

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

## Тема: Використання Stream API

Задача програмного інтерфейсу Stream API є спростити роботу з наборами даних (операції фільтрації, сортування та ін). Основна функціональність даного API забезпечено пакетом `java.util.stream`. Ключовим поняттям у Stream API є потік даних - канал передавання даних із джерела даних, у якості якого можуть виступати як файли, так і масиви або колекції. Нижче наведено простий приклад, в якому в масиві цілих чисел підраховується кількість чисел, що більше 0:

```
import java.util.stream.IntStream;

public class Example {

    public static void main(String[] args) {
        long count = IntStream.of(-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5).filter(w-> w > 0).count();
        System.out.println(count);
    }
}
```

Зазвичай таку задачу можна вирішити через застосування циклу і перевірки умови задачі, у разі виконання якої певна змінна збільшує своє значення. З використанням Stream API формалізується потік даних, до якого застосовується метод `filter()` з аргументом умови задачі у вигляді лямбда виразу.

Усі операції з потоками бувають або термінальними (*terminal*), або проміжними (*intermediate*). Проміжні операції повертають трансформований потік. У наведеному прикладі метод `filter` приймає потік чисел та повертає перетворений потік, в якому тільки числа, що більше 0. До потоку, що повертається також можна застосувати декілька проміжних операцій.

Кінцеві або термінальні операції повертають конкретний результат. У наведеному вище прикладі метод `count()` виконує термінальну операцію і повертає число. Після термінальної операції проміжні операції застосувати не можна. Усі потоки виконують обчислення тільки тоді, коли до них застосовується термінальна операція. Це стосується і проміжних операцій. Таким чином застосовується відкладене виконання.

В основі Stream API лежить інтерфейс `BaseStream`. Його повне визначення:

```
interface BaseStream<T , S extends BaseStream<T , S>>
```

Параметр `T` означає тип даних у потоці, а `S` - тип потоку, який наслідується від інтерфейсу `BaseStream`. `BaseStream` визначає базовий функціонал для роботи з потоками, які реалізуються через його методи:

**void close()** : закриває потік

**boolean isParallel()**: повертає `true`, якщо потік є паралельним

**Iterator<T> iterator()**: повертає посилання на ітератор потоку

**Spliterator<T> spliterator()**: повертає посилання на сплітератор потоку

**S parallel()**: повертає паралельний потік (паралельні потоки можуть використовувати декілька ядер процесора у багатоядерних архітектурах)

**S sequential()**: повертає послідовний потік

**S unordered()**: повертає неупорядкований потік

Від інтерфейсу `BaseStream` наслідується ряд інтерфейсів, які призначено для створення конкретних потоків:

**Stream<T>**: використовується для потоків даних, що представляють тип посилання

**IntStream:** використовується для потоків з типом даних `int`

**DoubleStream:** використовується для потоків з типом даних `double`

**LongStream:** використовується для потоків з типом даних `long`

При роботі з потоками, які представляють певний примітивний тип - `double`, `int`, `long` слід використовувати саме інтерфейси `DoubleStream`, `IntStream`, `LongStream`. При роботі з більш складними даними використовується інтерфейс `Stream<T>`.

Методами цього інтерфейсу є:

**boolean allMatch(Predicate<? super T> predicate):** повертає `true`, якщо усі елементи потоку задовольняють умові предикату `predicate`. Термінальна операція.

**boolean anyMatch(Predicate<? super T> predicate):** повертає `true`, якщо хоча б один елемент потоку задовольняє умові предикату `predicate`. Термінальна операція.

**<R,A> R collect(Collector<? super T,A,R> collector):** додає елементи до незмінного контейнеру з типом `R`. `T` представляє тип даних з потоку, що викликається, а `A` - тип даних у контейнері. Термінальна операція.

**long count():** повертає кількість елементів у потоці. Термінальна операція.

**Stream<T> concat(Stream<? extends T> a, Stream<? extends T> b):** об'єднує два потоки. Проміжна операція

**Stream<T> distinct():** повертає потік, у якому є тільки унікальні дані з типом `T`. Проміжна операція.

**Stream<T> dropWhile(Predicate<? super T> predicate):** пропускає елементи, які відповідають умові в `predicate`, до тих пір, поки не зустрічається елемент, що не відповідає умові. Вибрані елементи повертаються у вигляді потоку. Проміжна операція.

**Stream<T> filter(Predicate<? super T> predicate):** фільтрує елементи у відповідності до умови в `predicate`. Проміжна операція.

**Optional<T> findFirst():** повертає перший елемент із потоку. Термінальна операція.

**Optional<T> findAny():** повертає якийсь елемент із потоку. Термінальна операція.

**void forEach(Consumer<? super T> action):** для кожного елемента виконується дія `action`. Термінальна операція.

**Stream<T> limit(long maxSize):** залишає у потоці тільки `maxSize` елементів. Проміжна операція.

**Optional<T> max(Comparator<? super T> comparator):** повертає максимальний елемент із потоку. Для порівняння елементів застосовується компаратор `comparator`. Термінальна операція.

**Optional<T> min(Comparator<? super T> comparator):** повертає мінімальний елемент із потоку. Для порівняння елементів застосовується компаратор `comparator`. Термінальна операція.

**<R> Stream<R> map(Function<? super T,? extends R> mapper):** перетворює елементи типу `T` в елементи типу `R` і повертає потік з елементами `R`. Проміжна операція.

**<R> Stream<R> flatMap(Function<? super T, ? extends Stream<? extends R>> mapper):** дозволяє перетворювати елемент типу `T` у декілька елементів типу `R` і повертає потік з елементами `R`. Проміжна операція.

**boolean noneMatch(Predicate<? super T> predicate):** повертає `true`, якщо ні один із елементів у потоці не задовольняє умові предикату. Термінальна операція.

**Stream<T> skip(long n):** повертає потік, в якому відсутні перші `n` елементів. Проміжна операція.

**Stream<T> sorted():** повертає відсортований потік. Проміжна операція.

**Stream<T> sorted(Comparator<? super T> comparator):** повертає відсортований потік, відповідно компаратору. Проміжна операція.

**Stream<T> takeWhile(Predicate<? super T> predicate):** обирає з потоку елементи, поки вони відповідають умові predicate. Вибрані елементи повертаються у вигляді потоку. Проміжна операція.

**Object[] toArray():** повертає масив із елементів потоку. Термінальна операція.

Усі ці операції дозволяють взаємодіяти з потоком як з деяким набором даних подібно до колекцій, але є наступні відмінності:

- Потоки не зберігають елементи. Елементи, що використовуються у потоках, можуть зберігатись в колекції, або при необхідності можуть бути прямо згенеровані.
- Операції з потоками не змінюють джерела даних. Операції з потоками тільки повертають новий потік з результатами цих операцій.
- Для потоків характерно відкладене виконання — виконання усіх операцій з потоком відбувається тільки тоді, коли виконується термінальна операція і повертається конкретний результат, а не новий потік.

Для створення потоку даних можна застосовувати різні методи. В якості джерела потоку можна використовувати колекції. В інтерфейсі Collection є такі методи для роботи з потоками:

**default Stream<E> stream:** повертає потік даних із колекції

**default Stream<E> parallelStream:** повертає паралельний потік даних із колекції

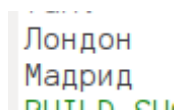
Приклад з використанням ArrayList

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;
import java.util.stream.IntStream;

public class JavaApplication2 {

    public static void main(String[] args) {
        ArrayList<String> cities = new ArrayList<String>();
        Collections.addAll(cities, "Париж", "Лондон", "Мадрид");
        cities.stream().filter(s->s.length()==6).forEach(s->System.out.println(s));
    }
}
```

Результат:



```
Лондон
Мадрид
```

За допомогою виклику cities.stream() отримуємо потік, який використовує дані зі списку cities. За допомогою кожної проміжної операції, що застосовується до потоку, також можна отримати потік з врахуванням модифікацій. Наприклад, можна змінити попередній приклад наступним чином:

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;
import java.util.stream.IntStream;
import java.util.stream.Stream;
```

```

public class JavaApplication2 {

    public static void main(String[] args) {

        ArrayList<String> cities = new ArrayList<String>();
        Collections.addAll(cities, "Париж", "Лондон", "Мадрид");
        Stream<String> citiesStream = cities.stream(); // отримуємо потік
        citiesStream = citiesStream.filter(s->s.length()==6); // застосовуємо фільтрацію
        citiesStream.forEach(s->System.out.println(s)); // виводимо результат
    }
}

```

Після використання термінальних операцій інші термінальні або проміжні операції до цього потоку вже не можуть застосовуватись тому, що потік вже використано. Наприклад, у наступному прикладі буде помилка:

```

citiesStream.forEach(s->System.out.println(s));
long number = citiesStream.count(); // тут буде помилка - потік вже використано
System.out.println(number);
citiesStream = citiesStream.filter(s->s.length(>5)); // та сама помилка

```

Фактично життєвий цикл потоку проходить наступні три стадії:

- Створення потоку
- Застосування до потоку декількох проміжних операцій
- Застосування до потоку термінальної операції і отримання результату

Існують і інші способи для створення потоків даних. Один з таких способів представляє метод `Arrays.stream(T[] array)`, який створює потік даних із масиву:

```

Stream<String> citiesStream2 = Arrays.stream(new String[]{"Париж", "Лондон",
"Мадрид"});
citiesStream2.forEach(s->System.out.println(s)); // виведення елементів масиву

```

Для створення потоків `IntStream`, `DoubleStream`, `LongStream` можна використовувати відповідні перевантажені версії цього методу:

```

IntStream intStream = Arrays.stream(new int[]{1,2,4,5,7});
intStream.forEach(i->System.out.println(i));

```

```

LongStream longStream = Arrays.stream(new long[]{100,250,400,5843787,237});
longStream.forEach(l->System.out.println(l));

```

```

DoubleStream doubleStream = Arrays.stream(new double[] {3.4, 6.7, 9.5, 8.2345, 121});
doubleStream.forEach(d->System.out.println(d));

```

Ще одним способом створення потоку є статичний метод `of(T..values)` класу `Stream`:

```

Stream<String> citiesStream =Stream.of("Париж", "Лондон", "Мадрид");
citiesStream.forEach(s->System.out.println(s));

```

Також можна передати масив:

```
String[] cities = {"Париж", "Лондон", "Мадрид"};
Stream<String> citiesStream2 =Stream.of(cities);
```

```
IntStream intStream = IntStream.of(1,2,4,5,7);
intStream.forEach(i->System.out.println(i));
```

```
LongStream longStream = LongStream.of(100,250,400,5843787,237);
longStream.forEach(l->System.out.println(l));
```

```
DoubleStream doubleStream = DoubleStream.of(3.4, 6.7, 9.5, 8.2345, 121);
doubleStream.forEach(d->System.out.println(d));
```

Для перебору елементів потоку застосовується метод `forEach()`, який представляє термінальну операцію. В якості параметру він приймає об'єкт `Consumer<? super String>`, який представляє дію, що виконується для кожного елемента набору.

Наприклад:

```
Stream<String> citiesStream = Stream.of("Париж", "Лондон", "Мадрид","Берлин",
"Брюссель");
citiesStream.forEach(s->System.out.println(s));
```

Фактично це буде аналогічно перебору усіх елементів у циклі `for` і виконанню з ними дії, а саме виведення на консоль.

Для фільтрації елементів у потоці застосовується метод `filter()`, який представляє проміжну операцію. Він приймає в якості параметру деяку умову у вигляді об'єкту `Predicate<T>` і повертає новий потік із елементів, які задовольняють цій умові:

```
Stream<String> citiesStream = Stream.of("Париж", "Лондон", "Мадрид","Берлин",
"Брюссель");
citiesStream.filter(s->s.length()==6).forEach(s->System.out.println(s));
```

Умова `s.length()==6` повертає `true` для тих елементів, довжина яких дорівнює 6 символів.

Інший приклад фільтрації. Створено наступний клас `Phone`:

```
class Phone{

private String name;
private int price;

public Phone(String name, int price){
    this.name=name;
    this.price=price;
}

public String getName() {
    return name;
}

public void setName(String name) {
    this.name = name;
}

public int getPrice() {
    return price;
}
```

```

    }

    public void setPrice(int price) {
        this.price = price;
    }
}

```

Фільтруємо набір телефонів за ціною:

```

Stream<Phone> phoneStream = Stream.of(new Phone("iPhone 6 S", 5400), new
Phone("Lumia 950", 4500), new Phone("Samsung Galaxy S 6", 4000));

phoneStream.filter(p->p.getPrice()<5000).forEach(p->
System.out.println(p.getName()));

```

Відображення або маппінг дозволяє задати функцію перетворення одного об'єкту в інший, тобто отримати із елемента одного типу елемент іншого типу. Для відображення використовується метод `map`, який має наступне визначення:

```

<R> Stream<R> map(Function<? super T, ? extends R> mapper)

```

Функція, що передається у метод `map`, задає перетворення від об'єктів типу `T` до типу `R`. І у результаті повертається новий потік з перетвореними об'єктами. Для прикладу використаємо вище визначений клас телефонів і виконаємо перетворення від типу `Phone` до типу `String`:

```

Stream<Phone> phoneStream = Stream.of(new Phone("iPhone 6 S", 5400), new
Phone("Lumia 950", 4500), new Phone("Samsung Galaxy S 6", 4000));
phoneStream.map(p-> p.getName()).forEach(s->System.out.println(s));

```

Операція `map(p-> p.getName())` передає до нового потоку тільки назви телефонів, тому на консолі будуть тільки їх назви. Перетворення може мати і інший вигляд:

```

phoneStream.map(p-> "назва: " + p.getName()
+ " ціна: " + p.getPrice()).forEach(s->System.out.println(s));

```

У цьому випадку потік результату має у рядках назви та ціни. Для перетворення об'єктів у типи `Integer`, `Long`, `Double` визначено спеціальні методи `mapToInt()`, `mapToLong()` та `mapToDouble()`.

Плоске відображення виконується при необхідності отримати із одного елемента декілька. Таку операцію виконує метод `flatMap`:

```

<R> Stream<R> flatMap(Function<? super T, ? extends Stream<? extends R>> mapper)

```

Наприклад, як для прикладу вище виводиться назва телефону та його ціна, але необхідно встановити для кожного телефону акційні ціни та звичайні ціни. Таким чином із одного об'єкту `Phone` необхідно отримати два об'єкти з інформацією у вигляді рядку. Для цього застосовується `flatMap`:

```

Stream<Phone> phoneStream = Stream.of(new Phone("iPhone 6 S", 5400), new
Phone("Lumia 950", 4500), new Phone("Samsung Galaxy S 6", 4000));

```

```

phoneStream
    .flatMap(p->Stream.of(
String.format("назва: %s акційна ціна: %d", p.getName(), p.getPrice()),
String.format("назва: %s ціна без акції: %d", p.getName(), p.getPrice() -
(int)(p.getPrice()*0.1))
    ))
    .forEach(s->System.out.println(s));

```

Колекції, на основі яких часто створюються потоки, вже мають спеціальні методи для сортування вмісту. Але клас Stream також має можливість сортування. Таке сортування можна задіяти, коли іде набір проміжних операцій з потоком, які створюють нові набори даних і є необхідність зробити сортування цих наборів. Для простого сортування за зростанням використовується метод sorted():

```

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;
import java.util.List;

public class Program {

    public static void main(String[] args) {

        List<String> phones = new ArrayList<String>();
        Collections.addAll(phones, "iPhone X", "Nokia 9", "Huawei Nexus 6P",
            "Samsung Galaxy S8", "LG G6", "Xiaomi MI6",
            "ASUS Zenfone 3", "Sony Xperia Z5", "Meizu Pro 6",
            "Pixel 2");

        phones.stream()
            .filter(p->p.length()<12)
            .sorted() // сортування за зростанням
            .forEach(s->System.out.println(s));
    }
}

```

## ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Вивчить теоретичну частину лабораторної роботи та виконайте наведені приклади.
2. Для наданого файлу:
  - розробіть клас відповідно структурі даних в ньому;
  - напишіть читання даних з файлу та створення потоку з них;
  - наведіть приклади коду реалізації фільтрації за декількома різними типами для цього потоку;
  - наведіть приклади коду реалізації плоского відображення для цього потоку;
  - наведіть приклади коду реалізації сортування за декількома різними типами для цього потоку.
3. Підготуйте звіт.