

# Тема 3. Коллекции языка Kotlin

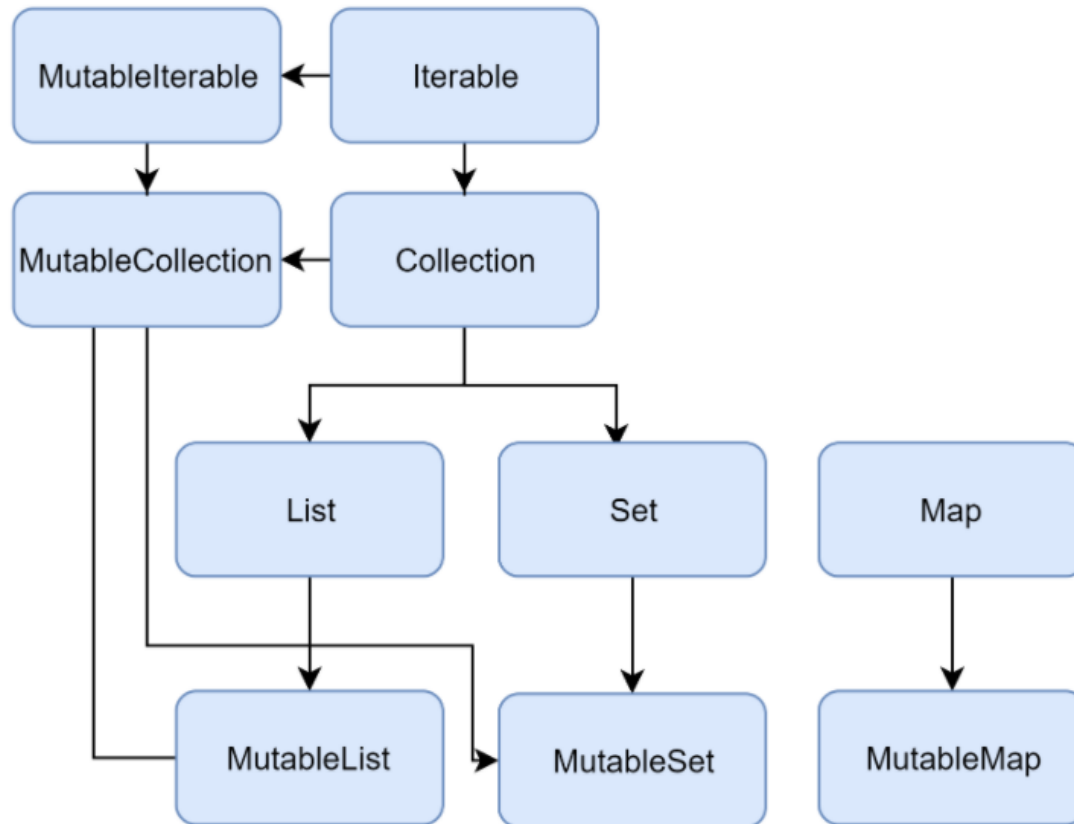
Романов Владимир Юрьевич  
МГУ им. М.В.Ломоносова, ф-т ВМК  
vladimir.romanov@gmail.com

## ***1.4. КОЛЛЕКЦИИ В KOTLIN***

# Виды коллекций. Изменяемые и не изменяемые

- *Стандартная библиотека Kotlin* предоставляет реализации для основных видов коллекций:
  - Множество
  - Список
  - Карта
- Пара интерфейсов представляет каждый вида коллекции:
  - интерфейс *только для чтения* - только операции для доступа к элементам коллекции.
  - интерфейс *изменяемый*, расширяет интерфейс *только для чтения* операциями записи: добавления, удаления и обновления его элементов.

# Виды коллекций. Схема



Коллекции в языке Kotlin

# Виды коллекций. Collection (Коллекция)

- Интерфейс **Collection** поддерживает доступ к коллекции только для чтения

```
public interface Collection<out E> : Iterable<E> {  
    public val size: Int  
    public fun isEmpty(): Boolean  
    public operator fun contains(element: E): Boolean  
    override fun iterator(): Iterator<E>  
    public fun containsAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
}
```

- Потомки **Collection** интерфейсы **List** и **Set**
- Коллекции *только для чтения* **ковариантны (out)**. Т.е если класс **Rectangle** наследуется от **Shape**, можно использовать **List<Rectangle>** везде, где требуется **List<Shape>**.
- Если **Rectangle** **:> Shape** то **List<Rectangle>** **:> List<Shape>**

# Виды коллекций. Итераторы и итерируемые

```
public interface Iterable<out T> {  
    public operator fun iterator(): Iterator<T>  
}
```

```
public interface Iterator<out T> {  
    public operator fun next(): T  
    public operator fun hasNext(): Boolean  
}
```

# Виды коллекций. MutableCollection (Изменяемая коллекция)

- **MutableCollection** - это коллекция с операциями записи, такими как **add** и **remove**.
- Потомки **Collection** классы **List** и **Set**
- Изменяемые коллекции *не ковариантны*, т.к это привело бы к сбоям во время выполнения.
- Если **MutableList<Rectangle>** был подтипом **MutableList<Shape>**, в него можно было бы вставить других наследников **Shape** (например, **Circle**), тем самым нарушив его аргумент типа **Rectangle**.

# Объявление MutableCollection (Изменяемая коллекция)

```
public interface MutableCollection<E>  
    : Collection<E>, MutableIterable<E>  
{  
    override fun iterator(): MutableIterator<E>  
  
    public fun add(element: E): Boolean  
    public fun remove(element: E): Boolean  
    public fun addAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    public fun removeAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    public fun retainAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    public fun clear(): Unit  
}
```



# Виды коллекций. Модифицируемые итерируемые

- В интерфейс `MutableIterator` добавлена функция `remove`

```
public interface MutableIterable<out T>  
    : Iterable<T>  
{  
    override fun iterator(): MutableIterator<T>  
}  
public interface MutableIterator<out T>  
    : Iterator<T>  
{  
    public fun remove(): Unit  
}
```

# Виды коллекций. List (Список)

- **List** - это упорядоченная коллекция с доступом к элементам по их номеру.
- Элементы могут встречаться в списке более одного раза.
- Пример списка - это предложение:  
группа слов порядок которых важен и которые могут повторяться.
- В Kotlin реализацией **List** по умолчанию является **ArrayList**, который можно рассматривать как массив с изменяемым размером.

```
val stringList: List<String>  
= listOf("This", "is", "cat")
```

# Объявление Списка

```
public interface List<out E> : Collection<E> {  
    override val size: Int  
    override fun isEmpty(): Boolean  
    override fun contains(element: E): Boolean  
    override fun iterator(): Iterator<E>  
    override fun containsAll(elements:  
        Collection<E>): Boolean  
  
    public operator fun get(index: Int): E  
    public fun indexOf(element: E): Int  
    public fun lastIndexOf(element: E): Int  
    public fun listIterator(): ListIterator<E>  
    public fun listIterator(index: Int)  
        : ListIterator<E>  
    public fun subList(fromIndex: Int, toIndex: Int)  
        : List<E>  
}
```

# Пример использования списка

```
val numbers
```

```
    = listOf("one", "two", "three", "four")
```

```
println("Number of elements: ${numbers.size}")
```

```
println("Third element: ${numbers.get(2)}")
```

```
println("Fourth element: ${numbers[3]}")
```

```
println("""Index of element "two"
```

```
  | ${numbers.indexOf("two")}""").trimMargin()
```

# Виды коллекций. MutableList (Изменяемый список) (1)

```
public interface MutableList<E>  
    : List<E>, MutableCollection<E> {  
override fun add(element: E): Boolean  
override fun remove(element: E): Boolean  
override fun addAll(elements: Collection<E>)  
    : Boolean  
override fun removeAll(elements: Collection<E>)  
    : Boolean  
override fun retainAll(elements: Collection<E>)  
    : Boolean  
override fun clear(): Unit  
// ...  
}
```

# Виды коллекций. MutableList (Изменяемый список) (2)

```
public interface MutableList<E>  
    : List<E>, MutableCollection<E> {  
  
    // ...  
  
    override fun listIterator()  
        : MutableListIterator<E>  
  
    override fun listIterator(index: Int)  
        : MutableListIterator<E>  
  
    override fun subList(fromIndex: Int,  
        toIndex: Int)  
        : MutableList<E>  
  
    // ...  
}
```

# Виды коллекций. MutableList (Изменяемый список) (3)

```
public interface MutableList<E>  
    : List<E>, MutableCollection<E> {  
    // ...  
  
    public fun addAll(index: Int,  
                    elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    public operator fun set(index: Int, element: E)  
        : E  
    public fun add(index: Int, element: E): Unit  
    public fun removeAt(index: Int): E  
}
```

# Пример использования изменяемого списка

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4)
numbers.add(5)
numbers.removeAt(1)
numbers[0] = 0
numbers.shuffle()
println(numbers)
```



# Виды коллекций. Set (Множество)

- **Set** - это множество уникальных элементов.
- Абстракция множества: группа элементов без повторения.
- Пример множества алфавит - это набор букв.
- Умалчиваемая реализация множества **LinkedHashSet**
- Другая реализация **HashSet** не сохраняет порядок элементов.
- Но **HashSet** требует меньше памяти для хранения того же количества элементов.

```
val stringSet: Set<String> = setOf("a", "b", "c")
```

# Объявление множества

```
public interface Set<out E> : Collection<E> {  
    override val size: Int  
    override fun isEmpty(): Boolean  
    override fun contains(element: E): Boolean  
    override fun iterator(): Iterator<E>  
    override fun containsAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
}
```

# Пример использования множества

```
val numbers = setOf(1, 2, 3, 4)
println("Number of elements: ${numbers.size}")
```

```
if (numbers.contains(1))
    println("1 is in the set")
```

```
val numbersBackwards = setOf(4, 3, 2, 1)
println("The sets are equal:" +
    " ${numbers == numbersBackwards}")
```

# Объявление изменяемого множества

- Умалчиваемая реализация изменяемого множества `LinkedHashSet`

```
public interface MutableSet<E>  
    : Set<E>, MutableCollection<E>  
{  
    override fun iterator(): MutableIterator<E>  
  
    override fun add(element: E): Boolean  
    override fun remove(element: E): Boolean  
  
    override fun addAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    override fun removeAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    override fun retainAll(elements: Collection<E>)  
        : Boolean  
    override fun clear(): Unit  
}
```

# Пример использования изменяемого множества

```
val numbers = setOf(1, 2, 3, 4)
```

```
val numbersBackwards = setOf(4, 3, 2, 1)
```

```
println(numbers.first() == numbersBackwards.first())
```

```
println(numbers.first() == numbersBackwards.last())
```

# Виды коллекций. Map (Карта)

- **Map** - Карта (или словарь) - это набор *пар (entry) ключ-значение*.
- *Ключи* уникальны, и каждый из них соответствует ровно одному *значению*.
- *Значения* могут повторяться.
- Пример: *ключ* это английское слово  
*значение* это список русских слов - переводов английского слова
- По умолчанию реализация карты **LinkedHashMap**. Она сохраняет порядок вставки элементов
- Другая реализация карты **HashMap** не сохраняет порядок элементов.

```
val numbersMap: Map<String, Int>  
= mapOf("One" to 1,  
        "Two" to 2,  
        "Three" to 3,  
        "Four" to 4)
```

# Объявление карты

```
public interface Map<K, out V> {  
    public val size: Int  
    public fun isEmpty(): Boolean  
    public fun containsKey(key: K): Boolean  
    public fun containsValue(value: V): Boolean  
    public operator fun get(key: K): V?
```

```
    public val keys: Set<K>  
    public val values: Collection<V>  
    public val entries: Set<Map.Entry<K, V>>
```

```
public interface Entry<out K, out V> {  
    public val key: K  
    public val value: V  
}  
}
```

# Примеры использования карты

```
val numbersMap = mapOf("key1" to 1,  
                        "key2" to 2,  
                        "key3" to 3,  
                        "key4" to 1)
```

```
println("All keys: ${numbersMap.keys}")  
println("All values: ${numbersMap.values}")
```

```
if ("key2" in numbersMap)  
    println("""Value by key "key2":"""  
            + """ ${numbersMap["key2"]}""")
```

```
if (1 in numbersMap.values)  
    println("The value 1 is in the map")
```

```
if (numbersMap.containsValue(1))  
    println("The value 1 is in the map")
```



# Виды коллекций. MutableMap (Изменяемая карта)

```
public interface MutableMap<K, V>
    : Map<K, V> {
public fun put(key: K, value: V): V?
public fun remove(key: K): V?
public fun putAll(from: Map<out K, V>)
    : Unit
public fun clear(): Unit

override val keys: MutableSet<K>
override val values: MutableCollection<V>
override val entries:
    MutableSet<MutableMap.MutableEntry<K, V>>

public interface MutableEntry<K, V>
    : Map.Entry<K, V> {
public fun setValue(newValue: V): V
}
}
```

# Примеры использования изменяемой карты

```
val numbersMap1: MutableMap<String, Int>  
    = mutableMapOf("one" to 1, "two" to 2)
```

```
numbersMap1.put("three", 3)
```

```
numbersMap1["one"] = 11
```

```
println(numbersMap1)
```

# Конструирование множеств

```
val emptySet = emptySet<String>()
```

```
val set1 = setOf<String>()
```

```
val numbersSet = setOf("one", "two", "three")
```

```
val mSet1 = mutableSetOf<String>()
```

```
val mNumbersSet = mutableSetOf("one", "two", "three")
```

```
val presizedSet = HashSet<Int>(32)
```

# Конструирование списков

```
val emptyList = emptyList<String>()
```

```
val list1 = listOf<String>()
```

```
val numbersList = listOf("one", "two", "three")
```

```
val doubled = List(3) { it * 2 }
```

```
val linkedList = LinkedList<String>(listOf("one", "two", "three"))
```

```
val mList1 = mutableList<String>()
```

```
val mNumbersList = mutableList("one", "two", "three")
```

# Конструирование карт

```
val emptyMap = emptyMap<String, Int>()
```

```
val numbersMap = mapOf("key1" to 1,  
    "key2" to 2,  
    "key3" to 3)
```

```
val numbersMap  
    = mutableMapOf<String, String>()  
    .apply { this["one"] = "1";  
            this["two"] = "2" }
```

# Конструирование копированием

```
val sourceList = mutableListOf(1, 2, 3)  
val copyList = sourceList.toMutableList()  
val readOnlyCopyList = sourceList.toList()
```

```
val sourceList = mutableListOf(1, 2, 3)  
val copySet = sourceList.toMutableSet()
```

# Конструирование вызовом функций над коллекциями

```
val strings = listOf("one", "two", "three")
val longerThan3 = strings.filter { it.length > 3 }

val numbers = setOf(1, 2, 3)
val numbers1 = numbers.map { it * 3 }
val numbers2 =
    numbers.mapIndexed { idx, value -> value * idx }

val map: Map<String, Int>
    = strings.associateWith { it.length }
```

# Итераторы над коллекциями

```
val numbers = listOf("one", "two", "three")
```

```
val numbersIterator = numbers.iterator()
```

```
while (numbersIterator.hasNext())  
    println(numbersIterator.next())
```

```
for (item in numbers)  
    println(item)
```

```
numbers.forEach { println(it) }
```



# Преобразования коллекций. Mapping

```
val numbers1 = setOf(1, 2, 3)
val numbers2 = numbers1.map { it * 3 }
val numbers3
    = numbers1.mapIndexed
      { idx, value -> value * idx }

val numbers4
    = numbers1.mapNotNull
      { if ( it == 2) null else it * 3 }
val numbers5
    = numbers1.mapIndexedNotNull
      { idx, value ->
        if (idx == 0) null else value * idx }
```

# Преобразования карт. Mapping

```
val numbersMap: Map<String, Int>  
  = mapOf("key1" to 1,  
          "key2" to 2,  
          "key3" to 3)
```

```
val numbersMap1: Map<String, Int>  
  = numbersMap.mapKeys  
    { it.key.toUpperCase() }
```

```
val numbersMap2: Map<String, Int>  
  = numbersMap.mapValues  
    { it.value + it.key.length }
```

# Преобразования коллекций. Zipping

```
val colors = listOf("red", "brown", "grey")
val animals = listOf("fox", "bear", "wolf")
println(colors zip animals)
```

```
val twoAnimals = listOf("fox", "bear")
println(colors.zip(twoAnimals))
// [(red, fox), (brown, bear), (grey, wolf)]
// [(red, fox), (brown, bear)]
```

```
val numberPairs
  = listOf("one" to 1, "two" to 2, "three" to 3)
println(numberPairs.unzip())
// ([one, two, three], [1, 2, 3])
```

# Преобразования коллекций. Association

```
val numbers = listOf("one", "two", "three")
```

```
println(numbers.associateWith { it.length })  
// {one=3, two=3, three=5}
```

```
println(numbers.associateWith { it.length })  
// {one=3, two=3, three=5}
```

```
println(numbers.associateBy  
    { it.first().toUpperCase() })  
println(numbers.associateBy(  
    keySelector = { it.first().toUpperCase() },  
    valueTransform = { it.length } ))  
// {O=one, T=three, F=four}  
// {O=3, T=5, F=4}
```

# Преобразования коллекций. Flattening

```
val numberSets = listOf(setOf(1, 2, 3),
                          setOf(4, 5, 6),
                          setOf(1, 2))
println(numberSets.flatten())
// [1, 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2]
```

```
class Data(val items : List<String>)
```

```
val dataObjects = listOf(
    Data(listOf("a", "b", "c")),
    Data(listOf("1", "2", "3"))
)
val items: List<String>
    = dataObjects.flatMap { it.items }
// [a, b, c, 1, 2, 3]
```

# Фильтрация коллекций. predicate

```
val numbers = listOf("one", "two", "three")
val longerThan3
    = numbers.filter { it.length > 3 }
println(longerThan3)
```

```
val numbersMap =
    mapOf("key1" to 1,
          "key2" to 2,
          "key3" to 3)
val filteredMap
    = numbersMap.filter
      { (key, value) ->
        key.endsWith("1") && value > 10 }
println(filteredMap)
```

# Фильтрация коллекций. Partitioning

```
val numbers = listOf("one", "two", "three")  
val (match, rest)  
    = numbers.partition { it.length > 3 }
```

```
println(match)  
println(rest)  
// [three, four]  
// [one, two]
```

# Фильтрация коллекций. Testing predicates

```
val numbers
```

```
    = listOf("one", "two", "three", "four")
```

```
println(numbers.any { it.endsWith("e") })
```

```
println(numbers.none { it.endsWith("a") })
```

```
println(numbers.all { it.endsWith("e") })
```

```
println(emptyList<Int>().all { it > 5 })
```

```
// true
```

```
// true
```

```
// false
```

```
// true
```



# Операторы + и -

```
val numbers  
    = listOf("one", "two", "three", "four")
```

```
val plusList = numbers + "five"  
val minusList = numbers - listOf("three", "four")  
println(plusList)  
println(minusList)  
// [one, two, three, four, five]  
// [one, two]
```

# Группирование. groupBy

```
val numbers
    = listOf("one", "two", "three",
             "four", "five")

println(numbers.groupBy
            { it.first().toUpperCase() })

println(numbers.groupBy(
            keySelector = { it.first() },
            valueTransform = { it.toUpperCase() })))

// {O=[one], T=[two, three], F=[four, five]}
// {o=[ONE], t=[TWO, THREE], f=[FOUR, FIVE]}
```

# Восстановление частей коллекции. Slice

- Функция **slice** возвращает список элементов коллекции с заданными индексами.
- Индексы могут быть переданы как диапазон или как набор целочисленных значений.

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five", "six")  
println(numbers.slice(1..3))  
println(numbers.slice(0..4 step 2))  
println(numbers.slice(setOf(3, 5, 0)))  
// [two, three, four]  
// [one, three, five]  
// [four, six, one]
```

# Восстановление частей коллекции. take & drop

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five", "six")  
println(numbers.take(3))  
println(numbers.takeLast(3))  
println(numbers.drop(1))  
println(numbers.dropLast(5))  
// [one, two, three]  
// [four, five, six]  
// [two, three, four, five, six]  
// [one]
```

# Восстановление частей коллекции. takeWhile & dropWhile

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five", "six")  
println(numbers.takeWhile  
        { !it.startsWith('f') })  
println(numbers.takeLastWhile  
        { it != "three" })  
println(numbers.dropWhile  
        { it.length == 3 })  
println(numbers.dropLastWhile  
        { it.contains('i') })  
  
// [one, two, three]  
// [four, five, six]  
// [three, four, five, six]  
// [one, two, three, four]
```

# Восстановление частей коллекции. chunked

```
val numbers = (0..13).toList()
println(numbers.chunked(3))
// [[0, 1, 2], [3, 4, 5], [6, 7, 8], [9, 10, 11], [12, 13]]
```

```
val numbers = (0..13).toList()
println(numbers.chunked(3) { it.sum() })
// [3, 12, 21, 30, 25]
```

# Восстановление частей коллекции. windowed

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five")  
println(numbers.windowed(3))  
// [[one, two, three], [two, three, four], [three, four, five]]
```

```
val numbers = (1..10).toList()  
println(numbers.windowed(3, step = 2,  
                        partialWindows = true))  
println(numbers.windowed(3) { it.sum() })  
// [[1, 2, 3], [3, 4, 5], [5, 6, 7], [7, 8, 9], [9, 10]]  
// [6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27]
```

## Восстановление частей коллекции. zip

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five")  
println(numbers.zipWithNext())  
println(numbers.zipWithNext()  
        { s1, s2 -> s1.length > s2.length})  
// [(one, two), (two, three), (three, four), (four, five)]  
// [false, false, true, false]
```



# Получение элемента. По позиции

```
val numbers = linkedSetOf("one", "two", "three",  
                          "four", "five")  
println(numbers.elementAt(3))
```

```
val numbersSortedSet = sortedSetOf("one", "two",  
                                    "three", "four")  
println(numbersSortedSet.elementAt(0))
```

```
println(numbers.first())  
println(numbers.last())
```

```
println(numbers.elementAtOrNull(5))  
println(numbers.elementAtOrElse(5)  
    { index -> "The value for index $index is undefined"})
```

## Получение элемента. По позиции

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five", "six")  
println(numbers.first { it.length > 3 })  
println(numbers.last { it.startsWith("f") })  
  
println(numbers.firstOrNull { it.length > 6 })
```

```
val numbers = listOf(1, 2, 3, 4)  
println(numbers.find { it % 2 == 0 })  
println(numbers.findLast { it % 2 == 0 })
```

# Получение случайного элемента

```
val numbers = listOf(1, 2, 3, 4)  
println(numbers.random())
```

# Проверка существования элемента

```
val numbers = listOf("one", "two", "three",  
                    "four", "five", "six")  
println(numbers.contains("four"))  
println("zero" in numbers)
```

```
println(numbers.containsAll  
        (listOf("four", "two")))  
println(numbers.containsAll  
        (listOf("one", "zero")))
```

```
println(numbers.isEmpty())  
println(numbers.isNotEmpty())
```

```
val empty = emptyList<String>()  
println(empty.isEmpty())  
println(empty.isNotEmpty())
```

# Упорядочение коллекции

```
val lengthComparator = Comparator
    { str1: String, str2: String
      -> str1.length - str2.length }
println(listOf("aaa", "bb", "c")
    .sortedWith(lengthComparator))
println(listOf("aaa", "bb", "c")
    .sortedWith(compareBy { it.length })))

val numbers = listOf("one", "two",
    "three", "four")

println("Sorted ascending: ${numbers.sorted()}")
println("Sorted descending: ${numbers.sortedDescending()}")
```

# Собственный порядок коллекции

```
val numbers = listOf("one", "two",  
                    "three", "four")
```

```
val sortedNumbers  
    = numbers.sortedBy { it.length }  
println("Sorted by length ascending: $sortedNumbers")
```

```
val sortedByLast  
    = numbers.sortedByDescending { it.last() }  
println("Sorted by the last letter descending: $sortedByLast")
```

# Обратный порядок коллекции

```
val numbers = listOf("one", "two",  
                    "three", "four")  
println(numbers.reversed())
```

```
val reversedNumbers = numbers.asReversed()  
println(reversedNumbers)
```

```
val reversedNumbers = numbers.asReversed()  
println(reversedNumbers)
```

```
numbers.add("five")  
println(reversedNumbers)
```

# Случайный порядок коллекции

```
val numbers = listOf("one", "two",  
                    "three", "four")  
println(numbers.shuffled())
```



# Агрегатные операции. min, sum, average

```
val numbers = listOf(6, 42, 10, 4)
```

```
println("Count: ${numbers.count()}")
```

```
println("Max: ${numbers.max()}")
```

```
println("Min: ${numbers.min()}")
```

```
println("Average: ${numbers.average()}")
```

```
println("Sum: ${numbers.sum()}")
```

```
// Count: 4
```

```
// Max: 42
```

```
// Min: 4
```

```
// Average: 15.5
```

```
// Sum: 62
```

# Агрегатные операции. `maxBy`, `maxWith`

- `maxBy()/minBy()` берет функцию-селектор и возвращает элемент, для которого она возвращает наибольшее или наименьшее значение.
- `maxWith()/minWith()` берет объект *Comparator* и возвращает наибольший или наименьший элемент в полученный соответствии с параметром *Comparator*.

```
val numbers = listOf(5, 42, 10, 4)
val min3Remainder = numbers.minByOrNull { it % 3 }
println(min3Remainder)
```

```
val strings = listOf("one", "two",
    "three", "four")
val longestString
    = strings.maxWithOrNull(compareBy { it.length })
println(longestString)
// 42
// three
```

# Агрегатные операции. sumBy, sumByDouble

```
val numbers = listOf(5, 42, 10, 4)
println(numbers.sumBy { it * 2 })
println(numbers.sumByDouble{ it.toDouble() / 2 })
// 122
// 30.5
```

# Функции fold и reduce

```
val numbers = listOf(5, 2, 10, 4)
val sum = numbers.reduce
    { sum, element -> sum + element }
println(sum)
val sumDoubled = numbers.fold(0)
    { sum, element -> sum + element * 2 }
println(sumDoubled)
```

- Функции **reduce** и **fold** последовательно применяют предоставленную операцию к элементам коллекции и возвращают накопленный результат.
- первый аргумент это ранее накопленное значение
- второй аргумент это элемент коллекции.
  
- **fold** принимает начальное значение и использует его как накопленное значение на первом шаге
- **reduce** на первом шаге использует первый и второй элементы

# Функции foldIndexed и foldRightIndexed

```
val numbers = listOf(5, 2, 10, 4)
val sumEven = numbers.foldIndexed(0)
    { idx, sum, element ->
        if (idx % 2 == 0) sum + element else sum }
println(sumEven)
```

```
val sumEvenRight = numbers.foldRightIndexed(0)
    { idx, element, sum ->
        if (idx % 2 == 0) sum + element else sum }
println(sumEvenRight)
```

- reduceOrNull
- reduceRightOrNull
- reduceIndexedOrNull
- reduceRightIndexedOrNull

## Изменения в коллекции. Добавление

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4)
numbers.add(5)
println(numbers)
```

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 5, 6)
numbers.addAll(arrayOf(7, 8))
println(numbers)
numbers.addAll(2, setOf(3, 4))
println(numbers)
```

```
val numbers = mutableListOf("one", "two")
numbers += "three"
println(numbers)
numbers += listOf("four", "five")
println(numbers)
```

# Изменения в коллекции. Удаление(1)

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4, 3)
numbers.remove(3) // Удаляется первая 3`
println(numbers)
numbers.remove(5) // Ничего не удаляется
println(numbers)

numbers.retainAll { it >= 3 }
println(numbers)
```

## Изменения в коллекции. Удаление(2)

```
val numbersSet = mutableSetOf("one", "two",  
                               "three", "four")  
numbersSet.removeAll(setOf("one", "two"))  
println(numbersSet)
```

```
val numbers = mutableListOf("one", "two",  
                             "three", "three", "four")  
numbers -= "three"  
println(numbers)  
numbers -= listOf("four", "five")  
println(numbers)
```



## Списки. Доступ по индексу

```
val numbers = listOf(1, 2, 3, 4)
println(numbers.get(0))
println(numbers[0])
// numbers.get(5) // exception!
println(numbers.getOrNull(5)) // null
println(numbers.getOrElse(5, {it})) // 5
```

```
val numbers = (0..13).toList()
println(numbers.subList(3, 6))
```

# Списки. Линейный поиск

```
val numbers = listOf(1, 2, 3, 4, 2, 5)
println(numbers.indexOf(2))
println(numbers.lastIndexOf(2))
```

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4)
println(numbers.indexOfFirst { it > 2 })
println(numbers.indexOfLast { it % 2 == 1 })
```

# Списки. Двоичный поиск в отсортированных списках

- Бинарный поиск - работает значительно быстрее линейного поиска
- Требуется чтобы список был отсортирован в порядке возрастания в соответствии с определенным порядком: естественным или другим, указанным в параметре функции.
- В противном случае результат не определен.

```
val numbers = mutableListOf("one", "two",  
                             "three", "four")  
  
numbers.sort()  
println(numbers)  
println(numbers.binarySearch("two")) // 3  
println(numbers.binarySearch("z")) // -5  
println(numbers.binarySearch("two", 0, 2)) // -3
```

# Списки. Двоичный поиск с компаратором

```
data class Product(val name: String,  
                  val price: Double)  
val productList = listOf(  
    Product("WebStorm", 49.0),  
    Product("AppCode", 99.0),  
    Product("DotTrace", 129.0),  
    Product("ReSharper", 149.0))  
  
println(productList.binarySearch(  
    Product("AppCode", 99.0),  
    compareBy<Product> { it.price }  
        .thenBy { it.name })))  
val colors = listOf("Blue", "green",  
                    "ORANGE", "Red", "yellow")  
println(colors.binarySearch("RED",  
    String.CASE_INSENSITIVE_ORDER)) // 3
```

# Списки. Двоичный поиск с функцией сравнения

- Двоичный поиск с *функцией сравнения* позволяет находить элементы без предоставления явных значений поиска
- Вместо этого он принимает элементы функции сравнения, отображающие значения **Int**, и ищет элемент, в котором функция возвращает ноль
- Список должен быть отсортирован в порядке возрастания в соответствии с предоставленной функцией

```
fun priceComparison(product: Product,  
                    price: Double)  
    = sign(product.price - price).toInt()  
val productList = listOf(  
    Product("WebStorm", 49.0),  
    Product("AppCode", 99.0),  
    Product("DotTrace", 129.0),  
    Product("ReSharper", 149.0))  
println(productList.binarySearch  
    { priceComparison(it, 99.0) })
```

## Списки. Добавление и обновление

```
val numbers = mutableListOf("one",  
                             "five", "six")  
numbers.add(1, "two")  
numbers.addAll(2, listOf("three", "four"))  
println(numbers)
```

```
val numbers = mutableListOf("one",  
                             "five", "three")  
numbers[1] = "two"  
println(numbers)
```

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4)  
numbers.fill(3)  
println(numbers)
```

# Списки. Удаление

```
val numbers = mutableListOf(1, 2, 3, 4, 3)
numbers.removeAt(1)
println(numbers)
```

```
numbers.removeFirst()
numbers.removeLast()
println(numbers)
```

```
val empty = mutableListOf<Int>()
// empty.removeFirst()
// NoSuchElementException: List is empty.
empty.removeFirstOrNull() // null
```

# Списки. Сортировка (1)

```
val numbers = mutableListOf("one", "two",  
                             "three", "four")  
numbers.sort()  
println("Sort into ascending: $numbers")  
numbers.sortDescending()  
println("Sort into descending: $numbers")  
  
numbers.sortBy { it.length }  
println("Sort into ascending by length: $numbers")  
  
numbers.sortByDescending { it.last() }  
println("Sort into descending by the last letter: $numbers")
```



## Списки. Сортировка (2)

```
numbers.sortWith(compareBy<String>  
    { it.length }.thenBy { it })  
println("Sort by Comparator: $numbers")
```

```
numbers.shuffle()  
println("Shuffle: $numbers")
```

```
numbers.reverse()  
println("Reverse: $numbers")
```

# Множества. Функции union, intersect и subtract

```
val numbers = setOf("one", "two", "three")
```

```
println(numbers union setOf("four", "five"))
```

```
println(setOf("four", "five") union numbers)
```

```
println(numbers intersect setOf("two", "one"))
```

```
println(numbers subtract setOf("three", "four"))
```

```
println(numbers subtract setOf("four", "three"))
```

```
// [one, two, three, four, five]
```

```
// [four, five, one, two, three]
```

```
// [one, two]
```

```
// [one, two]
```

```
// [one, two]
```

# Карты. Получение ключей и значений

- **getOrElse** работает так же, как и для списков: значения для несуществующих ключей возвращаются из данной лямбда-функции.
- **getOrElseDefault** возвращает указанное значение по умолчанию, если ключ не найден.

```
val numbersMap = mapOf("one" to 1,  
                       "two" to 2,  
                       "three" to 3)  
println(numbersMap.get("one"))  
println(numbersMap["one"])  
println(numbersMap.getOrElse("four", 10))  
println(numbersMap["five"]) // null  
// numbersMap.getValue("six") // exception!  
println(numbersMap.keys)  
println(numbersMap.values)
```

## Карты. Фильтрация (1)

```
val numbersMap = mapOf("key1" to 1,  
    "key2" to 2,  
    "key3" to 3,  
    "key11" to 11)  
val filteredMap = numbersMap.filter  
    { (key, value) ->  
        key.endsWith("1") && value > 10}  
println(filteredMap)  
// {key11=11}
```

## Карты. Фильтрация (2)

```
val filteredKeysMap = numbersMap.filterKeys
    { it.endsWith("1") }
val filteredValuesMap = numbersMap.filterValues
    { it < 10 }
println(filteredKeysMap)
println(filteredValuesMap)
// {key1=1, key11=11}
// {key1=1, key2=2, key3=3}
```

## Карты. Операции + и -

```
val numbersMap = mapOf("one" to 1,  
    "two" to 2,  
    "three" to 3)  
println(numbersMap + Pair("four", 4))  
println(numbersMap + Pair("one", 10))  
println(numbersMap + mapOf("five" to 5,  
    "one" to 11))  
  
// {one=1, two=2, three=3, four=4}  
// {one=10, two=2, three=3}  
// {one=11, two=2, three=3, five=5}  
  
println(numbersMap - "one")  
println(numbersMap - listOf("two", "four"))  
  
// {two=2, three=3}  
// {one=1, three=3}
```

# Карты. Добавление и обновление (1)

```
val numbersMap = mutableMapOf("one" to 1,
                                "two" to 2)
numbersMap.put("three", 3)
println(numbersMap)
// {one=1, two=2, three=3}
numbersMap.putAll(setOf("four" to 4,
                        "five" to 5))
println(numbersMap)
// {one=1, two=2, three=3, four=4, five=5}
val previousValue = numbersMap.put("one", 11)
println("value associated with 'one'," +
        " before: $previousValue," +
        " after: ${numbersMap["one"]}")
println(numbersMap)
// value associated with 'one', before: 1, after: 11
// {one=11, two=2}
```

## Карты. Добавление и обновление (2)

```
val numbersMap = mutableMapOf("one" to 1,  
                               "two" to 2)
```

```
numbersMap["three"] = 3
```

```
// Аналог numbersMap.set("three", 3)
```

```
numbersMap += mapOf("four" to 4, "five" to 5)
```

```
println(numbersMap)
```

```
// {one=1, two=2, three=3, four=4, five=5}
```



## Карты. Удаление (1)

```
val numbersMap = mutableMapOf("one" to 1,  
                               "two" to 2,  
                               "three" to 3)  
numbersMap.remove("one")  
println(numbersMap)  
// {two=2, three=3}
```

```
numbersMap.remove("three", 4)  
// Ничего не удаляется.  
println(numbersMap)  
// {two=2, three=3}
```

## Карты. Удаление (2)

```
val numbersMap = mutableMapOf("one" to 1,  
                               "two" to 2,  
                               "three" to 3,  
                               "threeAgain" to 3)  
numbersMap.keys.remove("one")  
println(numbersMap)  
// {two=2, three=3, threeAgain=3}
```

```
numbersMap.values.remove(3)  
println(numbersMap)  
// {two=2, threeAgain=3}
```

## Карты. Удаление (3)

```
val numbersMap = mutableMapOf("one" to 1,  
                                "two" to 2,  
                                "three" to 3)
```

```
numbersMap -= "two"  
println(numbersMap)  
// {one=1, three=3}
```

```
numbersMap -= "five"  
// Ничего не удаляется.  
println(numbersMap)  
// {one=1, three=3}
```

# ***ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ*** ***(SEQUENCES)***

# Отличие коллекций и последовательностей.

- **Коллекции** - при работе с коллекциями функции немедленно создают промежуточные коллекции. Результат, полученный на каждом промежуточном шаге, сразу же сохраняется во временном списке.
- **Последовательности (sequences)** - дают способ реализации таких вычислений, позволяющий избежать создания временных промежуточных объектов.
- Любую **коллекцию** можно преобразовать в **последовательность**, вызвав функцию-расширение **asSequence()**.
- Любую **последовательность** можно преобразовать в **коллекцию**, вызвав функцию-расширение **toList()**.
- Для **последовательности** все операции применяются к каждому элементу поочередно. Это означает, что некоторые элементы могут не подвергнуться преобразованию, если результат будет вычислен прежде, чем до них дойдет очередь.

# Пример последовательности

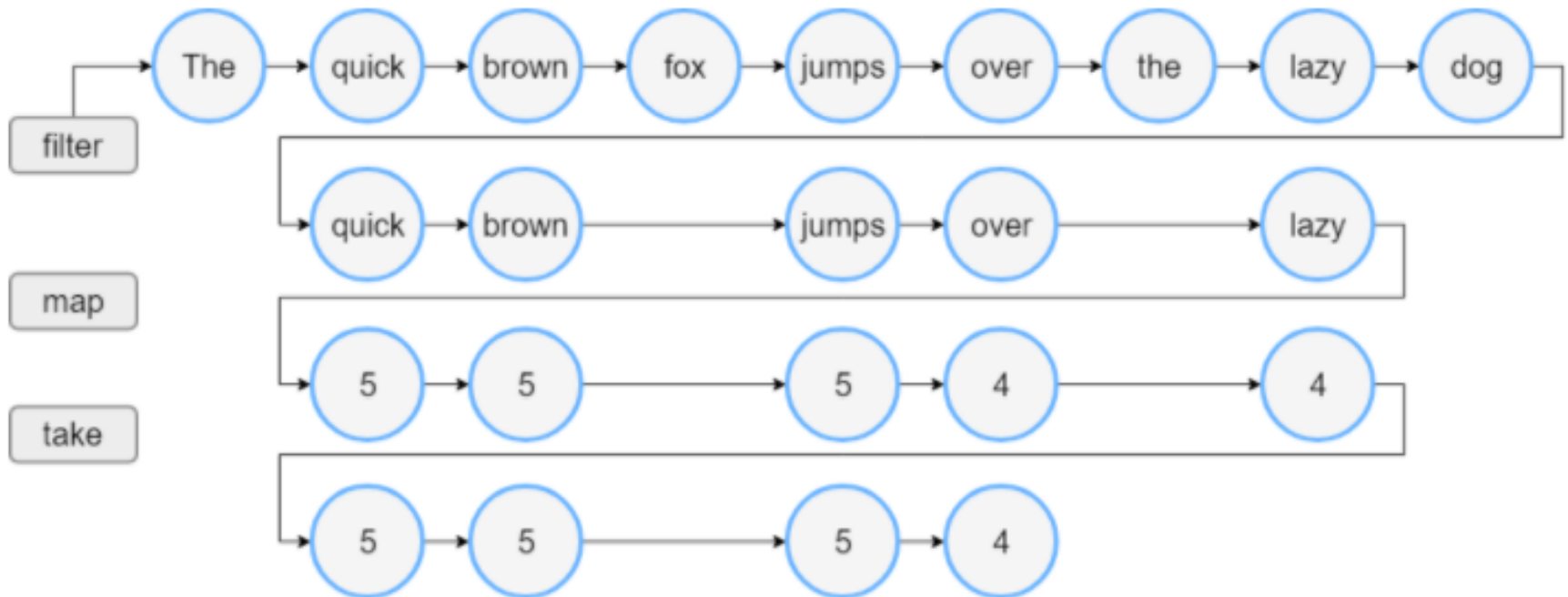
```
val lst = listOf(1, 2, 3, 4)
    .asSequence()
    .map { print("map($it) ");
          it * it }
    .filter { print("filter($it) ");
             it % 2 == 0 }
    .toList()
```

```
// map(1) filter(1) map(2) filter(4) map(3) filter(9) map(4) filter(16)
```

# Порядок обработки элементов в коллекции (текст)

```
val words =  
    "The quick brown fox jumps over the lazy dog"  
    .split(" ")  
val lengthsList  
    = words  
    .filter { println("filter: $it");  
            it.length > 3 }  
    .map { println("length: ${it.length}");  
         it.length }  
    .take(4)  
  
println("Lengths of first 4 words longer than 3 chars:")  
println(lengthsList)
```

# Порядок обработки элементов в коллекции (схема)



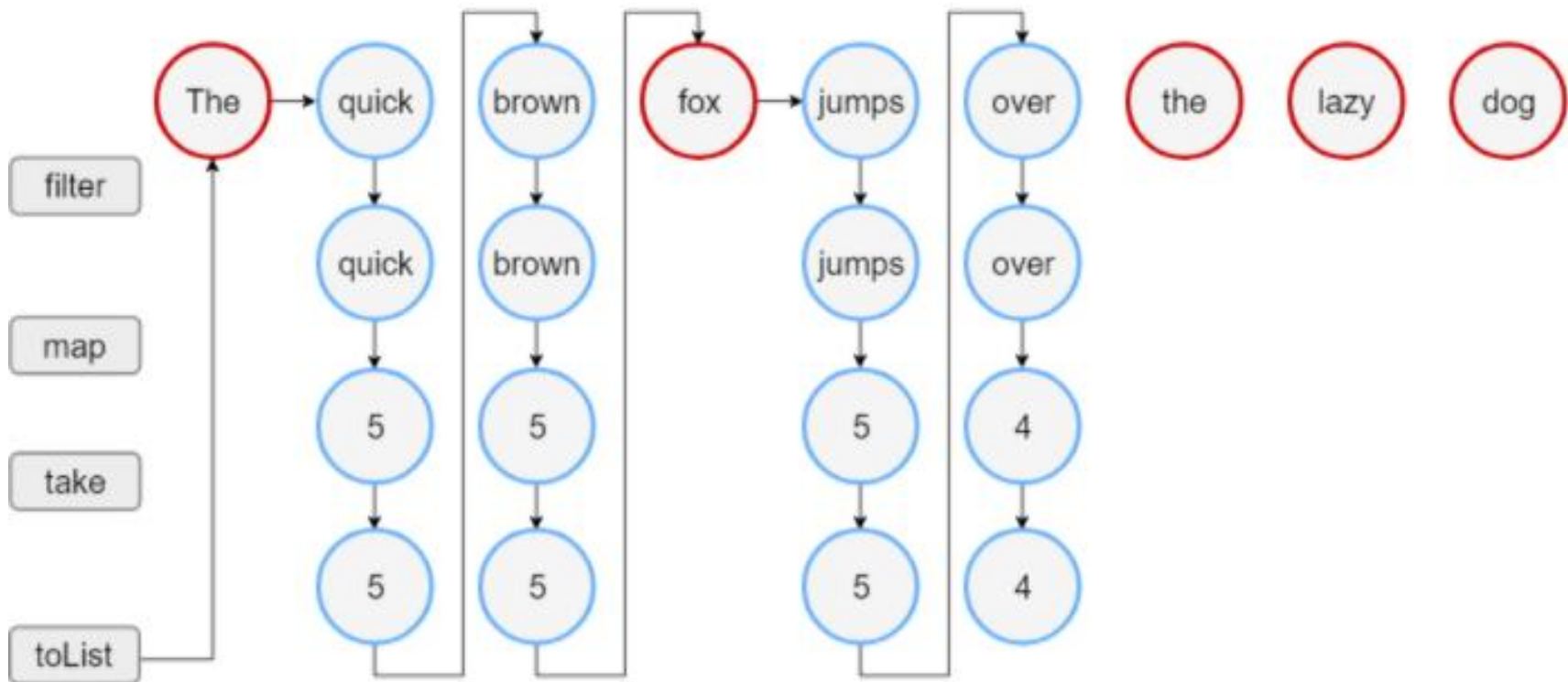
Порядок обработки элементов в коллекции. 23 шага



# Порядок обработки элементов в последовательности (текст)

```
val words =  
    "The quick brown fox jumps over the lazy dog"  
    .split(" ")  
val wordsSequence = words.asSequence()  
  
val lengthsList =  
    wordsSequence  
    .filter { println("filter: $it");  
            it.length > 3 }  
    .map { println("length: ${it.length}");  
         it.length }  
    .take(4)  
println("Lengths of first 4 words longer than 3 chars:")  
println(lengthsList)
```

# Порядок обработки элементов в последовательности (схема)



Порядок обработки элементов в последовательности. 18 шага

# Последовательность. Промежуточная и завершающая операции

- *Промежуточная операция* возвращает другую последовательность, которая знает, как преобразовать элементы исходной последовательности.
- Выполнение *промежуточных операций* всегда откладывается.
- *Завершающая операция* возвращает результат, который может быть коллекцией, элементом, числом или объектом
- *Завершающая операция* заставляет выполняться все отложенные вычисления.

sequence

```
.map { . . . } // Промежуточная операция  
.filter { . . . } // Промежуточная операция  
.toList() // Завершающая операция
```

# Конструирование последовательностей из элементов и итерируемых

```
val numbersSequence = sequenceOf("four", "three",  
    "two", "one")
```

```
val numbers = listOf("one", "two",  
    "three", "four")
```

```
val numbersSequence = numbers.asSequence()
```

# Конструирование последовательностей из функций

- Создание последовательности с помощью функции, вычисляющей ее элементы.
- Необходимо указать первый элемент как явное значение или результат вызова функции.
- Генерация последовательности останавливается, когда предоставленная функция возвращает значение **null**.

```
val oddNumbers
```

```
    = generateSequence(1) { it + 2 }
```

```
    // `it` это предыдущий элемент.
```

```
println(oddNumbers.take(5).toList())
```

```
// [1, 3, 5, 7, 9]
```

```
//println(oddNumbers.count())
```

```
// error: последовательность бесконечная.
```

# Пример конечной последовательности

- Генерация последовательности останавливается, когда предоставленная функция возвращает значение **null**

```
val oddNumbersLessThan10
  = generateSequence(1)
    { if (it + 2 < 10) it + 2 else null }
println(oddNumbersLessThan10.count())
// 5
```

# Конструирование последовательностей из кусков (1)

```
val oddNumbers = sequence {  
    yield(1)  
    yieldAll(listOf(3, 5))  
    yieldAll(generateSequence(7) { it + 2 })  
}  
println(oddNumbers.take(5).toList())  
//[1, 3, 5, 7, 9]
```

- функция **sequence()** позволяет создавать элементы последовательности один за другим или кусками произвольного размера
- Эта функция принимает *лямбда-выражение*, содержащее вызовы функций **yield** и **yieldAll**.

# Конструирование последовательностей из кусков (2)

```
val oddNumbers = sequence {  
    yield(1)  
    yieldAll(listOf(3, 5))  
    yieldAll(generateSequence(7) { it + 2 })  
}  
println(oddNumbers.take(5).toList())  
// [1, 3, 5, 7, 9]
```

- Функции **yield** и **yieldAll** возвращают элемент потребителю последовательности и приостанавливают выполнение **sequence** до тех пор, пока потребитель не запросит следующий элемент.



# Конструирование последовательностей из кусков (3)

```
val oddNumbers = sequence {  
    yield(1)  
    yieldAll(listOf(3, 5))  
    yieldAll(generateSequence(7) { it + 2 })  
}  
println(oddNumbers.take(5).toList())  
// [1, 3, 5, 7, 9]
```

- **yield** принимает в качестве аргумента единственный элемент;
- **yieldAll** может принимать объект **Iterable**, **Iterator** или другую последовательность.
- Аргумент **Sequence** у **yieldAll** может быть бесконечным. Однако такой вызов должен быть последним. все последующие вызовы никогда не будут выполнены.