Collections Framework

Java

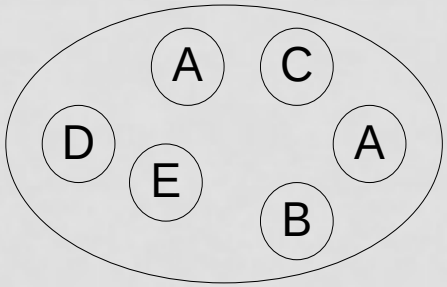
СОДЕРЖАНИЕ

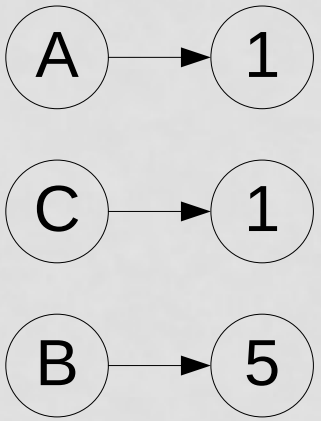
1. Контейниер
    1. Коллекции
    2. Множества
    3. Списки
    4. Очереди и деки
2. Отображения
3. Упорядоченные коллекции
4. Алгоритмы
5. Заключение

COLLECTIONS FRAMEWORK

- Набор стандартных контейнеров (коллекций) и правил их использования
  - Интерфейсы
  - Реализации
  - Алгоритмы

- Пакет java.util



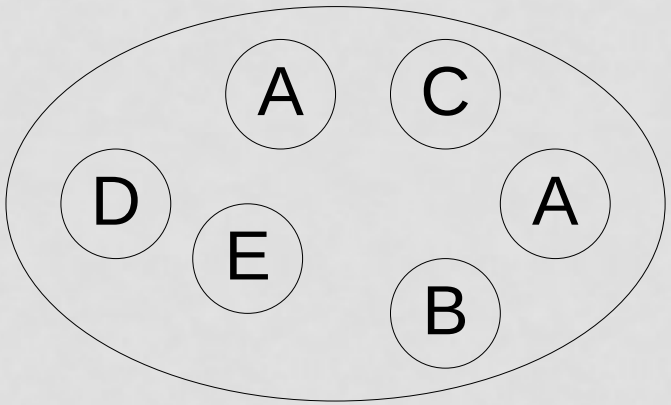


КОЛЛЕКЦИИ

ЧАСТЬ 1

КОЛЛЕКЦИИ

- Коллекция — неупорядоченный набор элементов
- Интерфейс Collection<E>
  - <E> — тип элемента



НЕМОДИФИЦИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ

- Определение размера
  - size() — количество элементов
  - isEmpty() — проверка на пустоту
- Проверки на вхождение
  - contains(Object o) — одного элемента
  - containsAll(Collection<?> c) — всех элементов c
- Почему Collection<?>

МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ

- Добавление элементов
  - add(E e) — одного элемента
  - addAll(Collection<? extends E> c) — элементов коллекции
- Удаление элементов
  - remove(Object e) — одного элемента
  - removeAll(Collection<?> c) — элементов коллекции
  - retainAll(Collection<?> c) — удаление элементов не из коллекции
  - clear() — удаление всех элементов
- Исключения
  - UnsupportedOperationException

ПРИМЕР. ЧТЕНИЕ В КОЛЛЕКЦИЮ

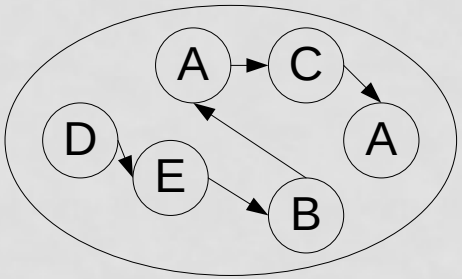
```
public int read(String file) throws IOException {
    Scanner scanner = new Scanner(new File(file),
   "Cp1251");

    int read = 0;
    while (scanner.hasNext()) {
        read++;
        c.add(scanner.next());
    }

    return read;
}
```

ИТЕРАТОРЫ

- Итератор — обход коллекции
- Интерфейс Iterator<E>
- Метод Iterator<E> Collection<E>.iterator()



МЕТОДЫ ИТЕРАТОРОВ

- hasNext() — определение наличия следующего элемента
- next() — взятие следующего элемента
- remove() — удаление элемента

- Исключения
  - NoSuchElementException — бросается при достижении конца коллекции
  - ConcurrentModificationException — бросается при изменении коллекции

ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАТОРОВ

- Обход коллекции

```
for(Iterator<E> i = c.iterator(); i.hasNext(); ) {
    final E element = i.next();
    ...
}
```

- Фильтрование коллекции

```
for(Iterator<E> i = c.iterator(); i.hasNext(); ) {
    if (!p(i.next()) {
       i.remove();
    }
}
```

Интерфейс Iterable

- Улучшенный for
  - Интерфейс Iterable<T>
  - Метод iterator()
- Код

```
for (T element : collection) {
    ...
}
```

- Эквивалентен

```
for (Iterator<T> i = collection.iterator(); i.hasNext(); ) {
    T element = i.next();
    ...
}
```

ПРИМЕР. ВЫВОД КОЛЛЕКЦИИ НА ЭКРАН

```
public void dump(Collection<String> c) {
    for (Iterator<String> i = c.iterator(); i.hasNext(); ) {
        final String word = i.next();
        System.out.print(word + ", ");
    }
    System.out.println();
}
```

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В МАССИВ

- Object[] toArray() — создает новый массив
- T[] toArray(T[] a) — использует переданный массив

- Пример использования

```
String[] i = c.toArray(new String[c.size()]);
```

- В каком порядке идут элементы?
  - В порядке обхода итератором

КЛАСС AbstractCollection

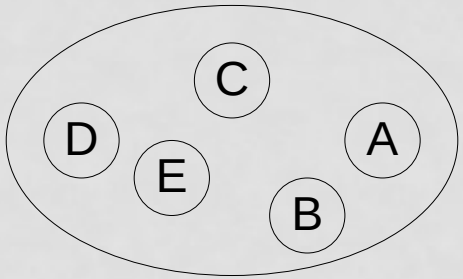
- Позволяет быстро реализовывать коллекции
- Реализация неизменяемых коллекций
  - iterator()
  - size()
- Реализация изменяемых коллекций
  - add(E o)
  - iterator.remove()

МНОЖЕСТВА

ЧАСТЬ 2

МНОЖЕСТВА

- Множество — коллекция без повторяющихся элементов
- Интерфейс Set<E> extends Collection<E>



СРАВНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

- Метод Object.equals(Object object)

Требования:

- Рефлексивность
  x.equals(x)
- Симметричность
  x.equals(y) == y.equals(x)
- Транзитивность
  x.equals(y) && y.equals(z) => x.equals(z)
- Устойчивость
  o1.equals(o2) не изменяется, если o1 и o2 не изменяются
- Обработка null
  o1.equals(null) == false

Equals(1)

Точка на плоскости

```
public class Point {
    protected int x;
    protected int y;

    public boolean equals(Object o) {
        if (o instanceof Point) {
            Point that = (Point) o;
            return this.x == that.x && this.y == that.y;
        }
        return false;
    }
}
```

Equals(2)

Цветная Точка на плоскости

```
public class ColorPoint extends Point {
    protected int c;

    public boolean equals(Object o) {
        if (o instanceof ColorPoint) {
            ColorPoint that = (ColorPoint) o;
            return this.x == that.x && this.y == that.y &&
                        this.c == that.c;
        }
        return false;
    }
}
```

Equals(2)

Цветная Точка на плоскости

```
public class ColorPoint extends Point {
    protected int c;

    public boolean equals(Object o) {
        if (o instanceof ColorPoint) {
            ColorPoint that = (ColorPoint) o;
            return this.x == that.x && this.y == that.y &&
                        this.c == that.c;
        }
        return false;
    }
}
```

Проблемы: **несимметричность**

Equals(3)

Цветная Точка на плоскости

```
public class ColorPoint extends Point {
    protected int c;

    public boolean equals(Object o) {
        if (o instanceof ColorPoint) {
            ColorPoint that = (ColorPoint) o;
            return this.x == that.x && this.y == that.y &&
                            this.c == that.c;
        }
        return super.equals(o);
    }
}
```

Equals(3)

Цветная Точка на плоскости

```
public class ColorPoint extends Point {
    protected int c;

    public boolean equals(Object o) {
        if (o instanceof ColorPoint) {
            ColorPoint that = (ColorPoint) o;
            return this.x == that.x && this.y == that.y &&
                            this.c == that.c;
        }
        return super.equals(o);
    }
}
```

Проблемы: **нетранзитивность**

Equals

- Наследование и equals => проблемы
- Варианты решения
  - Сравнивать объекты только одинакового класса
  - Сравнивать как предков
  - Послойное сравнение
    - canEquals

Equals(4)

Point:

```
public boolean equals(Object other) {
        boolean result = false;
        if (other instanceof Point) {
            Point that = (Point) other;
            result = (this.getX() == that.getX() && this.getY() == that.getY()  &&
                this.getClass().equals(that.getClass()));
        }
        return result;
}
```

ColorPoint:

```
public boolean equals(Object other) {
        boolean result = false;
        if (other instanceof ColoredPoint) {
            ColoredPoint that = (ColoredPoint) other;
            result = (this.color.equals(that.color) && super.equals(that));
        }
        return result;
}
```

Equals(5)

Point:

```
public boolean equals(Object other) {
    boolean result = false;
    if (other instanceof Point) {
        Point that = (Point) other;
        result = (that.canEqual(this) && this.getX() == that.getX() && this.getY() == that.getY());
    }
    return result;
}
public boolean canEqual(Object other) {
    return (other instanceof Point);
}
```

ColorPoint:

```
public boolean equals(Object other) {
    boolean result = false;
    if (other instanceof ColoredPoint) {
        ColoredPoint that = (ColoredPoint) other;
        result = (that.canEqual(this) && this.color.equals(that.color) && super.equals(that));
    }
    return result;
}
public boolean canEqual(Object other) {
    return (other instanceof ColoredPoint);
}
```

ОПЕРАЦИИ НАД МНОЖЕСТВАМИ

- addAll(Collection<? extends E> c) – объединение множеств
- retainAll(Collection<?> c) – пересечение множеств
- containsAll(Collection<?> c) – проверка вхождения
- removeAll(Collection<?> c) – разность множеств

КЛАССЫ Hashset И LinkedHashset

- HashSet<E> — множество на основе хэша
- LinkedHashSet<E> — множество на основе хэша с сохранение порядка обхода

Конструкторы

- (Linked)HashSet<E>() — пустое множество
- (Linked) HashSet<E>(Collection<?> c) — элементы коллекции
- (Linked) HashSet<E>(int initialCapacity[, double loadFactor]) — начальная вместимость и степень заполнения

ВЫЧИСЛЕНИЕ ХЭШЕЙ

- Метод Object.hashCode()
- Устойчивость

  hashCode() не изменяется, если объект не изменяется
- Согласованность с equals

  o1.equals(o2) => o1.hashCode() == o2.hashCode()

КЛАСС AbstractSet

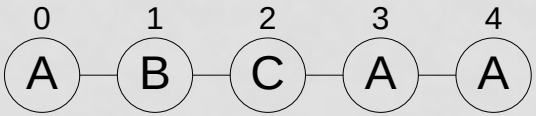
- Позволяет быстро реализовывать множества
- Неизменяемые множества
  - iterator()
  - size()
- Изменяемые множества
  - add(E o)
  - iterator.remove()

СПИСКИ

ЧАСТЬ 3

СПИСКИ

- Список — коллекция с индексированными элементами
- Интерфейс List<E> extends Collection<E>



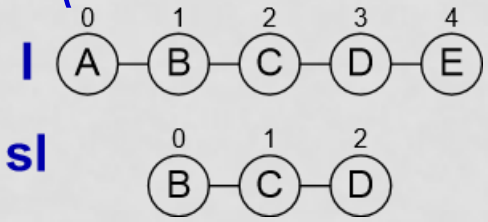
ОПЕРАЦИИ СО СПИСКАМИ

- Доступ по индексу
  - get(int i) — чтение
  - set(int I, E e) — запись
  - add(int i, E e) — добавление
  - remove(int i) — удаление
- Поиск элементов
  - indexOf(Object e) — поиск с начала
  - lastIndexOf(Object e) — поиск с конца
- Взятие вида
  - List<E> subList(int from, int to)

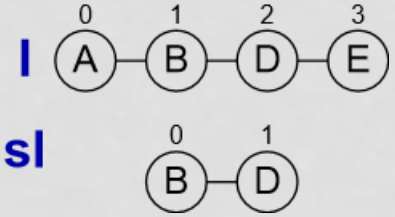
ПОДСПИСКИ

Метод List<E> subList(int from, int to)

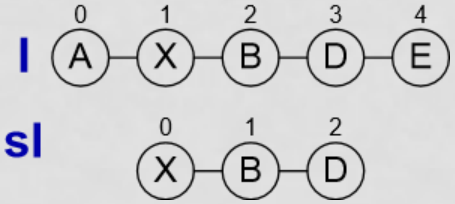
- sl = l.subList(1, 4)



- l.delete(2) либо sl.delete(1)

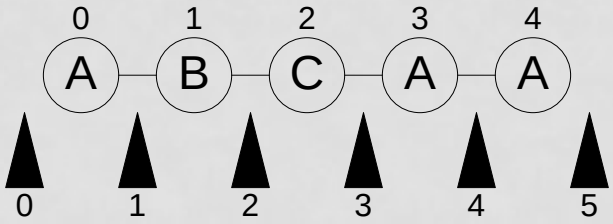


- l.add(1, X) либо sl.add(0, X)



ИТЕРАТОР ПО СПИСКУ

- Интерфейс ListIterator<E> extends Iterator<E>
- Метод listIterator()
- Предыдущий / Следующий элементы



ОПЕРАЦИИ ИТЕРАТОРА ПО СПИСКУ

- Передвижение
  - hasNext() / hasPrevious() — проверка
  - next() / previous() — взятие элемента
  - nextIndex() / previousIndex() — определение индекса
- Изменение
  - remove() — удаление элемента
  - set(E e) — изменение элемента
  - add(E e) — добавление элемента

КЛАСС ArrayList

- ArrayList<E> — список на базе массива
- Плюсы
  - Быстрый доступ по индексу
  - Быстрая вставка и удаление элементов с конца
- Минусы
  - Медленная вставка и удаление элементов
- Вместимость — реальное количество элементов
  - ensureCapacity(int c) — определение вместимости
  - trimToSize() — “подгонка” вместимости
- Конструкторы
  - ArrayList(Collection<? Extends E> c) — копия коллекции
  - ArrayList([int initialCapacity]) — пустой список заданной вместимости

ПРИМЕР. ВЫВОД ARRAYLIST НА ЭКРАН

```
List<E> list = new ArrayList<>();
…
for (int i = list.size() - 1; i >= 0; i--) {
    System.out.println(list.get(i));
}
```

КЛАСС LinkedList

- LinkedList<E> — двусвязный список
- Плюсы
  - Быстрое добавление и удаление элементов
- Минусы
  - Медленный доступ по индексу
- Конструкторы
  - LinkedList<E>() — пустой список
  - LinkedList<E>(Collection<?> c) — копия коллекции
- Методы
  - addFirst(E o) – добавить в начало списка
  - addLast(E o) – добавить в конец списка
  - removeFirst() – удалить первый элемент
  - removeLast() – удалить последний элемент

ПРИМЕР. ВЫВОД LINKEDLIST НА ЭКРАН

```
List<E> list = new LinkedList<>();
…
for (ListIterator li = list.listIterator(list.size());
    li.hasPrevious(); )
{
    System.out.println(li.previous());
}
```

КЛАСС AbstractList

- Позволяет быстро реализовывать списки с произвольным доступом
- Неизменяемые списки
  - get(index)
  - size()
- Изменяемые списки
  - set(index, element)
- Списки переменной длины
  - add(index, element)
  - remove(index)

КЛАСС AbstractSequentialList

- Позволяет быстро реализовывать списки с последовательным доступом
- Неизменяемые списки
  - listIterator() (методы перемещения)
  - size()
- Изменяемые списки
  - ListIterator.set(index, element)
- Списки переменной длины
  - ListIterator.add(element)
  - ListIterator.remove(element)

ОЧЕРЕДИ И ДЕКИ

ЧАСТЬ 4

ОЧЕРЕДЬ

- Очередь – хранилище элементов для обработки
- Интерфейс Queue<E> extends Collection<E>
- Свойства очередей
  - Порядок выдачи элементов определяется конкретной реализацией
  - Очереди не могут хранить null
  - У очереди может быть ограничен размер
  - Могут не принять элемент

МЕТОДЫ ОЧЕРЕДЕЙ

- Обычные методы
  - add(E o) – добавить элемент
    - Бросает IllegalStateException
  - E element() – вершина очереди
    - Бросает NoSuchElementException
  - E remove() – удалить элемент из вершины
    - Бросает NoSuchElementException
- Методы, не бросающие исключений
  - offer(E o) – добавить элемент
  - E peek() – вершина очереди
  - E poll() – удалить элемент из вершины

КЛАСС LinkedList

- Очередь на двусвязном списке

КЛАСС AbstractQueue

- Позволяет быстро реализовывать очереди
- Методы
  - size()
  - offer(E o)
  - peek()
  - poll()
  - iterator()
- Исключение не дешевая операция!

ДЕКИ

- Интерфейс Deque
- Класс ArrayDeque –циклическая очередь
- Класс LinkedList – двусвязный список

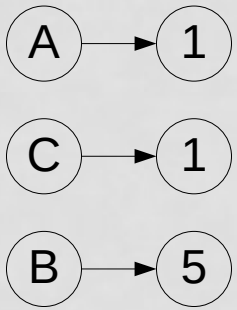
Действие	**Голова**		**Хвост**	
	Исключение	Код возврата	Исключение	Код возврата
Вставка	addFirst	offerFirst	addLast	offerLast
Доступ	getFirst	peekFirst	getLast	peekLast
Удаление	removeFirst	pollFirst	removeLast	polLast

ОТОБРАЖЕНИЯ

ЧАСТЬ 5

ОТОБРАЖЕНИЕ

- Отображение — множество пар ключ-значение при уникальности ключа
- Интерфейс Map<K, V>



МЕТОДЫ ОТОБРАЖЕНИЙ (1)

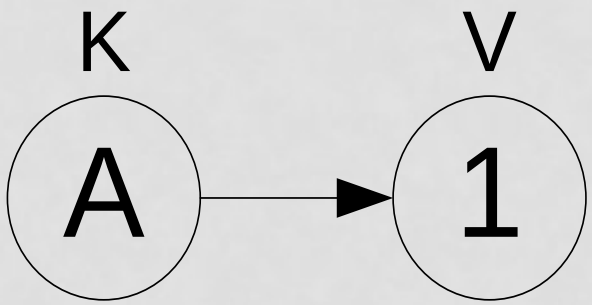
- Доступ
  - get(K) — получение значение
  - put(K, V) — запись
  - remove(K) — удаление
- Проверки
  - containsKey(K) — наличие ключа
  - containsValue(V) — наличие значения
- Определения размера
  - size() — размер отображения
  - isEmpty() — проверка на пустоту

МЕТОДЫ ОТОБРАЖЕНИЙ (2)

- Взятие видов
  - Set<Map.Entry<K, V>> entrySet() — множество пар
  - Collection<V> values() — коллекция значений
  - Set<K> keySet() — множество ключей
- Массовые операции
  - putAll(Map<? extends K, ? extends V> map) — добавление всех пар

ПАРЫ

- Пара — ключ + значение
- Интерфейс Map.Entry<K, V>
- Методы
  - K getKey()
  - V getValue()
  - setValue(V)



КЛАССЫ HashMap И LinkedHashMap

- HashMap<K, V> — отображение на основе хэшей
- LinkedHashMap<K, V> — отображение на основе хэшей с сохранением порядка обхода

Конструкторы

- HashMap<K, V>() — пустое отображение
- HashMap<K, V>(Map<? extends K, ? extends V> m) — копия отображения
- HashMap(int initialCapacity) — начальная вместимость
- HashMap (int initialCapacity[, int loadFactor]) — начальная вместимость и степень заполнения

КЛАСС AbstractMap

- Позволяет быстро реализовывать множества
- Метод
  - entrySet()

ПРИМЕР. ПОДСЧЕТ СЛОВ В ТЕКСТЕ (1)

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

while (scanner.hasNext()) {
    String word = scanner.next();
    Integer count = map.get(word);
    int value = (count == null)
        ? 0
        : count.intValue();
    map.put(word, new Integer(value + 1));
}
```

ПРИМЕР. ПОДСЧЕТ СЛОВ В ТЕКСТЕ (2)

```
for (
   Iterator<String, Integer> i = map.entrySet().iterator();
   i.hasNext();
) {
    Map.Entry<String, Integer> entry = i.next();
    System.out.println(
        entry.getKey() + " " + entry.getValue());
}
```

УПОРЯДОЧЕННЫЕ КОЛЛЕКЦИИ

ЧАСТЬ 6

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

- Интерфейс Comparable<E>
  - int compareTo(E) — естественный порядок
- Интерфейс Comparator<E>
  - int compare(E, E) — сравнение элементов

<	=	>
-	0	+

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ (КОНТРАКТ)

- Транзитивность
- Антисимметричность

  sgn(o1.compareTo(o2)) == -sgn(o2.compareTo(o1))
- Согласованность с равенством

  o1.compareTo(o2) == 0 =>

  sgn(o1.compareTo(o3)) == sgn(o2.compareTo(o3))
- Согласованность с equals()

  o1.equals(o2) == (o1.compareTo(o2) == 0)

УПОРЯДОЧЕННЫЕ МНОЖЕСТВА (1)

- Интерфейс SortedSet<E>
  - first() – минимальный элемент
  - last() – максимальный элемент
  - headSet(E o) – подмножество элементов меньших o
  - tailSet(E o) – подмножество элементов больших либо равных o
  - subSet(E o1, E o2) – подмножество элементов меньших o2 и больше либо равных o2
- Класс TreeSet<E>

УПОРЯДОЧЕННЫЕ МНОЖЕСТВА (2)

- Интерфейс NavigableSet<E>
  - pollLast() – максимальный элемент
  - lower(o) – максимальный элемент < данного
  - floor(o) – максимальный элемент ≤ данного
  - pollFirst() – минимальный элемент
  - higher(o) – минимальный элемент > данного
  - ceiling(o) – минимальный элемент ≥ данного
  - descendingSet() – вид с обратным порядком
- Класс TreeSet<e>

УПОРЯДОЧЕННЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ (1)

- Интерфейс SortedMap<K, V>
  - firstKey() – минимальный ключ
  - lastKey() – максимальный ключ
  - headMap(K) – отображение ключей меньших o
  - tailMap(K) – отображение ключей больших либо равных o
  - subMap(K k1, K k2) – отображение ключей меньших k2 и больше либо равных k1
- Класс TreeMap<K, V>

УПОРЯДОЧЕННЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ (2)

- Интерфейс NavigableMap<K,V>
  - {pollLast | lower | floor | first | higher | ceiling}Key – поиск ключа
  - {pollLast | lower | floor | first | higher | ceiling}Entry – поиск пары
  - descendingMap() – вид с обратным порядком
- Класс TreeMap<K, V>

КЛАСС PriorityQueue

- Очередь с приоритетами
- Реализована на основе двоичной кучи

ПРИМЕР. ПРИМЕНЕНИЕ TreeSet

- Естественный порядок

```
SortedSet<String> words = new TreeSet<String>();
read(args[0], words);
dump(words);
```

- Порядок без учета регистра

```
SortedSet<String> words = new
   TreeSet<String>(String.CASE_INSENSITIVE_ORDER);
read(args[0], words);
c.dump();
```

АЛГОРИТМЫ

ЧАСТЬ 7

КЛАСС Collections

- Алгоритмы для работы с коллекциями
  - Простые операции
  - Перемешивание
  - Сортировка
  - Двоичный поиск
  - Поиск минимума и максимума
- Специальные коллекции
- Оболочки коллекций

ПРОСТЫЕ ОПЕРАЦИИ

- Заполнение списка указанным значением
  - fill(List<E>, E)
- Переворачивание списка
  - reverse(List<?> l)
- Копирование из списка в список
  - copy(List<? super E> to, List<? extends E> from)
- Перемешивание
  - Генерирует случайную перестановку
  - shuffle(List l)
  - shuffle(List l, Random r)

СОРТИРОВКИ

- Устойчивая сортировка
- Алгоритм – Merge Sort
- Методы
  - sort(List<?> l) – сортировка списка (естественный порядок)
  - sort(List<E> l, Comparator<? super E> c) – сортировка списка (указанный порядок)

ДВОИЧНЫЙ ПОИСК

- Осуществляет двоичный поиск в списке
  - Найден – индекс элемента
  - Не найден – –1 – индекс места вставки
- Методы
  - binarySearch(List<E> l, E o) – ищет o в списке
  - binarySearch(List<E> l, E o, Comparator<? super E> c) – ищет o в списке

ПОИСК МИНИМУМА И МАКСИМУМА

- Поиск минимума
  - min(Collection<E> c) – минимальный элемент (естественный порядок)
  - min(Collection<E> c, Comparator<? super E> cmp) – минимальный элемент (указанный порядок)
- Поиск максимума
  - max(Collection c) – максимальный элемент (естественный порядок)
  - max(Collection c, Comparator cmp) – максимальный элемент (указанный порядок)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОЛЛЕКЦИИ

- Пустые коллекции
  - emptySet() – пустое множество
  - emptyList() – пустой список
  - emptyMap() – пустое отображение
- Коллекции из одного элемента
  - singleton(E) – множество
  - singletonList(E) – список
  - singletonMap(K, V) – отображение

ОБОЛОЧКИ КОЛЛЕКЦИЙ

- Неизменяемые виды на коллекции
  - unmodifiableSet(Set<E> s) – неизменяемое множество
  - unmodifiableSortedSet(SortedSet<E> s) – неизменяемое упорядоченное множество
  - unmodifiableList(List<E> l) – неизменяемый список
  - unmodifiableMap(Map<E> m) – неизменяемое отображение
  - unmodifiableSortedMap(SortedMap<E> m) – неизменяемое упорядоченное отображение

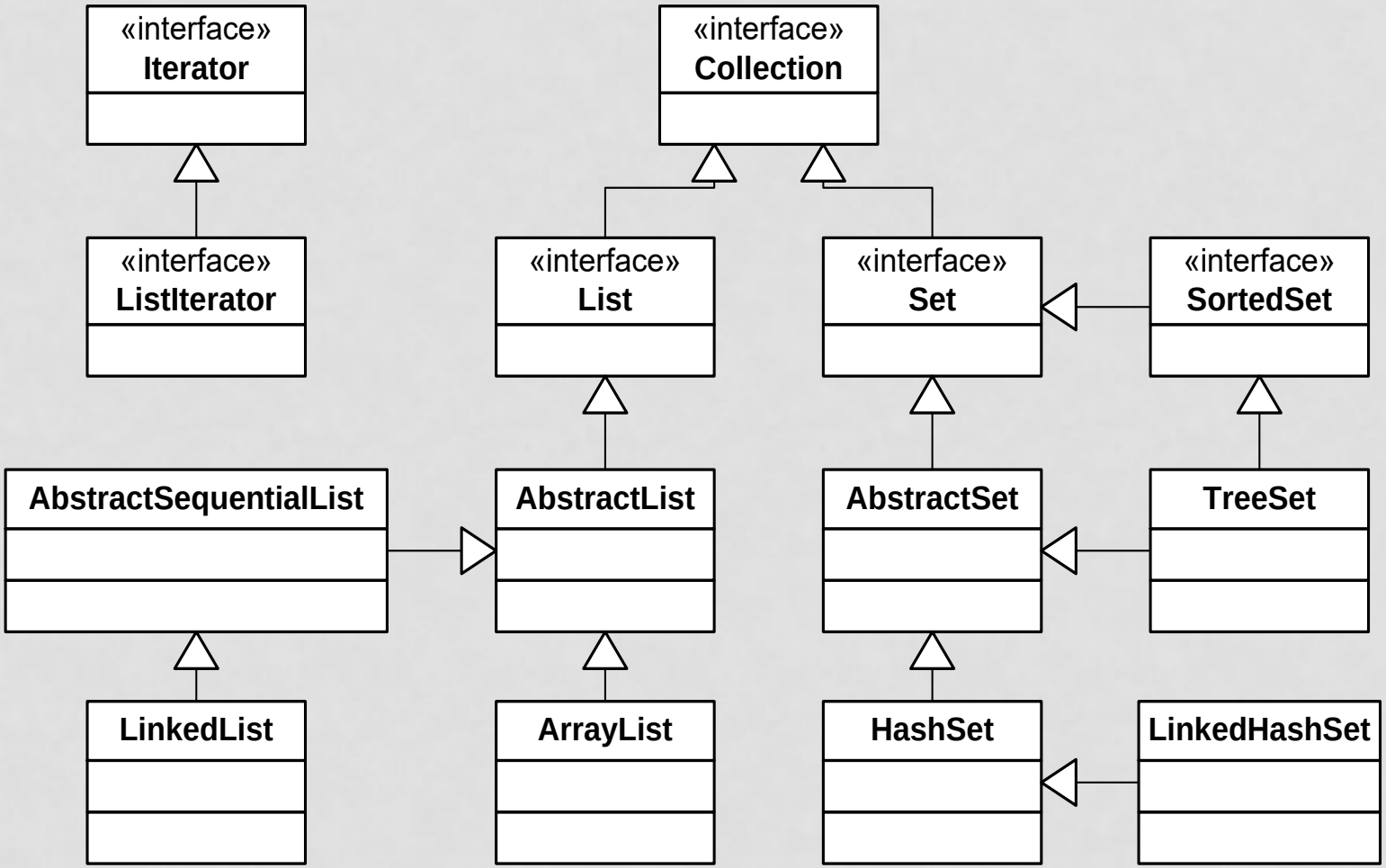
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЧАСТЬ 9

УСТАРЕВШИЕ КОЛЛЕКЦИИ

- Устаревшие коллекции являются синхронизированными
- Vector (ArrayList)
  - Stack (ArrayList)
- Dictionary (Map)
  - Hashtable (HashMap)
- Enumeration (Iterator)

СТРУКТУРА COLLECTIONS FRAMEWORK (1)



СТРУКТУРА COLLECTIONS FRAMEWORK (2)