Курс «C#. Программирование на языке высокого уровня»

Павловская Т.А.

Лекция 9. Интерфейсы. Контейнерные классы

Описание и использование интерфейсов. Применение стандартных интерфейсов .NET для сравнения, перебора, сортировки и клонирования объектов. Понятие контейнера (коллекции). Использование стандартных коллекций .NET.

Интерфейсы

Общие сведения об интерфейсе

- *Интерфейс* является «крайним случаем» абстрактного класса. В нем задается набор абстрактных методов, свойств и индексаторов, которые должны быть реализованы в производных классах.
- Интерфейс определяет поведение, которое поддерживается реализующими этот интерфейс классами.
- Основная идея использования интерфейса состоит в том, чтобы к объектам таких классов можно было обращаться одинаковым образом.
- Каждый класс может определять элементы интерфейса по-своему. Так достигается полиморфизм: объекты разных классов по-разному реагируют на вызовы одного и того же метода.
- Синтаксис интерфейса аналогичен синтаксису класса:

[атрибуты] [спецификаторы] interface имя [: предки]

тело_интерфейса [;]

- Интерфейс может наследовать свойства нескольких интерфейсов, в этом случае *предки* перечисляются через запятую.
- *Тело интерфейса* составляют абстрактные методы, шаблоны свойств и индексаторов, а также события.
- Интерфейс не может содержать константы, поля, операции, конструкторы, деструкторы, типы и любые статические элементы.

```
interface IAction
{
    void Draw();
    int Attack(int a);
    void Die();
    int Power { get; }
}
```

Область применения интерфейсов

- Если некий набор действий имеет смысл только для какой-то конкретной иерархии классов, реализующих эти действия разными способами, уместнее задать этот набор в виде виртуальных методов абстрактного базового класса иерархии.
- То, что работает в пределах иерархии одинаково, предпочтительно полностью определить в базовом классе.
- Интерфейсы же чаще используются для задания общих свойств объектов различных иерархий.

Отличия интерфейса от абстрактного класса

- элементы интерфейса по умолчанию имеют спецификатор доступа public и не могут иметь спецификаторов, заданных явным образом;
- интерфейс не может содержать полей и обычных методов — все элементы интерфейса должны быть абстрактными;
- класс, в списке предков которого задается интерфейс, должен определять *все* его элементы, в то время как потомок абстрактного класса может не переопределять часть абстрактных методов предка (в этом случае производный класс также будет абстрактным);
- класс может иметь в списке предков несколько интерфейсов, при этом он должен определять все их методы.

Реализация интерфейса

- В C# поддерживается одиночное наследование для классов и множественное — для интерфейсов. Это позволяет придать производному классу свойства нескольких базовых интерфейсов, реализуя их по своему усмотрению.
- Сигнатуры методов в интерфейсе и реализации должны полностью совпадать.
- Для реализуемых элементов интерфейса в классе следует указывать спецификатор public.
- К этим элементам можно обращаться как через объект класса, так и через объект типа соответствующего интерфейса.

Пример

```
interface Iaction
  {  void Draw();  int Attack( int a );  void Die();  int Power { get; }  }
class Monster : IAction
   {  public void Draw() { Console.WriteLine( "Здесь был " + name ); }
      public int Attack( int ammo_ )  {
          ammo -= ammo_;
          if ( ammo > 0 ) Console.WriteLine( "Ба-бах!" ); else  ammo = 0;
          return ammo;
      }
      public void Die()
           { Console.WriteLine( "Monster " + name + " RIP" ); health = 0; }
      public int Power { get  { return ammo * health; }
    }
```

```
Monster Vasia = new Monster( 50, 50, "Вася" );  // объект класса Monster
    Vasia.Draw();                                // результат: Здесь был Вася
IAction Actor = new Monster( 10, 10, "Маша" );  // объект типа интерфейса
    Actor.Draw();                                // результат: Здесь был Маша
```

Обращение к реализованному методу через объект типа интерфейса

- Удобство этого способа проявляется при присваивании объектам типа IAction ссылок на объекты различных классов, поддерживающих этот интерфейс.
- Например, есть метод с параметром типа интерфейса. На место этого параметра можно передавать любой объект, реализующий интерфейс:

```
static void Act( IAction A )
{
    A.Draw();
}
static void Main()
{
    Monster Vasia = new Monster( 50, 50, "Вася" );
    Act( Vasia );
    ...
}
```

Второй способ реализации интерфейса

Явное указание имени интерфейса перед реализуемым элементом.

Спецификаторы доступа не указываются. К таким элементам можно обращаться в программе *только через объект типа интерфейса*:

```
class Monster : IAction {
    int IAction.Power { get{ return ammo * health;}}
    void IAction.Draw() {
        Console.WriteLine( "Здесь был " + name );    }          }
...
IAction Actor = new Monster( 10, 10, "Маша" );
Actor.Draw();                    // обращение через объект типа интерфейса
// Monster Vasia = new Monster( 50, 50, "Вася" );
// Vasia.Draw();                                          ошибка!
```

При этом соответствующий метод *не входит в интерфейс класса*. Это позволяет упростить его в том случае, если какие-то элементы интерфейса не требуются конечному пользователю класса.

Кроме того, этот способ позволяет избежать конфликтов при множественном наследовании

Пример

Пусть класс Monster поддерживает два интерфейса: один для управления объектами, а другой для тестирования:

```
interface Itest { void Draw(); }
interface Iaction { void Draw(); int Attack( int a ); … }
class Monster : IAction, Itest {
    void ITest.Draw()  {
          Console.WriteLine( "Testing " + name );    }
    void IAction.Draw() {
          Console.WriteLine( "Здесь был " + name );    }
    ... }
```

Оба интерфейса содержат метод Draw с одной и той же сигнатурой. Различать их помогает явное указание имени интерфейса.

Обращаются к этим методам, используя **операцию приведения типа**:

```
Monster Vasia = new Monster( 50, 50, "Вася" );
((ITest)Vasia).Draw();                    // результат: Здесь был Вася
((IAction)Vasia).Draw();                  // результат:   Testing Вася
```

Операция is

- При работе с объектом через объект типа интерфейса бывает необходимо убедиться, что объект поддерживает данный интерфейс.
- Проверка выполняется с помощью бинарной операции is. Она определяет, совместим ли текущий тип объекта, находящегося слева от ключевого слова is, с типом, заданным справа.
- Результат операции равен true, если объект можно преобразовать к заданному типу, и false в противном случае. Операция обычно используется в следующем контексте:

```
if ( объект is тип )
{
   // выполнить преобразование "объекта" к "типу"
   // выполнить действия с преобразованным объектом
}
```

Операция as

- Операция as выполняет преобразование к заданному типу, а если это невозможно, формирует результат null:

```
static void Act( object A )
{
    IAction Actor = A as IAction;
    if ( Actor != null ) Actor.Draw();
}
```

- Обе рассмотренные операции применяются как к интерфейсам, так и к классам.

Интерфейсы и наследование

- Интерфейс может не иметь или иметь сколько угодно интерфейсов-предков, в последнем случае он наследует все элементы всех своих базовых интерфейсов, начиная с самого верхнего уровня.
- Базовые интерфейсы должны быть доступны в не меньшей степени, чем их потомки.
- Как и в обычной иерархии классов, базовые интерфейсы определяют общее поведение, а их потомки конкретизируют и дополняют его.
- В интерфейсе-потомке можно также указать элементы, переопределяющие унаследованные элементы с такой же сигнатурой. В этом случае перед элементом указывается ключевое слово new, как и в аналогичной ситуации в классах. С помощью этого слова соответствующий элемент базового интерфейса скрывается.

Пример

```
interface IBase  {  void F( int i );  }
interface Ileft : IBase {
   new void F( int i );              /* переопределение метода F */   }
interface Iright : IBase  {   void G();  }
interface Iderived : ILeft, IRight {}
class A  {
   void Test( IDerived d ) {
      d.F( 1 );                    // Вызывается ILeft.F
      ((IBase)d).F( 1 );            // Вызывается IBase.F
      ((ILeft)d).F( 1 );           // Вызывается ILeft.F
      ((IRight)d).F( 1 );           // Вызывается IBase.F
   }
}
```

Метод F из интерфейса IBase скрыт интерфейсом ILeft, несмотря на то, что в цепочке IDerived — IRight — IBase он не переопределялся.

Особенности реализации интерфейсов

- Класс, реализующий интерфейс, должен определять все его элементы, в том числе унаследованные. Если при этом явно указывается имя интерфейса, оно должно ссылаться на тот интерфейс, в котором был описан соответствующий элемент.
- Интерфейс, на собственные или унаследованные элементы которого имеется явная ссылка, должен быть указан в списке предков класса.
- Класс наследует все методы своего предка, в том числе те, которые реализовывали интерфейсы. Он может переопределить эти методы с помощью спецификатора new, но обращаться к ним можно будет только через объект класса.

Стандартные интерфейсы .NET

- В библиотеке классов .NET определено множество стандартных интерфейсов, задающих желаемое поведение объектов. Например, интерфейс **IComparable** задает метод сравнения объектов на «больше-меньше», что позволяет выполнять их сортировку.
- Реализация интерфейсов **IEnumerable** и **IEnumerator** дает возможность просматривать содержимое объекта с помощью foreach, а реализация интерфейса **ICloneable** — клонировать объекты.
- Стандартные интерфейсы поддерживаются многими стандартными классами библиотеки. Например, работа с массивами с помощью foreach возможна оттого что тип Array реализует интерфейсы IEnumerable и IEnumerator.
- Можно создавать и собственные классы, поддерживающие стандартные интерфейсы, что позволит использовать объекты этих классов стандартными способами.

Сравнение объектов

- Интерфейс IComparable определен в пространстве имен System. Он содержит всего один метод CompareTo, возвращающий результат сравнения двух объектов — текущего и переданного ему в качестве параметра:

```
interface IComparable
{
    int CompareTo( object obj )
}
```

- Метод должен возвращать:
  - 0, если текущий объект и параметр равны;
  - отрицательное число, если текущий объект меньше параметра;
  - положительное число, если текущий объект больше параметра.

Пример реализации интерфейса

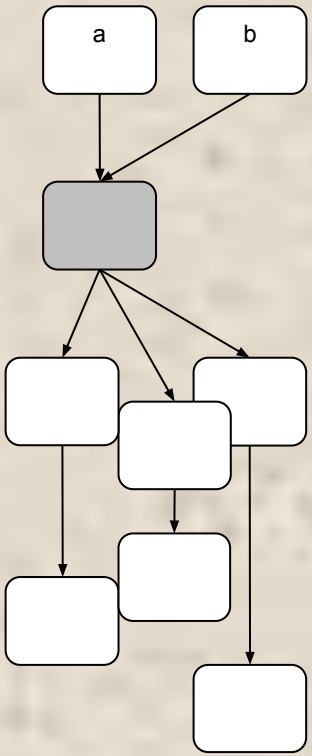
```
class Monster : IComparable
{ public int CompareTo( object obj )          // реализация интерфейса
      {  Monster temp = (Monster) obj;
         if ( this.health > temp.health ) return  1;
         if ( this.health < temp.health ) return -1;
         return 0;  }
   ... }
   class Class1
   {   static void Main()
      {  const int n = 3;
         Monster[] stado = new Monster[n];
         stado[0] = new Monster( 50, 50, "Вася" );
         stado[1] = new Monster( 80, 80, "Петя" );
         stado[2] = new Monster( 40, 10, "Маша" );
         Array.Sort( stado );              // сортировка стала возможной
}}
```

Параметризованные интерфейсы

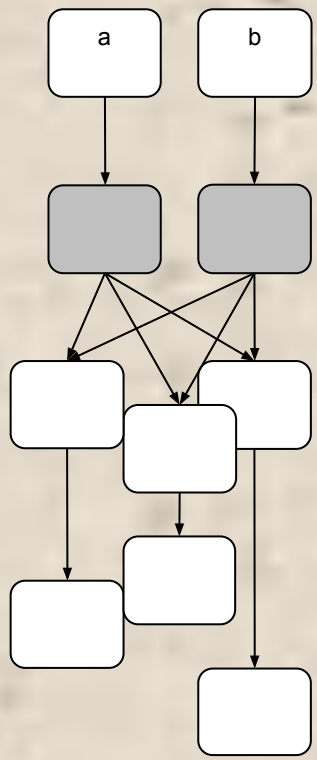
```
class Program {
    class Elem : IComparable<Elem>
    {  string data;
       int key;
       ...
       public int CompareTo( Elem obj )
       {   return key - obj.key;  }
    }
    static void Main(string[] args)
    {
       List<Elem> list = new List<Elem>();
       for ( int i = 0; i < 10; ++i ) list.Add( new Elem() );
       list.Sort();
       ...
    }
}
```

Клонирование объектов

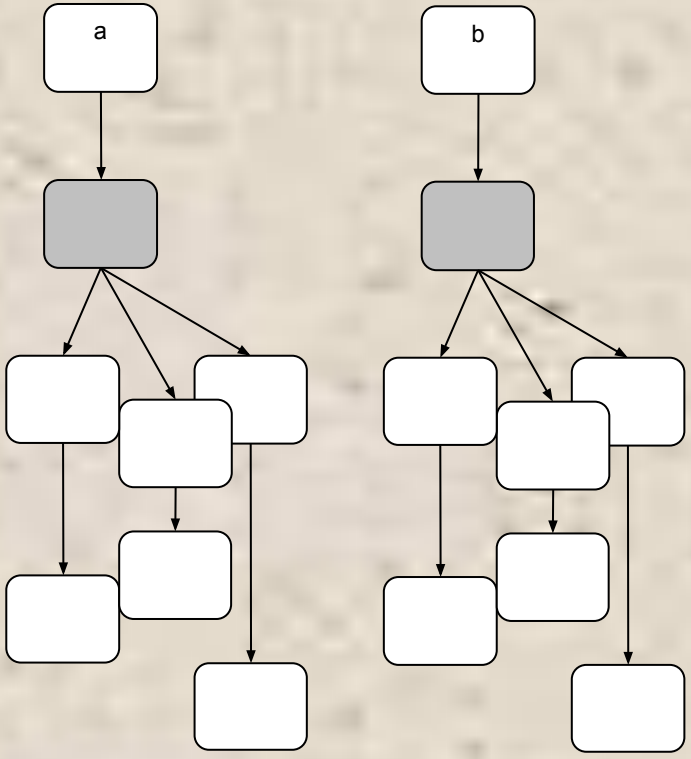
- *Клонирование* — создание копии объекта. Копия объекта называется клоном.



а) присваивание b = a



б) поверхностное клонирование



в) глубокое клонирование

Виды клонирования

- При присваивании одного объекта ссылочного типа другому копируется ссылка, а не сам объект (рис. *а*).
- Если необходимо скопировать в другую область памяти поля объекта, можно воспользоваться методом MemberwiseClone, который объект наследует от класса object. При этом объекты, на которые указывают поля объекта, в свою очередь являющиеся ссылками, не копируются (рис. *б*). Это называется *поверхностным клонированием*.
- Для создания полностью независимых объектов необходимо *глубокое клонирование*, когда в памяти создается дубликат всего дерева объектов (рис. *в*).
- Алгоритм глубокого клонирования весьма сложен, поскольку требует рекурсивного обхода всех ссылок объекта и отслеживания циклических зависимостей.
- Объект, имеющий собственные алгоритмы клонирования, должен объявляться как наследник интерфейса **ICloneable** и переопределять его единственный метод **Clone**.

Контейнерные классы

Абстрактные структуры данных

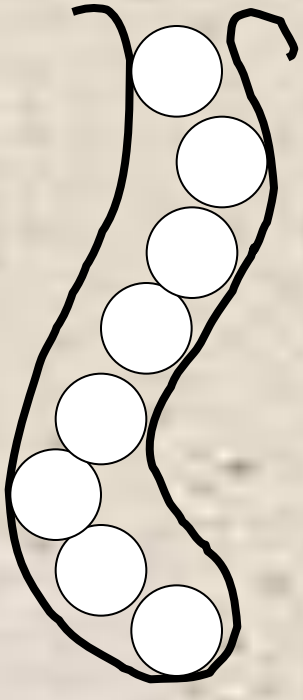
- *Массив* —конечная совокупность однотипных величин. Занимает непрерывную область памяти и предоставляет прямой (произвольный) доступ к элементам по индексу. Память под массив выделяется до начала работы с ним и впоследствии не изменяется.
- В *списке* каждый элемент связан со следующим и, возможно, с предыдущим. Количество элементов в списке может изменяться в процессе работы программы. Каждый элемент списка содержит *ключ*, идентифицирующий этот элемент.
  - *односвязный*, *двусвязный*
  - *кольцевой*
- *Хеш-таблица (ассоциативный массив*, *словарь)* — массив, доступ к элементам которого осуществляется не по номеру, а по ключу (т.е. это таблица, состоящая из пар «ключ-значение»)

Стек

Стек — частный случай однонаправленного списка, добавление элементов в который и выборка из которого выполняются с одного конца, называемого вершиной стека.

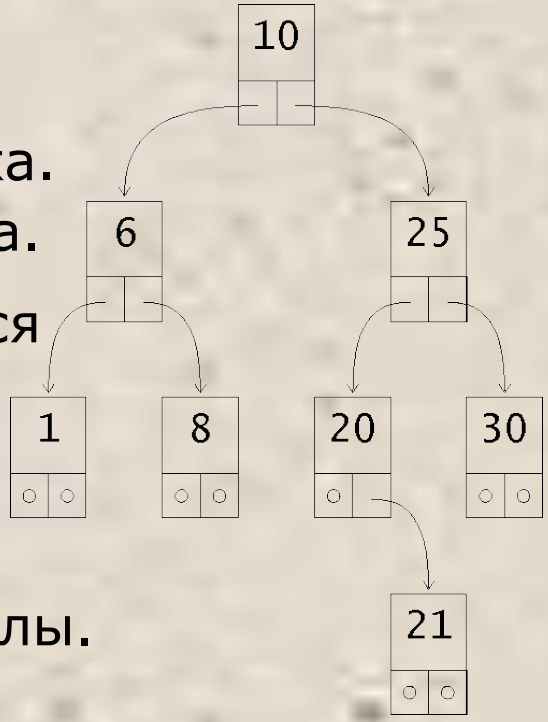
Другие операции со стеком не определены.

При выборке элемент исключается из стека.



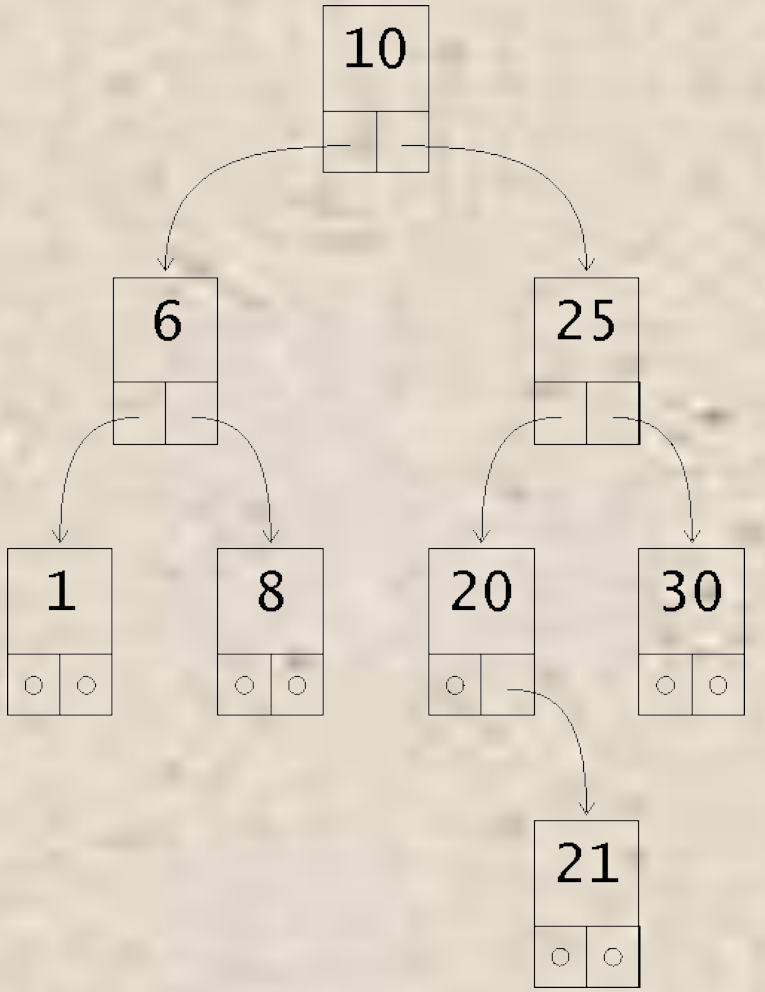
Очередь — частный случай однонаправленного списка, добавление элементов в который выполняется в один конец, а выборка — из другого конца. Другие операции с очередью не определены. При выборке элемент исключается из очереди.

- *Бинарное дерево* — динамическая структура данных, состоящая из узлов, каждый из которых содержит, помимо данных, не более двух ссылок на различные бинарные поддеревья.
- На каждый узел имеется ровно одна ссылка. Начальный узел называется *корнем* дерева.
- Узел, не имеющий поддеревьев, называется *листом*. Исходящие узлы называются *предками*, входящие — *потомками*.
- *Высота дерева* определяется количеством уровней, на которых располагаются его узлы.



Дерево поиска

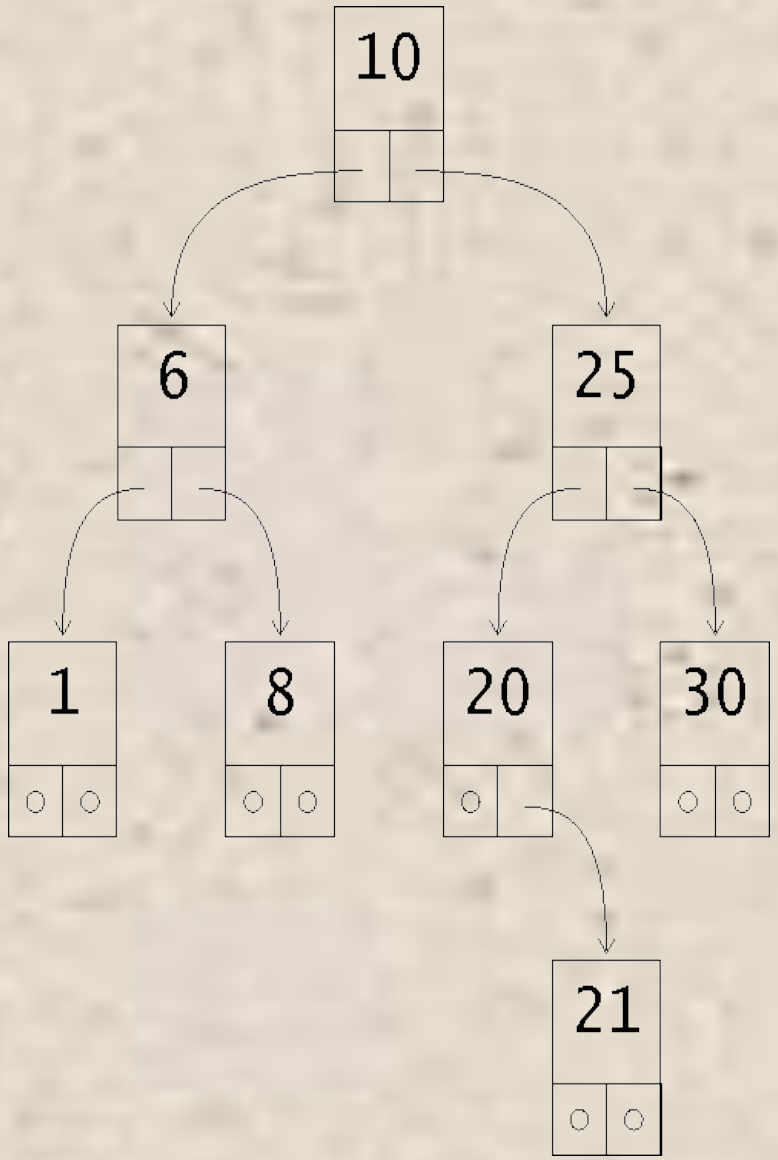
- Если дерево организовано таким образом, что для каждого узла все ключи его левого поддерева меньше ключа этого узла, а все ключи его правого поддерева — больше, оно называется *деревом поиска*. Одинаковые ключи не допускаются. В дереве поиска можно найти элемент по ключу, двигаясь от корня и переходя на левое или правое поддерево в зависимости от значения ключа в каждом узле.



Обход дерева

```
procedure print_tree( дерево );
begin
    print_tree( левое_поддерево )
    посещение корня
    print_tree( правое_поддерево )
end;
```

1 6 8 10 20 21 25 30



- *Граф* — совокупность узлов и ребер, соединяющих различные узлы. Множество реальных практических задач можно описать в терминах графов, что делает их структурой данных, часто используемой при написании программ.
- *Множество* — неупорядоченная совокупность элементов. Для множеств определены операции:
  - проверки принадлежности элемента множеству
  - включения и исключения элемента
  - объединения, пересечения и вычитания множеств.
- Все эти структуры данных называются *абстрактными*, поскольку в них не задается реализация допустимых операций.

Контейнеры

- *Контейнер (коллекция)* - стандартный класс, реализующий абстрактную структуру данных.
- Для каждого типа коллекции определены методы работы с ее элементами, не зависящие от конкретного типа хранимых данных.
- Использование коллекций позволяет сократить сроки разработки программ и повысить их надежность.
- Каждый вид коллекции поддерживает свой набор операций над данными, и быстродействие этих операций может быть разным.
- Выбор вида коллекции зависит от того, что требуется делать с данными в программе и какие требования предъявляются к ее быстродействию.
- В библиотеке .NET определено множество стандартных контейнеров.
- Основные пространства имен, в которых они описаны — System.Collections, System.Collections.Specialized и

System.Collections

ArrayList	Массив, динамически изменяющий свой размер
BitArray	Компактный массив для хранения битовых значений
Hashtable	Хэш-таблица
Queue	Очередь
SortedList	Коллекция, отсортированная по ключам. Доступ к элементам — по ключу или по индексу
Stack	Стек

Параметризованные коллекции (классы-прототипы, generics)

- классы, имеющие типы данных в качестве параметров

Класс-прототип (версия 2.0)	**Обычный класс**
Dictionary<K,T>	HashTable
LinkedList<T>	—
List<T>	ArrayList
Queue<T>	Queue
SortedDictionary<K,T>	SortedList
Stack<T>	Stack

Пример использования класса List

```
using System;
using System.Collections.Generic;
namespace ConsoleApplication1{
class Program {
        static void Main()  {
            List<int> lint = new List<int>();
            lint.Add( 5 ); lint.Add( 1 ); lint.Add( 3 );
            lint.Sort();
            int a = lint[2];
            Console.WriteLine( a );
            foreach ( int x in lint ) Console.Write( x + " ");
}}}
```