# ПЯВУ. Лекция 3.

Основы программирования.

А.М. Задорожный

# Контрольные вопросы

1. Какой составной оператор (оператор, включающий другие операторы) мы рассмотрели на прошлой лекции? Что он позволяет делать?

2. Какие типы данных встречались в лекциях?

3. Что такое литерал в тексте программы? Привести примеры.

# Содержание

1. Понятие цикла
2. Оператор while
3. Представление целых чисел в компьютере
4. Побитовые операции над целыми
5. Действительные числа и их представление в компьютере (числа с плавающей точкой)

# Циклы

- Цикл (циклические вычисления) – многократ-ное выполнение одного и того же набора команд (инструкций).
- Циклы - ключевой инструмент программирования.
- Сводить решения задач к многократному выполнению одинаковых действий – важное искусство, которым должен овладеть каждый программист.

# Оператор while

```
while (<булевское выражение>)  // Условие продолжения цикла
{
    <инструкции>       // Тело цикла
}
```

Порядок выполнения цикла:

- Вычисляется условие.
  - Если условие истинно, выполняется тело цикла
  - Если условие ложно, оператор цикла заканчивается. Выполнение передается следующему за ним оператору.

# Пример.
# Сумма ряда

**Задача**: найти сумму первых N натуральных чисел.
N – входные данные.

```
int i = 1, sum = 0;     // sum – аккумулятор, i - счетчик

while(i <= N)
{
      sum = sum + i;  // прибавляем к sum очередное число
      i = i + 1;       // переходим к следующему числу
}

// В переменной sum содержится искомая сумма.
Console.WriteLine(sum);
```

# Пример.
# Проверка простоты числа

**Задача**: Выяснить, является ли натуральное число N простым.
N – входные данные

```
int i = 2;                // i – счетчик
bool prim = true;         // сначала считаем простым

while(i <= Math.Sqrt(N) && prim)
{
      if(N %  i == 0) prim = false;
      i = i + 1;
}

// Выходные данные – переменная prim.
// Если prim истинно, то N простое. Иначе – составное.
```

# Контрольные вопросы

1. Что такое Цикл в программировании?
2. Какой оператор C# позволяет организовать цикл?
3. Обязательно ли присутствуют круглые скобки в записи оператора цикла?
4. Что указывается в круглых скобках оператора while?

# Представление целых чисел в компьютере

- Целое – 4 байта (32 бита)

Сложение в двоичной системе. Для 8 бит: пусть x = 11111111.

```
11111111
00000001
--------
00000000
```

Тогда x + 1 = 0 => x = -1!

В компьютере обычно старший бит числа определяет знак:
Если он 1, то число отрицательное,
если 0 – положительное.

Остальные биты определяют модуль числа.

# Представление целых чисел в компьютере

**Задачи**.

1. Сколько различных значений может принимать величина типа int? (int занимает 4 байта)

2. Сколько различных отрицательных значений может принимать величина типа int? Какое значение минимально?

3. Сколько положительных значений может принимать величина типа int? Каково максимальное значение?

# Целые числа и побитовые операции

- Бит – логическое значение (0 или 1)
- В C# существуют побитовые операции |, &, ~ и ^.
- Побитовые операции применяются независимо к каждому биту числа.

В отличие от логических, они обозначаются одинарными значками.

# Целые числа и побитовые операции

| – побитовое ‘или’

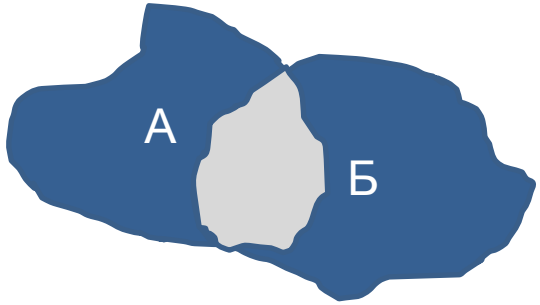
0001
0010
0011

& – побитовое ‘и’

1001
1010
1000

^ – побитовое ‘исключающее или’ (XOR)

1001
1010
0011




~ – побитовое отрицание

~1001
 0110

# Побитовое представление числа

**Задача.** Вывести двоичное представление числа на консоль.

```
int m = 128, k = …;                // k не больше 255

if(k & m != 0) Console.Write(1);
else Console.Write(0);

m = m/2;

if(k & m != 0) Console.Write(1);
else Console.Write(0);

m = m/2;

…
```

И так 8 раз.

# Двоичное представление с циклом

**Задача.** Вывести двоичное представление числа на консоль.

```
int m = 1024 * 1024 * 1024;     // 2^30
if (x < 0)                      //Обработать знаковый бит
      Console.Write(1);
else
      Console.Write(0);

while (m != 0)
{
      if ((x & m) != 0)
       Console.Write(1);
      else
       Console.Write(0);
      m = m / 2;                //Смещаем 1 вправо на 1 разряд
}
```

# Упражнения

Входные данные – целочисленная переменная x.

```
int m=1;          // раньше было 2^30
while(m != 0)
{
        if((x & m)  !=  0)
            Console.Write(1);
        else
            Console.Write(0);
        m = 2*m;     //Смещаем 1 на 1 разряд влево. Раньше смещали вправо  - m = m / 2
}
```

1. Почему цикл закончится?
2. Сколько символов будет выведено на консоль?
3. Что изменится, если условие цикла m != 0 заменить на условие m > 0? Почему?
4. Выполните программу, задав начальное значение x = int.MinValue. Обратите внимание на полученный результат.

# Действительные числа

- Целых чисел на практике мало. Нужны действительные числа.

- В компьютере действительным числам соответствуют **числа с плавающей точкой** (запятой).

```
double x = 0.5; // int x = 1; bool f = true;
```

# Свойства чисел с плавающей точкой

- Диапазон от $10^{200}$ до $10^{-200}$
- +, -, *, / - операция деления выполняется обычным образом, т.е. в результате получается дробное число.
- Библиотека математических функций: Math.Abs(x), Math.Cos(x)/ Math.Sin(x), Math.Exp(x), Math.Log10(x), Math.Pow(x, y), Math.Sqrt(x), …

# Особенности double

- Double – не действительные числа. (В компьютере только целые числа - коды)

- Double занимают 8 байт. Их диапазон огромен, но их число ограничено!

- Вычисления выполняются приближенно!

```
double x = 1.1, y = 1, z = 0.1;
(x – (y + z)) != ((x - y) – z)
```

- Различие составляет ~ $8.33*10^{-17}$

# Представление с плавающей точкой

$X = \mathbf{m} * 10^{\mathbf{exp}}$

- m – мантисса
- exp – экспонента
- А так же знаковый бит.
- Диапазон определяется экспонентой;
- Точность определяется мантиссой;

# Умножение и сложение с плавающей точкой

**Умножение**

- M = m1*m2 здесь количество знаков увеличится
- Exp = exp1+exp2
- Нормализация здесь мантисса переводится в нужный диапазон и обрезается, а экспонента компенсирует сдвиг мантиссы

**Сложение**

- Выравнивание порядков
- M = m1+m2 здесь количество знаков увеличится
- Нормализация здесь мантисса переводится в нужный диапазон и обрезается, а экспонента компенсирует сдвиг мантиссы

# Смешанные выражения и =

Смешанные выражения - выражения, в которых присутствуют различные числовые типы.

```
int n = 4;
double x = 3;
double y = n * x;

int m = n * x;    // Синтаксическая ошибка
```

# “Ловушки” в выражениях

- Порядок вычислений

```
3/4*2.0          // == 0
2.0*3/4      // == 1.5
```

- Вид операции /

```
2.0/4*3      // это не 2/12, а 6/4
2.0/(4*3)
```

# Скобки и оптимизация

- Как упростить выражение для компьютера?

3*x*x +4*x+ 2. // Умножений – 3, сложений – 2.
(3*x + 4)*x +2. // Умножений - 2, сложений - 2.
3*x*x*x+2*x*x+3*x + 4 = > ((3*x+2)*x+3)*x + 3

- Сохранение промежуточных результатов

$(3x^3+2x^2+3x + 4)*(3x^3+2x^2+3x + 4)$

y = ((3*x+2)*x+3)*x + 3.
y*y.

# Пример.
# Площадь треугольника

double a = 2, b = 3, c = 4.

Формула Герона $S = (p(p-a)(p-b)(p-c))^{1/2}$.

```
double p = (a + b + c) / 2;
double S = Math.Sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
```

# Пример.
# cos угла между двумя векторами

x = (x1, x2, x3),  y = (y1, y2, y3)

cos(xy) = (x*y)/(|x|*|y|)

**doube** xy = x1*y1+x2*y2+x3*y3;

**double** mx = **Math.Sqrt**(x1*x1+x2*x2+x3*x3),
my = **Math.Sqrt**(y1*y1+y2*y2+y3*y3);

**double** cosXY = xy/(mx*my);

# Число Pi

- Вычислить **Pi** как сумму ряда Pi=4/1-4/3+4/5-4/7+… с точностью **eps** = 0.00001.

```
double pi = 0, eps = 0.00001;
double i = 1, alpha = 4/i - 4/(i+2);
while (alpha > eps)
{
      pi = pi + alpha;
      i = i + 4;
      alpha = 4 / i - 4 / (i + 2);
}
```

- Почему цикл закончится?
- Где аккумулятор?

# Контрольные вопросы

1. Каким типом в C# представляются действительные числа?
2. Почему этот тип не представляет действительных чисел в математическом смысле?
3. Как записываются литералы, представляющие тип double?
4. Почему ограничен диапазон double? Почему ограничена точность?
5. Могут ли в одном выражении участвовать числовые данные разных типов?
6. Можно ли переменной типа double присвоить значение типа int? А наоборот?