

## Структуры данных в картинках. LinkedList

Java\*

Приветствую вас, хабражители!

Продолжаю начатое, а именно, пытаюсь рассказать (с применением визуальных образов) о том как реализованы некоторые структуры данных в Java.



В прошлый раз мы говорили об `ArrayList`, сегодня присматриваемся к `LinkedList`.

*LinkedList* — реализует интерфейс *List*. Является представителем двунаправленного списка, где каждый элемент структуры содержит указатели на предыдущий и следующий элементы. Итератор поддерживает обход в обе стороны. Реализует методы получения, удаления и вставки в начало, середину и конец списка. Позволяет добавлять любые элементы в том числе и `null`.

### Создание объекта

```
List<String> list = new LinkedList<String>();
```

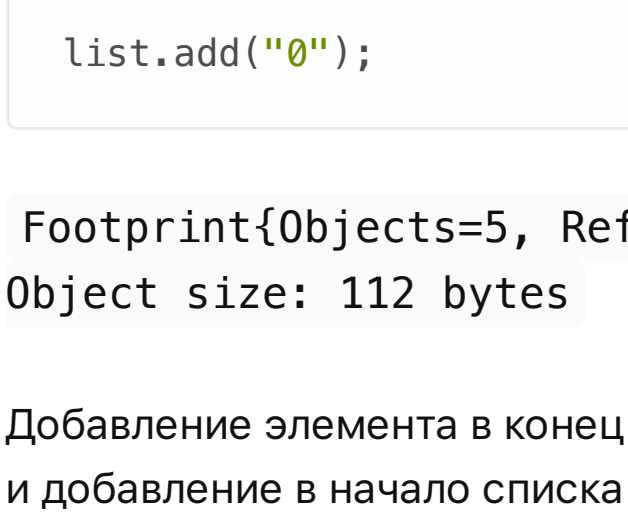
Footprint{Objects=2, References=4, Primitives=[int x 2]}

Object size: 48 bytes

Только что созданный объект `list`, содержит свойства **header** и **size**.

**header** — псевдо-элемент списка. Его значение всегда равно `null`, а свойства **next** и **prev** всегда указывают на первый и последний элемент списка соответственно. Так как на данный момент список еще пуст, свойства **next** и **prev** указывают сами на себя (т.е. на элемент **header**). Размер списка **size** равен 0.

```
header.next = header.prev = header;
```



### Добавление элементов

```
list.add("0");
```

Footprint{Objects=5, References=8, Primitives=[int x 5, char]}

Object size: 112 bytes

Добавление элемента в конец списка с помощью методом **add(value)**, **addLast(value)** и добавление в начало списка с помощью **addFirst(value)** выполняется за время  $O(1)$ .

Внутри класса **LinkedList** существует static inner класс **Entry**, с помощью которого создаются новые элементы.

```
private static class Entry<E>
{
    E element;
    Entry<E> next;
    Entry<E> prev;

    Entry(E element, Entry<E> next, Entry<E> prev)
    {
        this.element = element;
        this.next = next;
        this.prev = prev;
    }
}
```

Каждый раз при добавлении нового элемента, по сути выполняется два шага:

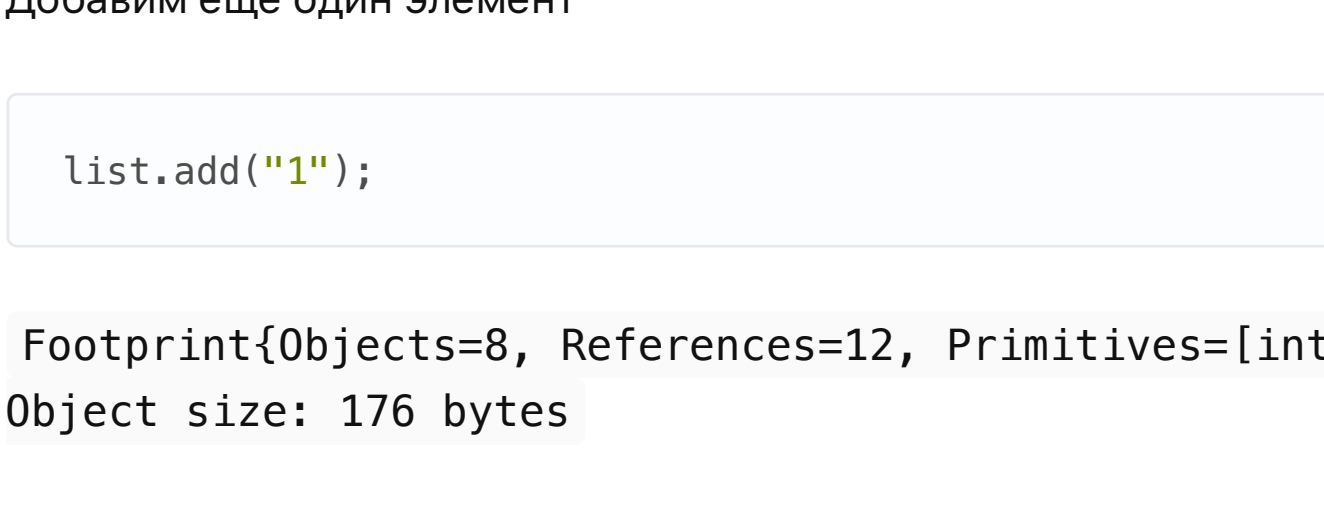
1) создается новый новый экземпляр класса **Entry**

```
Entry newEntry = new Entry("0", header, header.prev);
```



2) переопределяются указатели на предыдущий и следующий элемент

```
newEntry.prev.next = newEntry;
newEntry.next.prev = newEntry;
size++;
```



Добавим еще один элемент

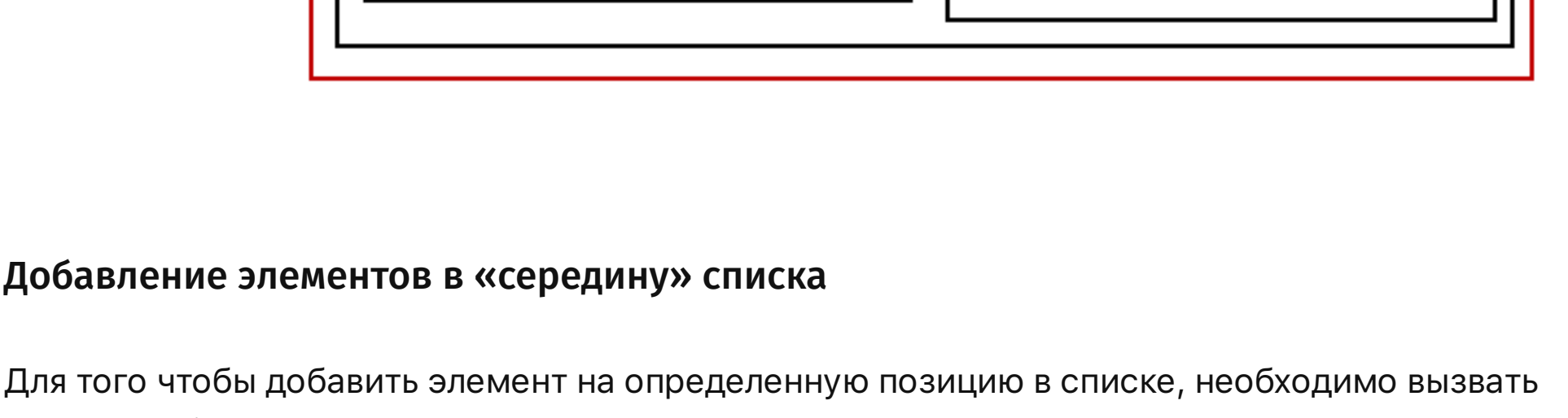
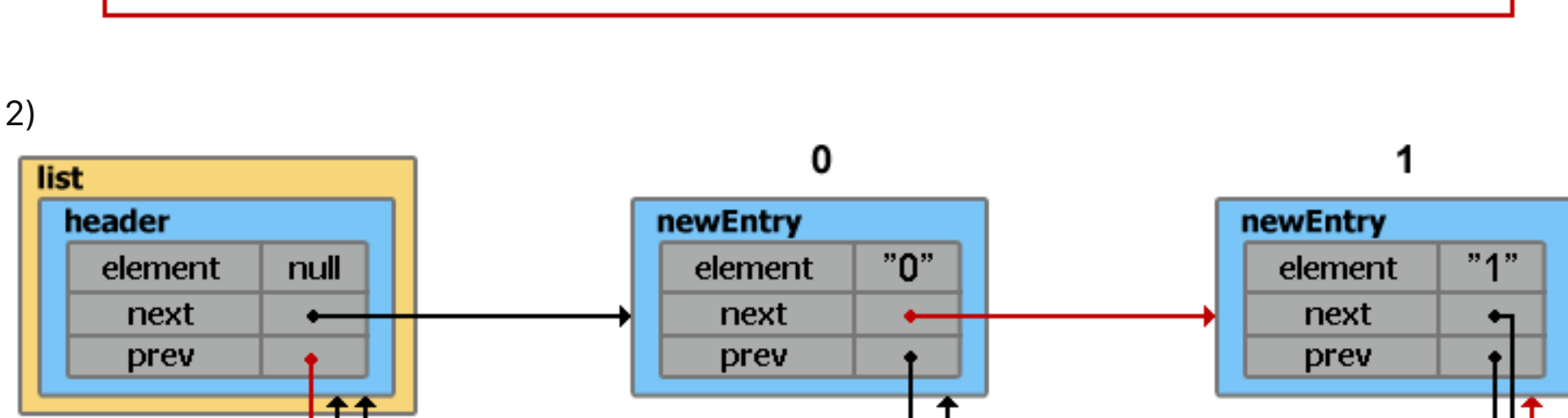
```
list.add("1");
```

Footprint{Objects=8, References=12, Primitives=[int x 8, char x 2]}

Object size: 176 bytes

1) `header.prev` указывает на элемент с индексом 0

```
Entry newEntry = new Entry("1", header, header.prev);
```



### Добавление элементов в «середину» списка

Для того чтобы добавить элемент на определенную позицию в списке, необходимо вызвать метод **add(index, value)**. Отличие от **add(value)** состоит в определении элемента перед которым будет производиться вставка

```
(index == size ? header : entry(index))
```

Метод **entry(index)** пробегает по всему списку в поисках элемента с указанным индексом. Нахождение нужного элемента перебирается не больше половины списка, но с точки зрения асимптотического анализа время на поиск растет линейно —  $O(n)$ .

```
private Entry<E> entry(int index)
{
    if (index < 0 || index >= size)
        throw new IndexOutOfBoundsException("Index: "+index+", Size: "+size);

    Entry<E> e = header;

    if (index < (size >> 1))
    {
        for (int i = 0; i <= index; i++)
            e = e.next;
    }
    else
    {
        for (int i = size; i > index; i--)
            e = e.prev;
    }

    return e;
}
```

Как видно, разработчик может словить **IndexOutOfBoundsException**, если указанный индекс окажется отрицательным или большим текущего значения **size**. Это справедливо для всех методов где в параметрах фигурирует индекс.

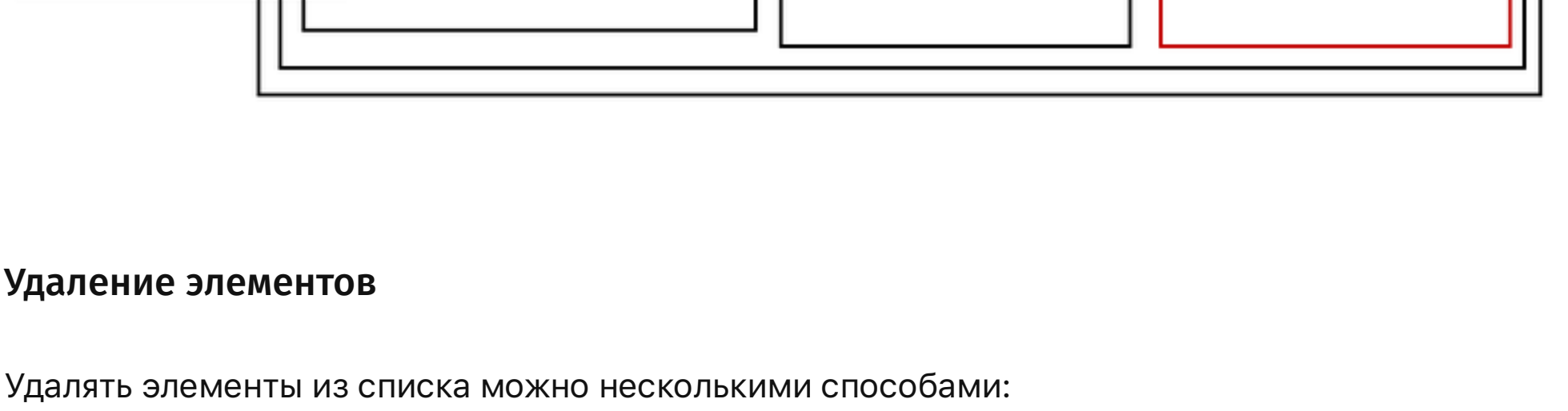
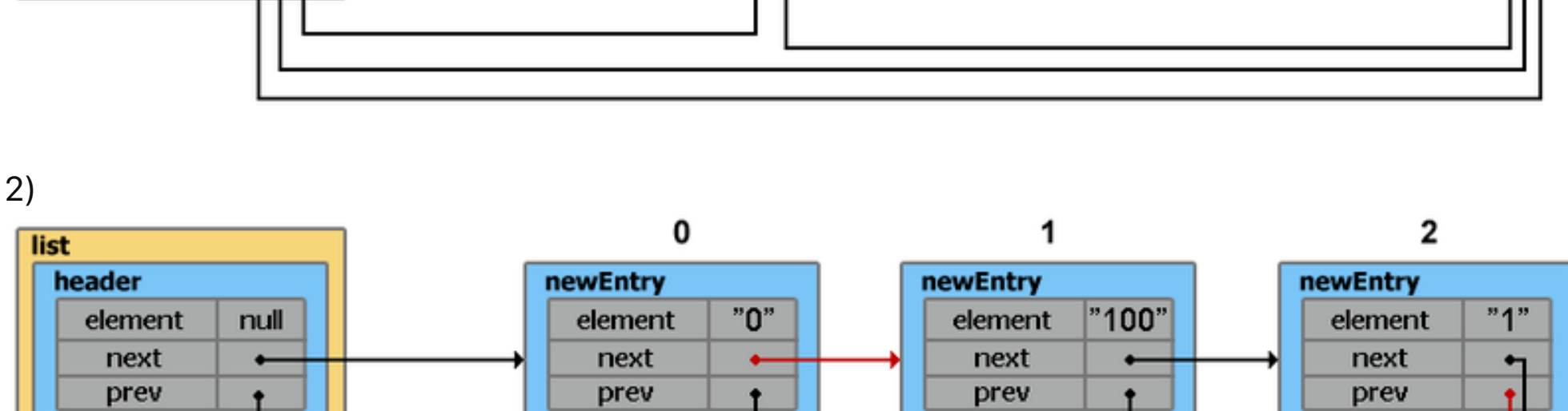
```
list.add(1, "100");
```

Footprint{Objects=11, References=16, Primitives=[int x 11, char x 5]}

Object size: 248 bytes

1) `entry` указывает на элемент с индексом 1, `entry.prev` на элемент с индексом 0

```
Entry newEntry = new Entry("100", entry, entry.prev);
```



### Удаление элементов

Удалять элементы из списка можно несколькими способами:

— из начала или конца списка с помощью **removeFirst()**, **removeLast()** за время  $O(1)$ ;

— по индексу **remove(index)** и по значению **remove(value)** за время  $O(n)$ .

Рассмотрим удаление по значению

```
list.remove("100");
```

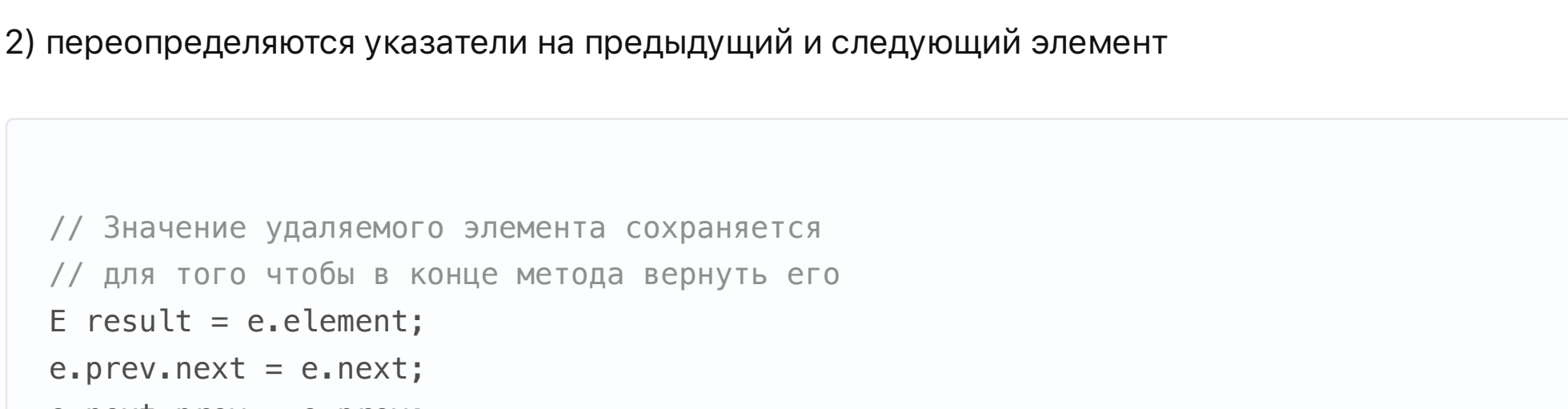
Footprint{Objects=8, References=12, Primitives=[int x 8, char x 2]}

Object size: 176 bytes

Внутри метода **remove(value)** просматриваются все элементы списка в поисках нужного. Удален будет лишь первый найденный элемент.

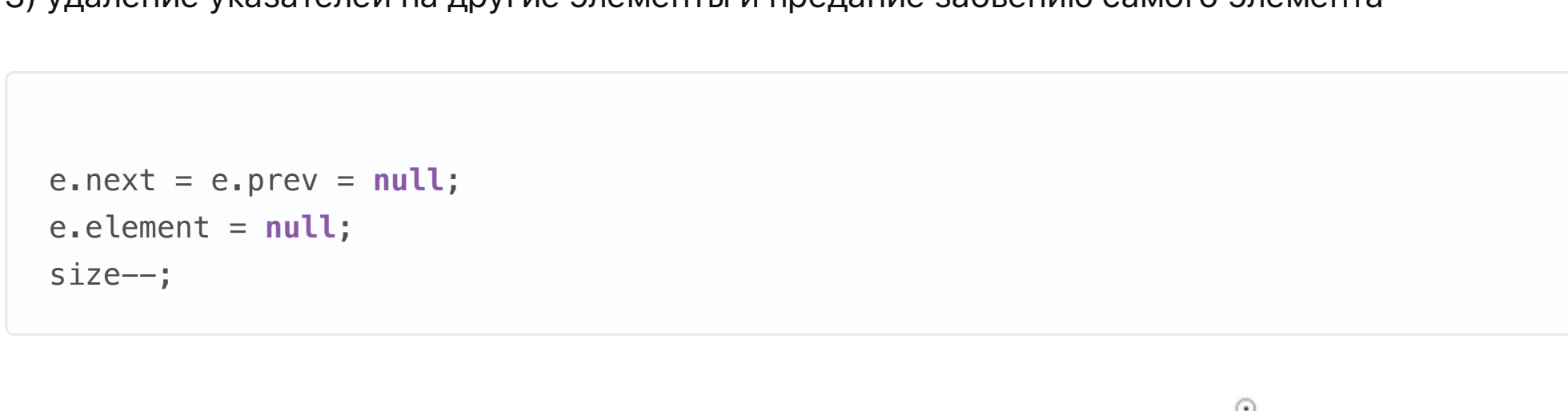
В общем, удаление из списка можно условно разбить на 3 шага:

1) поиск первого элемента с соответствующим значением



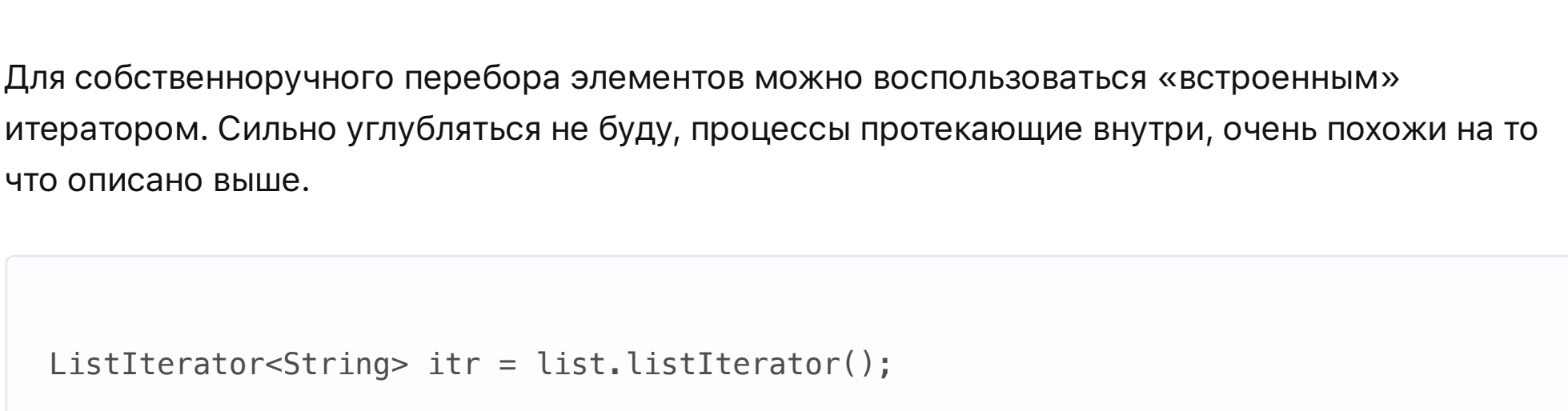
2) переопределяются указатели на предыдущий и следующий элемент

```
// Значение удаляемого элемента сохраняется
// для того чтобы в конце метода вернуть его
E result = e.element;
e.prev.next = e.next;
e.next.prev = e.prev;
```



3) удаление указателей на другие элементы и предание забвению самого элемента

```
e.next = e.prev = null;
e.element = null;
size--;
```



### Итераторы

Для собственноручного перебора элементов можно воспользоваться «встроенным» итератором. Сильно углубляться не буду, процессы протекающие внутри, очень похожи на то что описано выше.

```
ListIterator<String> itr = list.listIterator();
```

Приведенный выше код поместит указатель в начало списка. Так же можно начать перебор элементов с определенного места, для этого нужно передать индекс в метод **listIterator(index)**. В случае, если необходимо начать обход с конца списка, можно воспользоваться методом **descendingIterator()**.

Стоит помнить, что **ListIterator** свалится с **ConcurrentModificationException**, если после создания итератора, список был изменен не через собственные методы итератора.

Ну и на всякий случай примитивный пример перебора элементов:

```
while (itr.hasNext())
    System.out.println(itr.next());
```

### Итоги

— Из **LinkedList** можно организовать стек, очередь, или двойную очередь, со временем доступа  $O(1)$ ;

— На вставку и удаление из середины списка, получение элемента по индексу или значению потребуются линейное время  $O(n)$ . Однако, на добавление и удаление из середины списка, используя **ListIterator.add()** и **ListIterator.remove()**, потребуется  $O(1)$ ;

— Позволяет добавлять любые значения в том числе и `null`. Для хранения примитивных типов использует соответствующие классы-обертки;

— Не синхронизирован.

### Ссылки

Исходники [LinkedList](#)

Исходники [LinkedList](#) из JDK7

Исходники JDK [OpenJDK & trade 6 Source Release — Build b23](#)

Объем занимаемой памяти измерялся с помощью инструмента [memory-measurer](#). Для его использования также понадобится [Guava](#) (Google Core Libraries).