Лекция 8
Структурные типы данных

1. Структуры. Синтаксис и применение
2. Перечисления
3. Операции с перечислениями
4. Базовый класс `System.Enum`

1. Структуры. Синтаксис и применение

Структура – тип данных, аналогичный классу, но имеющий ряд важных отличий от него:

- структура является *значимым*, а не ссылочным типом данных, то есть экземпляр структуры хранит значения своих элементов, а не ссылки на них, и располагается в стеке, а не в хипе;
- структура не может участвовать в иерархиях наследования, она может только реализовывать интерфейсы;
- в структуре запрещено определять конструктор по умолчанию, поскольку он определен неявно и присваивает всем ее элементам значения по умолчанию (нули соответствующего типа);
- в структуре запрещено определять деструкторы, поскольку это бессмысленно.

Отличия от классов обусловливают область применения структур: типы данных, имеющие небольшое количество полей, с которыми удобнее работать как со значениями, а не как со ссылками. Накладные расходы на динамическое выделение памяти для небольших объектов могут весьма значительно снизить быстродействие программы, поэтому их эффективнее описывать как структуры, а не как классы.

Синтаксис структуры:

```
[атрибуты] [спецификаторы] struct имя_структуры [: интерфейсы]
тело структуры [;]
```

Спецификаторы структуры имеют такой же смысл, как и для класса, причем из спецификаторов доступа допускаются только **`public`**, **`internal`** и **`private`** (последний – только для вложенных структур).

Интерфейсы, реализуемые структурой, перечисляются через запятую.

Тело структуры может состоять из констант, полей, методов, свойств, событий, индексаторов, операций, конструкторов и вложенных типов. Правила их описания и использования аналогичны соответствующим элементам классов.

Отличия структур от классов:

- поскольку структуры не могут участвовать в иерархиях, для их элементов не могут использоваться спецификаторы **`protected`** и **`protected internal`**;
- структуры не могут быть абстрактными (**`abstract`**), к тому же по умолчанию они бесплодны (**`sealed`**);
- методы структур не могут быть абстрактными и виртуальными;
- переопределяться (то есть описываться со спецификатором **`override`**) могут только методы, унаследованные от базового класса **`object`**;
- параметр **`this`** интерпретируется как значение, поэтому его можно использовать для ссылок, но не для присваивания;
- при описании структуры нельзя задавать значения полей по умолчанию – это будет сделано в конструкторе по умолчанию, создаваемом автоматически (конструктор присваивает значимым полям структуры нули, а ссылочным – значение **`null`**).

Примечание – К статическим полям это ограничение не относится.

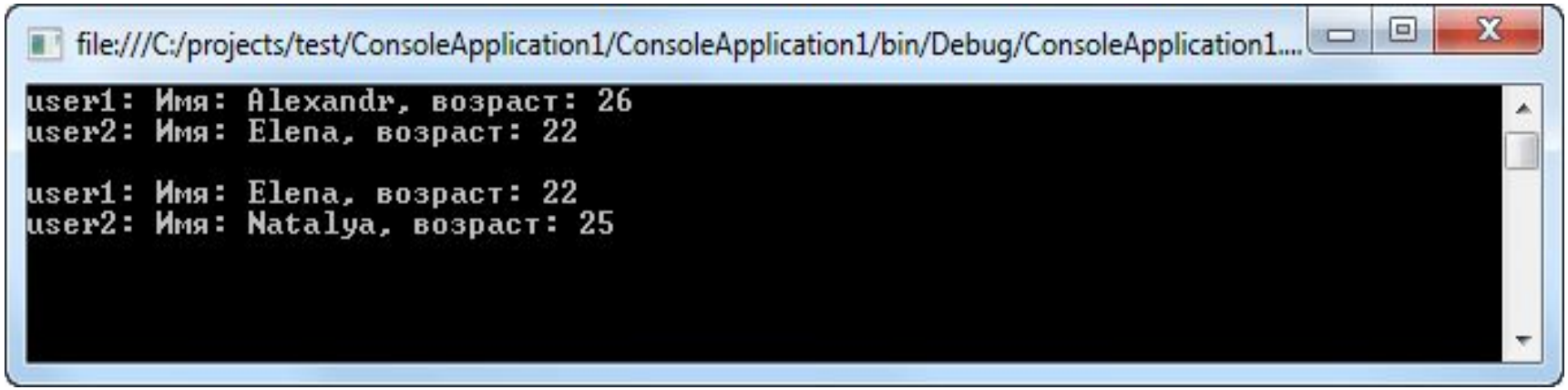
Листинг 1 – Пример 1 использования структур

```
    using System;
namespace ConsoleApplication1
{
// Создадим структуру
struct UserInfo
{
    public string Name;
    public byte Age;

    public UserInfo(string Name, byte Age)
    {
       this.Name = Name;
       this.Age = Age;
    }
     public void WriteUserInfo()
    {
      Console.WriteLine("Имя: {0}, возраст:
{1}",Name,Age);
    }
}
```

```
class Program
 {
static void Main()
    {UserInfo user1 = new UserInfo("Alexandr", 26);
     Console.Write("user1: ");
     user1.WriteUserInfo();
     UserInfo user2 = new UserInfo("Elena",22);
     Console.Write("user2: ");
     user2.WriteUserInfo();
//   Показать главное отличие структур от классов
     user1 = user2;
     user2.Name = "Natalya";
     user2.Age = 25;
     Console.Write("\nuser1: ");
     user1.WriteUserInfo();
     Console.Write("user2: ");
     user2.WriteUserInfo();
     Console.ReadLine();
    }
  }
}
```

Результат выполнения:

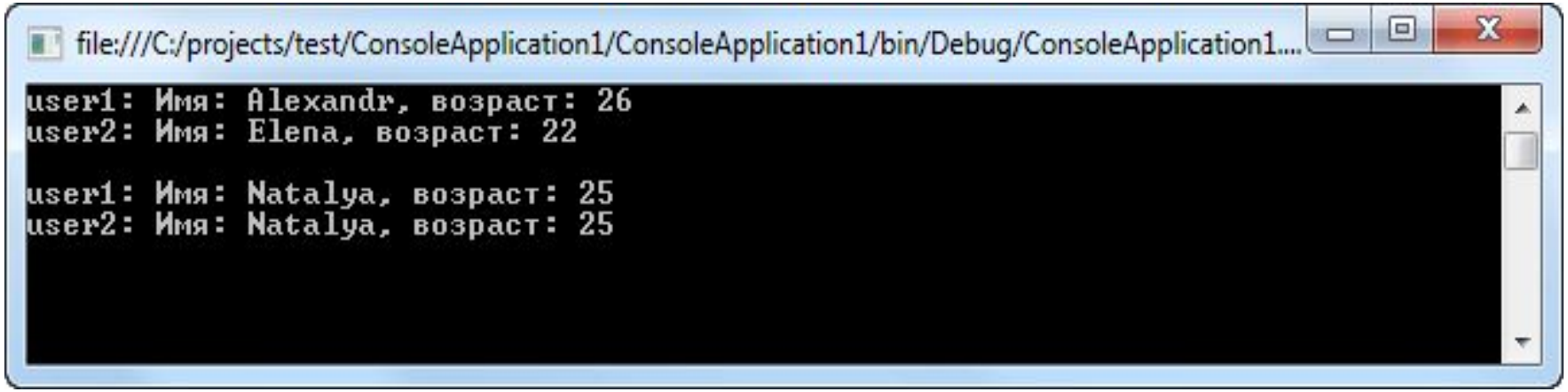


Обратите внимание: когда одна структура присваивается другой, создается копия ее объекта.

В этом заключается одно из главных отличий структуры от класса. Когда ссылка на один класс присваивается ссылке на другой класс, в итоге ссылка в левой части оператора присваивания указывает на тот же самый объект, что и ссылка в правой его части.

А когда переменная одной структуры присваивается переменной другой структуры, создается копия объекта структуры из правой части оператора присваивания.

Поэтому, если бы в предыдущем примере использовался класс **`UserInfo`** вместо структуры, получился бы следующий результат:



В листинге 2 приведен пример описания структуры, представляющей комплексное число.

Для экономии места из всех операций приведено только описание сложения.

Обратите внимание на перегруженный метод **`ToString`**: он позволяет выводить экземпляры структуры на консоль, поскольку неявно вызывается в методе **`Console.WriteLine`**.

Листинг 2 – Пример 2 структуры

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
struct Complex
{
public double re, im;
public Complex(double re_, double im_)
{re = re_; im = im_;}// можно использовать this.re, this.im

public static Complex operator + (Complex a, Complex b)
{return new Complex(a.re + b.re, a.im + b.im);}

public override string ToString()
{
return (string.Format("({0.2:0.##}:{1.2:0.##})", re, im));
}
```

```
  class Class1
  { static void Main()
    {
    Complex a = new Complex(1.2345, 5.6);
    Console.WriteLine("a = " + a);
    Complex b;
    b.re = 10; b.im = 1;
    Console.WriteLine("b = " + b);
    Complex c = new Complex();
    Console.WriteLine("c = " + c);
    c = a + b;
    Console.WriteLine("c = " + c);
    }
  }
}
```

Результат работы программы:

При выводе экземпляра структуры на консоль выполняется ***упаковка***, то есть ***неявное преобразование в ссылочный тип***. Упаковка применяется и в других случаях, когда структурный тип используется там, где ожидается ссылочный, например, при преобразовании экземпляра структуры к типу реализуемого ею интерфейса.

При обратном преобразовании – ***из ссылочного типа в структурный*** – выполняется ***распаковка***.

При ***присваивании структур*** создается копия значений полей.

То же самое происходит и при передаче структур в качестве параметров по значению.

Для экономии ресурсов ничто не мешает передавать структуры в методы по ссылке с помощью ключевых слов **`ref`** или **`out`**.

Особенно значительный выигрыш в эффективности можно получить, используя ***массивы структур*** вместо ***массивов классов***:

например, для массива из 100 экземпляров класса создается 101 объект,

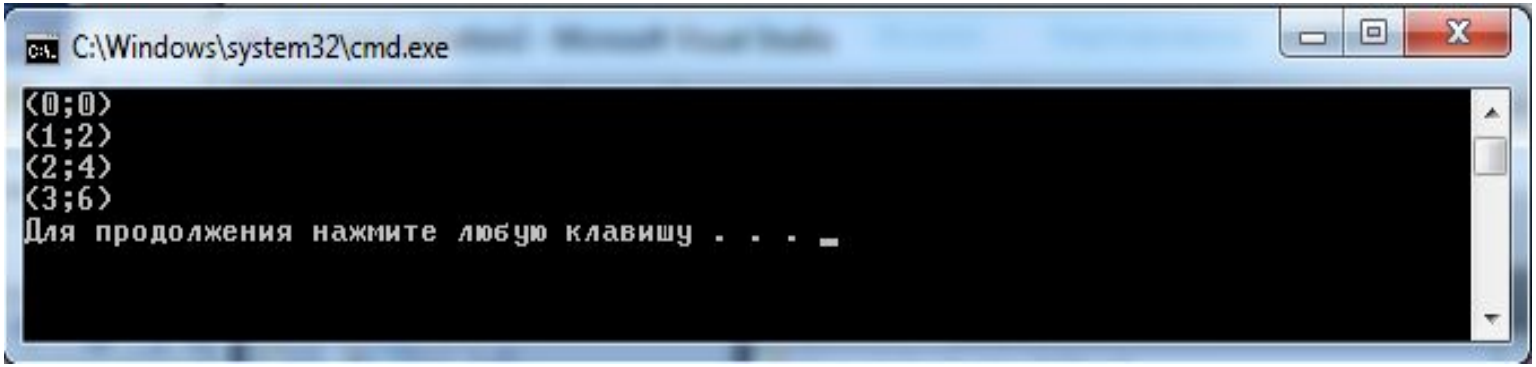
а для массива структур – один объект.

Приведем пример работы с массивом структур, описанных в предыдущем листинге:

```
Complex [] mas = new Complex[4];
for (int i = 0; i < 4; ++i)
{
mas[i].re = i;
mas[i].im = 2 * i;
}

foreach (Complex elem in mas) Console.WriteLine(elem);
```

Если поместить этот фрагмент вместо тела метода **Main** в предыдущем листинге (пример структуры) получим следующий результат:



2. Перечисления

При написании программ часто возникает потребность определить несколько связанных между собой именованных констант, при этом их конкретные значения могут быть не важны.

Для этого удобно воспользоваться *перечисляемым типом данных*, все возможные значения которого задаются списком целочисленных констант, например:

```
enum Menu {Read, Write, Append, Exit}
enum Радуга {Красный, Оранжевый, Желтый, Зеленый,
Синий, Фиолетовый}
```

Для каждой константы задается ее символическое имя. По умолчанию константам присваиваются последовательные значения типа **int**, начиная с 0, но можно задать и собственные значения, например:

```
enum Nums {two = 2, three, four, ten = 10,
                    eleven, fifty = ten + 40};
```

Константам **three** и **four** присваиваются значения 3 и 4, константе **eleven** – 11.

Имена перечисляемых констант внутри каждого перечисления должны быть уникальными, а значения могут совпадать.

Преимущество перечисления перед описанием именованных констант состоит в том, что связанные константы нагляднее; кроме того, компилятор выполняет проверку типов, а интегрированная среда разработки подсказывает возможные значения констант, выводя их список.

Синтаксис перечисления:

[атрибуты][спецификаторы] `enum` имя_перечисления
[: базовый_тип]
тело_перечисления [;]

Спецификаторы перечисления имеют такой же смысл, как и для класса, причем допускаются только спецификаторы new, public, protected, internal и private.

Базовый тип – это тип элементов, из которых построено перечисление. По умолчанию используется тип **`int`**, но можно задать тип и явным образом, выбрав его среди целочисленных типов (кроме **`char`**), а именно: **`byte`**, **`sbyte`**, **`short`**, **`ushort`**, **`int`**, **`uint`**, **`long`** и **`ulong`** (когда значения констант невозможно или неудобно представлять с помощью типа **`int`**).

Тело перечисления состоит из *имен констант*, каждой из которых может быть присвоено значение. Если значение не указано, оно вычисляется прибавлением единицы к значению предыдущей константы. Константы по умолчанию имеют спецификатор доступа **`public`**.

Итак,

Перечисление (**enumeration**) **–** это определяемый пользователем целочисленный тип.

Объявляя перечисление, вы:

– специфицируете набор допустимых значений, которые могут принимать экземпляры перечислений;

– этим значениям присваиваете имена, понятные для пользователей.

Если где-то в коде попытаться присвоить экземпляру перечисления значение, не входящее в список допустимых, компилятор выдаст ошибку.

Существует, по крайней мере, **три *преимущества*** от применения перечислений вместо простых целых чисел:

□ как упоминалось, перечисления облегчают сопровождение кода, гарантируя, что переменным будут присваиваться только легитимные, ожидаемые значения.

□ перечисления делают код яснее, позволяя обращаться к целым значениям, называя их осмысленными именами вместо малопонятных "магических" чисел.

□ перечисления облегчают ввод исходного кода. Когда вы собираетесь присвоить значение экземпляру перечислимого типа, то интегрированная среда Visual Studio с помощью средства IntelliSense отображает всплывающий список с допустимыми значениями, что позволяет сэкономить несколько нажатий клавиш и напомнить о возможном выборе значений.

При программировании перечислений нужно учесть:

1. Каждая символически обозначаемая константа в перечислении имеет целое значение.

Но, т.к. неявные преобразования перечислимого типа во встроенные целочисленные типы и обратно в C# не определены, то требуется ***явное приведение типов***.

2. Поскольку перечисления обозначают целые значения, то их можно, например, использовать для управления оператором выбора **`switch`** или же оператором цикла **`for`**.

3. В перечислении для каждой последующей символически обозначаемой константы задается ***целое значение, которое на единицу больше, чем у предыдущей константы***.

4. По умолчанию значение первой символически обозначаемой константы в перечислении равно нулю.

Рассмотрим пример использования перечислений (листинг 3).

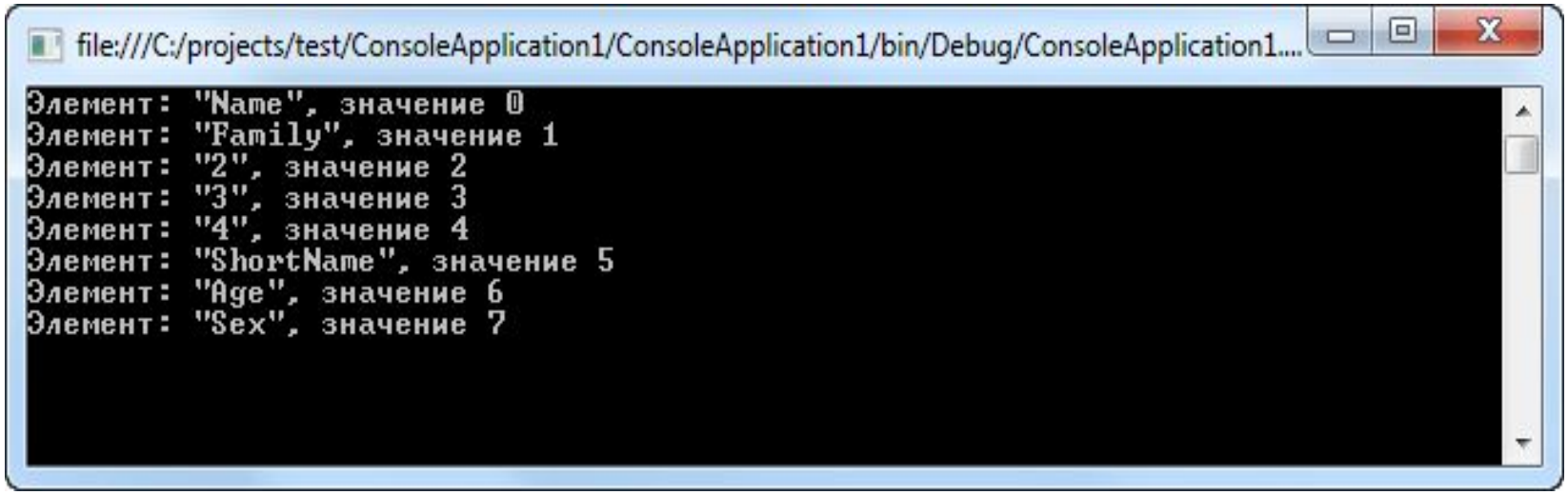
Листинг 3 – Пример перечисления

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
    // Создать перечисление
    enum UI : long {Name, Family, ShortName = 5, Age, Sex}

  class Program
  {
      static void Main()
      {
        UI user1;
        for (user1 = UI.Name; user1 <= UI.Sex; user1++)
        Console.WriteLine("Элемент: \"{0}\", значение {1}",
user1,(int)user1);

         Console.ReadLine();
       }
    }
}
```

Результат выполнения:



Значение одной или нескольких символически обозначаемых констант в перечислении можно задать с помощью инициализатора. Для этого достаточно указать после символического обозначения отдельной константы знак равенства и целое значение. Каждой последующей константе присваивается значение, которое на единицу больше значения предыдущей инициализированной константы. В приведенном выше примере инициализируется константа **ShortName**.

Перечисления часто используются как вложенные типы, идентифицируя значения из какого-либо ограниченного набора.

Листинг 4 – Пример перечисления

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
   struct Боец
{ public enum Воинское_Звание
      {Рядовой, Сержант, Майор, Генерал}
  public string Фамилия;
  public Воинское_Звание Звание;
}
class Class1
   {static void Main()
      {
       Боец x;
       x.Фамилия = "Иванов";
       x.Звание = Боец.Воинское_Звание.Сержант;
 Console.WriteLine(x.Звание + " " + x.Фамилия);
      }
   }
}
```

Результат работы программы:

Сержант Иванов

3. Операции с перечислениями

С переменными перечисляемого типа можно выполнять:

- арифметические операции (`+, -, ++, --`),
- логические поразрядные операции (`^, &, |, ~`),
- Сравнение с помощью операций отношения (`<, <=, >, >=, ==, !=`)
- получение размера в байтах (sizeof).

При использовании переменных перечисляемого типа в целочисленных выражениях и операциях присваивания требуется *явное преобразование типа*.

Переменной перечисляемого типа можно присвоить любое значение, представимое с помощью базового типа, то есть не только одно из значений, входящих в тело перечисления.

Присваиваемое значение становится новым элементом перечисления.

Перечисления удобно использовать для представления битовых флагов, например:

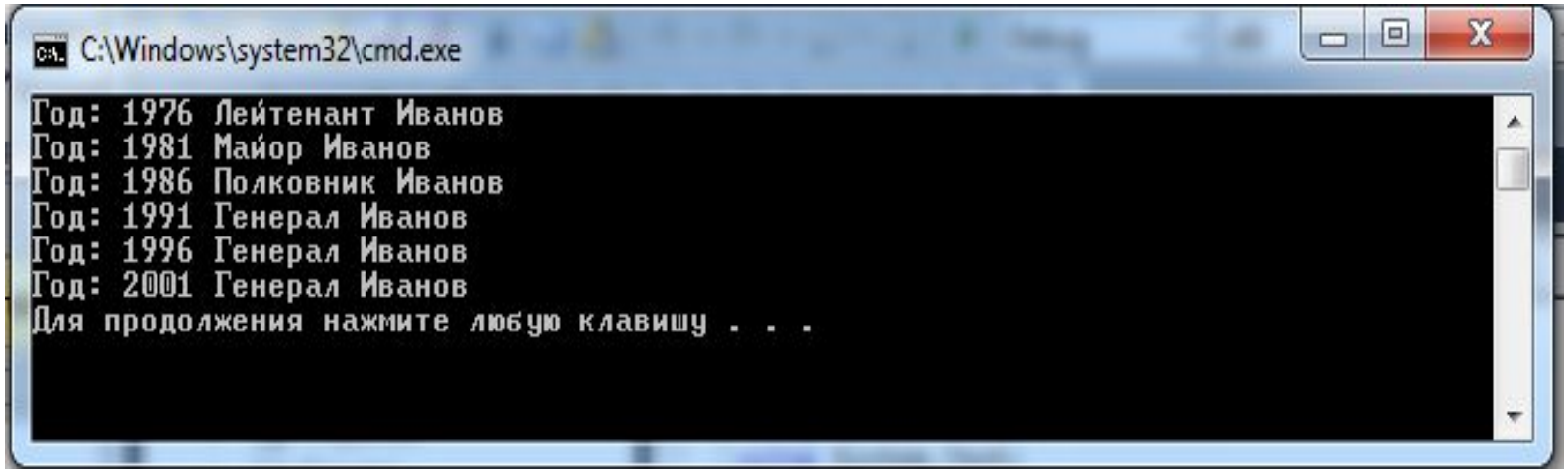
```
enum Flags : byte
{b0, b1, b2, b3 = 0x04, b4 = 0x08, b5 = 0x10, b6 = 0x20, b7
= 0x40}
Flags a = Flags.b2 | Flags.b4;
Console.WriteLine("a = {0} {1:X}", a, a);
++a; //{1:X} – шестнадцатеричный формат вывода
Console.WriteLine("a = {0} {1:X}", a, a);
int x = (int) a;
Console.WriteLine("x = {0} {1:X}", x, x);
Flags b = (Flags) 65;
Console.WriteLine("b = {0} {1:X}" b, b);
```

Результат работы этого фрагмента программы:

Листинг 5– Операции с перечислениями

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
struct Боец
{public enum Воинское_Звание
      {Рядовой, Сержант, Лейтенант, Майор, Полковник,
Генерал}
 public string Фамилия;
 public Воинское_Звание Звание;}
class Class1
{static void Main()
{Боец x;
x.Фамилия = "Иванов";
x.Звание = Боец.Воинское_Звание.Сержант;
for (int i = 1976; i < 2006; i += 5)
{if (x.Звание < Боец.Воинское_Звание.Генерал) ++x.Звание;
Console.WriteLine("Год: {0} {1} {2}", i, x.Звание, x.
Фамилия);}
}
}
}
```

Результат работы программы:



4. Базовый класс `System.Enum`

Все перечисления в C# являются потомками базового класса **`System.Enum`**, который снабжает их некоторыми полезными методами.

1. Статический метод **`GetName`** позволяет получить символическое имя константы по ее номеру, например:

```
Console.WriteLine(Enum.GetName(typeof(Flags), 8));  // b4
Console.WriteLine(Enum.GetName(typeof(Боец.
Воинское_Звание), 1));  // Сержант
```

Примечание – Операция **`typeof`** возвращает тип своего аргумента

2. Статические методы **`GetNames`** и **`GetValues`** формируют, соответственно, массивы имен и значений констант, составляющих перечисление, например:

```
Array names = Enum.GetNames(typeof(Flags));
Console.WriteLine("Количество элементов в перечислении: " +
names.Length);
foreach (string elem in names) Console.Write("" + elem);
Array values = Enum.GetValues(typeof(Flags));
foreach (Flags elem in values) Console.Write("" + byte)elem);
```

3. Статический метод **IsDefined** возвращает значение **true**, если константа с заданным символическим именем описана в указанном перечислении, и **false** в противном случае, например:

```
if (Enum.IsDefined(typeof(Flags), "b5"))
Console.WriteLine("Константа с именем b5 существует");
else Console.WriteLine("Константа с именем b5 не существует");
```

4. Статический метод **GetUnderlyingType** возвращает имя базового типа, на котором построено перечисление.

Например, для перечисления **Flags** будет получено **System.Byte**:

```
Console.WriteLine(Enum.GetUnderlyingType(typeof(Flags)));
```

Выводы

Область применения ***структур*** – типы данных, имеющие небольшое количество полей, с которыми удобнее работать как со значениями, а не как со ссылками.

Накладные расходы на динамическое выделение памяти для экземпляров небольших классов могут весьма значительно снизить быстродействие программы, поэтому их эффективнее описывать как структуры.

Преимущество использования ***перечислений*** для описания связанных между собой значений состоит в том, что это более наглядно и инкапсулировано, чем россыпь именованных констант. Кроме того, компилятор выполняет проверку типов, а интегрированная среда разработки подсказывает возможные значения констант, выводя их список.