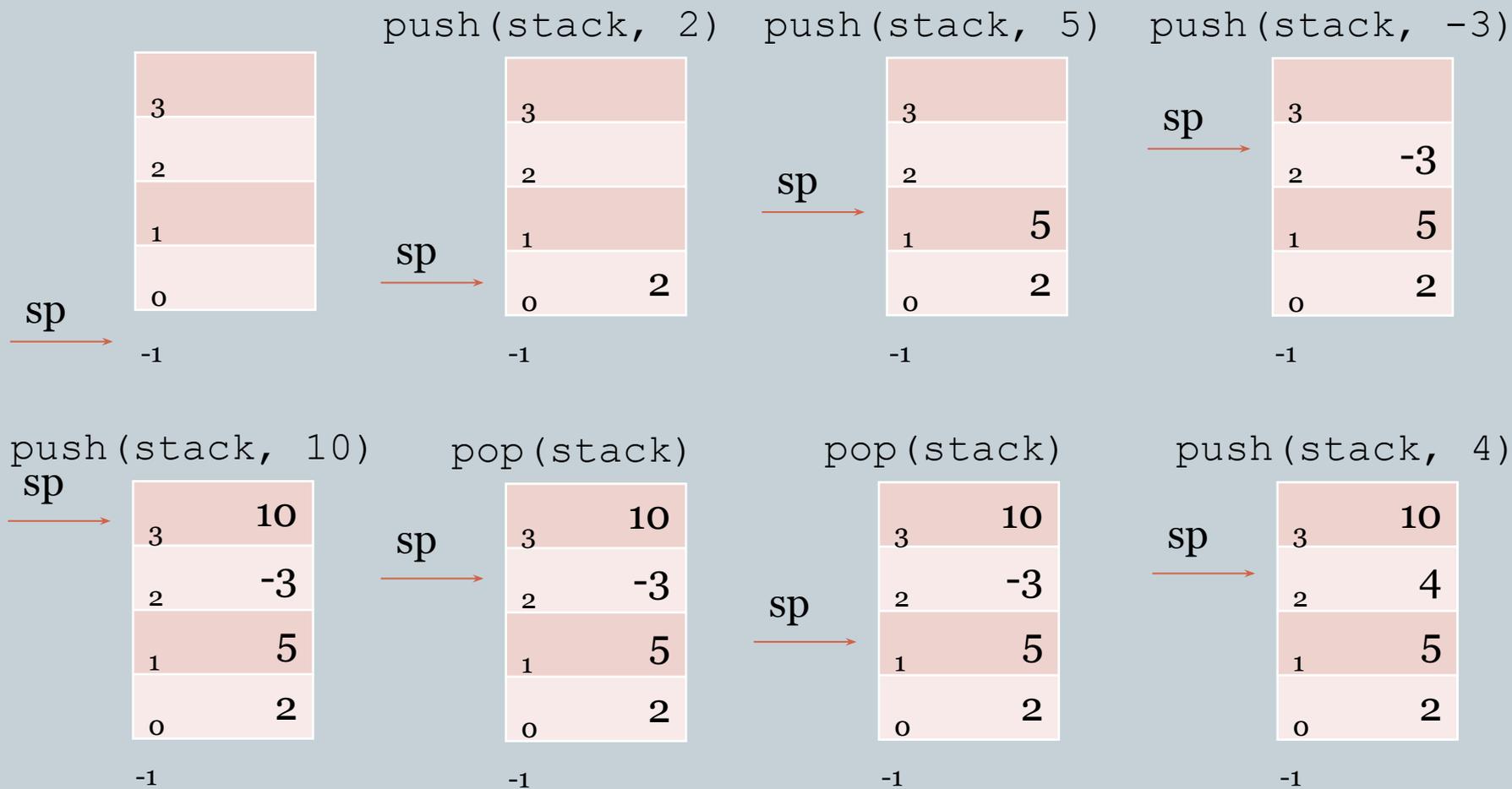
- Принцип обслуживания в обратном порядке **LIFO**: Last-in-First-out. Первым удаляется тот элемент, который был помещён в стек последним.
- Добавление в стек: объект кладётся на стек (операция **проталкивания** - push).
- Удаление из стека: снимается верхний элемент стека (операция **выталкивания** - pop).

Реализация стека



- Если `stack` – стек размера `SIZE`:
 - `push(stack, n)` – положить (протолкнуть) `n` на стек `stack`;
 - `pop(stack)` – снять (вытолкнуть) верхний элемент со стека `stack`;
- Стек может быть симитирован при помощи массива `stack` и *указателя стека* `sp` (`stack pointer`). Если стек пуст, то $sp = -1$.

Реализация стека



Реализация стека



- Если предпринимается попытка снять элемент с пустого стека ($sp == -1$), говорят, что возникает **недостаток** элементов (underflow) - стек **опустошается**. Недостаток элементов, как правило не является ошибкой.
- Если элемент кладётся на заполненный стек ($sp == SIZE$), говорят, что возникает **избыток** элементов (overflow) – стек **переполняется**. Как правило, это считается ошибкой, так как положить элемент на стек необходимо, но места в стеке для него нет.
- Проверка как на опустошение, так и на переполнение должны обрабатываться при программной реализации стека.

Реализация стека



- **push (stack, m)**

```
Если (стек_не_заполнен) {  
    sp++; // модификация указателя  
    stack[sp] = m; // сохранение  
} иначе {  
    // переполнение  
}
```

Реализация стека



- **pop (stack)**

```
Если (стек_не_пуст) {  
    снять stack[sp]; // выталкивание  
    sp--; // модификация указателя  
} иначе {  
    // опустошение;  
}
```

Очередь



- Принцип обслуживания в порядке поступления **FIFO**: First-in-First-out. Первым удаляется тот элемент, который был помещён в очередь первым.
- Очередь имеет **начало** – front и **конец** – rear.
- Добавление в очередь: со стороны конца объект ставится в очередь (операция **помещения в очередь** - enqueue).
- Удаление из очереди: со стороны начала объект выводится из очереди (операция **вывода из очереди** - dequeue).

Реализация очереди



- Если `queue` – очередь размера `SIZE`:
 - `enqueue(queue, n)` – поместить `n` в очередь `queue`;
 - `dequeue(queue)` – вывести первый элемент из очереди `queue`;
- Очередь может быть симитирована при помощи массива `queue` и *указателя* `front` на начало очереди и `rear` на конец очереди.

Реализация очереди



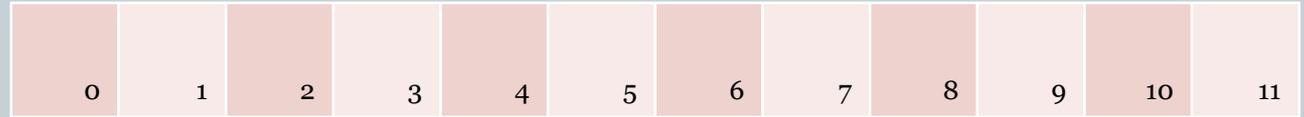
enqueue(queue, 5)

enqueue(queue, 7)

enqueue(queue, 1)

enqueue(queue, 3)

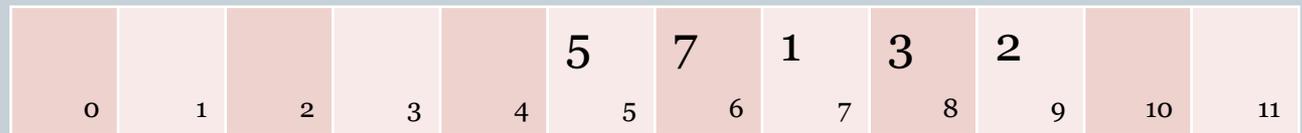
enqueue(queue, 2)



front ↑ ↑ rear

dequeue(queue)

dequeue(queue)



front ↑ ↑ rear



front ↑ ↑ rear

enqueue(queue, 10)

enqueue(queue, 0)

enqueue(queue, 4)



↑ rear front ↑

Реализация очереди



- Для удобства стоит положить $front=rear=0$.
- При работе с очередью может возникнуть недостаток элементов (`underflow`) и избыток элементов (`overflow`).
- В случае, если реализована циклическая организация очереди (по достижении последней ячейки массива запись происходит в первую):
 - очередь можно считать полной, если после добавления нового элемента `rear` совпадает с `front`;
 - очередь можно считать пустой, если перед удалением элемента выясняется, что `rear` совпадает с `front`.

Реализация очереди



● enqueue(queue, m)

```
Если (rear == SIZE) { // закольцевать
```

```
    rear = 0;
```

```
} иначе {
```

```
    rear++;
```

```
}
```

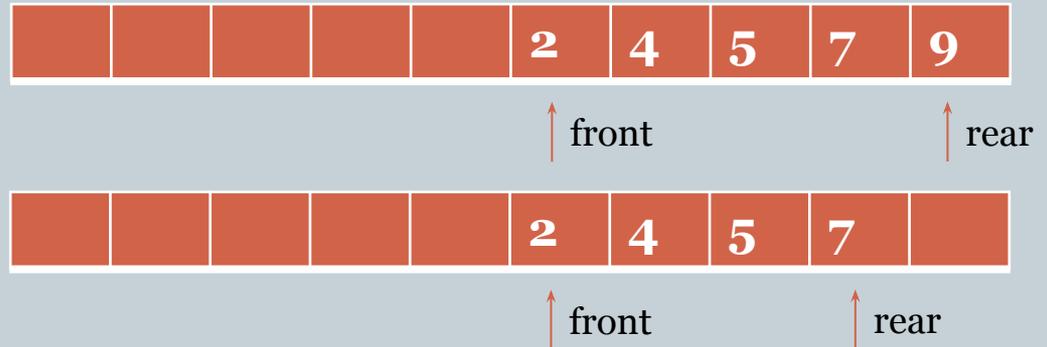
```
Если (rear == front) { // ИЗБЫТОК
```

```
    // переполнение
```

```
} иначе {
```

```
    queue[rear] = m;
```

```
}
```



Реализация очереди



● dequeue (queue)

```
Если (rear == front) { // недостаток
    // опустошение
```

```
} иначе {
```

```
    Если (front == SIZE) {
```

```
        front = 0;
```

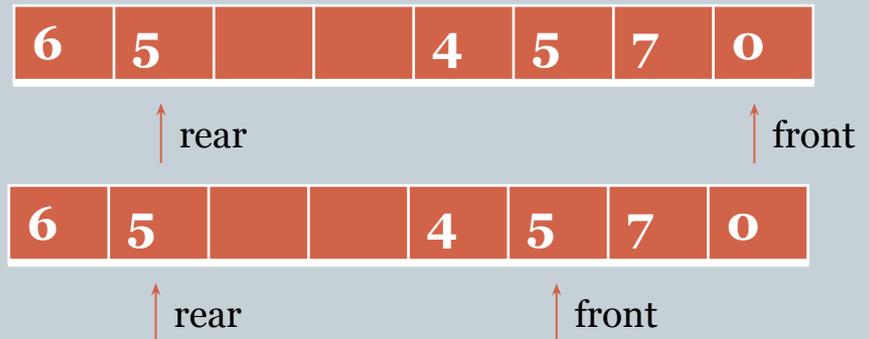
```
    } иначе {
```

```
        front++;
```

```
    }
```

```
    вывести queue(front);
```

```
}
```



Очередь с приоритетами



- Очередь с приоритетами `priorityQueue` – АТД на модели множеств с операторами добавления в очередь и удаления из очереди элемента с минимальным приоритетом: `enqueue` и `dequeueMin`.
- `enqueue` понимается в обычном смысле, `dequeueMin` является функцией, которая возвращает элемент с наименьшим приоритетом и удаляет его из очереди.
- При организации АТД `priorityQueue` следует учесть, что ячейка данного линейного списка содержит не только значение, но и его приоритет. Таким образом функция постановки в очередь принимает следующий вид:
`enqueue(priorityQueue, key, priority)`

Очередь с приоритетами



enqueue(priorityQueue, 5, 5)
enqueue(priorityQueue, 4, 3)
enqueue(priorityQueue, 7, 6)
enqueue(priorityQueue, 3, 2)

K	5	4	7	3	
P	5	3	6	2	
N		1	2	3	4

↑ rear

dequeueMin(priorityQueue)

K	5	4	7		
P	5	3	6		
N		1	2	3	4

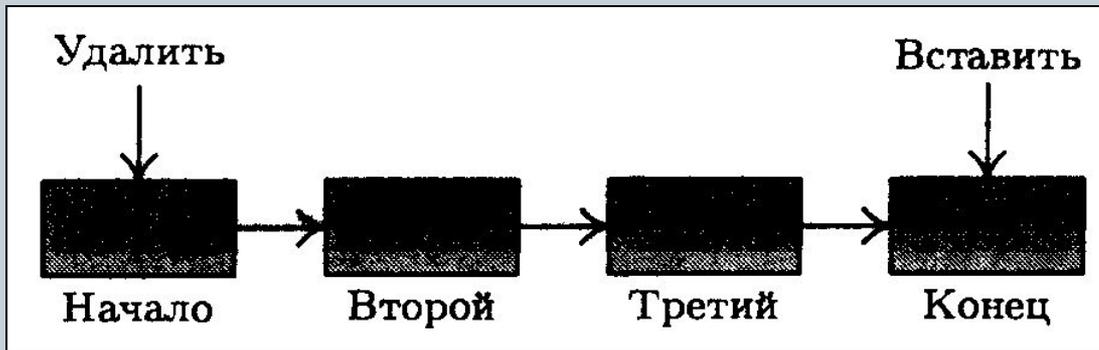
↑ rear

dequeueMin(priorityQueue)

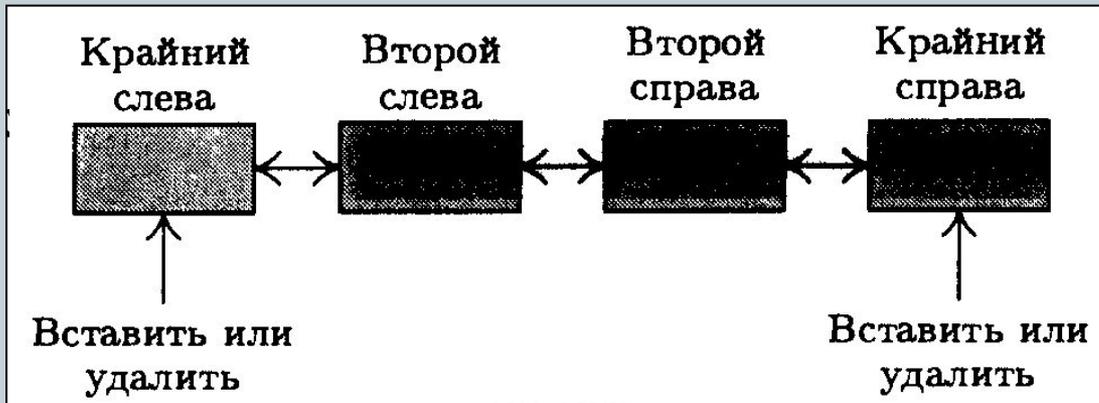
K	5	7			
P	5	6			
N		1	2	3	4

↑ rear

Дек



Очередь



Дек

- Постановка элемента справа
- Удаление элемента справа
- Постановка элемента слева
- Удаление элемента слева