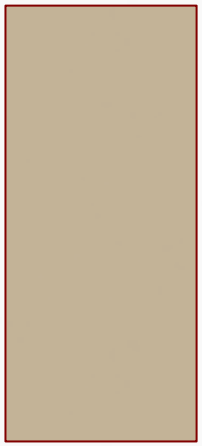
КЛАССЫ ОБОБЩЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ

ЛЕКЦИЯ 14



ОБОБЩЕННЫЕ КОЛЛЕКЦИИ

- Пространство имен System.Collections .Generic содержит большое число классов обобщенных коллекций
- На основе интерфейсов, реализуемых классами коллекций, они могут быть разделены на:
  - ✔ списки,
  - ✔ собственно коллекции,
  - ✔ словари

ОБОБЩЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

Интерфейс	Описание
IEnumerable<T>	Необходим, когда с коллекцией используется оператор foreach; определяет метод GetEnumerator(), возвращающий перечислитель, который реализует интерфейс IEnumerator
ICollection<T>	Интерфейс, реализуемый классами обобщенных коллекций
IList<T>	Этот интерфейс определяет индексатор, поэтому предназначен для создания списков, элементы которых доступны по своим позициям. Унаследован от интерфейса ICollection<T>
ISet<T>	Интерфейс, реализуемый множествами. Унаследован от интерфейса ICollection<T>

ОБОБЩЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

Интерфейс	Описание
IDictionaryt<TKey, TValue>	Реализуется обобщенными классами коллекций, элементы которых состоят из ключа и значения
ILookup<TKey, TValue>	Подобно IDictionary<TKey, TValue> поддерживает ключи и значения. Однако в этом случае коллекция может содержать множественные значения для одного ключа
ICompare<T>	Интерфейс IComparer<T> используется для сортировки элементов внутри коллекции с помощью метода Compare ()
IEqualityCompare<T>	Этот интерфейс позволяет проверять объекты на предмет эквивалентности друг другу

СПИСКИ

- Обобщенный класс List<T> предназначен для работы с динамическими списками
- Этот класс реализует необобщенные интерфейсы IList, ICollection, IEnumerable, а также аналогичные обобщенные интерфейсы IList<T>, ICollection<T> и IEnumerable<T>

ЕМКОСТЬ И РАЗМЕР СПИСКА

- *Емкостью списка* называется число элементов, которые потенциально могут быть размещены в пределах выделенной для него памяти
- *Размером списка* называется число реально содержащихся в нем элементов
- Размер списка всегда меньше или равен его емкости и может быть получен с помощью свойства для чтения Count

СОЗДАНИЕ СПИСКА

- Класс List<T> имеет три конструктора:
  - ✔ **public** List<T>() – конструктор по умолчанию, создающий пустой список с нулевой емкостью;
  - ✔ **public** List<T>(Int32) – конструктор, создающий список с заданной начальной емкостью;
  - ✔ **public** List<T>(IEnumerable<T>) – конструктор, создающий список и копирующий в нее элементы указанной коллекции
- В последнем случае аргументом конструктора может быть любая существующая коллекция с типом элементов T, в том числе, массив

ЗАПОЛНЕНИЕ СПИСКА

- Производится путем последовательного добавления в него новых элементов в конец списка
- Если список создан с помощью конструктора по умолчанию, то после добавления в него первого элемента его емкость устанавливается равной 4
- Если список создан с помощью копирующего конструктора, то его емкость и размер устанавливаются равными размеру копируемой коллекции

ЗАПОЛНЕНИЕ СПИСКА

- По мере заполнения списка его размер приближается к его емкости
- Когда размер списка становится равным его емкости последняя увеличивается вдвое; при этом создается новый список, в который копируются элементы существующего списка
- Для добавления новых элементов класс List<T> имеет два метода:
  - ✔ **public void** Add(T) – добавляет один элемент в конец списка;
  - ✔ **public void** AddRange(IEnumerable<T>) – добавляет в конец списка элементы указанной коллекции

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СПИСКА

- Первоначальное заполнение списка можно выполнять с помощью инициализаторов коллекций
- Синтаксис инициализаторов коллекций подобен инициализаторам массивов, а именно, инициализатор имеет вид списка значений элементов, заключенного в фигурные скобки:

```
var intList = new List < int > () {1, 2};   //выведение типа
var stringList = new List < string > () {“one”, “two”};
```

ДОБАВЛЕНИЕ В ЗАДАННУЮ ПОЗИЦИЮ

- Для добавления нового элемента в произвольное место списка класс List<T> имеет два метода, аналогичным методам добавления элементов в конец списка:
  - ✔ **public void** Insert(**int**, T),
  - ✔ **public void** Insert(**int**, IEnumerable<T>)
- Во втором случае индекс, указывающий место добавления элементов в список не должно превышать размера списка

ДОСТУП К ЭЛЕМЕНТАМ

- Все классы, реализующие интерфейсы IList и IList<T>, предоставляют индексатор
- Поэтому к элементам списка можно обращаться с использованием индексатора, передавая ему номер элемента
- Первый элемент доступен по индексу 0
- Отметим, что индексный доступ в классах коллекций возможен для коллекций ArrayList, StringCollection и List<T>

ДОСТУП К ЭЛЕМЕНТАМ

- Поскольку List<T> реализует интерфейс IEnumerable, проход по элементам коллекции можно также осуществлять с помощью оператора foreach
- Вместо оператора foreach в классе List<T> также предусмотрен метод ForEach (Action<T>), объявленный с параметром Action<T>:

```
public void ForEach(Action<T>);
```

где Action<T> - параметр-делегат

ДЕЛЕГАТЫ

- Делегаты в языке C# – это аналоги указателей функций языка C++
- Причины замены указателей функций делегатами:
  1. C# запрещает использование указателей в безопасном коде;
  2. C# является полностью объектно-ориентированным языком, а указатели – это простые переменные, а не объекты

ОБЪЯВЛЕНИЕ УКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИЙ

- В отличие от обычных указателей указатели функций связываются не только с типом, которым для них является тип возвращаемого функцией значения, но и с ее *сигнатурой*
- Поэтому указатели функций в C++ объявляются следующим образом:

  <тип_результата> (*<имя_указателя>) (<сигнатура>)

ОБЪЯВЛЕНИЕ УКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИЙ

- Например:

  double (*fptr) (int, double)

  является указателем на функцию с двумя параметрами целого и вещественного типов, которая возвращает значение вещественного типа
- Указателю функции можно присвоить адрес точки входа любой функции с типом и сигнатурой этого указателя

УКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИЙ

- Например:

```
double myFunc (int, double);
double x, y; int n;
cin >> n >> x;
fptr = myFunc;
y = (*fptr) (n, x);
```

- Вызов функции myFunc производится через указатель fptr

ОБЪЯВЛЕНИЕ ДЕЛЕГАТА

- Делегаты являются объектами – экземплярами класса, создаваемого средой .Net на основании объявления класса делегата, которое имеет вид:

  delegate <*тип_результата*> <*имя_класса_делегата*> (<*список формальных параметров*>);

ОБЪЯВЛЕНИЕ ДЕЛЕГАТА

- Следует обратить внимание на то, что при объявлении класса делегата указывается не сигнатура, а список формальных параметров (типы и имена формальных параметров)

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЛЕГАТА

- Как и указатели функций экземпляры класса-делегата (делегаты) получают значения через присваивание имен методов
- Для статических методов дополнительно указывается имя содержащего их класса, для нестатических – экземпляра класса
- Пример применения делегата
- Тестирование примера

ДОСТУП К ЭЛЕМЕНТАМ

- Этот делегат объявлен в классе List<T> следующим образом:

  public delegate void Action<T> (T x)

и определяет метод, который применяется для обработки очередного элемента коллекции

- Аргументом при вызове метода ForEach может служить имя любого метода, соответствующего объявлению этого делегата

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

- Элементы списка можно удалять двумя способами:
  - ✔ с указанием значения удаляемого элемента,
  - ✔ с указанием индекса удаляемого элемента
- В первом случае используется метод

  public bool Remove (T),

возвращающий значение true при удачном завершении операции и false, если указанное значение в списке не найдено

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

- Во втором случае используется метод:
  public void RemoveAt(int)
- Метод RemoveRange (int, int) удаляет множество элементов из коллекции
- Первый параметр специфицирует индекс, начиная с которого располагаются удаляемые элементы, а второй параметр задает количество удаляемых элементов
- Удаление по индексу работает быстрее, поскольку в этом случае не приходится выполнять поиск удаляемого элемента по всему списку

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

- Чтобы удалить из коллекции все элементы, удовлетворяющие некоторому условию нужно использовать метод RemoveAll (Predicate<T>)
- Этот метод имеет параметр-делегат Predicate<T>, определяющий условия удаления элементов
- Для удаления всех элементов из коллекции служит метод Clear()

ПОИСК ЭЛЕМЕНТОВ

- Для поиска элементов в списке можно использовать целый ряд методов
- Одним из параметров всех этих методов является делегат Predicate<T> , объявленный следующим образом:

  public delegate bool Predicate<T> (T x)
- Это позволяет указывать в качестве условия поиска имя любого метода, возвращающего булевское значение и имеющего один параметр типа T

МЕТОДЫ ПОИСКА

Метод	Описание
public T Find (Predicate<T>)	Выполняет поиск элемента, удовлетворяющего условиям указанного предиката, и возвращает первое вхождение в пределах всего списка
public List<T> FindAll (Predicate<T>)	Выполняет поиск всех элементов, удовлетворяющего условиям указанного предиката, и возвращает их список
public int FindIndex (Predicate<T>)	Выполняет поиск элемента, удовлетворяющего условиям указанного предиката, и возвращает отсчитываемый от нуля индекс первого вхождения в пределах всего списка
public int FindLastIndex (Predicate<T>)	Выполняет поиск элемента, удовлетворяющего условиям указанного предиката, и возвращает отсчитываемый от нуля индекс последнего вхождения в пределах всего списка

ПОИСК ЭЛЕМЕНТОВ

- Еще одним методом поиска является метод

  public int IndexOf (T)

- Этот метод имеет в качестве параметра элемент списка и возвращает индекс элемента указанного элемента, либо -1, если таковой не найден
- Методы FindIndex, FindLastIndex и IndexOf имеют по две перегрузки с сигнатурами (int, Predicate<T>) и (int, int, Predicate<T>), позволяющие производить поиск в части списка, начиная с заданного индекса и с заданной длиной

МЕТОДЫ СОРТИРОВКИ

- Класс List<T> позволяет сортировать свои элементы с помощью метода Sort (), в котором реализован алгоритм быстрой сортировки
- Для использования доступно несколько перегрузок этого метода:

```
public void List<T>.Sort () ;
public void List<T>.Sort(Comparison<T>);
public void List<T>.Sort(IComparer<T>);
public void List<T>.Sort(Int32, Int32, IComparer<T>);
```

- Использовать метод Sort () без аргументов можно только в том случае, когда элементы коллекции реализуют интерфейс IComparable

ИНТЕРФЕЙС ICOMPARABLE

- Необобщенный интерфейс IComparable объявляет единственный метод CompareTo(object), который указывает, находится ли текущий экземпляр в порядке сортировки перед, после или на той же позиции, что и объект, указанный в качестве аргумента метода CompareTo

ИНТЕРФЕЙС ICOMPARABLE

- Реализация метода CompareTo должна возвращать значение типа Int32, которое имеет значение:
  - ✔ больше 0, если текущий экземпляр следует в порядке сортировки за объектом-аргументом;
  - ✔ равное нулю, если они находятся в одной позиции сортировки;
  - ✔ меньше 0, если текущий экземпляр предшествует объекту-аргументу в порядке сортировки
- Все числовые типы, а также типы String, Char и DateTime реализуют интерфейс IComparable

МЕТОД SORT(ICOMPARER<T>)

- Если сортировка должна быть выполнена способом, отличным от поддерживаемого по умолчанию типом элементов, то потребуется передавать объект, реализующий обобщенный интерфейс IComparer<T>
- Для этого метода существует перегрузка, позволяющая сортировать часть массива

ИНТЕРФЕЙС ICOMPARER<T>

- Обобщенный интерфейс IComparer<T> объявляет единственный метод

  int Compare(T x, T y)

- Этот метод часто называют *компаратором;* возвращаемые им значения определяются по тем же правилам, что и для метода CompareTo:
  - ✔ больше нуля, если параметр x больше параметра y;
  - ✔ равно нулю, если параметр x равен параметру y;
  - ✔ меньше нуля, если параметр x меньше параметра y

МЕТОД SORT(COMPARISON<T>)

- Другой способ сортировки состоит в применении перегруженного метода сортировки с параметром-делегатом Comparison<T>

ДЕЛЕГАТ COMPARISON<T>

- Comparison<T> представляет собой делегат метода, принимающего два параметра типа T и возвращающего тип int

  public delegate int Comparison<T>(T x, T y)

- Если значения параметров эквиваленты, метод должен вернуть 0
- Если первый параметр меньше второго, должно быть возвращено значение меньше нуля; в противном случае возвращается значение больше нуля

ДЕЛЕГАТ COMPARISON<T>

- При вызове метода Sort в качестве аргумента может быть указано имя любой функции, соответствующей объявлению этого делегата
- Например
- В этом примере для сравнения строк используется пользовательский компаратор, который производит лексикографическое сравнение строк только в случае равенства их длин

ОЧЕРЕДИ

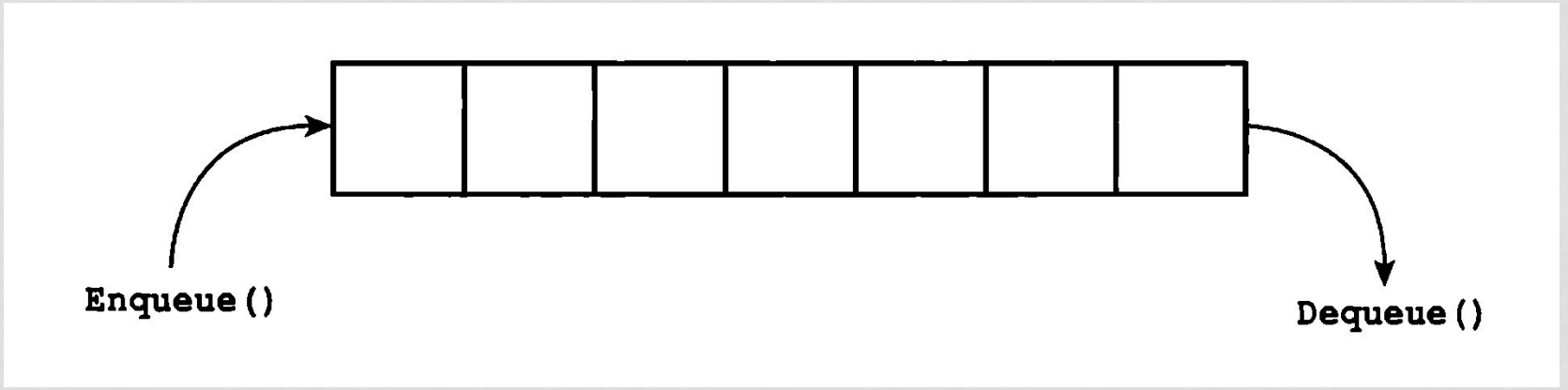
- Очередь (queue) — это коллекция, в которой элементы обрабатываются по схеме "первый вошел, первый вышел" (first in, first out — FIFO)
- Элемент, вставленный в очередь первым, первым же и удаляется из очереди
- Очередь реализуется с помощью класса Queue<T> из пространства имен

  System. Collections .Generic
- Внутри класс Queue<T> использует массив типа T, подобно тому, как это делает класс List<T>
- Класс Queue<T> реализует интерфейсы IEnumerable<T> и ICollection, но не ICollection<T>

ОЧЕРЕДИ

- Интерфейс ICollection<T> не реализован, поскольку он определяет методы Add () и Remove (), которые не должны быть доступны для очереди
- Класс Queue<T> не реализует интерфейс IList<T>, поэтому обращаться к элементам очереди через индексатор нельзя.
- Очередь позволяет лишь добавлять элементы, при этом элемент помещается в конец очереди (методом Enqueue ()), а также получать элементы из головы очереди (методом Dequeue())

ПРОСТАЯ ОЧЕРЕДЬ



СОЗДАНИЕ ОЧЕРЕДИ

- Подобно List<T> класс Queue<T> имеет три конструктора:
  - ✔ public Queue<T>() – конструктор по умолчанию, создающий пустой список с нулевой емкостью;
  - ✔ public Queue<T>(Int32) – конструктор, создающий список с заданной начальной емкостью;
  - ✔ public Queue<T>(IEnumerable<T>) – конструктор, создающий список и копирующий в нее элементы указанной коллекции
- Конструктор по умолчанию создает пустую очередь емкости 4

СОЗДАНИЕ ОЧЕРЕДИ

- По мере добавления элементов емкость очереди при необходимости удваивается
- Отметим, что конструктор по умолчанию необобщенного класса Queue отличается тем, что создает начальный массив из 32 пустых элементов.

МЕТОДЫ КЛАССА QUEUE<T>

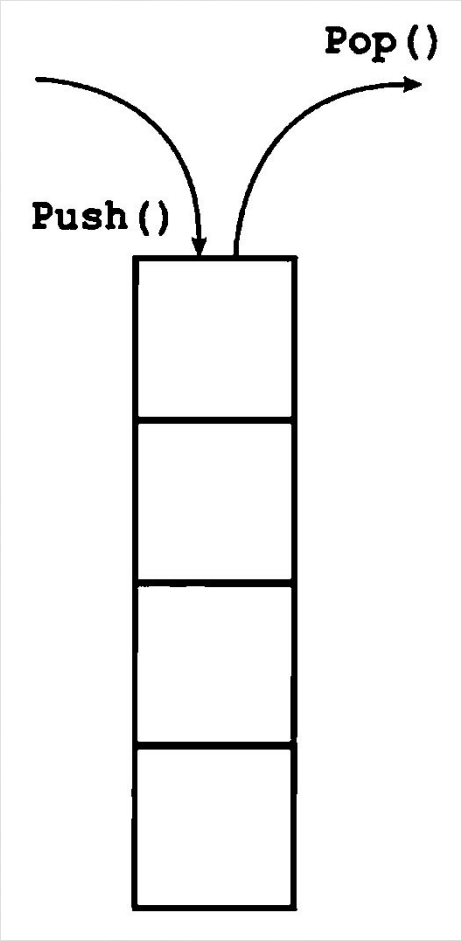
Название метода	Назначение метода
Clear( )	Удаляет все элементы из очереди
Contains(T)	Определяет, содержится ли указанное значение в очереди
Enqueue(T)	Вставляет элемент в конец очереди
T Dequeue( )	Удаляет элемент из начала очереди
T Peek( )	Читает элемент из начала очереди, но не удаляет его
TreamExcess( )	Устанавливает емкость равной фактическому количеству элементов в очереди, если это количество составляет менее 90% текущей емкости

- Класс Queue<T> содержит свойство для чтения Count(), возвращающее количество элементов в очереди

СТЕКИ

- Стек (stack) — это коллекция, работающая по принципу "последний вошел, первый вышел" (last in, first out — LIFO)
- Элемент, добавленный к стеку последним, читается первым
- Подобно классу Queue<T>, класс Stack<T> реализует интерфейсы IEnumerable<T> и ICollection

ПРОСТОЙ СТЕК



МЕТОДЫ КЛАССА STACK<T>

Название метода	Назначение метода
Clear( )	Удаляет все элементы из стека
Contains(T)	Определяет, содержится ли указанное значение в стеке
Push(T)	Вставляет элемент в вершину стека
T Pop( )	Удаляет элемент из вершины стека
T Peek( )	Читает элемент из вершины стека, но не удаляет его
TreamExcess( )	Устанавливает емкость равной фактическому количеству элементов в стеке, если это количество составляет менее 90% текущей емкости

- Класс Stack<T> содержит свойство для чтения Count(), возвращающее количество элементов в стеке

МНОЖЕСТВА

- Коллекция, содержащаяся только отличающиеся элементы, называется множеством (set)
- Множества реализуются обобщенным классом HashSet<T>, реализующим интерфейс ISet<T>, а также интерфейсы ICollection<T>, IEnumerable<T>, IEnumerable
- Интерфейс ISet<T> предоставляет методы для создания объединения нескольких множеств, пересечения множеств и определения, является ли одно множество надмножеством или подмножеством другого

КОНСТРУКТОРЫ МНОЖЕСТВ

- Класс коллекции HashSet<T> имеет несколько перегрузок конструктора, в том числе:
  - ✔ public HashSet<T>( ) – конструктор по умолчанию, создающий пустое множество и использующий компаратор по умолчанию для сравнения элементов множества;
  - ✔ public HashSet<T>(IEnumerable<T>)) – конструктор, создающий множество с элементами, скопированными из указанной коллекции, и использующий компаратор по умолчанию для сравнения элементов множества;

КОНСТРУКТОРЫ МНОЖЕСТВ

- ✔ public HashSet<T>(IEqualityComparer<T>) – конструктор создающий пустое множество и использующий указанный компаратор для сравнения элементов множества;
- ✔ public HashSet<T>(IEnumerable<T>, IEqualityComparer<T>) – конструктор, создающий множество с элементами, скопированными из указанной коллекции, и использующий указанный компаратор для сравнения элементов множества;

- Коллекция HashSet <T> не сортируется и не может содержать повторяющихся элементов
- Класс HashSet <T> содержит свойство для чтения Count(), возвращающее количество элементов в множестве

МЕТОДЫ КЛАССА HASHSET<T>

Название метода	Назначение метода
Add(T)	Добавление элемента в множество
Remove(T)	Удаление указанного элемента из множества
RemoveWhere (Predicate<T>)	Удаление из множества всех элементов, удовлетворяющих заданному условию
Clear()	Удаление из множества всех элементов
Contains(T)	Проверка вхождения элемента в множество
UnionWith (IEnumarable<T>)	Объединение множества с указанной коллекцией
IntersectWith (IEnumarable<T>)	Пересечение множества с указанной коллекцией
ExceptWith (IEnumarable<T>)	Удаляет все элементы указанной коллекции из текущего множества (вычитание множеств)

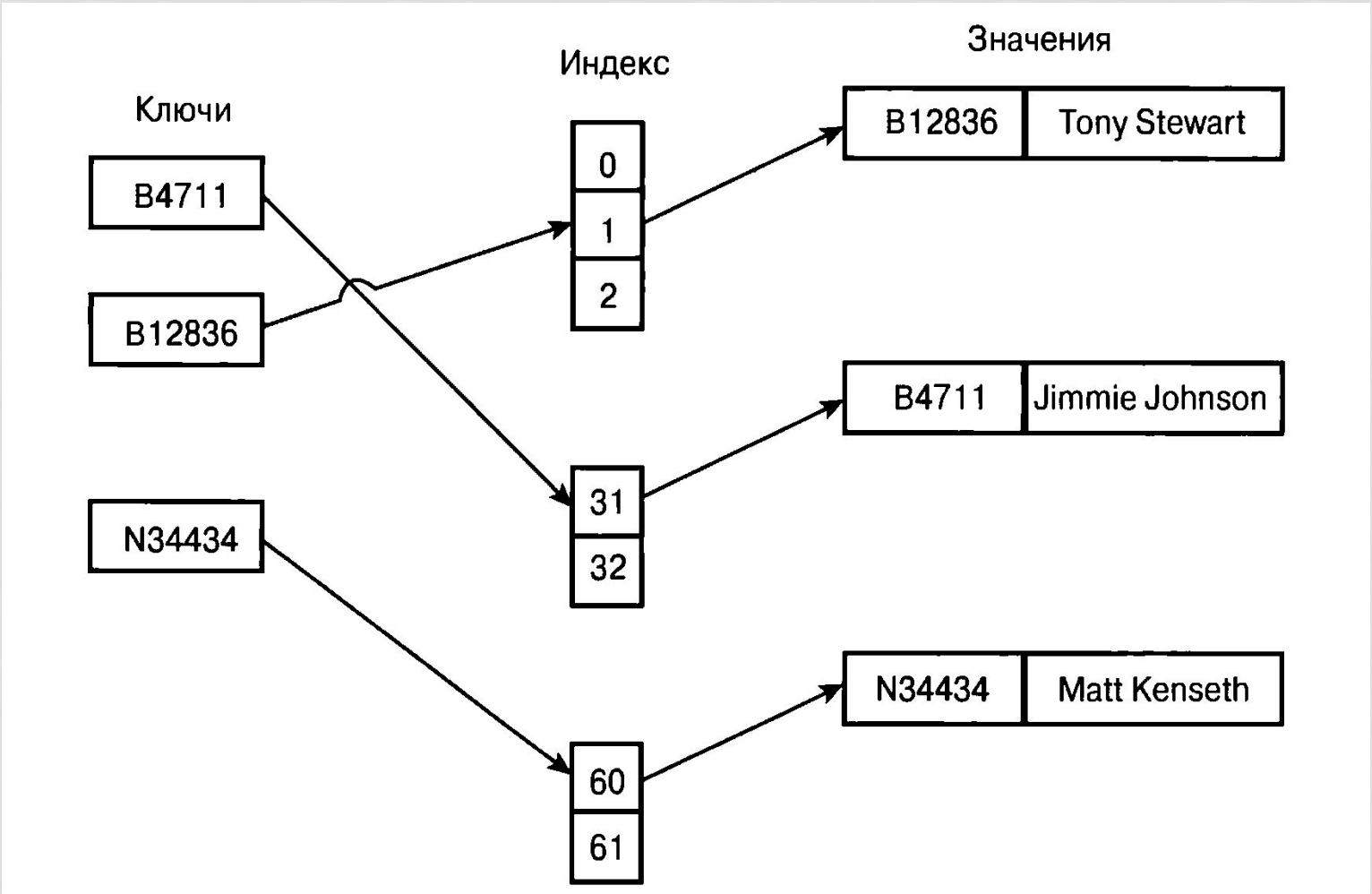
СЛОВАРИ

- Словарь (dictionary) представляет собой сложную структуру данных, позволяющую обеспечить доступ к элементам по ключу
- Под элементом ключа здесь и далее понимается пара «ключ-значение»
- Главное свойство словарей – быстрый поиск на основе ключей

СЛОВАРИ

- В основе такого поиска лежит использование *механизма индексации* – сопоставления каждому элементу целого значения, называемого *индексом*
- Механизм индексации используется в хорошо известных массивах

ПРИМЕР СЛОВАРЯ



ХЕШ-ФУНКЦИИ

- Индексация в словарях отличается от индексации в массивах тем, что индекс элемента является целочисленной функцией ключа
- Такая функция называется *хеш-функцией,* а возвращаемый ею индекс – *хеш-кодом*
- В идеале хеш-функция должна обеспечивать взаимно однозначное соответствие между множеством ключей и множеством индексов
- Однако на практике такую функцию построить невозможно

КОЛЛИЗИИ

- При всех известных способах построения хеш-функций возникают ситуации, называемые *коллизиями,* когда для двух различных значений ключа получается одно и то же значение индекса
- В таких случаях используются различные алгоритмы *разрешения коллизий,* например, замена уже занятого индекса ближайшим к нему незанятым индексом
- Еще одним требованием к хеш-функции, обусловленным частотой ее использования, является высокая скорость вычисления индекса

ТИП КЛЮЧА

- Тип, используемый в качестве ключа словаря, должен переопределять метод GetHashCode () класса Object
- Всякий раз, когда класс словаря должен найти местоположение элемента, он вызывает метод GetHashCode ()
- Помимо реализации GetHashCode () тип ключа также должен реализовывать единственный метод интерфейса IEquatable<T> Equals () либо переопределять метод Equals () класса Object

ТИП КЛЮЧА

- Поскольку разные ключи могут возвращать один и тот же хеш-код, метод Equals () используется при сравнении ключей словаря
- Словарь проверяет два ключа A и B на эквивалентность, вызывая A.Equals (B)
- Это означает, что требуется обеспечить истинность следующего утверждения:
  - ✔ Если истинно A. Equals (B) , значит, A. GetHashCode () и B . GetHashCode () всегда должны возвращать один и тот же хеш-код

КОНСТРУКТОРЫ СЛОВАРЯ

- Класс коллекции Dictionary<T> имеет несколько перегрузок конструктора, в том числе:
  - ✔ public Dictionary<TKey, TValue> ( ) – конструктор по умолчанию, создающий пустое словарь и использующий компаратор по умолчанию для сравнения ключей;
  - ✔ public Dictionary<TKey, TValue> (IDictionary<TKey, TValue>) – конструктор, создающий словарь с элементами, скопированными из указанного словаря, и использующий компаратор по умолчанию для сравнения ключей;

КОНСТРУКТОРЫ СЛОВАРЯ

- ✔ public Dictionary<TKey, TValue>(IEqualityComparer<TKey>) – конструктор создающий пустой словарь и использующий указанный компаратор для сравнения ключей;
- ✔ public Dictionary<TKey, TValue>(Int32) – конструктор, создающий пустой словарь с заданной емкостью;

МЕТОДЫ КЛАССА DICTIONARY<TKEY, TVALUE>

Название метода	Назначение метода
Add(TKey, TValue)	Добавление элемента в словарь
Remove(TKey)	Удаление из словаря элемента с заданным ключом
Clear()	Удаление из словаря всех элементов
ContainsKey(TKey)	Проверка вхождения в словарь элемента с заданным ключом
ContainsValue (TValue)	Проверка вхождения в словарь элемента с заданным значением
GetHashCode()	Возвращает хэш-код для текущего элемента
ToString()	Возвращает строковое представление текущего элемента
TryGetValue(TKey, **out** TValue)	Значение **true**, если словарь содержит элемент с указанным ключом; в противном случае — значение **false**

СВОЙСТВА КЛАССА DICTIONARY<TKEY, TVALUE>

Название свойства	Назначение свойства
Count	Количество элементов в словаре (только для чтения)
Item	Ключ текущего элемента
Keys	Коллекция всех ключей в словаре
Values	Коллекция всех значений в словаре