

# Язык Java

Осенний семестр 2023, бакалавриат, 3 курс

Лекция 5: Шаблоны, коллекции, Stream API

# Содержание

1. Шаблоны (Generics)
2. Функциональные интерфейсы и лямбда-выражения
3. Коллекции
4. Stream API

# Шаблоны (Generics)

- Шаблоны - это параметризованные типы данных
- Мотивация: сократить повторение кода

```
// Класс-контейнер для массива типа Integer[]
class IntegerArrayContainer {
    Integer[] array;

    IntegerArrayContainer(Integer[] array) {
        this.array = array;
    }

    void print() {
        for (Integer element : array) {
            System.out.println(element);
        }
    }
}
```

```
// Класс-контейнер для массива типа String[]
class StringArrayContainer {
    String[] array;

    StringArrayContainer(String[] array) {
        this.array = array;
    }

    void print() {
        for (String element : array) {
            System.out.println(element);
        }
    }
}
```

- Вместо классов `IntegerArrayContainer` и `StringArrayContainer` можно создать один шаблонный класс `ArrayContainer<T>`, где `T` - это переменная типа, которая может принимать значения `Integer`, `String`, ...

# Шаблонные классы

- Определение шаблонного класса

```
class ArrayContainer<T> {  
    T[] array;  
  
    ArrayContainer(T[] array) {  
        this.array = array;  
    }  
  
    void print() {  
        for (T element : array) {  
            System.out.println(element);  
        }  
    }  
}
```

- Использование шаблонного класса

```
ArrayContainer<Integer> integerArrayContainer = new ArrayContainer<>(new Integer[]{1,2,3});  
ArrayContainer<String> stringArrayContainer = new ArrayContainer<>(new String[]{"a","b"});  
// То же самое, что ArrayContainer<Object>:  
ArrayContainer objectArrayContainer = new ArrayContainer(new Object[]{1, "a"});
```

- **Внимание:** тип параметра не может быть примитивным ( `int` , `double` , ...)

# Шаблонные классы с несколькими параметрами

```
// класс-контейнер для хранения пары элементов разных типов
class Pair<T, U> {
    T firstElement;
    T secondElement;

    Pair(T firstElement, U secondElement) {
        this.firstElement = firstElement;
        this.secondElement = secondElement;
    }
}
```

```
Pair <String, Integer> pair = new Pair<>("key", 1);
```

```
// То же самое, что Pair<Object, Object>:
Pair objectPair = new Pair(new Object(), new Object());
```

# Функциональные интерфейсы

- Мотивация: использование функции  $f : T \rightarrow R$  как переменной
- **Функциональный интерфейс** - интерфейс `Function<T,R>`
- Примеры:

```
class SquareRoot {  
    static Double squareRootStatic(Integer number) { return Math.sqrt(number); }  
    Double squareRoot(Integer number) { return Math.sqrt(number); }  
  
    void examples() {  
        // определение функциональной переменной f: Integer -> Double  
        Function<Integer, Double> f;  
  
        // присваивание значения функциональной переменной  
        f = SquareRoot::squareRootStatic; // ссылка на статический метод  
        f = this::squareRoot;              // ссылка на метод объекта  
        f = x -> Math.sqrt(x);             // лямбда-выражение  
  
        // вычисление значения функции  
        Double value = f.apply(4); // 2.0  
    }  
}
```

# Лямбда-выражения

- Функции одной переменной

```
Function<Integer, Double> f;  
f = x -> Math.sqrt(x);  
f = x -> {  
    System.out.println(x);  
    return Math.sqrt(x);  
};
```

- Функции двух переменных

```
// g: Integer x Integer -> Boolean  
BiFunction<Integer, Integer, Boolean> g;  
g = (x, y) -> x.equals(y);  
g = (Integer x, Integer y) -> {  
    System.out.println(x + ", " + y);  
    return x.equals(y);  
};
```

# Пользовательские функциональные интерфейсы

Функциональный интерфейс для функции с произвольным набором аргументов

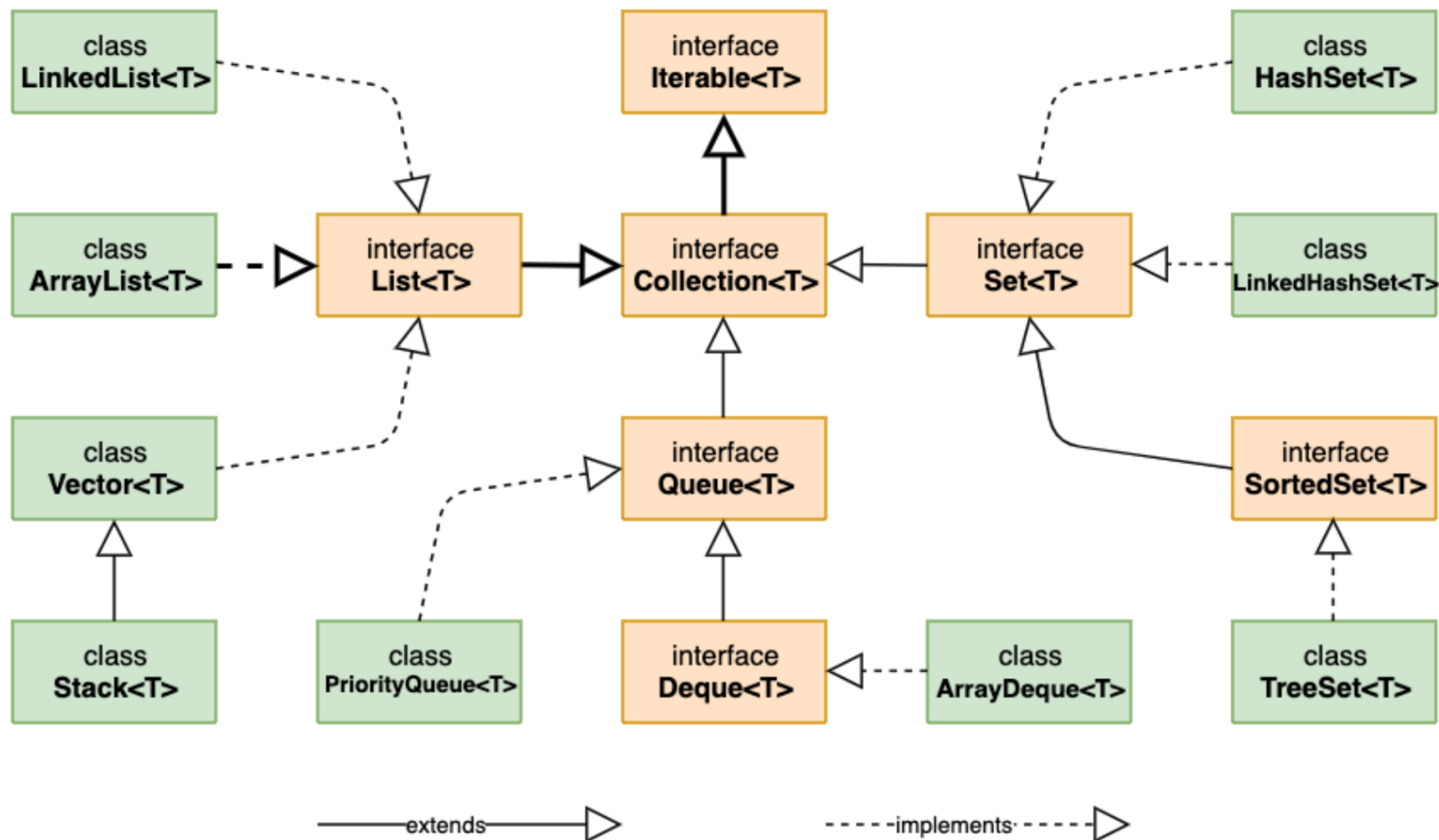
```
@FunctionalInterface
interface BinaryOperator {
    Integer func(Integer x, Integer y);
}
```

Пример использования

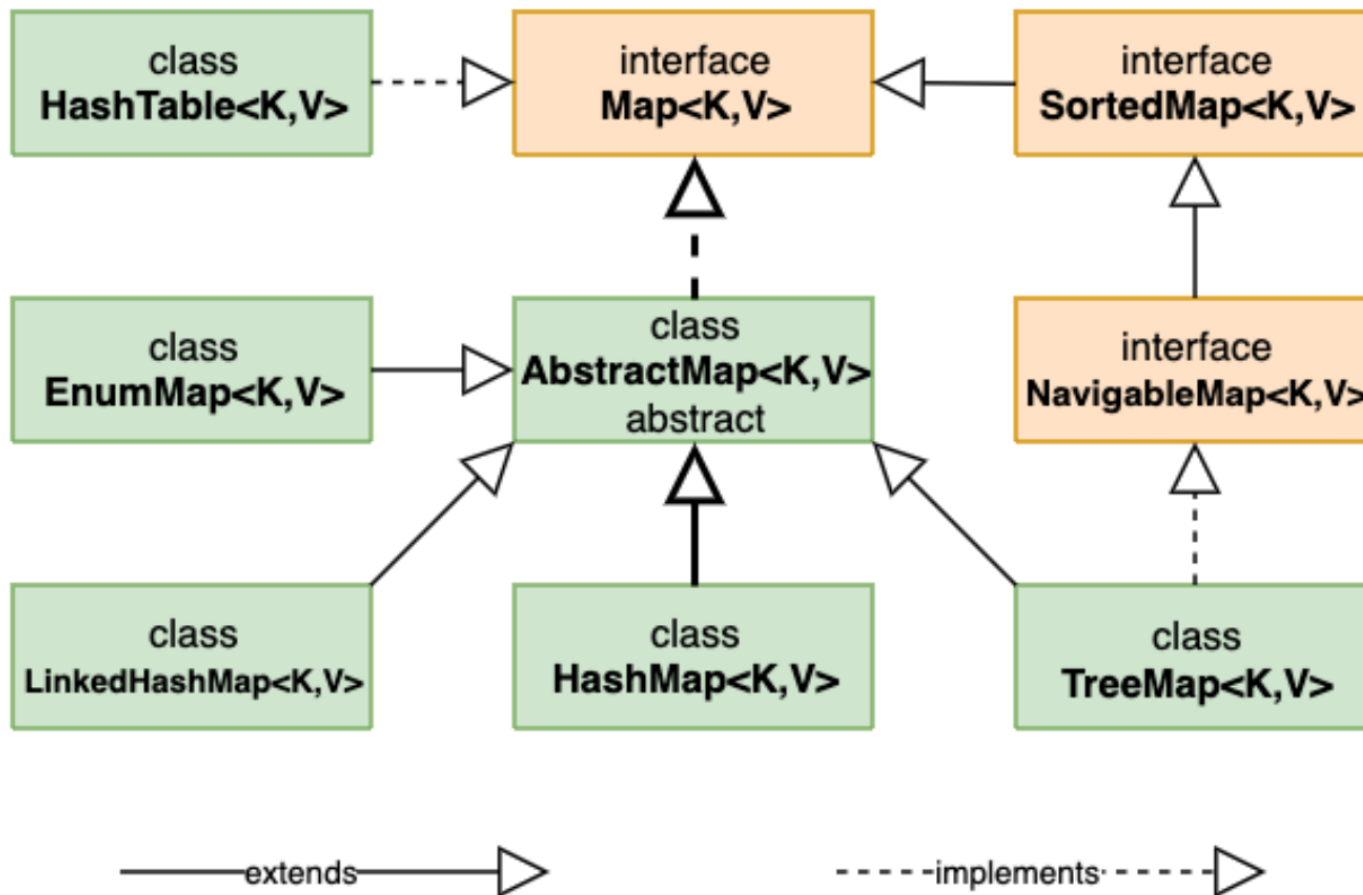
```
BinaryOperator sum = (x, y) -> x + y;
Integer result = sum.func(1, 2); // 3
```



# Коллекции `java.util`



# Maps (словари) `java.util`



## Интерфейс `Collection<T>`

```
interface Collection<T> {  
    // "мутации"  
    boolean add(T t);           // добавить элемент в коллекцию  
    boolean remove(Object o);   // удалить элемент из коллекции  
    void clear();               // удалить все элементы из коллекции  
  
    // "запросы"  
    boolean contains(Object o); // проверка наличия элемента в коллекции  
    int size();                 // количество элементов в коллекции  
    boolean isEmpty();          // проверка пустоты  
  
    Iterator<T> iterator();      // порядок обхода элементов коллекции  
  
    // ...  
}
```

# Интерфейс `List<T>`

- Линейный список
- Каждый элемент списка имеет индекс (как массив)

```
interface List<T> extends Collection<T> {  
    // "мутации"  
    T set(int index, T element); // изменить элемент с индексом index  
    void add(int index, T element); // добавить новый элемент на позиции index  
    T remove(int index); // удалить элемент с индексом index  
  
    // "запросы"  
    T get(int index); // значение элемента с индексом index  
    int indexOf(Object o); // индекс первого появления o в списке  
    int lastIndexOf(Object o); // индекс последнего появления o в списке  
  
    // ...  
}
```

- **Внимание:** Интерфейс `List` включает в себя все методы интерфейса `Collection`

## Класс `ArrayList<T>`

- Реализация списка с помощью массива (используется буфер типа `Object[]` )
- Динамическое увеличение размера буфера при переполнении:
  - создается новый буфер вдвое большего размера
  - происходит копирование элементов из старого буфера в новый

# Инициализация списков

- с помощью метода `add` :

```
List<Integer> list = new ArrayList<>();  
list.add(1);  
list.add(2);
```

- с помощью метода `List.of` :

- перечислением элементов:

```
List<Integer> list = List.of(1, 2, 3);
```

- из массива элементов

```
Integer[] array = { 1, 2, 3 }  
List<Integer> list = List.of(array);
```

**Внимание:** `List.of` создает неизменяемый список (нельзя добавлять, изменять и удалять элементы списка)

# Примеры работы со списками

```
// инициализация списка
List<String> list = new ArrayList<>(); // создание пустого списка

// добавление элементов
list.add("A");    // list = ["A"]
list.add("B");    // list = ["A", "B"]
list.add(1, "C"); // list = ["A", "C", "B"]

// запросы
String first = list.get(0);    // "A"
int indexOfA = list.indexOf("A"); // 0
int size = list.size();        // 3

// обход элементов
for (String item : list) {
    System.out.print(item); // ACB
}

// удаление элементов
list.remove("C"); // list = ["A", "B"]
list.remove(0);   // list = ["B"]
```

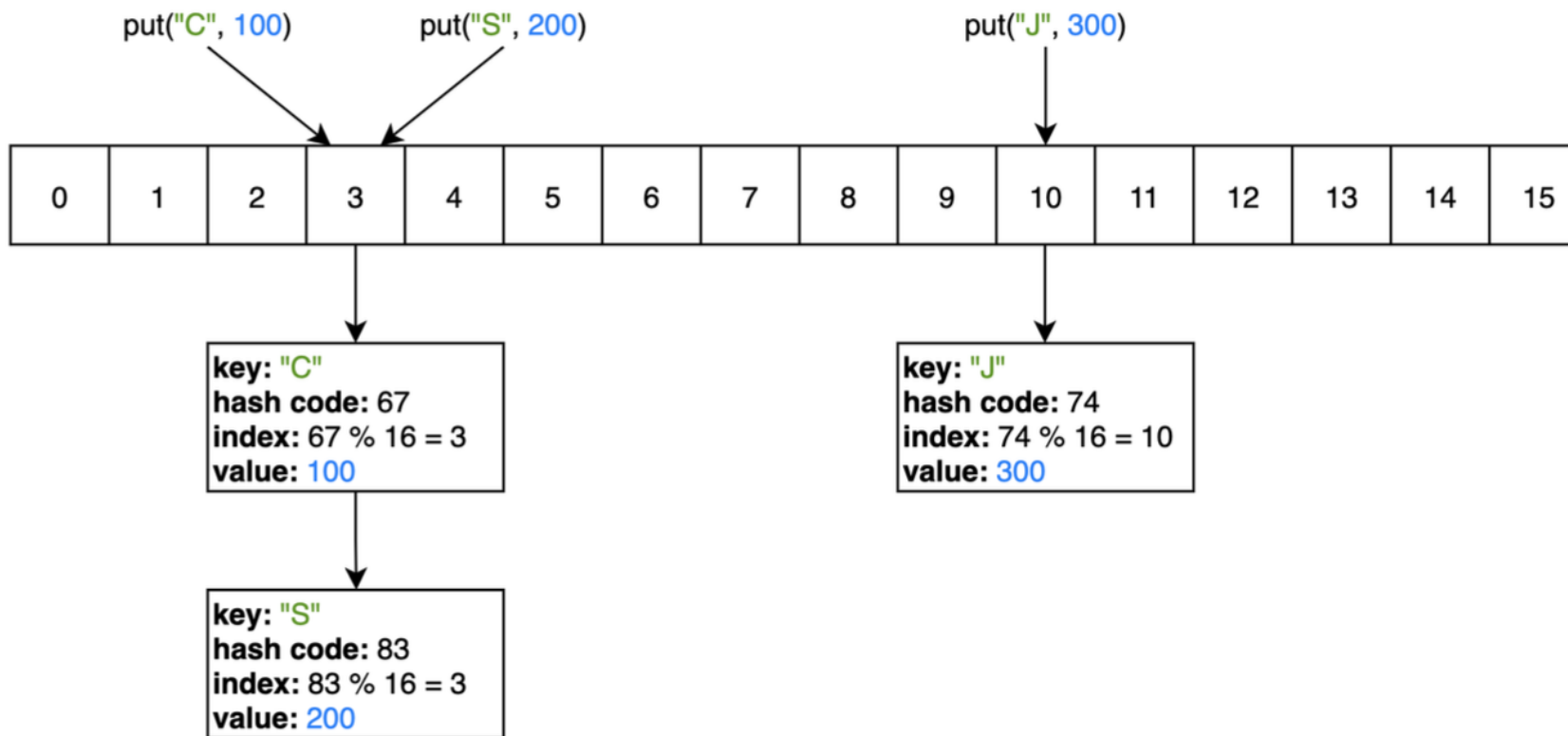
# Интерфейс Map<K, V>

```
interface Map<K,V> {  
    // "мутации"  
    V put(K key, V value); // добавление элемента с ключом key и значением value  
    V remove(Object key); // удаление элемента с ключом key  
    void clear();          // удаление всех элементов  
  
    // "запросы"  
    V get(Object key); // значение элемента с ключом key  
    boolean containsKey(Object key); // проверка, содержит ли словарь элемент с ключом key  
    boolean containsValue(Object value); // проверка, содержит ли словарь элемент со значением value  
    int size(); // размер  
    boolean isEmpty(); // проверка пустоты  
  
    // коллекции  
    Set<K> keySet(); // множество ключей  
    Collection<V> values(); // коллекция значений  
}
```



# Класс `HashMap<K, V>`

- Реализация в виде хеш-таблицы (массива связанных списков)
  - для ключа `key` вычисляется хеш: `int hash = key.hashCode()`
  - индекс массива вычисляется как `hash % arrayLength`
- Пример: `HashMap<String, Integer>`



## Примеры со словарями

```
// инициализация словаря
Map<String, Integer> map = new HashMap<>();

// добавление элементов
map.put("C", 100); // {"C": 100}
map.put("B", 200); // {"C": 100, "B": 200}
map.put("A", 300); // {"C": 100, "B": 200, "A": 300}
map.put("C", 400); // {"C": 400, "B": 200, "A": 300}

int size = map.size(); // 3
int valueOfC = map.get("C"); // 400

// метод forEach с лямбда-выражением
map.forEach((key, value) -> System.out.print(key + ":" + value + " "));
// A:300 B:200 C:400 (не в порядке добавления!)
```

# Класс `Optional<T>`

- Мотивация: попытка предотвратить `NullPointerException`

```
Student student = getId(123); // может быть null
String name = student.getName(); // может быть сгенерировано NullPointerException
```

- `Optional<T>` - класс контейнер, содержащий **максимум** одно значение типа `T`, не равное `null`
- `Optional<Student> studentOptional = findStudentById(123);`

- Если `studentOptional` содержит значение:

```
boolean isPresent = studentOptional.isPresent(); // true
Student student = studentOptional.get(); // значение, хранящееся в studentOptional
```

- Если `studentOptional` не содержит значение:

```
boolean isEmpty = studentOptional.isEmpty(); // true
Student student = studentOptional.get(); // NoSuchElementException
```

## Optional<T>: пример

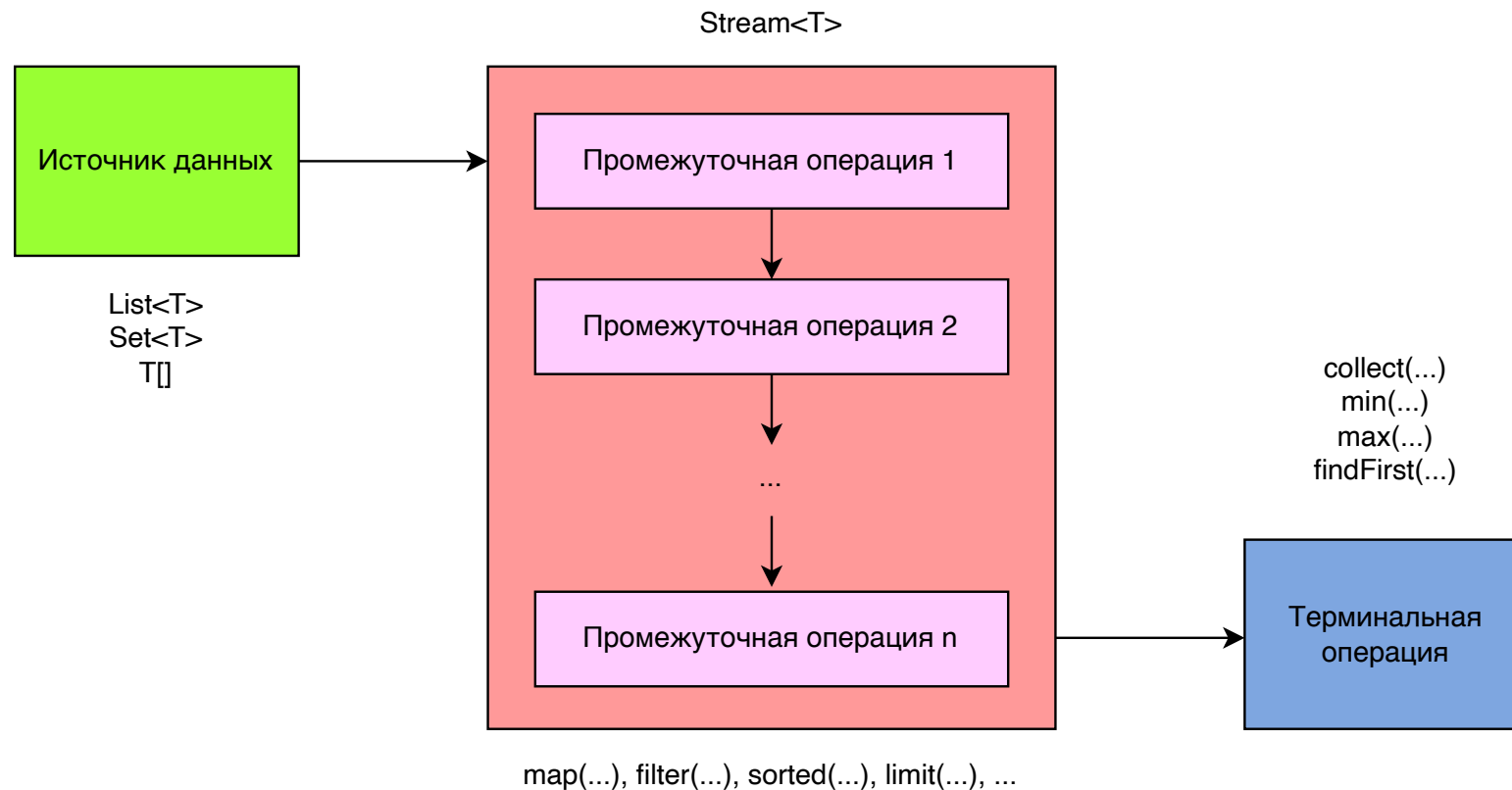
Поиск индекса элемента в строке

```
Optional<Integer> getIndexOf(List<String> list, String searchElement) {  
    int index = list.indexOf(searchElement);  
    if (index == -1) { // элемент не найден в списке  
        return Optional.empty();  
    }  
    return Optional.of(index);  
}
```

```
List<String> list = List.of("A", "B");  
Optional<Integer> foundIndex = getIndexOf("A"); // foundIndex.get() равно 0
```

# Java Stream API

- Stream API - библиотека для обработки последовательностей элементов (стримов)
- Интерфейс для стримов: `Stream<T>` из пакета `java.util.stream`



## Пример 1

Преобразование списка типа `List<Integer>` (например, `[1, 2, 3]`) в список типа `List<String>` (например, `["1", "2", "3"]`)

```
List<Integer> inputList = List.of(1, 2, 3); // источник данных

Stream<Integer> stream1 = inputList.stream(); // создание стрима
Stream<String> stream2 = stream1.map(e -> e + ""); // промежуточная операция

List<String> outputList = stream2.toList(); // терминальная операция
```

Обычно используется более короткая запись:

```
List<String> outputList = List.of(1, 2, 3).stream()
    .map(e -> e + "")
    .toList();
```

## Пример 2

Удаление четных чисел из списка типа `List<Integer>` (например, преобразование `[1, 2, 3, 4]` в `[1, 3]` )

```
List<Integer> outputList = List.of(1, 2, 3, 4).stream()  
    .filter(e -> e % 2 != 0)  
    .toList();
```

# Создание стрима

- Перечислением элементов:

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3);
```

- Из массива:

```
Integer[] array = [1, 2, 3];  
Stream<Integer> stream = Stream.of(array);
```

- Из коллекции ( `Collection<T>` )

```
Collection<Integer> collection = List.of(1, 2, 3);  
Stream<Integer> stream = collection.stream();
```

- Генерацией элементов (например, бесконечной случайной последовательности чисел)

```
Random random = new Random(); // генератор случайных чисел  
Stream<Integer> stream = Stream.generate(() -> random.nextInt());
```



# Промежуточные операции над стримами

- `map`
- `filter`
- `flatMap` (преобразование нескольких стримов в один)

```
// Пример: преобразование матрицы в одномерный массив
Integer[][] matrix = {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}};

Integer[] array = Arrays.stream(matrix) // создание Stream<Integer[]>
    .flatMap(row -> Arrays.stream(row)) // слияние стримов строк в общий стрим Stream<Integer>
    .toArray(Integer[]::new);           // терминальная операция: преобразование Stream<Integer> в Integer[]
```

- `skip`

```
// пропуск первых трех элементов стрима
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3, 4, 5, 6).skip(3); // стрим 4, 5, 6
```

- `limit`

```
// ограничение стрима до трех первых элементов
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3, 4, 5, 6).limit(3); // стрим 1, 2, 3
```

## Промежуточные операции надо стримами

- `distinct` (удаление повторяющихся элементов из стрима)

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 1, 2, 2, 3).distinct(); // стрим 1, 2, 3
```

- `sorted` (сортировка элементов)

```
// сортировка по возрастанию  
Stream<Integer> sorted = stream.of(4, 1, 2, 6, 5, 3).sorted(); // стрим 1, 2, 3, 4, 5, 6
```

```
// сортировка по убыванию  
Stream<Integer> sorted = stream.of(4, 1, 2, 6, 5, 3).sorted(Comparator.reverseOrder());  
// стрим 6, 5, 4, 3, 2, 1
```

# Конечные операции над стримами

- collect
  - преобразование в список

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3);  
  
List<Integer> list = stream.collect(Collectors.toList());  
// использование конкретной реализации интерфейса List<...>  
ArrayList<Integer> arrayList = stream.collect(Collectors.toCollection(ArrayList::new));
```

- преобразование в словарь

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3);  
  
Map<String, Integer> map = stream.collect(Collectors.toMap(  
    e -> String.valueOf(e), // ключ  
    e -> e                  // значение  
)); // {"1": 1, "2": 2, "3": 3}
```

# Конечные операции над стримами

- `toArray` (преобразование стрима в массив)

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3);  
Integer[] array = stream.toArray(Integer[]::new);
```

- `findFirst` (получение первого элемента стрима)

```
Stream<Integer> stream = Stream.of(1, 2, 3);  
Optional<Integer> first = stream.findFirst(); // Optional.of(1)
```

- `forEach`

```
Random random = new Random();  
Stream<Integer> stream = Stream.generate(() -> random.nextInt());  
  
// бесконечный цикл, выводящий в консоль случайные числа  
stream.forEach(number -> System.out.println(number)); // или короче: stream.forEach(System.out::println)
```