

Лекция 5. Операторы. Перегрузка операторов.

Половикова О.Н.

Пример. Обслуживающий класс.

```
}  
static class Circle{  
    public const double pi = Math.PI;  
    // площадь и длину круга  
    public static double SquareCircle(int R)  
    {  
        return pi * R * R;  
    }  
    public static double LengthCircle(int R){  
        return 2 * pi * R;  
    }  
}
```

```
class Program{  
    public static void Main(string[] args)  
    {  
        Console.Write(Circle.SquareCircle(5));  
    }  
}
```

```
//  
//  
//
```

C:\doc\string_build\string_build\bin\Debug\string_build.exe

78,5398163397448

Статическое свойство. Статический конструктор.

```
build.Program ▾ Main(string[] args)

class Student{
    public static int max_ball;
    int[] balls= new int[3];
    public string Name{get; set;}
    public static StringBuilder All_balls{get; set;} // строковое представление баллов
    //статический конструктор
    static Student(){
        All_balls = new StringBuilder("баллы:");
    }
    public Student(string name, int math, int phis, int lang){
        this.Name=name;
        balls[0]=math; balls[1]=phis; balls[2]=lang;
        max_ball=(summa_balls()>max_ball)? summa_balls():max_ball;
        All_balls.Append(" "+summa_balls().ToString());
    }
    public int summa_balls(){
        return balls[0]+balls[1]+balls[2];
    }
}
class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Student S = new Student("Иванов", 18, 30, 34);
        Student.max_ball+=10;
        Console.Write(Student.All_balls.ToString());
    }
}
```

C:\doc\string_build\string_build\bin\Debug

баллы: 82_

```
class Student{
    public static int max_ball=0;
    int[] balls= new int[3];
    public string Name{get; set;}
    public static StringBuilder All_balls{get; set;} // строковое представление баллов
    /*static Student(){
        All_balls = new StringBuilder("баллы:");
    }*/
    public Student(string name, int math, int phis, int lang){
        this.Name=name;
        balls[0]=math; balls[1]=phis; balls[2]=lang;
        max_ball=(summa_balls()>max_ball)? summa_balls():max_ball;
        All_balls.Append(" "+summa_balls().ToString());
    }
    public int summa_balls(){
        return balls[0]+balls[1]+balls[2];
    }
}

class Program
{
    public static void Main(
    {
        Student S = new
        Student.max_bal
        Console.Write(S
```

Сборка Отладка Поиск Анализ Инструменты Окно Справка

Необработанное исключение



An exception of type System.NullReferenceException was thrown:

System.NullReferenceException: Ссылка на объект не указывает на экземпляр объекта.

в string_build.Student..ctor(String name, Int32 math, Int32 phis, Int32 lang) в c:\doc\string_build\

в string_build.Program.Main(String[] args) в c:\doc\string_build\string_build\Program.cs:строка 48

Открытое статическое поле – нарушает принцип инкапсуляции;
Проблема выделения памяти для автоматического свойства
(инициализация)

Оператор

Выражения формируются из **операндов** и **операторов**. Операторы в выражении указывают, какие действия нужно применить к операндам.

Примеры **операторов**: +, -, *, / и new (знак или обозначение операнда).

Операндами могут являться литералы (константы), поля, локальные переменные, выражения и т. п.

```
string a, b;
```

```
a = "Иванов";
```

```
b = "Иван";
```

```
Console.Write(a+ " "+b);
```

Операторы: sizeof, typeof

Возвращает размер отводимый для переменной данного типа в байтах

```
13 static void Main() {
14
15     Console.WriteLine("\n int = {0}, double = {1}",
16                         sizeof(int), sizeof(double));
17 }
18
```

input

int = 4, double = 8

Оператор **typeof** применяется к имени типа, известному во время компиляции, а результатом является объект типа **System.Type**, содержащий метаданные о типе.

```
12 class prog {
13     static void Main() {
14         Console.WriteLine("\n int = {0}, float = {1}", typeof(int), typeof(float));
15     }
16 }
```

input

int = System.Int32, float = System.Single

Оператор: is

Данный оператор проверяет, можно ли преобразовать выражение в указанный тип и, если это возможно, приводит его к переменной (объекту) этого типа. Позволяет проверить и преобразовать к конкретному типу.

Этот оператор используется в двух вариантах:

1) `expr is type`

expr – это выражение, значением которого является экземпляр какого-либо типа,

type – это имя типа.

```
public static void Main(string[] args)
{
    if (1.6 is double) Console.WriteLine(true);
}
```

```
public static void Main(string[] args)
{
    float a = 1.6f;
    if (a is double) Console.WriteLine(true);
    else Console.WriteLine(false);
}
```

```
public class Point{
    int x, y;
}
public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Point P = new Point();
        if (P is Point) Console.WriteLine(true);
    }
}
```

Оператор: is

2) `expr is type varname`

expr – это выражение, значением которого является экземпляр какого-либо типа,

type – это имя типа, в который должен быть преобразован результат *expr*,

varname – это объект, в который преобразуется результат *expr*, если

class Program

```
{
    Ссылка: 2
    public static void inf(Object a){
        if (a is Point p) Console.Write(p.Length(new Point(10, 12, -10)));
        if (a is Employee em) Console.Write(em.ToString());
    }
}
```

Ссылка: 0

```
static void Main(string[] args){
    //первый объект
    Employee A = new Employee("Ivan", "Iv", "Ivanov", 20.8);
    //вызов функции
    inf(A);
    // второй объект
    Point B = new Point(-2, 0, 2);
    // та же самая функция
    inf(B);
    Console.ReadKey();
}
}
```

"" , double Pay = 0.0)

" оклад:" + Pay.ToString();

Приоритет операторов

Категория	Операции
Первичные операции	() [] . ++ -- new typeof sizeof checked unchecked
Унарные операции	+ - ! ~ ++ -- (T)x
Операции умножения и деления	* / %
Операции сложения и вычитания	+ -
Операции сдвига	<< >>
Операции отношения	< > <= >= is
Операции равенства	== !=
Поразрядная операция И	&
Поразрядная операция XOR	^
Поразрядная операция ИЛИ	
Логическая операция И	&&
Логическая операция ИЛИ	
Операция условия	?:
Операция присваивания	= *= /= %= += -= <<= >>= &= ^= =

Ассоциативность операторов

- Операторы с левой ассоциативностью вычисляются слева направо. Все бинарные операторы (почти все) имеют левую ассоциативность.
- Например, выражение $a + b - c$ вычисляется как $(a + b) - c$.
- Операторы с правой ассоциативностью вычисляются справа налево. Операторы присваивания и условный оператор $?:$ имеют правую ассоциативность.
- Например, выражение $x = y = z$ вычисляется как $x = (y = z)$.

Вычисление операндов

Операнды в выражении вычисляются слева направо.

Выражение	Порядок вычислений
$a + b$	$a, b, +$
$a + b * c$	$a, b, c, *, +$
$a / b + c * d$	$a, b, /, c, d, *, +$
$a / (b + c) * d$	$a, b, c, +, /, d, *$

Как правило, оцениваются (вычисляются) все операнды операторов.

Некоторые операторы оценивают (вычисляют) операнды условно. То есть значение первого операнда такого оператора определяет, следует ли оценивать другие операнды.

Например, `&&`, `||`, `?:`

Вычисление операндов

Некоторые операторы оценивают (вычисляют) операнды условно. То есть значение первого операнда такого оператора определяет, следует ли оценивать другие операнды. Например, `&&`, `||`, `?:`:

```
10
11 class prog {
12     static void Main() {
13
14         int a = 10;
15         int b = 20;
16         if (a < 0.0 && (++b) > 20) Console.WriteLine("\n a ={0}, b = {1}", a, b);
17         else Console.WriteLine("\n b ={0}, a = {1}", b, a);
18
19         if ((++b) > 20 && a < 0.0) Console.WriteLine("\n a ={0}, b = {1}", a, b);
20         else Console.WriteLine("\n b ={0}, a = {1}", b, a);
21     }
22 }
```

b =20, a = 10
b =21, a = 10

```
11 class prog {
12     static void Main() {
13
14         int a = 10;
15         int b = 20;
16         if (a > 0.0 || (++b) > 20) Console.WriteLine("\n a ={0}, b = {1}", a, b);
17         else Console.WriteLine("\n b ={0}, a = {1}", b, a);
18     }
19 }
```

input
a =10, b = 20

Перегрузка операторов

Перегрузка оператора – это реализация своего собственного функционала этого оператора для конкретного класса.

С помощью **перегрузки операторов** можно указать поведение оператора для операндов определяемого пользователем типа.

Перегрузка унарного оператора:

public static [возвращаемый_тип] **operator**
[оператор]([тип_операнда] [операнд])

{

//функционал оператора

}

```
class Complex{
    double re, im;
    public override string ToString()
    {
        return string.Format("[Complex Re={0}, Im={1}]", re, im);
    }
    public void print(){
        Console.WriteLine("\n({0},{1})", re, im);
    }
    public Complex (double re=0.0, double im=0.0){
        this.re=re;
        this.im=im;
    }
    public static Complex operator-(Complex A){ return new Complex(-A.re, -A.im);}
```

Модификаторы **public** и **static** являются обязательными. На месте [оператор] может стоять любой оператор, который можно перегрузить. Не все операторы в C# разрешается перегружать.

Перегрузка бинарного оператора:

```
public static [возвращаемый_тип] operator  
[оператор]([тип_операнда1] [операнд1],  
[тип_операнда2] [операнд2])
```

```
{  
    //функционал оператора
```

```
}  
  
class Complex{  
    double re, im;  
    public override string ToString()  
    {  
        return string.Format("[Complex Re={0}, Im={1}]", re, im);  
    }  
    public void print(){  
        Console.WriteLine("\n({0},{1})", re, im);  
    }  
    public Complex (double re=0.0, double im=0.0){  
        this.re=re;  
        this.im=im;  
    }  
    public static Complex operator-(Complex A){ return new Complex(-A.re, -A.im);}  
    public static Complex operator+(Complex A, Complex B){ return new Complex(B.re+A.re, B.im+A.im);}
```

```
13
14 class Program
15 {
16     public static void Main(string[] args)
17     {
18         Complex A = new Complex(-3, 4);
19         Complex B = new Complex(2, 5);
20         (A.sum(B)).print();
21
22         Console.WriteLine(Complex.sum(A,B));
23         Console.ReadKey(true);
24     }
25 }
26
27 //перезгрузка бинарных операторов
28 class Complex{
29     double re, im;
30     public override string ToString()
31     {
32         return string.Format("[Complex Re={0}, Im={1}]", re, im);
33     }
34
35     public void print(){
36         Console.WriteLine("\n({0},{1})", re, im);
37     }
38
39     public Complex (double re=0.0, double im=0.0){
40         this.re=re;
41         this.im=im;
42     }
43
44     public Complex sum(Complex A){
45         return new Complex(re+A.re, im+A.im);
46     }
47     public static Complex sum(Complex A, Complex B){
48         return new Complex(B.re+A.re, B.im+A.im);
49     }
50 }
```


Операция C#	Возможность перегрузки
+, -, !, ++, —, true, false	Этот набор унарных операций может быть перегружен
+, -, *, /, %, &, , ^, <<, >>	Эти бинарные операции могут быть перегружены
==, !=, <, >, <=, >=	Эти операции сравнения могут быть перегружены. C# требует совместной перегрузки «подобных» операций (т.е. < и >, <= и >=, == и !=)
[]	Операция [] не может быть перегружена. Аналогичную функциональность предлагают индексаторы
()	Операция () не может быть перегружена, но ту же функциональность предоставляют специальные методы преобразования
+=, -=, *=, /=, %=, &=, =, ^=, <<=, >>=	Сокращенные операции присваивания не могут перегружаться; однако вы получаете их автоматически, перегружая соответствующую бинарную операцию

Нельзя перегружать

Перегружать можно только операторы, перечисленные выше.

В частности, невозможно перегрузить доступ к члену, вызов метода или `=`, `&&`, `||`, `?:`, `=>`, `checked`, `unchecked` и `new` операторы.

Правила перегрузки

1. Объявление оператора должно включать спецификатор `public` и модификатор `static`.
2. Унарный оператор принимает один параметр. Бинарный оператор принимает два параметра. В каждом случае хотя бы один параметр должен иметь тип объекта создаваемого класса.
3. Объявления определяемых пользователем операторов не могут изменять синтаксис, приоритет или ассоциативность оператора. Например, оператор `/` всегда является бинарным оператором, всегда имеет свой уровень приоритета.
4. Перегружать можно только разрешённые для перегрузки операторы.

```

public static void Main(string[] args)
{
    math.Complex A = new math.Complex(-3, 4);
    math.Complex B = new math.Complex(2, 5);
    Console.WriteLine((A+B).ToString());
    Console.WriteLine((A+3.6).ToString());
    Console.WriteLine((3.6+B-A-7.8-(-A)+(-B)).ToString());
    Console.ReadKey(true);
}
}

```

```

class Complex...

```

```

namespace math{

```

```

class Complex{

```

```

    double re, im;

```

```

    public override string ToString()
    {

```

```

        return string.Format("[Complex Re={0}, Im={1}]", re, im);
    }

```

```

    public void print(){

```

```

        Console.WriteLine("\n({0},{1})", re, im);
    }

```

```

    public Complex (double re=0.0, double im=0.0){

```

```

        this.re=re;

```

```

        this.im=im;
    }

```

```

    public static Complex operator-(Complex A){ return new Complex(-A.re, -A.im);}

```

```

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

```

```

    public static Complex operator-(Complex A, Complex B){ return new Complex(A.re-B.re, A.im-B.im);}

```

```

    public static Complex operator+(Complex A, double B){ return new Complex(A.re+B, A.im+0);}

```

```

    public static Complex operator+(double B, Complex A){ return new Complex(A.re+B, A.im+0);}

```

```

    public static Complex operator-(Complex A, double B){ return new Complex(A.re-B, A.im-0);}

```

```

    public static Complex operator-(double B, Complex A){ return new Complex(B-A.re, 0-A.im);}
}

```


Правильная перегрузка инкремента

```
class counter{
    int i, maxi, mini;
public counter(int i, int mini, int maxi){
    this.i=i; this.maxi=maxi; this.mini=mini;
}
public static counter operator++(counter A){
    if (A.i+1 <= A.maxi)
        return new counter(A.i+1, A.mini, A.maxi);
    else
        return new counter(A.i, A.mini, A.maxi);
}
public static counter operator--(counter A){
    if (A.i-1 >= A.mini)
        return new counter(A.i-1, A.mini, A.maxi);
    else
        return new counter(A.i, A.mini, A.maxi);
}
public void print(){
    Console.WriteLine("{0}, {1}, {2}", mini, i, maxi);
}
}
```

```
public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        counter newCount= new counter(0,-1,10);
        (++newCount).print();//1
        (newCount--).print();//1
        (--newCount).print();//-1
        (newCount++).print();//-1
    }
}
```

Выполнение кода

```
35 public static void Main(string[] args)
36 {
37     counter newCount= new counter(0,-1,10);
38     (++newCount).print();//1
39     (newCount--).print();//1
40     (--newCount).print();//-1
41     (newCount++).print();//-1
42
43 }
44 }
45 }
```

Run it (F8) Save it ☐ Show compiler warnings [+] Show Live

input

Compilation time: 0,23 sec, absolute running time: 0,11 sec, cpu time: 0,11 sec, average of threads: 3, absolute service time: 0,37 sec

(-1, 1, 10)
(-1, 1, 10)
(-1, -1, 10)
(-1, -1, 10)

Средний столбец – значение счётчика в объекте

Неправильная перегрузка

```
class counter{
    int i, maxi, mini;
    public counter(int i, int mini, int maxi){
        this.i=i; this.maxi=maxi; this.mini=mini;
    }
    public static counter operator++(counter A){
        if (A.i+1 <= A.maxi)
            A.i++;
        return A;
    }
    public static counter operator--(counter A){
        if (A.i-1 >= A.mini)
            A.i--;
        return A;
    }
    public void print(){
        Console.WriteLine("{0}, {1}, {2}", mini, i, maxi);
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        counter newCount= new counter(0,-1,10);
        (++newCount).print();//1
        (newCount--).print();//1
        (--newCount).print();//-1
        (newCount++).print();//-1
    }
}
```

```
32     public static void Main(string[] args)
33     {
34         counter newCount= new counter(0,-1,10);
35         (++newCount).print();//1
36         (newCount--).print();//1
37         (--newCount).print();//-1
38         (newCount++).print();//-1
39     }
40 }
41 }
42 }
```

Run it (F8)

Save it

Show compiler warnings [+] Sh

input

Compilation time: 0,39 sec, absolute running time: 0,09 sec, cpu time
of threads: 2, absolute service time: 0,51 sec

(-1, 1, 10)
(-1, 0, 10)
(-1, -1, 10)
(-1, 0, 10)