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 определенного базового или составного типа данных.

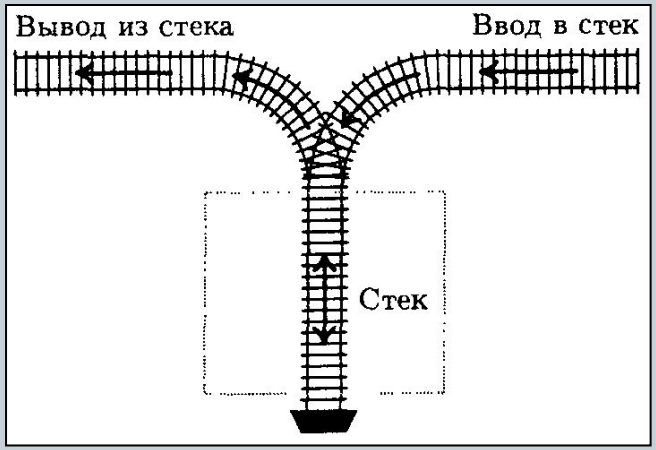
Линейный список

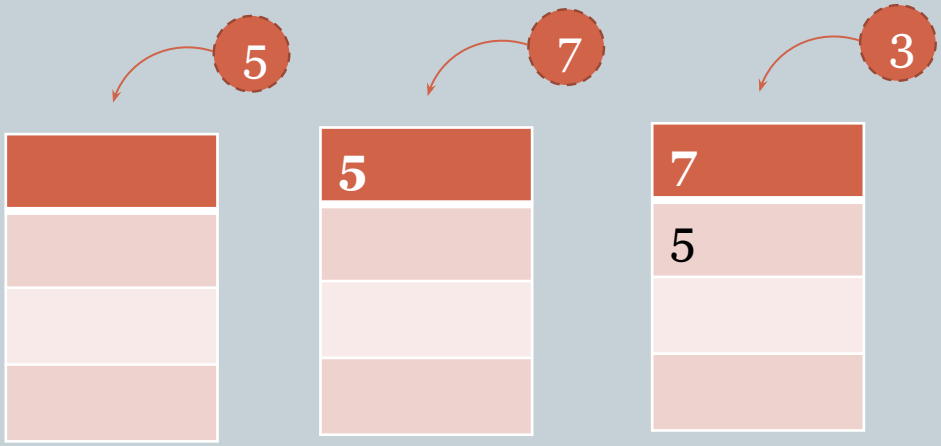
- Линейный список – последовательность $n \geq 0$ узлов (ячеек) X[1], … X[n], таких что X[k] следует за X[k-1] и предшествует X[k+1] для всех 1<k<n.
- Операции с линейными списками:
  - Получение доступа к k-му элементу списка;
  - Вставка нового узла (ячейки) сразу после или до k-го;
  - Удаление k-го 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.

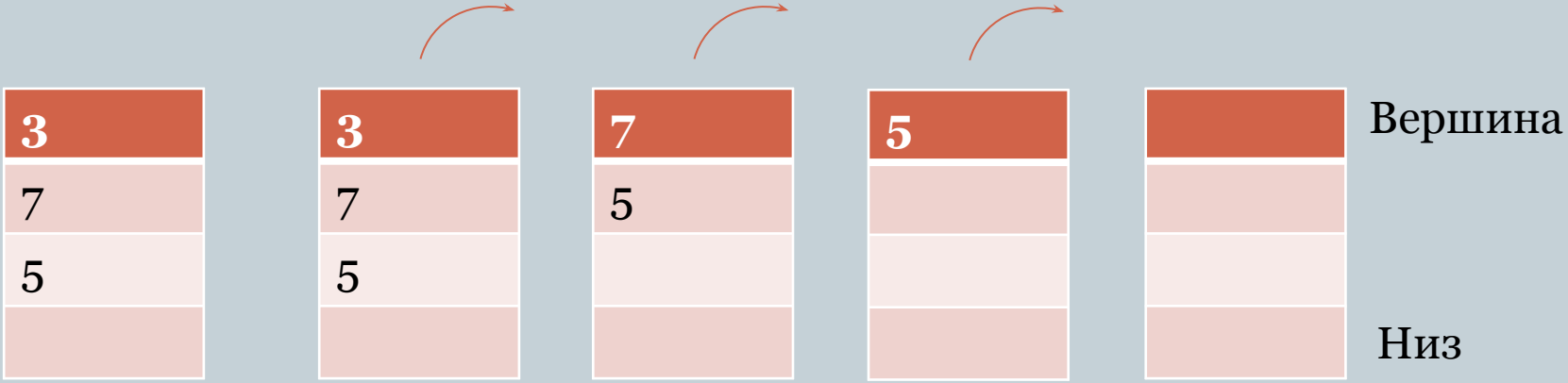
Линейный список

- 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


Вывод из стека
Ввод в стек
Стек


5
7
3
5
7
5


3
7
5
3
7
5
7
5
5
Вершина
Низ

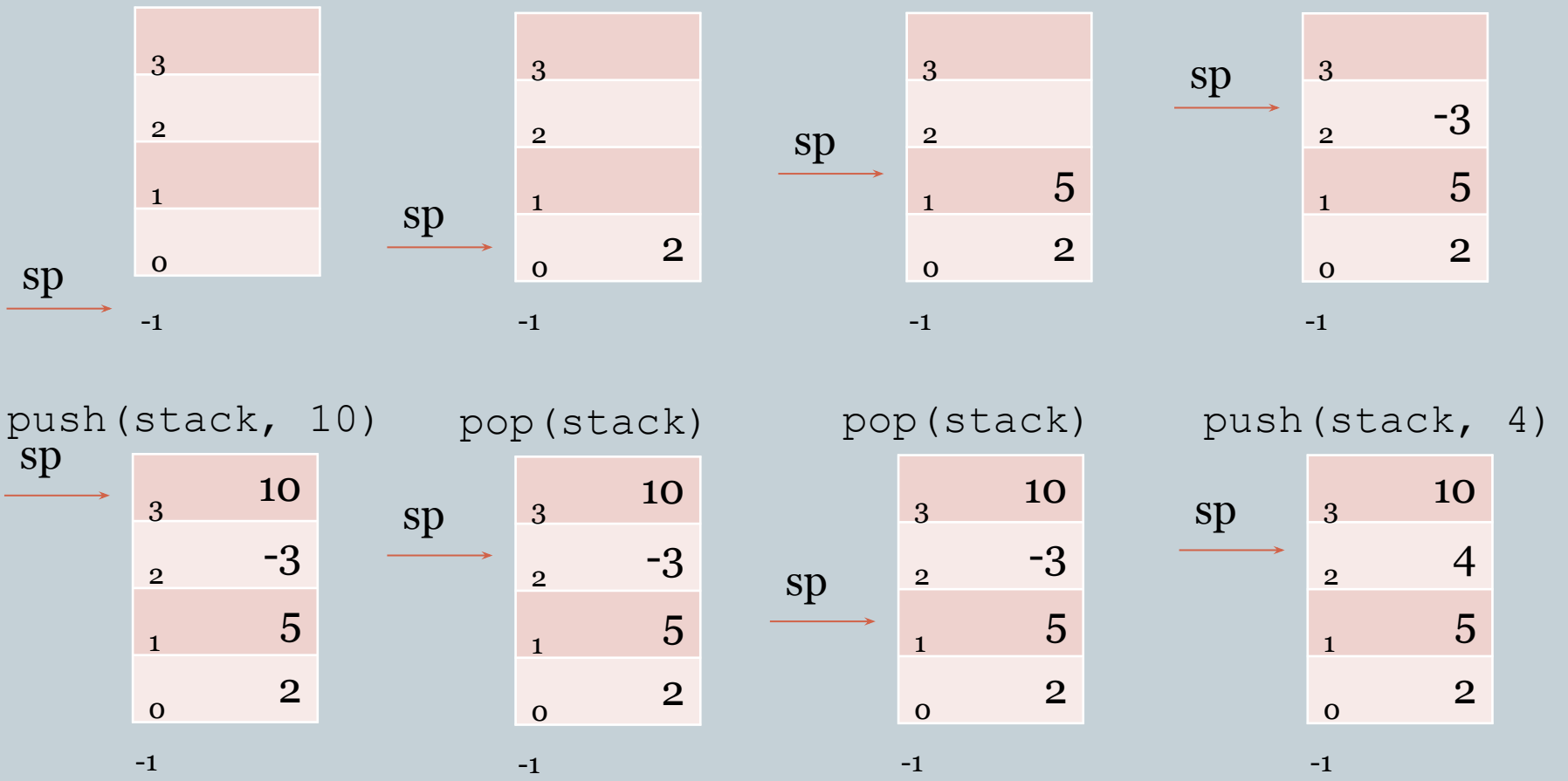
Стек

- 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 сымитирован 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

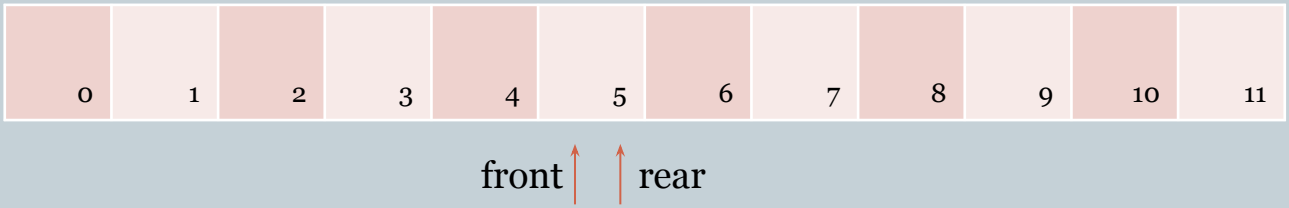
- Принцип обслуживания в порядке поступления **FIFO**: First-in-First-out. Первым удаляется тот элемент, который был помещён в очередь первым.
- Очередь имеет **начало** – front и **конец** – rear.
- Добавление в очередь: со стороны конца объект ставится в очередь (операция **помещения в очередь** -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

Реализация очереди

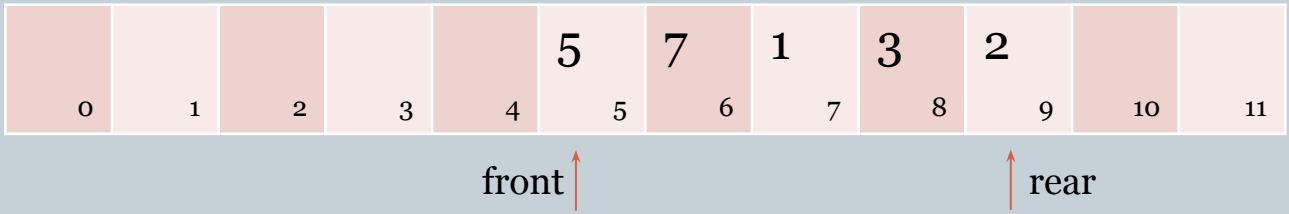
- Если queue – очередь размера SIZE:
  - `enqueue(queue, n)` – поместить n в очередь queue;
  - `dequeue(queue)` – вывести первый элемент из очереди queue;
- Очередь может быть сымитирована при помощи массива `queue` и *указателя* `front` на начало очереди и `rear` на конец очереди.

Реализация очереди

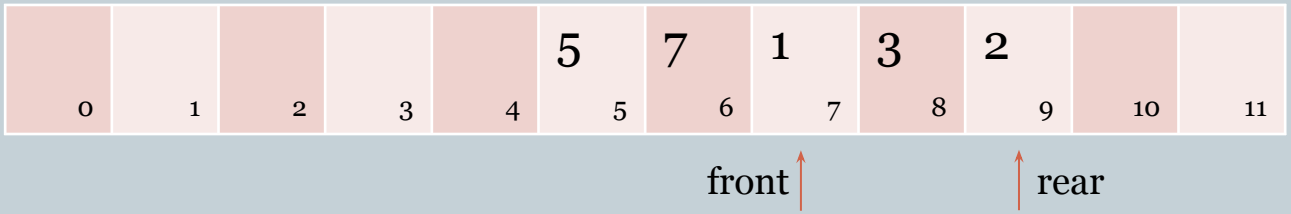
enqueue(queue, 5)
enqueue(queue, 7)
enqueue(queue, 1)



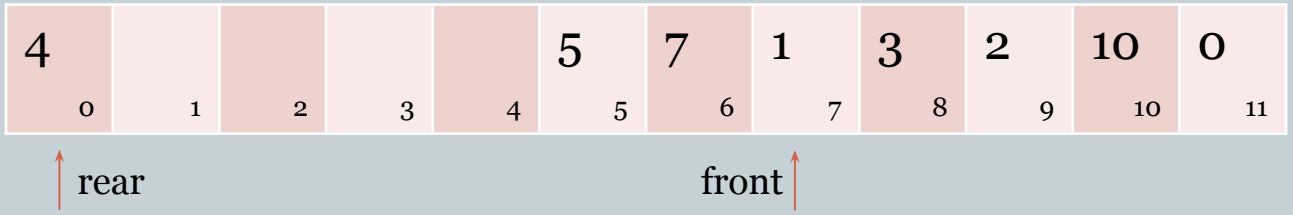
enqueue(queue, 3)
enqueue(queue, 2)



dequeue(queue)
dequeue(queue)



enqueue(queue, 10)
enqueue(queue, 0)
enqueue(queue, 4)



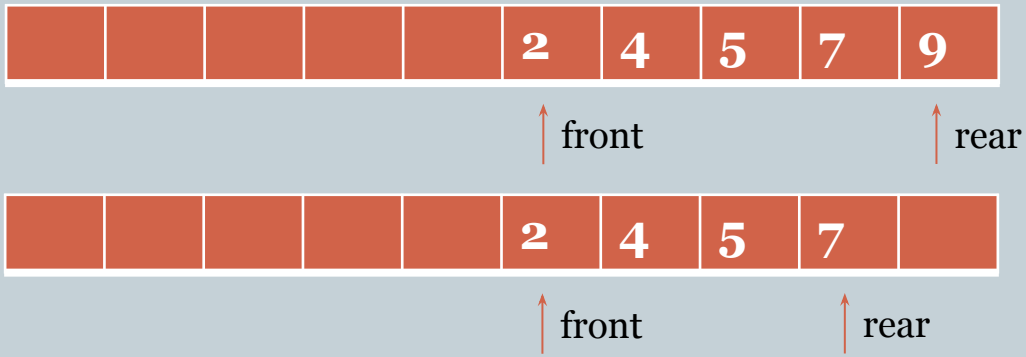
Реализация очереди

- 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)**

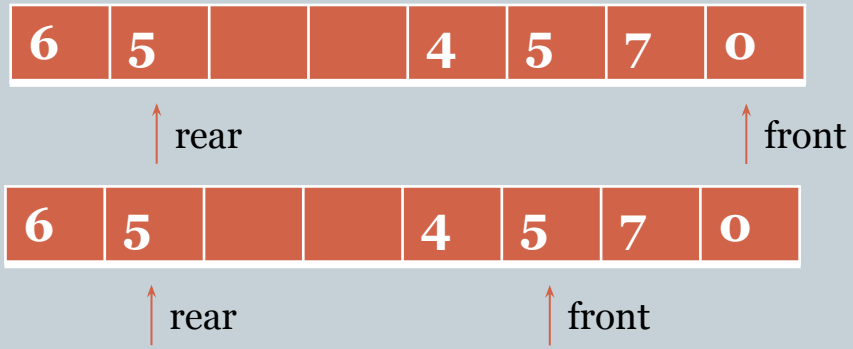
```
Если (rear == SIZE) { // закольцевать
    rear = 0;
} иначе {
    rear++;
}
Если (rear == front) { // избыток
    // переполнение
} иначе {
    queue[rear] = m;
}
```



Реализация очереди

- **dequeue(queue)**

```
    Если (rear == front) { // недостаток
        // опустошение
    } иначе {
        Если (front == SIZE) {
            front = 0;
        } иначе {
            front++;
        }
        вывести queue(front);
    }
```



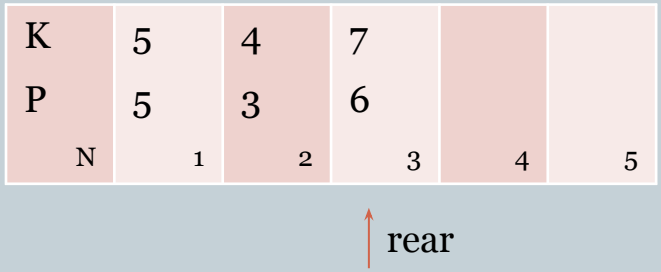
Очередь с приоритетами

- 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)`

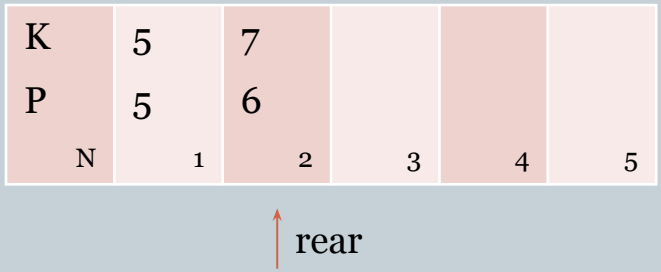
Очередь с приоритетами

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

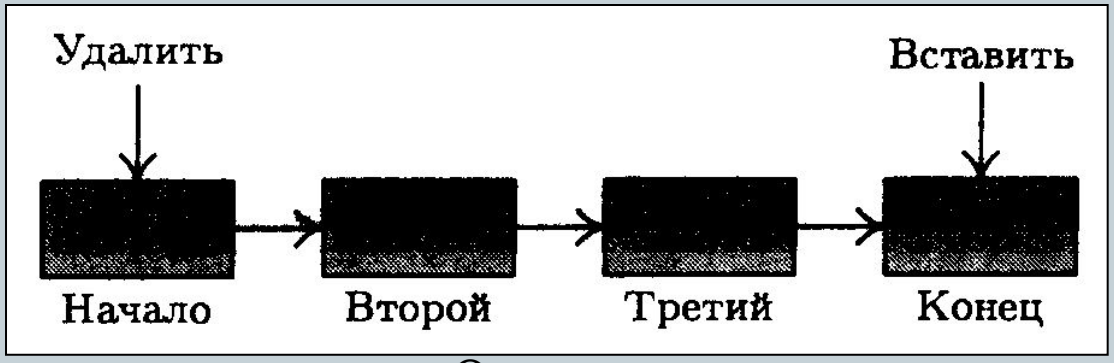
dequeueMin(priorityQueue)



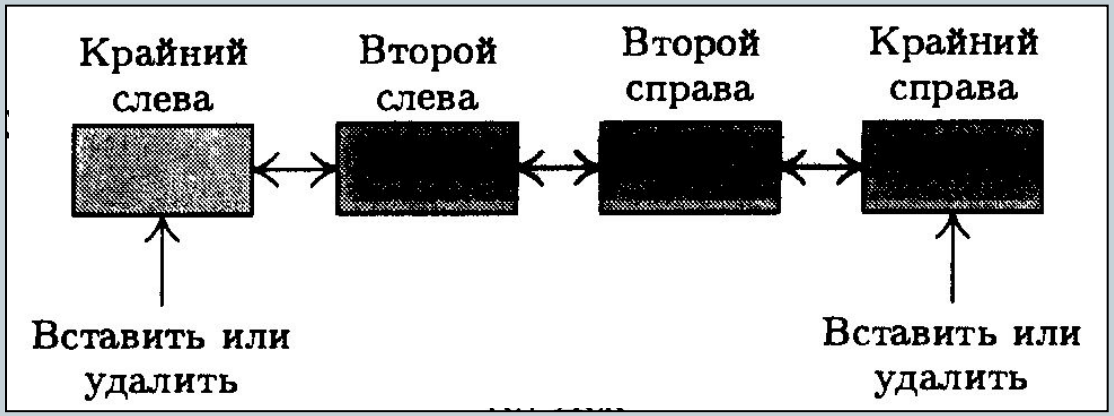
dequeueMin(priorityQueue)



Дек



Очередь



Дек

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