Модуль School базовых алгоритмов информатики

Осипов А.В.

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

Назначение: реализация алгоритмов, часто встречающихся в школьных задачах.
Форматы вызова: в виде подпрограммы и для записи в точечной нотации.
Исходный код: PascalABC.NET, открытый, в составе стандартной поставки.
Лицензия: открытая, совпадает с лицензией на весь программный продукт.
Подключение: uses School;

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

Библиотека разбита на 12 групп по функциональному назначению реализованных алгоритмов.

Библиотека содержит подпрограммы и методы расширения некоторых стандартных классов PascalABC.NET.

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

Подпрограмма – именованный или идентифицированный иным образом фрагмент программного кода, к которому можно многократно обращаться. Она содержит описание определённого набора действий. Подпрограмма – общее название для процедур и функций.

Функция – разновидность подпрограммы, возвращающая некоторое значение, которое затем используется в выражении на месте, где был указан вызов функции.

```
Sin(2 * x - 1) + Cos(0.4 * x)
Min(a, b, c) + Max(a + b, 5 * c - 1)
Sqrt(Pi / 2 - 0.28)
```

Процедура – разновидность подпрограммы, не возвращающая значения.

```
Print(a * x * x + b * x * c);
Read(a, b, c);
Delete(s, 5, 2);
```


Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

Метод представляет собой подпрограмму, оформленную внутри класса или записи *record*. Метод расширения (или просто «расширение») – разновидность метода, написанная в дополнение к уже имеющемуся классу и находящаяся вне его кода.

```
a.Sort
b.IsPrime
c.ToBase(12)
```

1. Перевод десятичного числа *n* в систему счисления по основанию *k (k = 2..36)*

- **функция** *Bin(n)* **возвращает двоичное (binary) представление значения десятичного числа** *n* **в виде строки;**
- **функция** *Oct(n)* **возвращает восьмеричное (octal) представление значения десятичного числа** *n* **в виде строки;**
- **функция** *Hex(n)* **возвращает шестнадцатиричное (hexadecimal) представление значения десятичного числа** *n* **в виде строки;**
- **функция** *ToBase(sn, k)* **преобразует десятичное значение числа** *n*, **заданное строкой** *sn*, **в строку, записанную в системе счисления с основанием** *k (k = 2..36)* **и возвращает эту строку;**
- **расширение** *sn.ToBase(k)* **делает то же самое.**

1. Перевод десятичного числа *n* в систему счисления по основанию *k* (*k* = 2..36)

Найти количество восьмерок в девятеричном представлении значения выражения $37^{59} - 19^{48}$

```
## uses School;
(37bi ** 59 - 19bi ** 48).ToBase(9).CountOf('8').Print
```

А вот так выглядит это число в десятичном виде:
334 119 420 856 080 810 951 048 371 564 629 508 203 083 152 249 809
704 909 293 613 155 284 562 365 076 547 377 757 919 932

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

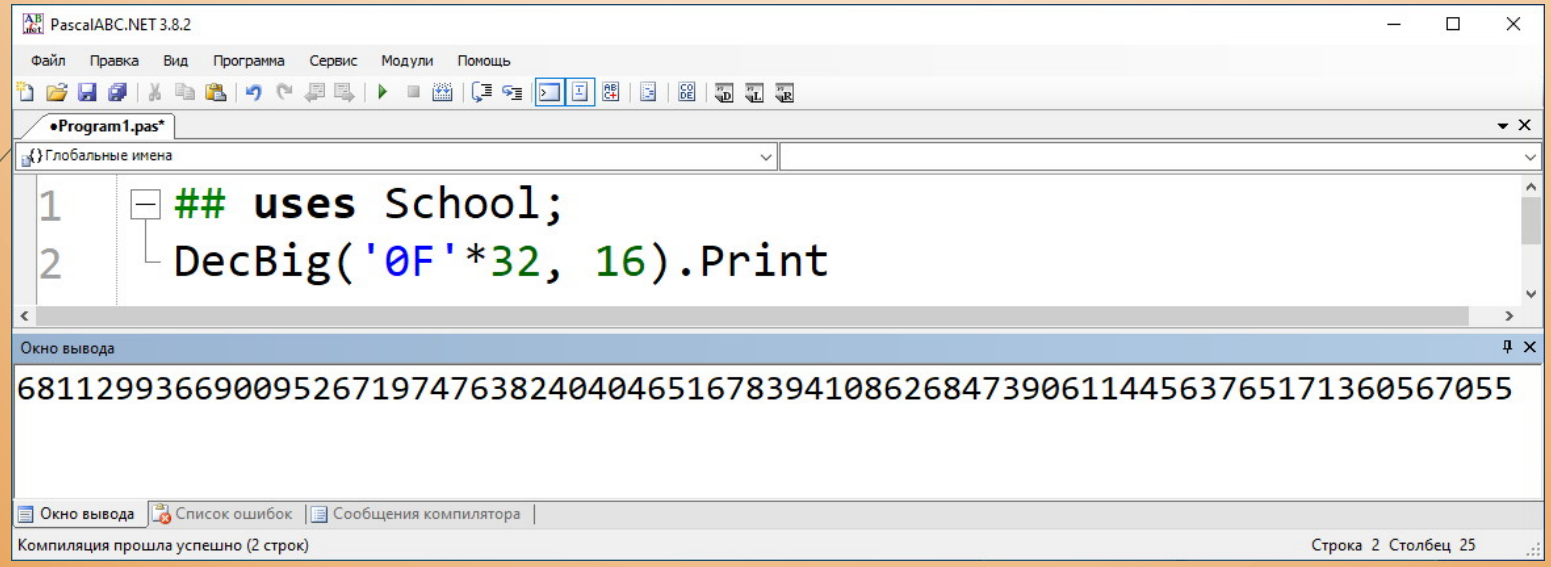
Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

2. Перевод числа, заданного символьной строкой *sn*, представляющей значение в системе счисления по основанию *k* = 2..36 в десятичную систему счисления

- **функция** *Dec(sn, k)* **возвращает значение типа** *int64*;
- **функция** *DecBig(sn, k)* **возвращает значение типа** *BigInteger*.

2. Перевод числа, заданного символьной строкой *sn*, представляющей значение в системе счисления по основанию *k* = 2..36 в десятичную систему счисления

Вычислить десятичное значение числа, которое в шестнадцатиричной записи имеет вид $\underbrace{0F0F0F\ \ldots 0F}_{64\ \text{символа}}$

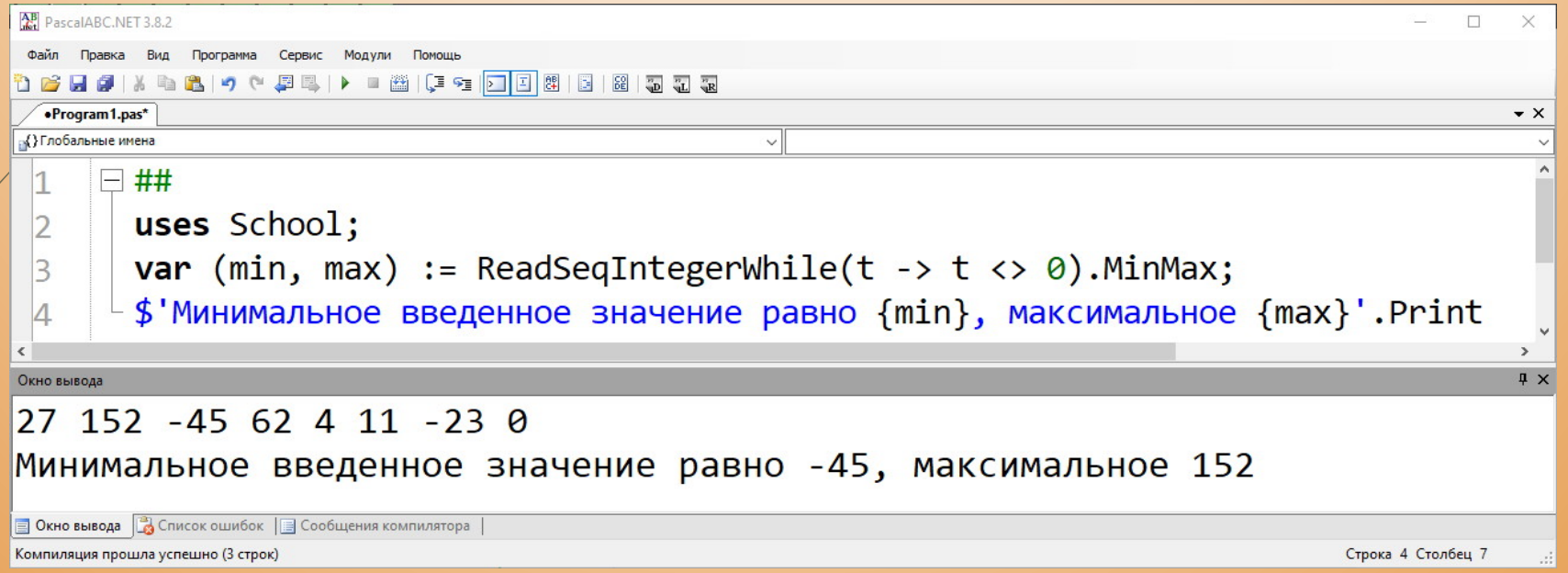


3. Нахождение минимума и максимума последовательности целых чисел s за один проход

- **функция** *MinMax(s)* **возвращает кортеж** *(Min, Max)*. **Типом данных может быть** *integer* **или** *int64*;
- **расширение** *s.MinMax* **делает то же самое.**

3. Нахождение минимума и максимума последовательности целых чисел s за один проход

С клавиатуры вводится последовательность чисел, завершающаяся нулем (ноль в последовательность не входит). Найти и вывести минимальное и максимальное среди введенных значений



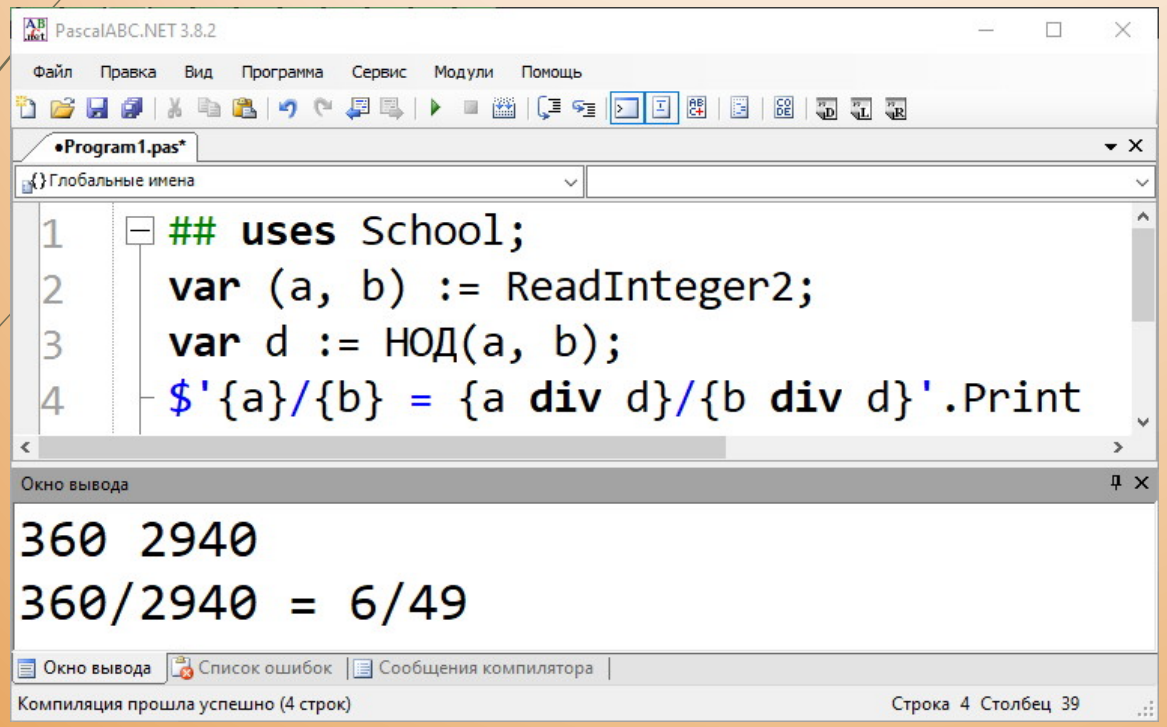
4. Нахождение НОД и НОК пары чисел *a* и *b*

- **функция** *НОД(a, b)* **возвращает НОД типа** *integer* **или** *int64*;
- **расширение** *t.НОД* **возвращает НОД для кортежа** *t = (a, b)* **с данными типа** *integer* **или** *int64*;
- **функция** *НОК(a, b)* **возвращает НОК типа** *int64*;
- **функция** *НОДНОК(a, b)* **возвращает кортеж вида** *(НОД, НОК)* **для пары чисел** *a* **и** *b* **типа** *int64*

Имеются англоязычные синонимы *GCD* **для** *НОД* **и** *LCM* **для** *НОК*

4. Нахождение НОД и НОК пары чисел *a* и *b*

Сократить дробь 360/2940



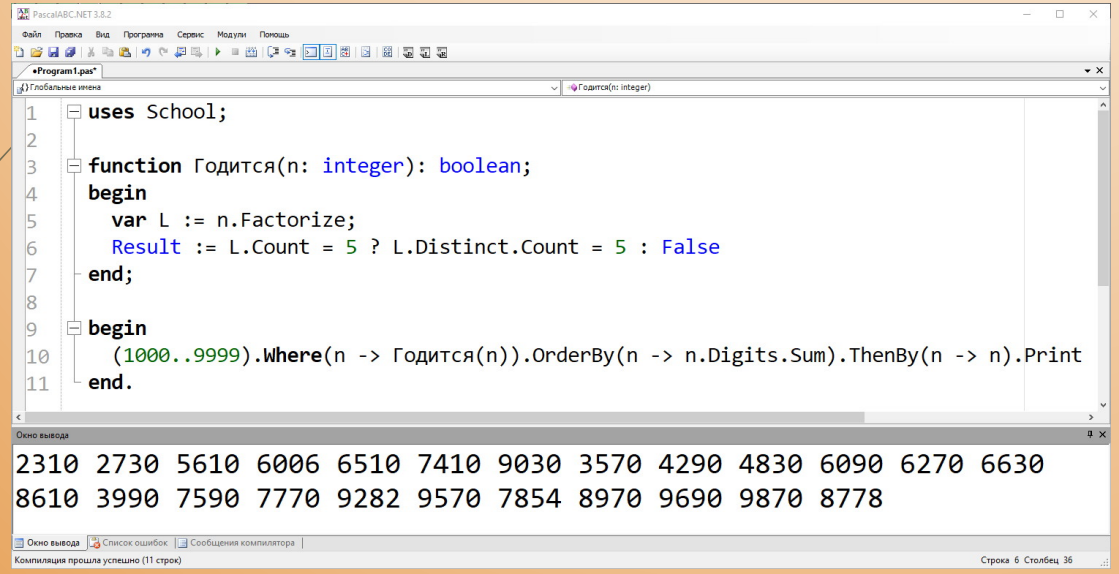
5. Разложение числа *n* на простые множители. Результат помещается в список *List*

- **функция** *Factorize(n)* **выполняет разложение числа** *n* **типа** *integer* **или** *int64*;
- **расширение** *n.Factorize* **делает то же самое**

Тип элементов возвращаемого списка *List* **совпадает с типом числа** *n*

5. Разложение числа *n* на простые множители. Результат помещается в список *List*

Получить все четырехзначные натуральные числа, которые являются произведением пяти различных простых делителей. Числа упорядочить по возрастанию суммы их цифр, а при равной сумме – по возрастанию самих чисел.



5. Разложение числа *n* на простые множители. Результат помещается в список *List*

Получить все четырехзначные натуральные числа, которые являются произведением пяти различных простых делителей. Числа упорядочить по возрастанию суммы их цифр, а при равной сумме – по возрастанию самих чисел.

```
1   uses School;
2
3   function Годится(n: integer): boolean;
4   begin
5     var L := n.Factorize;
6     Result := L.Count = 5 ? L.Distinct.Count = 5 : False
7   end;
8
9   begin
10    (1000..9999).Where(n -> Годится(n)).OrderBy(n -> n.Digits.Sum).ThenBy(n -> n).Print
11  end.
```

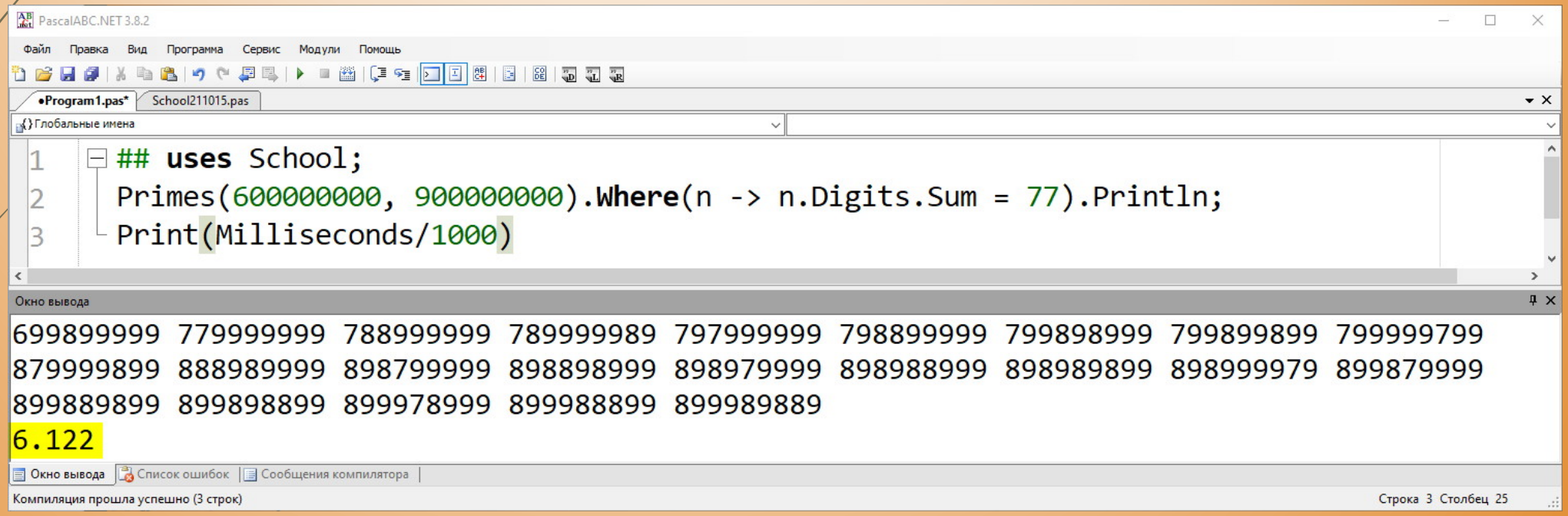
6. Нахождение простых чисел и проверка числа на простоту

- **функция** *Primes(n)* **возвращает список** *List*, **содержащий простые числа на отрезке** *[2;n]*;
- **функция** *Primes(m, n)* **возвращает список** *List*, **содержащий простые числа на отрезке** *[m;n]*;
- **функция** *FirstPrimes(n)* **возвращает список** *List*, **содержащий первые** *n* **простых чисел;**
- **функция** *PrimeDivisorsCount(n)* **возвращает количество простых делителей числа** *n*;
- **расширение** *n.PrimeDivisorsCount* **делает то же самое;**
- **расширение** *n.IsPrime* **возвращает** *True*, **если** *n* **– простое и** *False* **в противном случае.**

Тип переменных – *integer*, **но** *n.IsPrime* **также допускает тип** *int64*

6. Нахождение простых чисел и проверка числа на простоту

На интервале [600 000 000;900 000 000] найти и вывести простые числа, сумма цифр которых равна 77.



6. Нахождение простых чисел и проверка числа на простоту

На интервале [600 000 000;900 000 000] найти и вывести простые числа, сумма цифр которых равна 77.

```
1  ## uses School;
2  var o := new StopWatch;
3  o.Start;
4  var a := Primes(600000000, 900000000).Where(n -> n.Digits.Sum = 77).ToArray;
5  o.Stop;
6  a.Println;
7  Print(o.Elapsed)
```

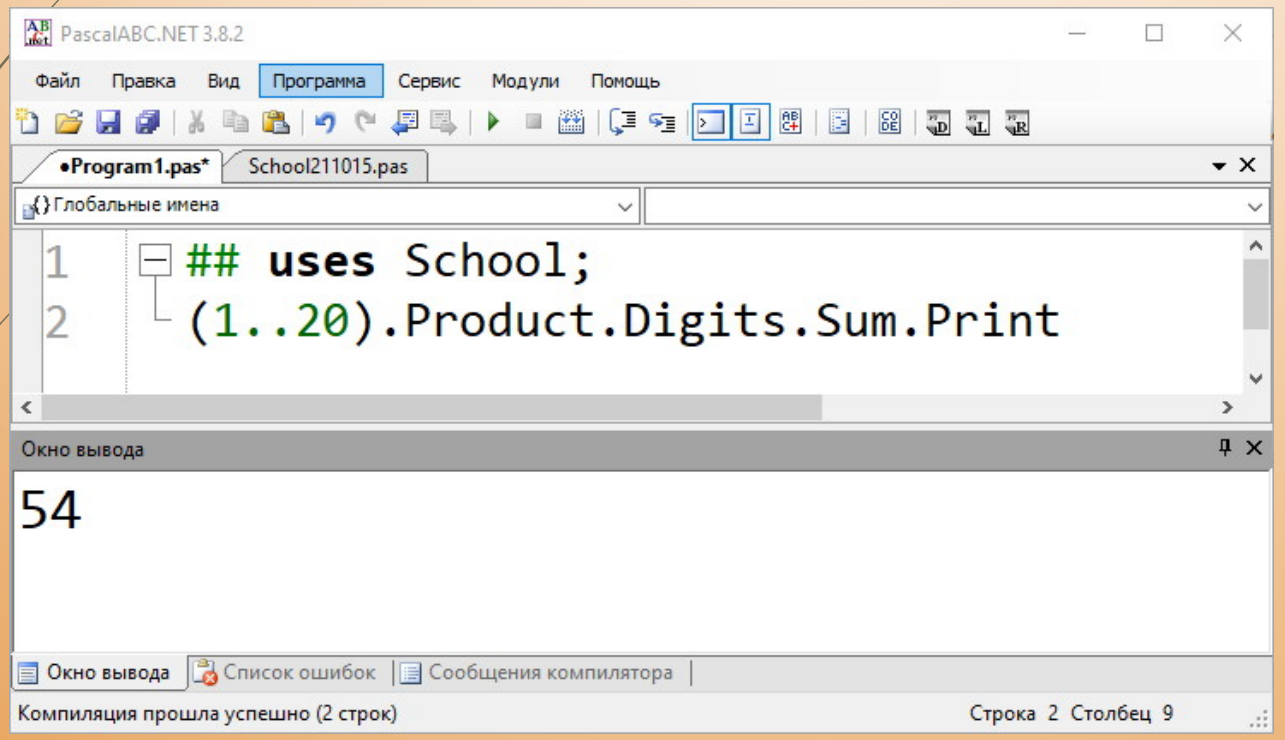
```
Program1.exe
699899999 779999999 788999999 789999989 797999999 798899999 799898999 799899899 799999799 879999899 888989999 898799999
898898999 898979999 898988999 898989899 898999979 899879999 899889899 899898899 899978999 899988899 899989889
00:00:03.2416839 Программа завершена, нажмите любую клавишу . . .
```

7. Получение всех цифр в записи натурального числа *n* в порядке их следования

- **функция** *Digits(n)* **возвращает список** *List<integer>*, **содержащий цифры числа** *n* **типа** *integer* **или** *int64*;
- **расширение** *n.Digits* **делает то же самое.**

7. Получение списка *List*, содержащего все цифры числа *n* в порядке их следования

Найти сумму всех цифр числа 20!

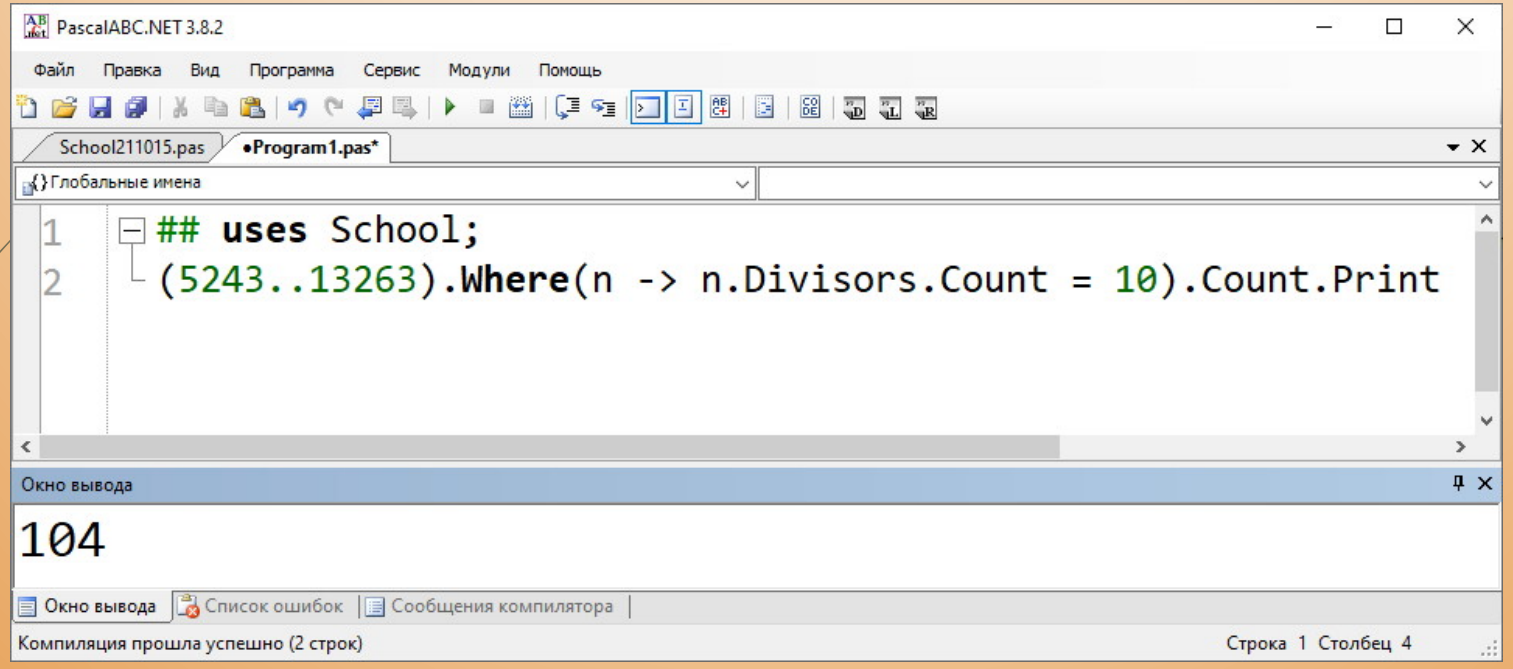


8. Все делители натурального числа *n*, включая 1 и *n*

- **функция** *Divisors(n)* **для числа** *n* **типа** *integer* **возвращает список всех его делителей** *List<integer>* **в порядке возрастания;**
- **расширение** *n.Divisors* **делает то же самое;**
- **функция** *DivisorsCount(n)* **возвращает количество делителей числа** *n* **типа** *integer*;
- **расширение** *n.DivisorsCount* **делает то же самое;**

8. Все делители натурального числа *n*, включая 1 и *n*

Посчитать количество чисел из интервала [5243;13263], имеющих ровно 10 делителей.



9. Вычисление тригонометрических функций вещественного аргумента x, заданного в градусной мере

- **функция** *SinDegrees(x)* **возвращает значение** $\sin(x)$;
- **функция** *CosDegrees(x)* **возвращает значение** $\cos(x)$;
- **функция** *TanDegrees(x)* **возвращает значение** $\mathrm{tg}(x)$

Аргумент x **задается в градусной мере.**

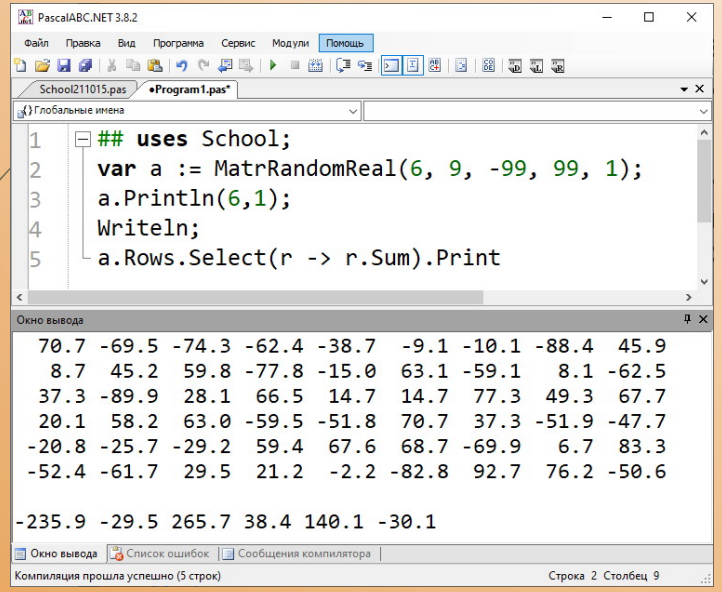
```
## uses School;
$'sin(30°) = SinDegrees(30)'.Println; // sin(30°) = 0.5
$'cos(0°) = CosDegrees(0)'.Print // cos(0°) = 1
```

10. Генерация наборов случайных вещественных чисел с заданным количеством знаков в дробной части

- **функция** *ArrRandomReal(n, a, b, t)* **возвращает массив длины** *n*, **заполненный случайными вещественными числами из промежутка** *[a;b)* **с** *t* **знаками в дробной части;**
- **функция** *SeqRandomReal(n, a, b, t)* **делает то же самое для для последовательности;**
- **функция** *MatrRandomReal(m, n, a, b, t)* **возвращает массив размером** *m*×*n*, **заполненный случайными вещественными числами из промежутка** *[a;b)* **с** *t* **знаками в дробной части.**

10. Генерация наборов случайных вещественных чисел с заданным количеством знаков в дробной части

Найти суммы по каждой строке вещественного массива размером 6x9, заполненного числами из диапазона [-99;99], имеющими один знак в дробной части



10. Генерация наборов случайных вещественных чисел с заданным количеством знаков в дробной части

Найти суммы по каждой строке вещественного массива размером 6x9, заполненного числами из диапазона [-99;99], имеющими один знак в дробной части

```
1  ## uses School;
2  var a := MatrRandomReal(6, 9, -99, 99, 1);
3  a.Println(6,1);
4  Writeln;
5  a.Rows.Select(r -> r.Sum).Print
```

11. Построение таблиц истинности

Функция *TrueTable((a, b) -> f(a, b))* **возвращает матрицу типа** *boolean*, **содержащую таблицу истинности для заданной лямбда-функции двух аргументов;**

Имеются разновидности функции, в которых можно указать от двух до пяти аргументов.

Полученную матрицу можно вывести в наглядном виде, используя процедуру *TrueTablePrint* **с различным набором аргументов.**

11. Построение таблиц истинности

Процедура *TrueTablePrint(a)* **выводит таблицу истинности на основе матрицы** *a*, **полученной посредством функции TrueTable;**

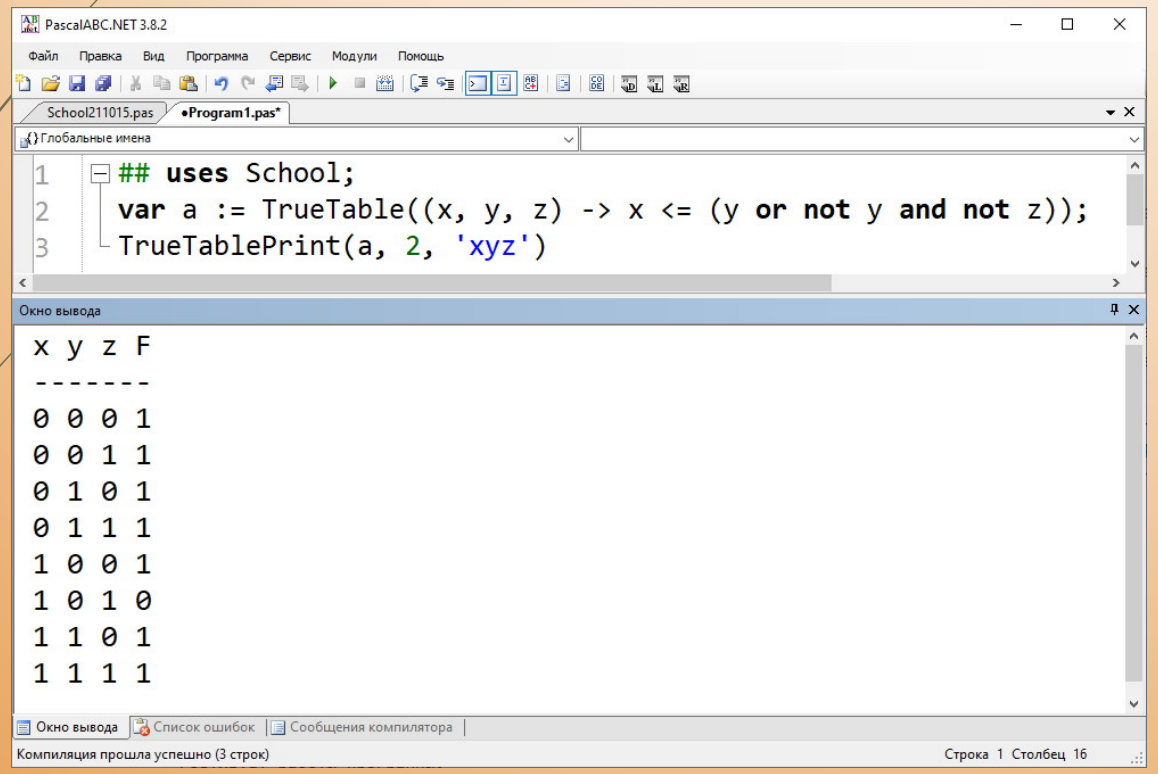
Процедура *TrueTablePrint(a, f)* **при** *f* **= 0 выводит только строки, для которых первичная логическая функция имеет значение** *False*, **при** *f* **= 1 – только строки, в которых оно имеет значение** *True*, **для иных значений** *f* **выводятся все строки.**

Процедура *TrueTablePrint(a, f, s)* **может иметь третий параметр** *s* **типа** *string*, **по умолчанию равный ´abcd´. Этот параметр позволяет задать символы, которые будут именовать колонки таблицы истинности.**

11. Построение таблиц истинности

Построить таблицу истинности для функции трех переменных

$F(x, y, z) = x \to (y \vee \neg y \wedge \neg z)$



Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

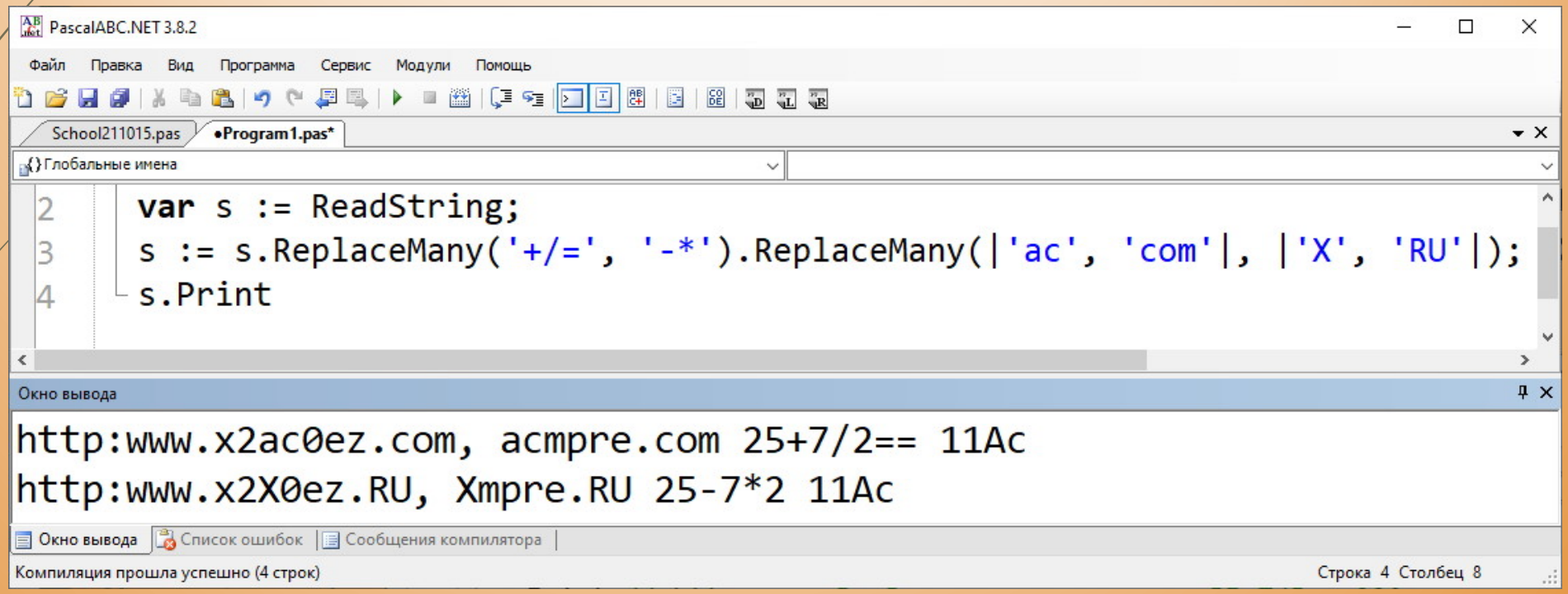
Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

12. Замены символов и подстрок в строке

- **процедура** *ReplaceLast(s, a, b)* **заменяет в строке** *s* **последнее вхождение подстроки** *a* **подстрокой** *b*;
- **функция** *ReplaceMany(s, source, target)* **возвращает строку, в которой для исходной строки** *s* **все вхождения подстрок или символов из** *source* **заменяются на подстроки или символы из** *target*. **При замене подстрок параметры** *source* **и** *target* **должны быть массивами или списками;**
- **расширение** *s.ReplaceMany(source, target)* **делает то же самое;**
- **процедура** *SwapSubstr(s, ss1, ss2)* **обменивает местами все подстроки** *ss1* **и** *ss2* **в строке** *s*;
- **расширение** *s.SwapSubstr(ss1, ss2)* **делает то же самое.**

12. Замены символов и подстрок в строке

В заданной строке заменить все символы ‘+’ на ‘-’, ‘/’ на ‘*’, а символы ‘=‘ удалить. Далее заменить все подстроки ‘ac’ на ‘X’, а ‘com’ на ‘RU’.



Дополнительные подпрограммы и расширения

- **для типа** *string* **без подключения библиотеки School расширения** *Combinations*, *Permutations* **и** *Cartesian* **возвращают последовательность массивов символов. При подключенной библиотеке они возвращают последовательность строк;**
- **значение типа любой переменной** *o* **или выражения в терминах PascalABC.NET можно вывести посредством процедур** *PrintType(o)* **и** *PrintTypeLn(o)*.

Кое-что о реализации библиотеки School

LPrimes: List<integer> **– внутренний список простых чисел на отрезке [2 ; 46 349], содержащий 4 792 элемента. Строится при инициализации School посредством модифицированного решета Эратосфена.**

$46\ 349^2 = 2\ 148\ 229\ 801$

MaxInt = 2 147 483 647 = $2^{31}-1$

$46\ 337^2 = 2\ 147\ 117\ 569$

366 078

Если хотя бы одна из границ отрезка, в котором ищутся простые числа, находится на числовом луче правее значения 46 349, используется сегментированное решето Эратосфена.

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону

Благодарю за внимание!

Конференция «Использование системы программирования PascalABC.NET в обучении программированию», 13.11.2021

Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону