Программирование (АлгЯзык)

§ 20. Программирование циклических алгоритмов

© К.Ю. Поляков, Е.А. Ерёмин, 2018 http://kpolyakov.spb.ru

Зачем нужен цикл?

Задача. Вывести 5 раз «Привет!».

```
вывод 'Привет', нс
вывод 'Привет', нс
вывод 'Привет', нс
вывод 'Привет', нс
вывод 'Привет', нс
```

? А если 5000?

Цикл «N раз»:

```
нц 5 раз
  вывод 'Привет', нс
кц
```

Как работает цикл?

Нужно запоминать, сколько раз цикл уже выполнен!

переменная-счётчик

```
счётчик:= 0
нц пока счётчик < 5
   вывод 'Привет', нс
   счётчик:= счётчик + 1
кц
```

ещё не делали

сделали ещё раз

Как работает цикл?

Идея: запоминать, сколько шагов осталось.

```
счётчик:= 5
нц пока счётчик > 0
   вывод 'Привет', нс
   счётчик:= счётчик - 1
кц
```

Цикл с предусловием

- условие проверяется при входе в цикл
- как только условие становится ложным, работа цикла заканчивается
- если условие ложно в самом начале, цикл не выполняется **ни разу**

```
нц пока условие
   ...
кц
```

тело цикла

? Если условие никогда не станет ложно?

```
нц пока да
   ...
кц
```

бесконечный цикл (зацикливание)

Сумма цифр числа

Задача. Вычислить сумму цифр введённого числа.

123 → 1 + 2 + 3 = 6

Выделить последнюю цифру числа в переменной N:

```
d:= mod(N, 10)
```

123 → 3

Отбросить последнюю цифру числа в переменной N:

```
N:= div(N, 10)
```

123 → 12

Добавить к переменной sum значение переменной d:

```
sum:= sum + d
```

$sum = 6 \rightarrow 6 + 4 = 10$

$d = 4$

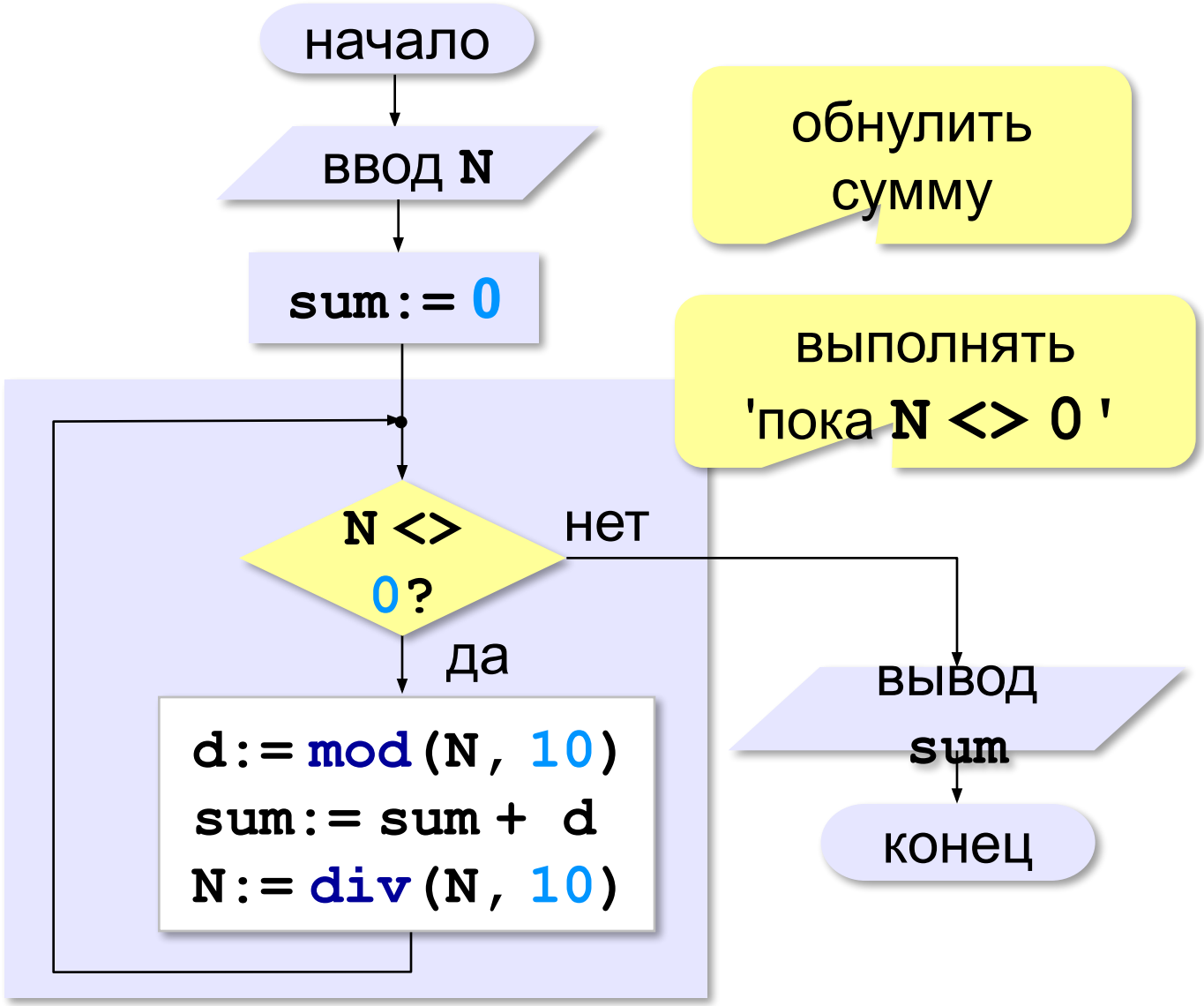
Сумма цифр числа

- выделяем последнюю цифру числа (**mod**)
- увеличиваем сумму на значение цифры (**sum:=sum+d**)
- отсекаем последнюю цифру числа (**div**)

N	d	sum
123		0

начальные значения

Сумма цифр числа



Сумма цифр числа

```
алг Сумма цифр
нач
   цел N, d, sum , N1
   вывод 'Введите целое число', нс
   ввод N ; N1:=N
   sum:=0
   нц пока N<>0
      d:=mod(N,10)
      sum:=sum+d
      N:=div(N,10)
   кц
   вывод 'Сумма цифр числа ', N1,' равна', sum
кон
```

? Что плохо?

Задачи

«A»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры количество повторений и выводит столько же раз какое-нибудь сообщение.

Пример:

```
Сколько раз повторить? 3
Привет!
Привет!
Привет!
```

«B»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и определяет количество цифр в этом числе.

Пример:

```
Введите число? 12345
Цифр в числе:5
```

Задачи

«C»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и находит наибольшую цифру в его десятичной записи.

Пример:

```
Введите число: 311
Наибольшая цифра: 3
```

«D»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и определяет, есть ли в его десятичной записи одинаковые цифры, стоящие рядом.

Пример:

```
Введите число: 553        Введите число: 535
Ответ: да.                Ответ: нет.
```

Алгоритм Евклида

Задача. Найти наибольший общий делитель (НОД) двух натуральных чисел.

Заменяем большее из двух чисел разностью большего и меньшего до тех пор, пока они не станут равны. Это и есть НОД.

```
НОД(a,b) = НОД(a-b, b)
         = НОД(a, b-a)
```

Евклид
(365-300 до. н. э.)

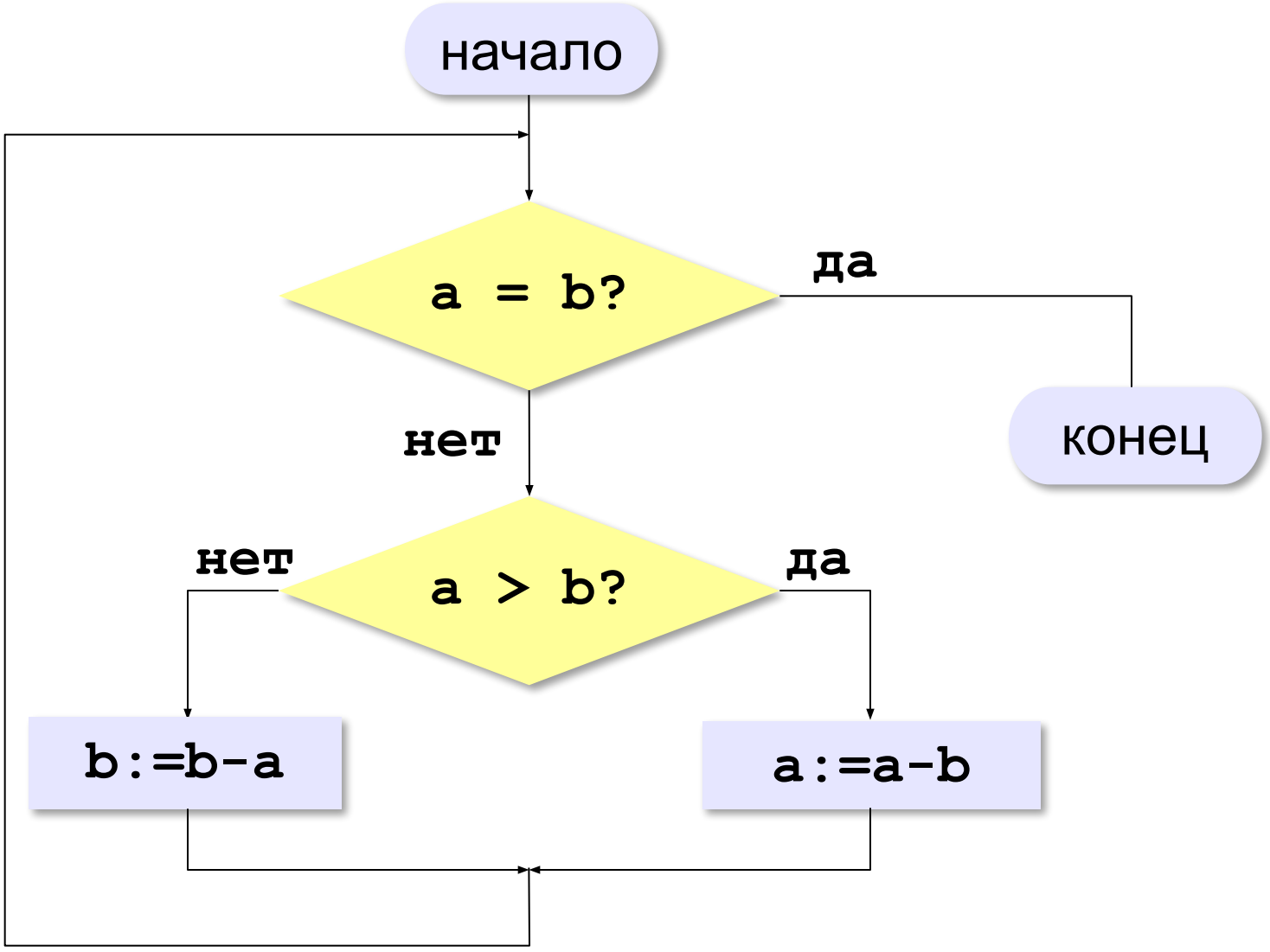
Пример:

```
НОД (14, 21) = НОД (14, 21-14) = НОД (14, 7)
             = НОД (7, 7) = 7
```

много шагов при большой разнице чисел:

```
НОД (1998, 2) = НОД (1996, 2) = … = 2
```

Алгоритм Евклида



Алгоритм Евклида

```
нц пока a <> b
  если a > b
    то a:= a - b
    иначе b:= b - a
  все
кц
```

? Где будет НОД? Как его вывести?

? Как вывести НОД в формате НОД(14,21) = 7?

? А без дополнительных переменных?

Модифицированный алгоритм Евклида

Заменяем большее из двух чисел **остатком от деления** большего на меньшее до тех пор, пока меньшее не станет **равно нулю**. Тогда большее — это НОД.

```
НОД(a,b)=НОД(mod(a,b),b)
        =НОД(a, mod(b,a))
```

Пример:

```
НОД (14, 21) = НОД (14, 7) = НОД (0, 7) = 7
```

Модифицированный алгоритм

```
нц пока a <> 0 и b <> 0
  если a > b то
    a:= mod(a, b)
  иначе
    b:= mod(b, a)
  все
кц
```

? Где будет НОД? Как его вывести?

```
если a <> 0
  вывод a
иначе
  вывод b
все
```

→ `вывод a+b`

В других языках программирования

Паскаль:

```
while (a<>0) and
      (b<>0) do
  if a>b then
    a:= a mod b
  else
    b:= b mod a;
```

C:

```
while (a!=0 && b!=0)
  {
  if (a > b)
    a = a % b;
  else
    b = b % a;
  }
```

Python:

```
while a!=0 and b!=0:
  if a > b:
    a = a % b
  else:
    b = b % a
```

Задачи

«A»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и найти их НОД с помощью алгоритма Евклида.

Пример:

```
Введите два числа:
21 14
НОД(21,14)=7
```

«B»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и найти их НОД с помощью **модифицированного** алгоритма Евклида. Заполните таблицу:

a	64168	358853	6365133	17905514	549868978
b	82678	691042	11494962	23108855	298294835
НОД(a,b)					

Задачи

«С»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и сравнить количество шагов цикла для вычисления их НОД с помощью обычного и модифицированного алгоритмов Евклида.

Пример:

```
Введите два числа:
1998 2
НОД(1998,2)=2
Обычный алгоритм: 998
Модифицированный: 1
```

Обработка потока данных

Задача. На вход программы поступает поток данных — последовательность целых чисел, которая **заканчивается нулём**. Требуется найти сумму элементов этой последовательности.

```
нц пока x<>0
   | добавить x к сумме
   | x := следующее число
кц
```

? Откуда возьмётся **x** в первый раз?

Обработка потока данных

```
цел x, sum
sum:= 0
ввод x  | ввести первое число
нц пока x<>0
  sum:= sum + x
  ввод x | ввести следующее
кц
вывод 'Сумма ', sum
```

? Как найти сумму положительных?

Задачи

«A»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено чисел, которые делятся на 3.

«B»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено двузначных чисел, которые заканчиваются на 3.

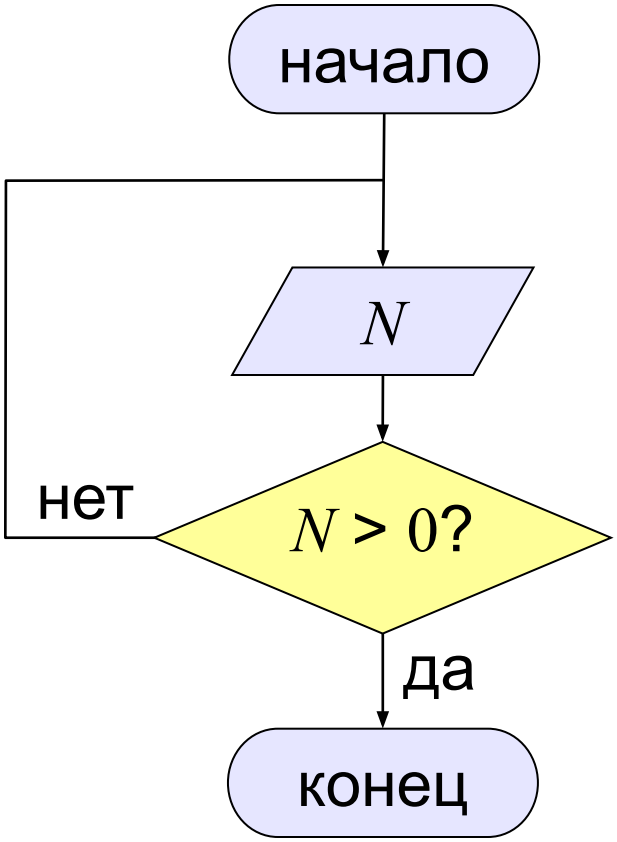
«C»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Найти максимальное из введённых чётных чисел.

Цикл с постусловием

- условие проверяется **после** завершения очередного шага цикла
- цикл всегда выполняется хотя бы один раз
- как только условие становится **истинным**, работа цикла заканчивается

```
нц
   вывод 'Введите N>0: '
   ввод N
кц при N > 0
```

условие **окончания** работы цикла



Задачи

«A»: Напишите программу, которая предлагает ввести пароль и не переходит к выполнению основной части, пока не введён правильный пароль. Основная часть – вывод на экран «секретных сведений».

«B»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число, которое больше 1, и определяет, простое оно или нет. Для этого нужно делить число на все натуральные числа, начиная с 2, пока не получится деление без остатка.

«C»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры два целых числа и вычисляет их произведение, используя только операции сложения.

Задачи

«D»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и вычисляет целый квадратный корень из него – наибольшее число, квадрат которого не больше данного числа.

Цикл по переменной

Задача. Вывести на экран степени числа 2 от 2^1 до 2^{10}.

```
k:= 1
N:= 2
нц пока k <= 10
   вывод N, нс
   N:= N*2
   k:= k + 1
кц
```

Работа с **k** в трёх местах!

Идея: собрать всё вместе.

```
N:= 2
нц для k от 1 до 10
   вывод N, нс
   N:= N*2
кц
```

увеличение на 1 по умолчанию

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чисел от 1 до 1000.

```
цел sum, i
sum:= 0
нц для i от 1 до 1000
   sum:= sum + i
кц
```

Задача. Вывести квадраты чисел от 10 до 1 по убыванию.

```
нц для k от 10 до 1 шаг -1
   вывод k*k, нс
кц
```

любое целое

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чётных чисел от 2 до 1000.

```
sum:= 0
нц для i от 1 до 1000
   если mod(i,2) = 0 то
      sum:= sum + i
   все
кц
```

? Что плохо?

```
sum:= 0
нц для i от 2 до 1000 шаг 2
   sum:= sum + i
кц
```

В других языках программирования

Паскаль:

```
sum:= 0;
for i:=1 to 1000 do
  sum:= sum + i;
```

шаг только 1 или –1 (downto)

C:

```
int sum, i;
sum = 0;
for (i=1; i<=1000; i++)
  sum += i;
```

i=i+1;

sum=sum+i;

Python:

```
Sum = 0
for i in range(1, 1001):
 Sum += i
```

диапазон [1;1001)

Задачи

«A»: Ипполит задумал трёхзначное число, которое при делении на 15 даёт в остатке 11, а при делении на 11 даёт в остатке 9. Напишите программу, которая находит все такие числа.

«B»: С клавиатуры вводится натуральное число N. Программа должна найти факториал этого числа (обозначается как N!) – произведение всех натуральных чисел от 1 до N. Например,

5! = 1 • 2 • 3 • 4 • 5 = 120.

«C»: Натуральное число называется **числом Армстронга**, если сумма цифр числа, возведенных в *N*-ную степень (где *N* – количество цифр в числе) равна самому числу. Например, $153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$. Найдите все трёхзначные Армстронга.