

Программирование на языке Python

- § 54. Алгоритм и его свойства
- § 55. Простейшие программы
- § 56. Вычисления
- § 57. Ветвления
- § 58. Циклические алгоритмы
- § 59. Процедуры
- § 60. Функции
- § 61. Рекурсия

Программирование на языке Python

§ 54. Алгоритм и его свойства

Что такое алгоритм?

Алгоритм — это точное описание порядка действий, которые должен выполнить исполнитель для решения задачи за конечное время.

Исполнитель — это устройство или одушевленное существо (человек), способное понять и выполнить команды, составляющие алгоритм.

Формальные исполнители: не понимают (и не могут понять) смысл команд.



Мухаммед ал-Хорезми
(ок. 783—ок. 850 гг.)

Свойства алгоритма

Дискретность — алгоритм состоит из отдельных команд, каждая из которых выполняется за конечное время.

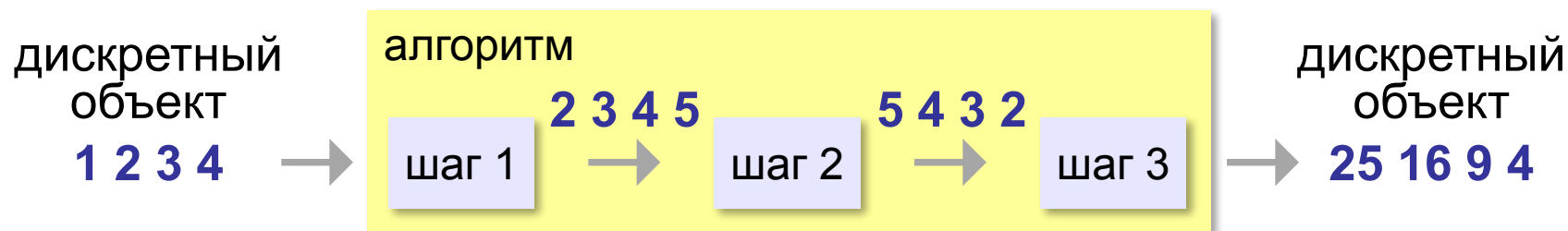
Детерминированность (определённость) — при каждом запуске алгоритма с одними и теми же исходными данными получается один и тот же результат.

Понятность — алгоритм содержит только команды, входящие в **систему команд исполнителя**.

Конечность (результативность) — для корректного набора данных алгоритм должен завершаться через конечное время.

Корректность — для допустимых исходных данных алгоритм должен приводить к правильному результату.

Как работает алгоритм?



- получает на вход дискретный объект
- в результате строит другой дискретный объект (или выдаёт сообщение об ошибке)
- обрабатывает объект по шагам
- на каждом шаге получается новый дискретный объект

Способы записи алгоритмов

- **естественный язык**

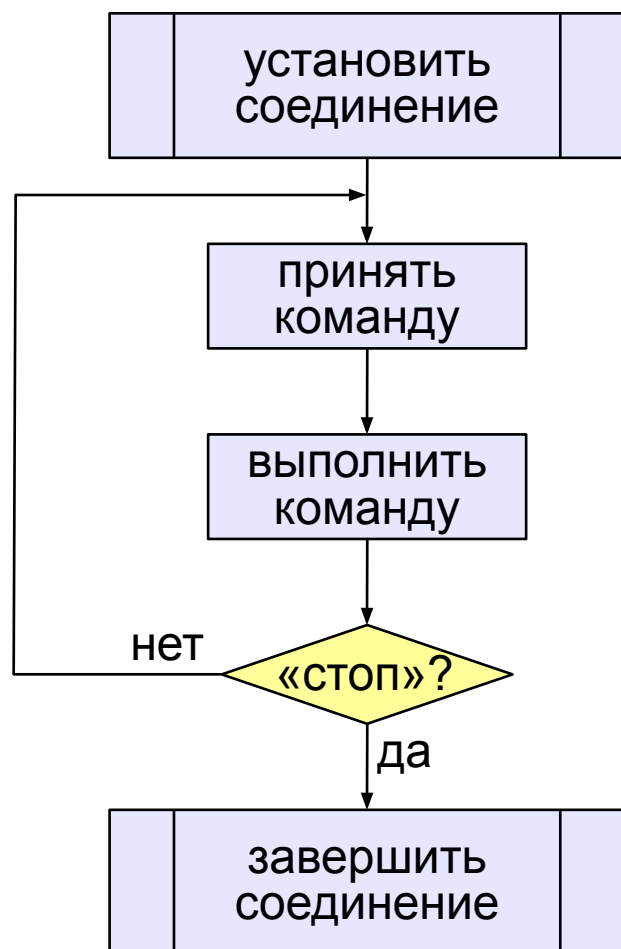
```
установить соединение  
пока не принята команда «стоп»  
    принять команду  
    выполнить команду  
завершить сеанс связи
```

- **псевдокод**

```
установить соединение  
начало цикла  
    принять команду  
    выполнить команду  
конец цикла при команда = 'stop'  
завершить сеанс связи
```

Способы записи алгоритмов

- блок-схема



- программа

```
установитьСоединение
начало цикла
  cmd := получитьКоманду
  выполнитьКоманду(cmd)
конец при cmd = 'stop'
заккрытьСоединение
```

Программирование на языке Python

§ 55. Простейшие программы

Простейшая программа

```
# Это пустая программа
```



Что делает эта программа?

комментарии после #
не обрабатываются

кодировка utf-8
по умолчанию)

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```
# Это пустая программа
```

Windows: cp1251

```
"""
```

```
Это тоже комментарий
```

```
"""
```

Вывод на экран

```
► print ( "2+2=?" )  
► print ( "Ответ: 4" )
```

автоматический
переход на новую
строку

Протокол:

2+2=?

Ответ: 4

```
print ( ' 2+2=? ' )  
print ( ' Ответ: 4 ' )
```

Задания

«В»: Вывести на экран текст «лесенкой»

Вася

пошел

гулять

«С»: Вывести на экран рисунок из букв

```
  ж
 жжж
 жжжжж
 жжжжжжж
 нн  нн
 зzzzz
```

Сложение чисел

Задача. Ввести с клавиатуры два числа и найти их сумму.

Протокол:

Введите два целых числа

компьютер

25 30

пользователь

25+30=55

компьютер считает сам!

?

1. Как ввести числа в память?
2. Где хранить введенные числа?
3. Как вычислить?
4. Как вывести результат?

Сумма: псевдокод

ввести два числа

вычислить их сумму

вывести сумму на экран

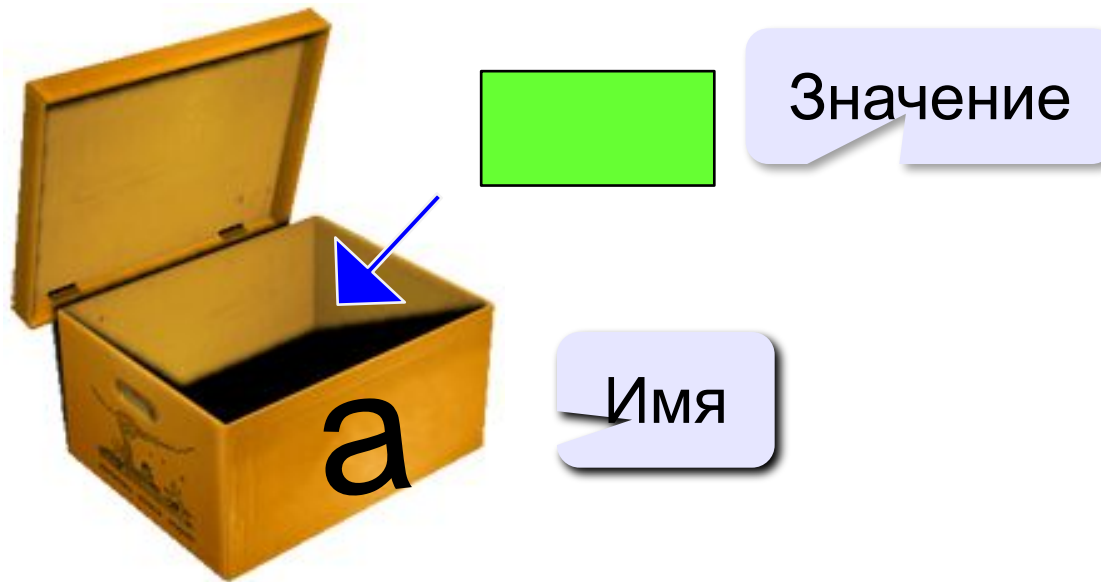
Псевдокод – алгоритм на русском языке с элементами языка программирования.



Компьютер не может исполнить псевдокод!

Переменные

Переменная – это величина, имеющая имя, тип и значение. Значение переменной можно изменять во время работы программы.



Имена переменных

МОЖНО использовать

- латинские буквы (A-Z, a-z)

заглавные и строчные буквы **различаются**

- русские буквы (**не рекомендуется!**)
- цифры

имя не может начинаться с цифры

- знак подчеркивания _

НЕЛЬЗЯ использовать

~~• скобки~~

~~• знаки +, =, !, ? и др.~~

Какие имена правильные?

AXby R&B 4Wheel Вася “PesBarbos”
TU154 [QuQu] _ABBA A+B

Типы переменных

```
a = 4  
print ( type(a) )  
<class 'int'>
```

целое число (*integer*)

```
a = 4.5  
print ( type(a) )  
<class 'float'>
```

вещественное число

```
a = "Вася"  
print ( type(a) )  
<class 'str'>
```

символьная строка

```
a = True  
print ( type(a) )  
<class 'bool'>
```

логическая

Зачем нужен тип переменной?

Тип определяет:

- область допустимых значений
- допустимые операции
- объём памяти
- формат хранения данных

Как записать значение в переменную?

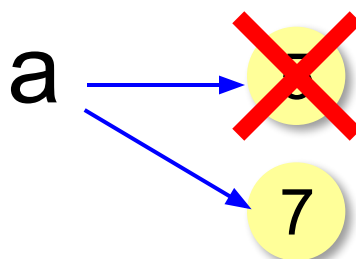
оператор
присваивания



При записи нового значения
старое удаляется из памяти!

```
a = 5
```

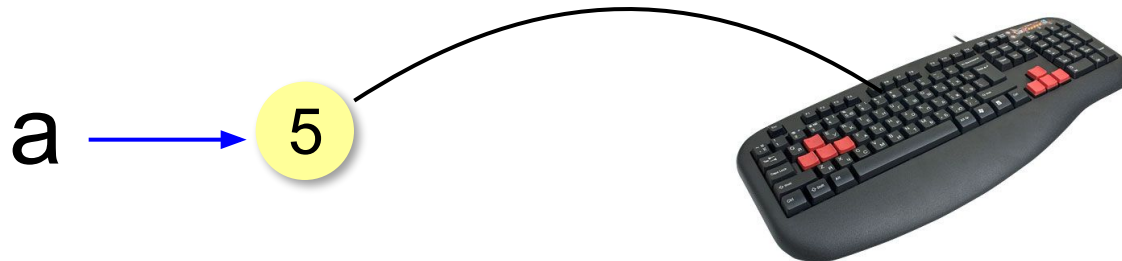
```
a = 7
```



Оператор – это команда языка программирования (инструкция).

Оператор присваивания – это команда для записи нового значения переменной.

Ввод значения с клавиатуры



1. Программа ждет, пока пользователь введет значение и нажмет *Enter*.
2. Введенное значение записывается в переменную **a** (связывается с именем **a**)

Ввод значения с клавиатуры

```
a = input ()
```

ввести строку с клавиатуры
и связать с переменной a

```
b = input ()
```

```
c = a + b
```

```
print ( c )
```

Протокол:

21

33

2133



Почему?



Результат функции `input` – строка символов!

преобразовать в
целое число

```
a = int ( input () )
```

```
b = int ( input () )
```

Ввод двух значений в одной строке

```
a, b = map ( int, input().split() )
```

21 33

`input()`

ввести строку с клавиатуры

21 33

`input().split()`

целые

применить

разделить строку на
части по пробелам

21 33

`map (int, input().split())`

эту
операцию

к каждой части

```
a, b = map ( int, input().split() )
```

Ввод с подсказкой

```
a = input ( "Введите число: " )
```

Введите число: 26

подсказка

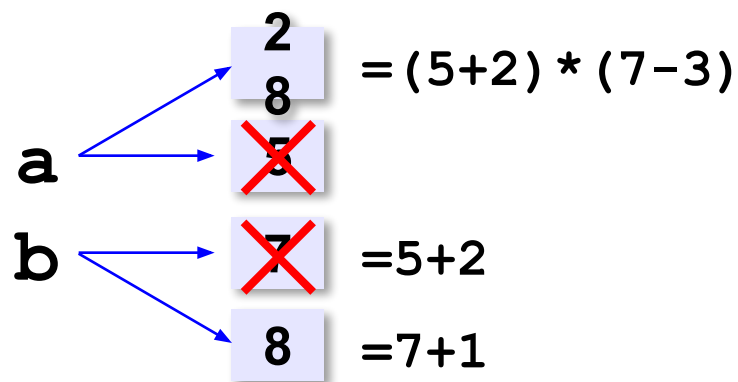


Что не так?

```
a = int( input("Введите число: ") )
```

Изменение значений переменной

```
a = 5
b = a + 2
a = (a + 2) * (b - 3)
b = b + 1
```



Вывод данных

```
print ( a )
```

значение
переменной

```
print ( "Ответ: ", a )
```

значение и
текст

перечисление через запятую

```
print ( "Ответ: ", a+b )
```

вычисление
выражения

```
print ( a, "+", b, "=", c )
```

2 + 3 = 5

через пробелы

```
print ( a, "+", b, "=", c, sep = " " )
```

2+3=5

убрать разделители

Переход на новую строку

```
print( "Привет, Вася!" )  
print( "Привет, Петя!" )
```

Результат:

Привет, Вася!
Привет, Петя!

переход на новую строку автоматически

Нужно в одной строке:

Привет, Вася!Привет, Петя!

Решение:

```
print( "Привет, Вася!", end="" )  
print( "Привет, Петя!" )
```

после вывода данных
ничего не выводить

Сложение чисел: простое решение

```
a = int ( input () )  
b = int ( input () )  
c = a + b  
print ( c )
```



Что плохо?

Сложение чисел: полное решение

```
print ( "Введите два числа: " )  
a = int ( input() )  
b = int ( input() )  
c = a + b  
print ( a, "+", b, "=", c )
```

подсказка

Протокол:

компьютер

Введите два целых числа

25 30

пользователь

25 + 30 = 55

Форматный вывод

целое

```
a = 123
```

```
print ( "{:5d}".format(a) )
```

123

5 знаков

```
a = 5
```

```
print ( "{:5d} {:5d} {:5d}".format  
        (a, a*a, a*a*a) )
```

5 25 125

5 знаков 5 знаков 5 знаков

Программирование на языке Python

§ 56. Вычисления

Типы данных

- `int` # целое
- `float` # вещественное
- `bool` # логические значения
- `str` # символьная строка

```
a = 5
```

```
print ( type(a) )
```

```
<class 'int'>
```

```
a = 4.5
```

```
print ( type(a) )
```

```
<class 'float'>
```

```
a = True
```

```
print ( type(a) )
```

```
<class 'bool'>
```

```
a = "Вася"
```

```
print ( type(a) )
```

```
<class 'str'>
```

Арифметические выражения

3 1 2 4 5 6

```
a = (c + b**5*3 - 1) / 2 * d
```

Приоритет (старшинство):

- 1) скобки
- 2) возведение в степень **
- 3) умножение и деление
- 4) сложение и вычитание

```
a = (c + b*5*3 - 1) \
      / 2 * d
```

```
a = (c + b*5*3
      - 1) / 2 * d
```

$$a = \frac{c + b^5 \cdot 3 - 1}{2} \cdot d$$

перенос на
следующую строку

перенос внутри
скобок разрешён

Деление

Классическое деление:

```
a = 9; b = 6
x = 3 / 4      # = 0.75
x = a / b      # = 1.5
x = -3 / 4     # = -0.75
x = -a / b     # = -1.5
```

Целочисленное деление (округление «вниз»!):

```
a = 9; b = 6
x = 3 // 4     # = 0
x = a // b     # = 1
x = -3 // 4    # = -1
x = -a // b    # = -2
```


Остаток от деления

% – остаток от деления

```
d = 85
b = d // 10
a = d % 10
d = a % b
d = b % a
```

Для отрицательных чисел:

```
a = -7
b = a // 2    # -4
d = a % 2     # 1
```



Как в математике!

остаток ≥ 0

$$-7 = (-4) * 2 + 1$$

Работа с переменными

Изменение значения

```
i = i + 1
```

увеличить на 1

$$i \leftarrow i + 1$$

Python:

```
a = 4
b = 7
a = a + 1
b = b + 1
a = a + b
b = b + a
a = a + 2
b = b + a
```

a	b
4	
	7
5	
	8
13	
	21
15	
	36

```
a, b = 4, 7
a += 1
b += 1
a += b
b += a
a += 2
b += a
```

Сокращенная запись операций

<code>a += b</code>	<code># a = a + b</code>
<code>a -= b</code>	<code># a = a - b</code>
<code>a *= b</code>	<code># a = a * b</code>
<code>a /= b</code>	<code># a = a / b</code>
<code>a //= b</code>	<code># a = a // b</code>
<code>a %= b</code>	<code># a = a % b</code>

`a += 1`

увеличение на 1

Вещественные числа



Целая и дробная части числа разделяются точкой!

Форматы вывода:

```
x = 123.456
```

```
print( x )
```

```
print( "{:10.2f}".format(x) )
```

123.456

_____ 123.46

всего знаков

в дробной части

```
print( "{:10.2g}".format(x) )
```

_____ 1.2e+02

значащих цифр

1,2 · 10²

Вещественные числа

Экспоненциальный формат:

```
x = 1. / 30000
```

```
print("{:e}".format(x))
```

```
x = 12345678.
```

```
print("{:e}".format(x))
```

$3,333333 \cdot 10^{-5}$

3.333333e-05

1.234568e+07

```
x = 123.456
```

```
print("{:e}".format(x))
```

```
print("{:10.2e}".format(x))
```

$1,234568 \cdot 10^7$

1.234560e+02

__1.23e+02

всего знаков

в дробной части

Стандартные функции

`abs(x)` — модуль числа

`int(x)` — преобразование к целому числу

`round(x)` — округление

`import math`

подключить
математический модуль

`math.pi` — число «пи»

`math.sqrt(x)` — квадратный корень

`math.sin(x)` — синус угла, заданного **в радианах**

`math.cos(x)` — косинус угла, заданного **в радианах**

`math.exp(x)` — экспонента e^x

`math.log(x)` — натуральный логарифм

`math.floor(x)` — округление «вниз»

`math.ceil(x)` — округление «вверх»

```
x = math.floor(1.6) # 1
```

```
x = math.ceil(1.6) # 2
```

```
x = math.floor(-1.6) #-2
```

```
x = math.ceil(-1.6) #-1
```

Случайные числа

Случайно...

- встретить друга на улице
- разбить тарелку
- найти 10 рублей
- выиграть в лотерею

Случайный выбор:

- жеребьевка на соревнованиях
- выигравшие номера в лотерее

Как получить случайность?



Случайные числа на компьютере

Электронный генератор



- нужно специальное устройство
- нельзя воспроизвести результаты

Псевдослучайные числа – обладают свойствами случайных чисел, но каждое следующее число вычисляется по заданной формуле.

Метод середины квадрата (Дж. фон Нейман)

зерно

564321

в квадрате

• малый период
(последовательность
повторяется через 10^6 чисел)

318458191041

209938992481

Линейный конгруэнтный генератор

$X = (a * X + b) \% c$ | интервал от 0 до $c-1$

$X = (X + 3) \% 10$ | интервал от 0 до 9

$X = 0 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 8$

$8 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 0$

зерно

зацикливание



Важен правильный выбор параметров a , b и c !

Компилятор GCC:

$a = 1103515245$

$b = 12345$

$c = 2^{31}$

Генератор случайных чисел

```
import random
```

англ. *random* – случайный

Целые числа на отрезке $[a, b]$:

```
X = random.randint(1, 6) # псевдосл. число  
Y = random.randint(1, 6) # уже другое!
```

Генератор на $[0, 1)$:

```
X = random.random() # псевдослучайное число  
Y = random.random() # это уже другое число!
```

Генератор на $[a, b]$ (вещественные числа):

```
X = random.uniform(1.2, 3.5)  
Y = random.uniform(1.2, 3.5)
```

Генератор случайных чисел

```
from random import *
```

подключить все!

Целые числа на отрезке $[a,b]$:

```
X = randint(10, 60) # псевдослучайное число  
Y = randint(10, 60) # это уже другое число!
```

Генератор на $[0,1)$:

```
X = random() ; # псевдослучайное число  
Y = random()   # это уже другое число!
```

Генератор на $[a, b]$ (вещественные числа):

```
X = uniform(1.2, 3.5) # псевдосл. число  
Y = uniform(1.2, 3.5) # уже другое число!
```

Задачи

«А»: Ввести с клавиатуры три целых числа, найти их сумму, произведение и среднее арифметическое.

Пример:

Введите три целых числа:

5 7 8

$$5+7+8=20$$

$$5*7*8=280$$

$$(5+7+8)/3=6.667$$

«В»: Ввести с клавиатуры координаты двух точек (А и В) на плоскости (вещественные числа). Вычислить длину отрезка АВ.

Пример:

Введите координаты точки А:

5.5 3.5

Введите координаты точки В:

1.5 2

$$\text{Длина отрезка АВ} = 4.272$$

Задачи

«С»: Получить случайное трехзначное число и вывести через запятую его отдельные цифры.

Пример:

Получено число 123.

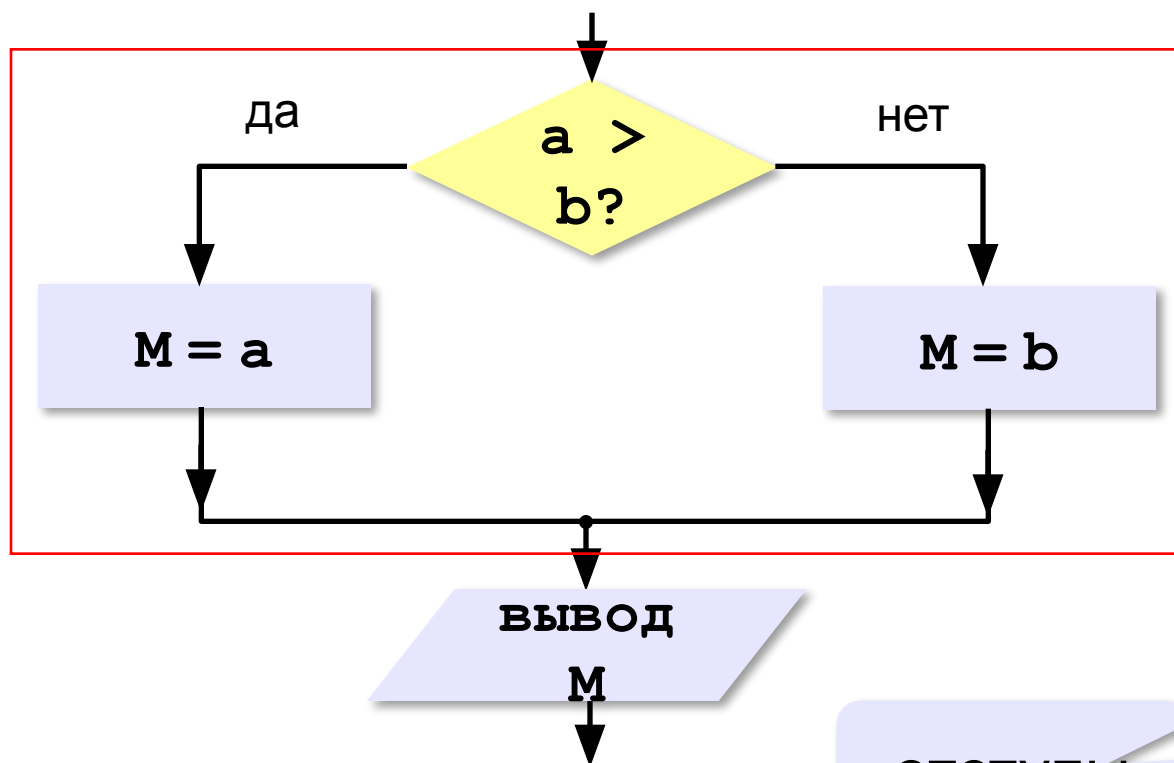
Его цифры 1, 2, 3.

Программирование на языке Python

§ 57. Ветвления

Условный оператор

Задача: **изменить порядок действий** в зависимости от выполнения некоторого условия.



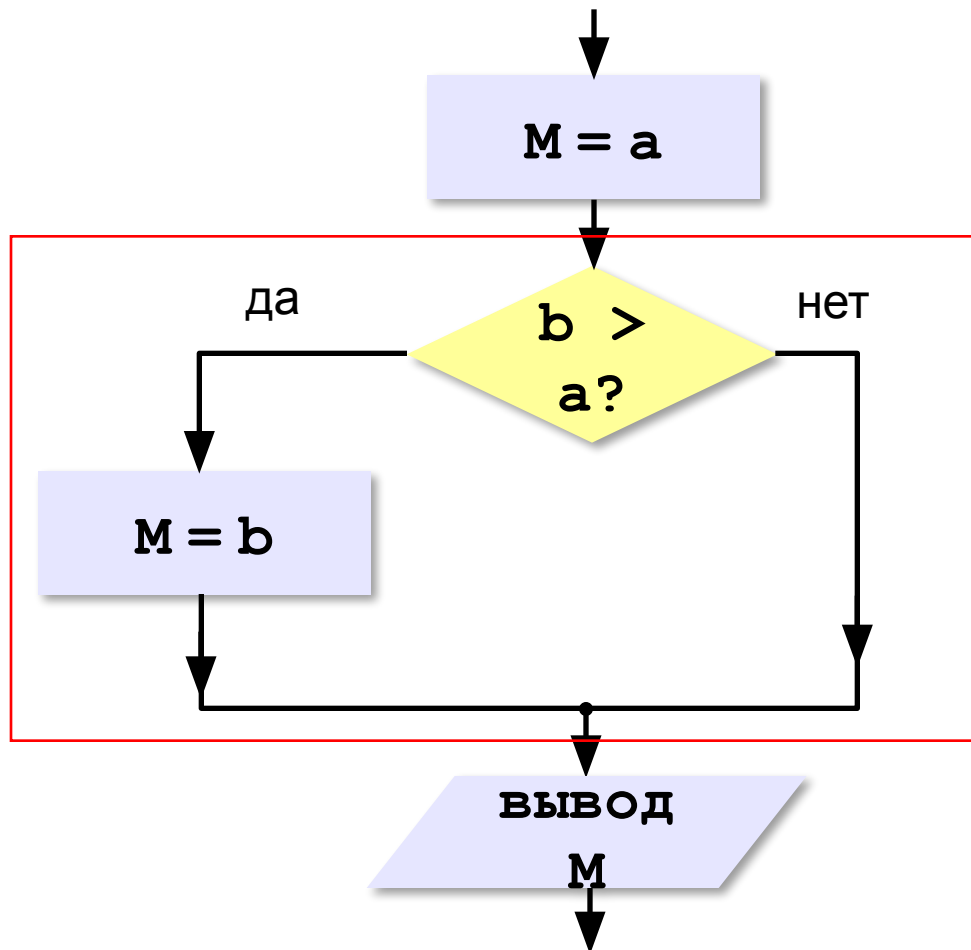
полная
форма
ветвления

? Если $a = b$?

```
if a > b:
    M = a
else:
    M = b
```

отступы

Условный оператор: неполная форма



```
M = a
if b > a:
    M = b
```

неполная
форма
ветвления

Решение в стиле Python:

```
M = max(a, b)
```

```
M = a if a > b else b
```


Условный оператор

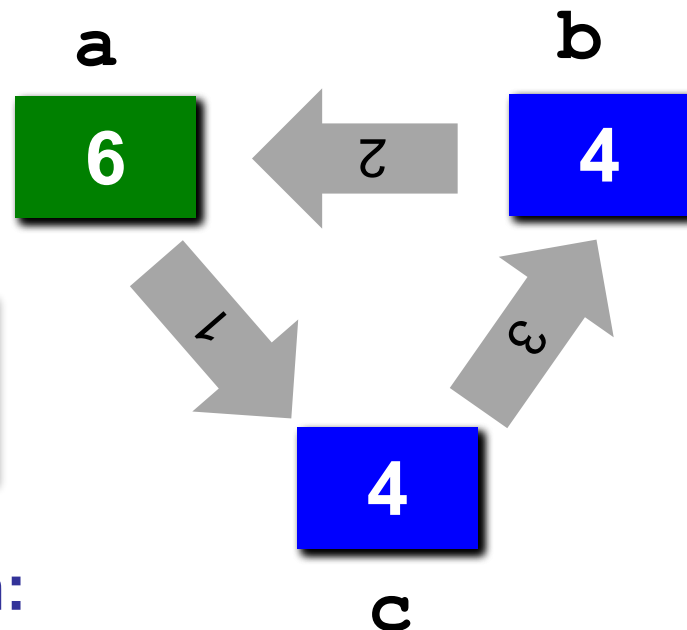
```
if a < b:
```

```
    c = a
```

```
    a = b
```

```
    b = c
```

? Что делает?



? Можно ли обойтись без переменной **c**?

Решение в стиле Python:

```
a, b = b, a
```

Знаки отношений

>

<

больше, меньше

>=

больше или равно

<=

меньше или равно

==

равно

!=

не равно

Вложенные условные операторы

Задача: в переменных **a** и **b** записаны возрасты Андрея и Бориса. Кто из них старше?

?

Сколько вариантов?

```
if a > b:  
    print("Андрей старше")  
else:  
    if a == b:  
        print("Одного возраста")  
    else:  
        print("Борис старше")
```

?

Зачем нужен?

вложенный
условный оператор

Каскадное ветвление

```
if a > b:  
    print("Андрей старше")  
elif a == b:  
    print("Одного возраста")  
else:  
    print("Борис старше")
```



elif = else if

Каскадное ветвление

```
cost = 1500
if cost < 1000:
    print ( "Скидок нет." )
elif cost < 2000:
    print ( "Скидка 2%." )
elif cost < 5000:
    print ( "Скидка 5%." )
else:
    print ( "Скидка 10%." )
```

первое сработавшее
условие



Что выведет?

Скидка 2%.

Примеры

Задача. Вывести "Да", если число в переменной *a* – двузначное.

```
if 10 <= a and a <= 99:  
    print("Да")
```

Задача. Вывести "Да", если число в переменной *a* – двузначное и делится на 7.

```
if 10 <= a and a <= 99 and (a % 7) == 0:  
    print("Да")
```

Задачи

«А»: Ввести три целых числа, найти максимальное из них.

Пример:

Введите три целых числа:

1 5 4

Максимальное число 5

«В»: Ввести пять целых чисел, найти максимальное из них.

Пример:

Введите пять целых чисел:

1 5 4 3 2

Максимальное число 5

Задачи

«С»: Ввести последовательно возраст Антона, Бориса и Виктора. Определить, кто из них старше.

Пример:

Возраст Антона: 15

Возраст Бориса: 17

Возраст Виктора: 16

Ответ: Борис старше всех.

Пример:

Возраст Антона: 17

Возраст Бориса: 17

Возраст Виктора: 16

Ответ: Антон и Борис старше Виктора.

Сложные условия

Задача: набор сотрудников в возрасте **25-40 лет**
(включительно).

сложное условие

```
if v >= 25 and v <= 40 :  
    print ("подходит")  
else:  
    print ("не подходит")
```

and «И»

or «ИЛИ»

not «НЕ»

Приоритет :

- 1) отношения (<, >, <=, >=, ==, !=)
- 2) **not** («НЕ»)
- 3) **and** («И»)
- 4) **or** («ИЛИ»)

Сложные условия: «ИЛИ»

Задача. Самолёт летает по понедельникам и четвергам.
Ввести номер дня недели и определить, летает ли в этот день самолёт.

Особенность: надо проверить, выполняется ли **одно из двух** условий:

день = 1

день = 4

```
if d == 1 or d == 4 :  
    print("Летает")  
else:  
    print("Не летает")
```

сложное
условие

or «ИЛИ»: выполнение **хотя бы одного**
из двух условий!

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает три числа и выводит количество одинаковых чисел в этой цепочке.

Пример:

Введите три числа:

5 5 5

Все числа одинаковые.

Пример:

Введите три числа:

5 7 5

Два числа одинаковые.

Пример:

Введите три числа:

5 7 8

Нет одинаковых чисел.

Задачи

«В»: Напишите программу, которая получает номер месяца и выводит соответствующее ему время года или сообщение об ошибке.

Пример:

Введите номер месяца :

5

Весна .

Пример:

Введите номер месяца :

15

Неверный номер месяца .

Задачи

«С»: Напишите программу, которая получает возраст человека (целое число, не превышающее 120) и выводит этот возраст со словом «год», «года» или «лет». Например, «21 год», «22 года», «25 лет».

Пример:

Введите возраст: **18**

Вам 18 лет.

Пример:

Введите возраст: **21**

Вам 21 год.

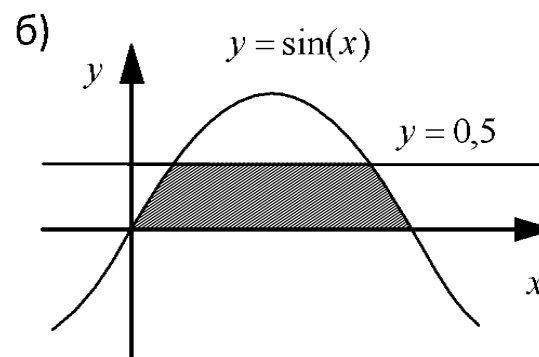
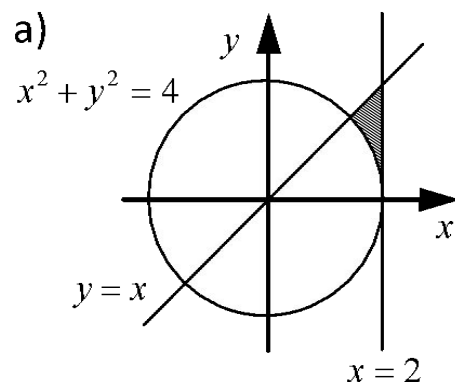
Пример:

Введите возраст: **22**

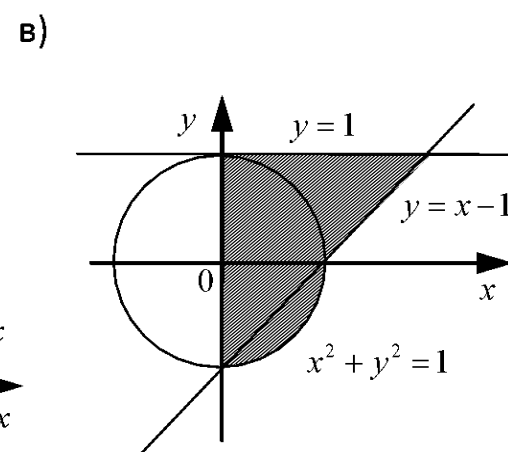
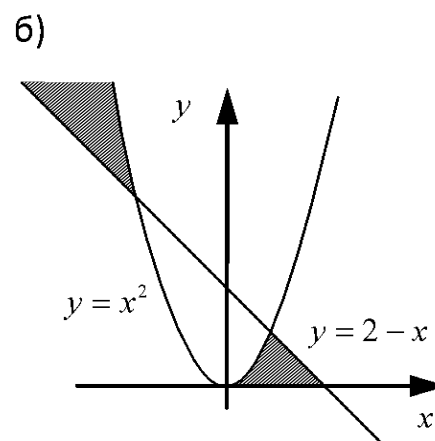
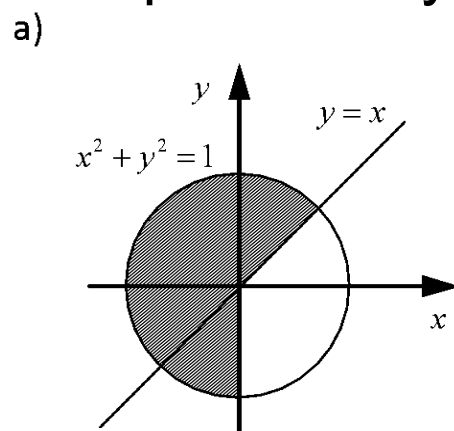
Вам 22 года.

Задачи

«А»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.

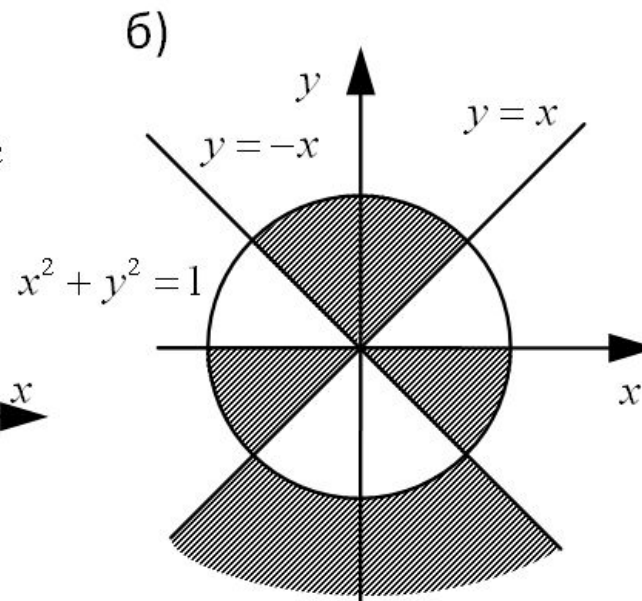
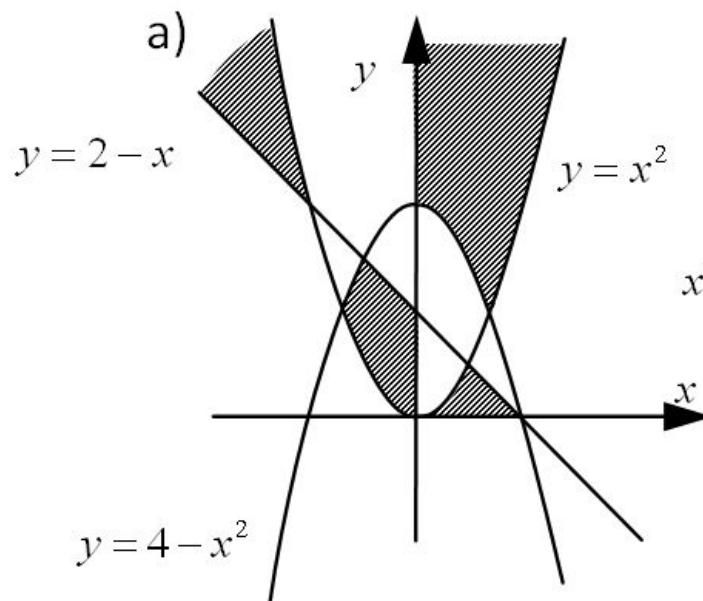


«В»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.



Задачи

«С»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.



Программирование на языке Python

§ 58. Циклические алгоритмы

Что такое цикл?

Цикл – это многократное выполнение одинаковых действий.

Два вида циклов:

- цикл с **известным** числом шагов (сделать 10 раз)
- цикл с **неизвестным** числом шагов (делать, пока не надоест)

Задача. Вывести на экран 10 раз слово «Привет».



Можно ли решить известными методами?

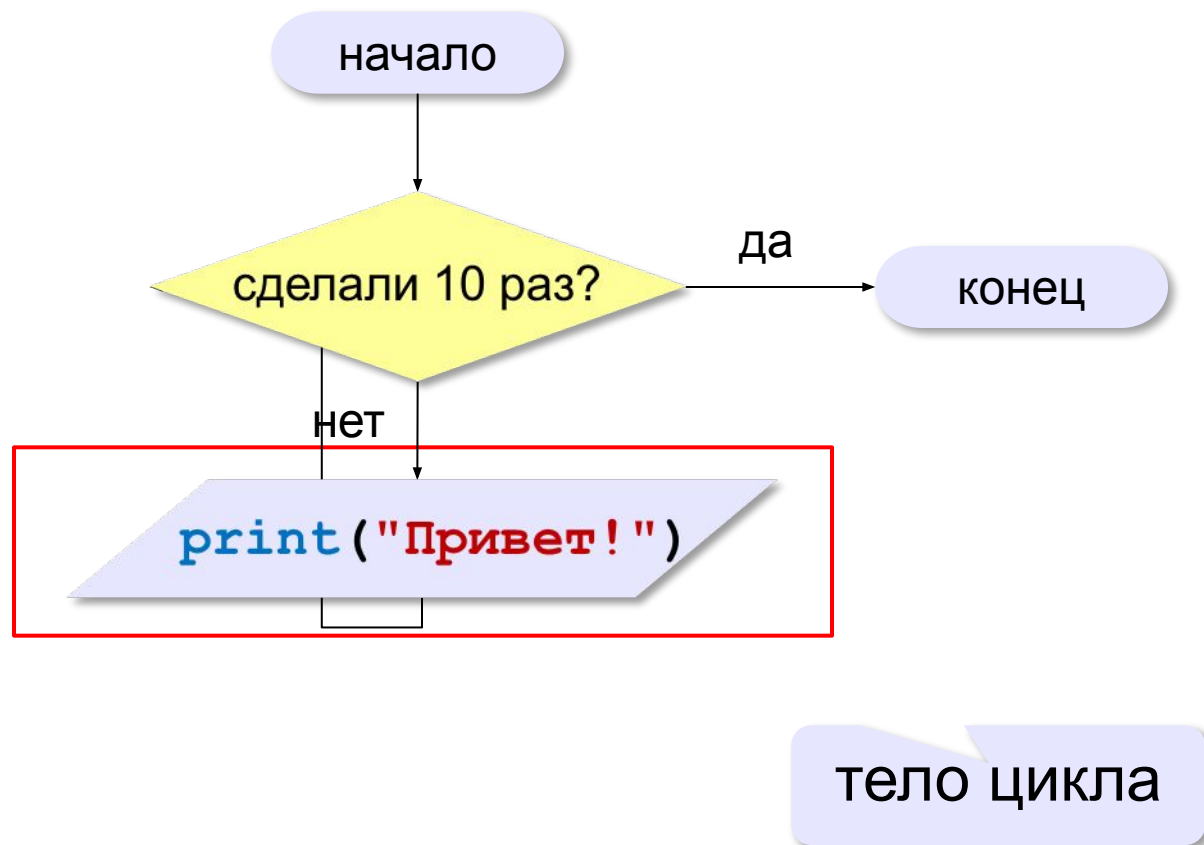
Повторения в программе

```
print ("Привет")  
print ("Привет")  
...  
print ("Привет")
```



Что плохо?

Блок-схема цикла



Как организовать цикл?

```
счётчик = 0
пока счётчик < 10:
    print("Привет")
    увеличить счётчик на 1
```

результат операции
автоматически
сравнивается с нулём!

```
счётчик = 10
пока счётчик > 0:
    print("Привет")
    уменьшить счётчик на 1
```



Какой способ удобнее для процессора?

Цикл с условием

Задача. Определить **количество цифр** в десятичной записи целого положительного числа, записанного в переменную **n**.

```
счётчик = 0
пока n > 0:
    отсечь последнюю цифру n
    увеличить счётчик на 1
```

n	счётчик
1234	0

? Как отсечь последнюю цифру?

```
n = n // 10
```

? Как увеличить счётчик на 1?

```
счётчик = счётчик + 1
```

```
счётчик += 1
```

Цикл с условием

начальное значение
счётчика

условие
продолжения

заголовок
цикла

```
count = 0  
while n > 0 :  
    n = n // 10  
    count += 1
```

тело цикла



Цикл с предусловием – проверка на входе в цикл!

Цикл с условием

При известном количестве шагов:

```
k = 0
while k < 10:
    print ( "привет" )
    k += 1
```

Защивание:

```
k = 0
while k < 10:
    print ( "привет" )
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 4; b = 6  
while a < b: a += 1
```

2 раза

a = 6

```
a = 4; b = 6  
while a < b: a += b
```

1 раз

a = 10

```
a = 4; b = 6  
while a > b: a += 1
```

0 раз

a = 4

```
a = 4; b = 6  
while a < b: b = a - b
```

1 раз

b = -2

```
a = 4; b = 6  
while a < b: a -= 1
```

зацикливание

Цикл с постусловием

Задача. Обеспечить ввод **положительного** числа в переменную `n`.

бесконечный
цикл

```
while True:
```

```
    print ( "Введите положительное число:" )  
    n = int ( input() )
```

```
if n > 0: break
```

тело цикла

условие
выхода

прервать
цикл

- при входе в цикл условие **не проверяется**
- цикл всегда выполняется **хотя бы один раз**

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает два целых числа A и B ($0 < A < B$) и выводит квадраты всех натуральных чисел в интервале от A до B .

Пример:

Введите два целых числа :

10 12

$10 * 10 = 100$

$11 * 11 = 121$

$12 * 12 = 144$

«В»: Напишите программу, которая получает два целых числа и находит их произведение, не используя операцию умножения. Учтите, что числа могут быть отрицательными.

Пример:

Введите два числа :

10 -15

$10 * (-15) = -150$

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вычислить сумму всех чисел Фибоначчи, меньших N . Предусмотрите защиту от ввода отрицательного числа N .

Пример:

Введите число N :

10000

Сумма 17709

Задачи-2

«А»: Ввести натуральное число и найти сумму его цифр.

Пример:

Введите натуральное число:

12345

Сумма цифр 15.

«В»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры, стоящие рядом.

Пример:

Введите натуральное число:

12342

Нет.

Пример:

Введите натуральное число:

12245

Да.

Задачи-2

«С»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры (не обязательно стоящие рядом).

Пример:

Введите натуральное число:

12342

Да .

Пример:


Введите натуральное число:

12345

Нет .

Цикл с переменной

Задача. Вывести 10 раз слово «Привет!».

 Можно ли сделать с циклом «пока»?

```
i = 0
while i < 10 :
    print("Привет!")
    i += 1
```

Цикл с переменной:

```
for i in range(10) :
    print("Привет!")
```

в диапазоне
[0, **10**)



Не включая **10**!

`range(10)` → 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Цикл с переменной

Задача. Вывести все степени двойки от 2^1 до 2^{10} .

 Как сделать с циклом «пока»?

```
k = 1
while k <= 10 :
    print ( 2**k )
    k += 1
```

Цикл с переменной:

```
for k in range(1, 11) :
    print ( 2**k )
```

в диапазоне
[1, **11**)

 Не включая **11**!

`range(1, 11)` → 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Цикл с переменной: другой шаг

10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1

шаг

```
for k in range(10, 0, -1):  
    print ( k**2 )
```



Что получится?

1, 3, 5, 7, 9

```
for k in range(1, 11, 2):  
    print ( k**2 )
```

100

81

64

49

36

25

16

9

4

1

1

9

25

49

81

Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 1  
for i in range(3): a += 1
```

a = 4

```
a = 1  
for i in range(3, 1): a += 1
```

a = 1

```
a = 1  
for i in range(1, 3, -1): a += 1
```

a = 1

```
a = 1  
for i in range(3, 1, -1): a += 1
```

a = 3

Задачи

- «А»: Найдите все пятизначные числа, которые при делении на 133 дают в остатке 125, а при делении на 134 дают в остатке 111.
- «В»: 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.

Задачи

«С»: Натуральное число называется автоморфным, если оно равно последним цифрам своего квадрата. Например, $25^2 = 625$. Напишите программу, которая получает натуральное число N и выводит на экран все автоморфные числа, не превосходящие N.

Пример:

Введите N:

1000

$1*1=1$

$5*5=25$

$6*6=36$

$25*25=625$

$76*76=5776$

Вложенные циклы

Задача. Вывести все простые числа в диапазоне от 2 до 1000.

```
сделать для n от 2 до 1000  
    если число n простое то  
        вывод n
```

нет делителей [2.. n-1]:
проверка в цикле!

 Что значит «простое число»?

```
for n in range(2, 1001):  
    if число n простое:  
        print( n )
```

Вложенные циклы

```
for n in range(2, 1001):  
    count = 0  
    for k in range(2, n):  
        if n % k == 0:  
            count += 1  
    if count == 0:  
        print( n )
```

ВЛОЖЕННЫЙ ЦИКЛ

Вложенные циклы

```
for i in range(1,4):  
    for k in range(1,4):  
        print( i, k )
```

1	1
1	2
1	3
2	1
2	2
2	3
3	1
3	2
3	3



Как меняются переменные?



Переменная внутреннего цикла изменяется быстрее!

Вложенные циклы

```
for i in range(1,5):  
    for k in range(1,i+1):  
        print( i, k )
```

1 1

2 1

2 2

3 1

3 2

3 3

4 1

4 2

4 3

4 4



Как меняются переменные?



Переменная внутреннего цикла изменяется быстрее!

Поиск простых чисел – как улучшить?

$$n = k \cdot m, \quad k \leq m \Rightarrow k^2 \leq n \Rightarrow k \leq \sqrt{n}$$

```
while k <= math.sqrt(n) :
```

```
...
```



Что плохо?

```
count = 0
```

```
k = 2
```

```
while k*k <= n :
```

```
    if n % k == 0:
```

```
        count += 1
```

```
    k += 1
```



Как ещё улучшить?

ВЫЙТИ ИЗ ЦИКЛА

```
while k*k <= n:
```

```
    if n % k == 0: break
```

```
    k += 1
```

```
if k*k > n:
```

```
    print ( n )
```

если вышли
по условию

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает натуральные числа A и B ($A < B$) и выводит все простые числа в интервале от A до B .

Пример:

Введите границы диапазона:

10 20

11 13 17 19

«В»: В магазине продается мастика в ящиках по 15 кг, 17 кг, 21 кг. Как купить ровно 185 кг мастики, не вскрывая ящики? Сколькими способами можно это сделать?

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вывести все натуральные числа, не превосходящие N и делящиеся на каждую из своих цифр.

Пример:

Введите N :

15

1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 12 15

Программирование на языке Python

§ 59. Процедуры

Зачем нужны процедуры?

```
print ( "Ошибка программы" )
```

много раз!

Процедура:

define
определить

```
def Error() :  
    print( "Ошибка программы" )
```

```
n = int ( input() )  
if n < 0:  
    Error()
```

ВЫЗОВ
процедуры

Что такое процедура?

Процедура – вспомогательный алгоритм, который выполняет некоторые действия.

- текст (расшифровка) процедуры записывается **до** её вызова в основной программе
- в программе может быть **много процедур**
- чтобы процедура заработала, нужно **вызвать** её по имени из основной программы или из другой процедуры

Процедура с параметрами

Задача. Вывести на экран запись целого числа (0..255) в 8-битном двоичном коде.

много раз!

Алгоритм:

$$178 \Rightarrow 10110010_2$$

? Как вывести первую цифру?

$n :=$

7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0

 $_2$ разряды

$n // 128$

$n \% 128$

? Как вывести вторую цифру?

$n1 // 64$

Процедура с параметрами

Задача. Вывести на экран запись целого числа (0..255) в 8-битном двоичном коде.

Решение:

```
k = 128
while k > 0:
    print ( n // k,
            end = "" )
    n = n % k
    k = k // 2
```

178 \Rightarrow 10110010

n	k	ВЫВОД
178	128	1



Результат зависит от n!

Процедура с параметрами

Параметры – данные, изменяющие работу процедуры.

локальная
переменная

```
def printBin( n ) :  
    k = 128  
    while k > 0 :  
        print ( n // k, end = "" )  
        n = n % k ;  
        k = k // 2
```

```
printBin ( 99 )
```

значение параметра
(**аргумент**)

Несколько параметров:

```
def printSred( a, b ) :  
    print ( (a + b) / 2 )
```


Локальные и глобальные переменные

глобальная
переменная

локальная
переменная

```
a = 5
def qq():
    a = 1
    print(a) 1
qq()
print(a) 5
```

```
a = 5
def qq(): 5
    print(a)
qq()
```

```
a = 5
def qq():
    global a
    a = 1
qq()
print(a) 1
```

работаем с
глобальной
переменной

Неправильная процедура

```
x = 5; y = 10
```

```
xSum()
```



Что плохо?

```
def xSum():  
    print(x+y)
```



- 1) процедура связана с глобальными переменными, нельзя перенести в другую программу
- 2) печатает только сумму x и y , нельзя напечатать сумму других переменных или сумму $x*y$ и $3x$



Как исправить?

передавать
данные через
параметры

Правильная процедура

Глобальные:

x	y
5	10
z	w
17	3

```
x = 5; y = 10
Sum2 ( x, y )
z=17; w=3
Sum2 ( z, w )
Sum2 ( z+x, y*w )
```

```
def Sum2 (a, b) :
    print ( a+b )
```

Локальные:

a	b	
25	30	15
		20
		52

- 1) процедура не зависит от глобальных переменных
- 2) легко перенести в другую программу
- 3) печатает только сумму любых выражений

Задачи

«А»: Напишите процедуру, которая принимает параметр – натуральное число N – и выводит на экран линию из N символов '—'.

Пример:

Введите N :

10

«В»: Напишите процедуру, которая выводит на экран в столбик все цифры переданного ей числа, начиная с первой.

Пример:

Введите натуральное число:

1234

1

2

3

4

Задачи

«С»: Напишите процедуру, которая выводит на экран запись переданного ей числа в римской системе счисления.

Пример:

Введите натуральное число:

2013

MMXIII

Программирование на языке Python

§ 60. Функции

Что такое функция?

Функция – это вспомогательный алгоритм, который возвращает *значение-результат* (число, символ или объект другого типа).

Задача. Написать функцию, которая вычисляет сумму цифр числа.

Алгоритм:

```
сумма = 0
пока n != 0:
    сумма += n % 10
    n = n // 10
```

Сумма цифр числа

```
def sumDigits( n ):  
    sum = 0  
    while n != 0:  
        sum += n % 10  
        n = n // 10  
    return sum
```

передача
результата

```
# основная программа  
print ( sumDigits(12345) )
```


Использование функций

```
x = 2 * sumDigits (n+5)
z = sumDigits (k) + sumDigits (m)
if sumDigits (n) % 2 == 0:
    print ( "Сумма цифр чётная" )
    print ( "Она равна", sumDigits (n) )
```



Функция, возвращающая целое число, может использоваться везде, где и целая величина!

Одна функция вызывает другую:

```
def middle ( a, b, c ) :
    mi = min ( a, b, c )
    ma = max ( a, b, c )
    return a + b + c - mi - ma
```

ВЫЗЫВАЮТСЯ
`min` и `max`



Что вычисляет?

Задачи

«А»: Напишите функцию, которая находит наибольший общий делитель двух натуральных чисел.

Пример:

Введите два натуральных числа:

7006652 112307574

$\text{НОД}(7006652, 112307574) = 1234.$

«В»: Напишите функцию, которая определяет сумму цифр переданного ей числа.

Пример:

Введите натуральное число:

123

Сумма цифр числа 123 равна 6.

Задачи

«С»: Напишите функцию, которая «переворачивает» число, то есть возвращает число, в котором цифры стоят в обратном порядке.

Пример:

Введите натуральное число:

1234

После переворота: 4321.

Как вернуть несколько значений?

```
def divmod ( x, y ) :  
    d = x // y  
    m = x % y  
    return d, m
```

d – частное,
m – остаток

```
a, b = divmod ( 7, 3 )  
print ( a, b )      # 2 1
```

```
q = divmod ( 7, 3 )  
print ( q )          # (2, 1) (2, 1)
```

кортеж – набор
элементов

Задачи

«А»: Напишите функцию, которая переставляет три переданные ей числа в порядке возрастания.

Пример:

Введите три натуральных числа:

10 15 5

5 10 15

«В»: Напишите функцию, которая сокращает дробь вида M/N .

Пример:

Введите числитель и знаменатель дроби:

25 15

После сокращения: 5/3

Задачи

«С»: Напишите функцию, которая вычисляет наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное двух натуральных чисел.

Пример:

Введите два натуральных числа:

10 15

НОД (10, 15) = 5

НОК (10, 15) = 30

Логические функции

Задача. Найти все простые числа в диапазоне от 2 до 100.

```
for i in range(2, 1001):  
    if isPrime(i):  
        print ( i )
```

функция,
возвращающая
логическое значение
(True/False)

Функция: простое число или нет?

 Какой алгоритм?

```
def isPrime ( n ) :  
    k = 2  
    while k*k <= n and n % k != 0 :  
        k += 1  
    return (k*k > n)
```

```
if k*k > n :  
    return True  
else :  
    return False
```


Логические функции: использование



Функция, возвращающая логическое значение, может использоваться везде, где и логическая величина!

```
n = int ( input() )  
while isPrime(n):  
    print ( n, "- простое число" )  
n = int ( input() )
```

Задачи

«А»: Напишите логическую функцию, которая определяет, является ли переданное ей число совершенным, то есть, равно ли оно сумме своих делителей, меньших его самого.

Пример:

Введите натуральное число:

28

Число 28 совершенное.

Пример:

Введите натуральное число:

29

Число 29 не совершенное.

Задачи

«В»: Напишите логическую функцию, которая определяет, являются ли два переданные ей числа взаимно простыми, то есть, не имеющими общих делителей, кроме 1.

Пример:

Введите два натуральных числа:

28 15

Числа 28 и 15 взаимно простые.

Пример:

Введите два натуральных числа:

28 16

Числа 28 и 16 не взаимно простые.

Задачи

«С»: Простое число называется гиперпростым, если любое число, получающееся из него откидыванием нескольких цифр, тоже является простым. Например, число 733 – гиперпростое, так как и оно само, и числа 73 и 7 – простые. Напишите логическую функцию, которая определяет, верно ли, что переданное ей число – гиперпростое. Используйте уже готовую функцию `isPrime`, которая приведена в учебнике.

Пример:

Введите натуральное число:

733

Число 733 гиперпростое.

Пример:

Введите натуральное число:

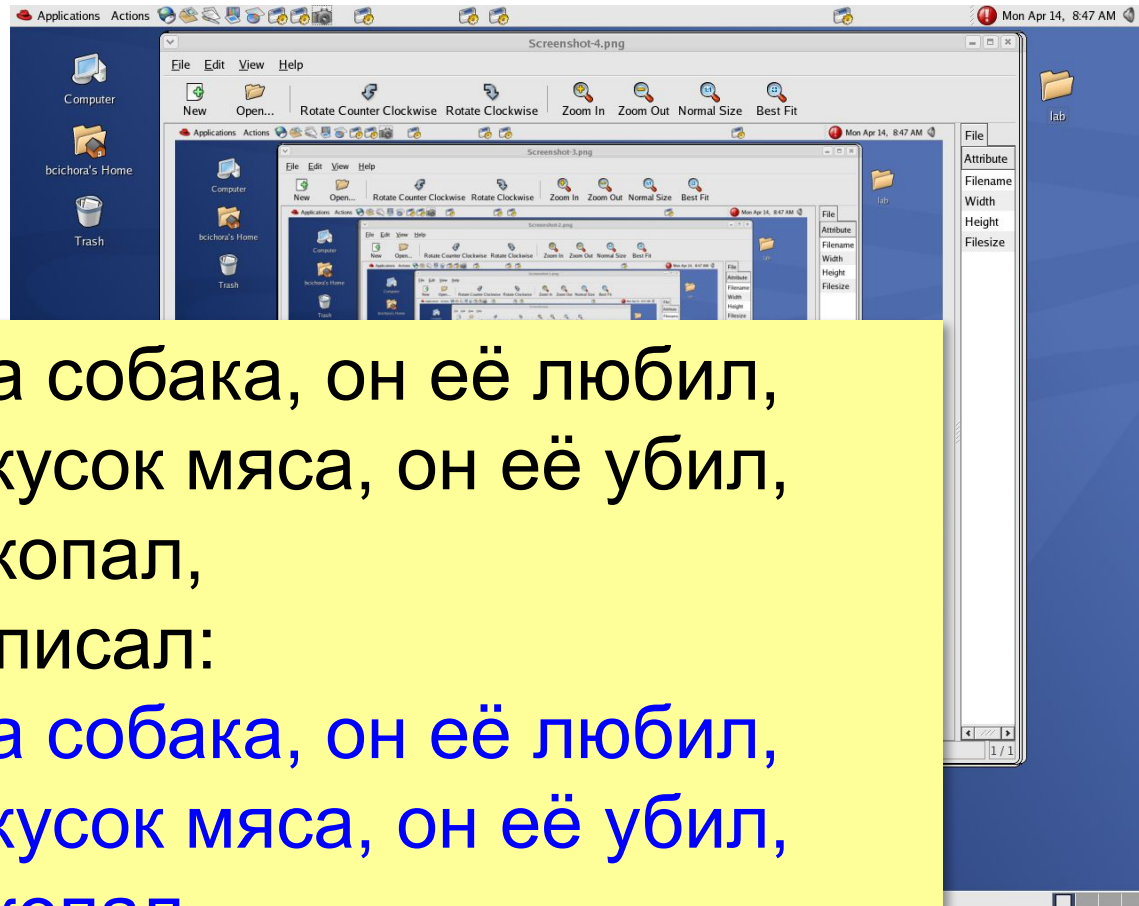
19

Число 19 не гиперпростое.

Программирование на языке Python

§ 61. Рекурсия

Что такое рекурсия?



У попа была собака, он её любил,
Она съела кусок мяса, он её убил,
В землю закопал,
Надпись написал:
У попа была собака, он её любил,
Она съела кусок мяса, он её убил,
В землю закопал,
Надпись написал:

...

Что такое рекурсия?

Натуральные числа:

- 1 – натуральное число
- если n – натуральное число,
то $n + 1$ – натуральное число

индуктивное
определение

Рекурсия — это способ определения множества объектов через само это множество на основе заданных простых базовых случаев.

Числа Фибоначчи:

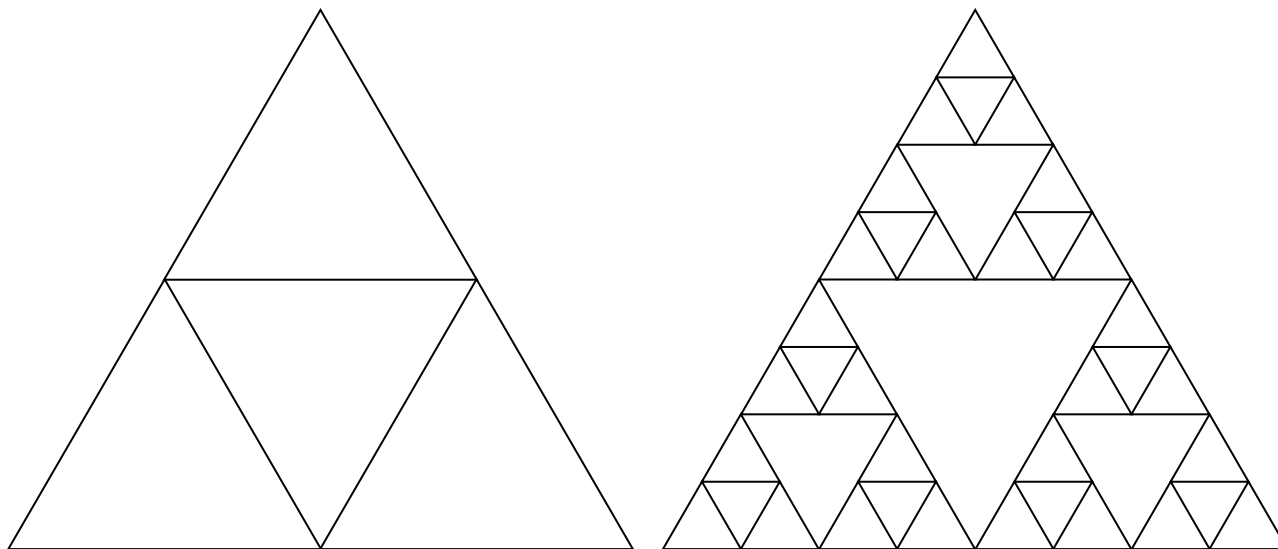
- $F_1 = F_2 = 1$
- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ при $n > 2$

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...

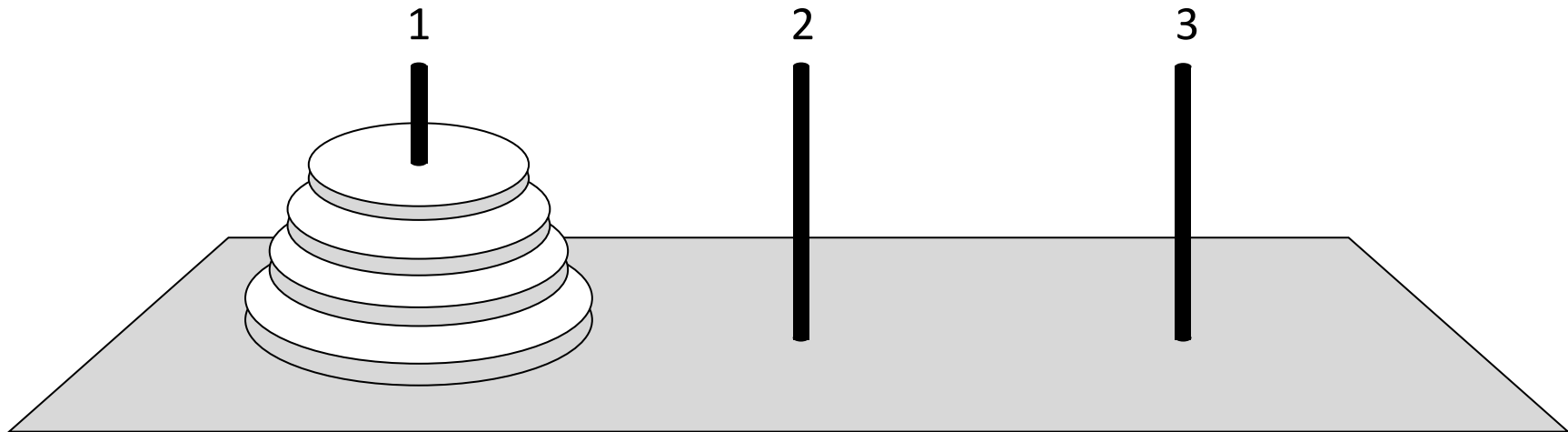
Фракталы

Фракталы – геометрические фигуры, обладающие самоподобием.

Треугольник Серпинского:



Ханойские башни



- за один раз переносится один диск
- класть только меньший диск на больший
- третий стержень вспомогательный

перенести (n, 1, 3)

перенести (n-1, 1, 2)

1 -> 3

перенести (n-1, 2, 3)

Ханойские башни – процедура

сколько

откуда

куда

```
def Hanoi ( n, k, m )
```

рекурсия

```
    p = 6 - k - m
```

```
    Hanoi ( n-1, k, p )
```

```
    print ( k, "->", m )
```

```
    Hanoi ( n-1, p, m )
```

номер
вспомогательного
стержня (1+2+3=6!)

рекурсия



Что плохо?



Рекурсия никогда не остановится!

Ханойские башни – процедура

Рекурсивная процедура (функция) — это процедура (функция), которая вызывает сама себя напрямую или через другие процедуры и функции.

```
def Hanoi ( n, k, m ) :  
    if n == 0: return  
    p = 6 - k - m  
    Hanoi ( n-1, k, p )  
    print ( k, "->", m )  
    Hanoi ( n-1, p, m )
```

условие выхода из
рекурсии

```
# основная программа  
Hanoi ( 4, 1, 3 )
```

Вывод двоичного кода числа

```
def printBin ( n ) :  
    if n == 0 : return  
    printBin ( n // 2 )  
    print ( n % 2 , end = "" )
```

условие выхода из
рекурсии

напечатать все
цифры, кроме
последней

ВЫВЕСТИ
последнюю цифру

```
printBin ( 0 )
```



? Как без рекурсии?

Вычисление суммы цифр числа

```
def sumDig ( n ):
```

```
    sum = n % 10
```

последняя цифра

```
    if n >= 10:
```

```
        sum += sumDig ( n // 10 )
```

```
    return sum
```

рекурсивный вызов



Где условие окончания рекурсии?

sumDig (1234)

↓
4 + sumDig (123)

↓
4 + 3 + sumDig (12)

↓
4 + 3 + 2 + sumDig (1)

↓
4 + 3 + 2 + 1

Алгоритм Евклида

Алгоритм Евклида. Чтобы найти НОД двух натуральных чисел, нужно вычитать из большего числа меньшее до тех пор, пока меньшее не станет равно нулю. Тогда второе число и есть НОД исходных чисел.

```
def NOD ( a, b ) :  
    if a == 0 or b == 0 :  
        return a + b ;  
    if a > b :  
        return NOD ( a - b, b )  
    else :  
        return NOD ( a, b - a )
```

условие окончания
рекурсии

рекурсивные вызовы

Задачи

«А»: Напишите рекурсивную функцию, которая вычисляет НОД двух натуральных чисел, используя модифицированный алгоритм Евклида.

Пример:

Введите два натуральных числа:

7006652 112307574

НОД (7006652, 112307574) = 1234 .

«В»: Напишите рекурсивную функцию, которая раскладывает число на простые сомножители.

Пример:

Введите натуральное число:

378

378 = 2*3*3*3*7

Задачи

«С»: Дано натуральное число N . Требуется получить и вывести на экран количество всех возможных *различных* способов представления этого числа в виде суммы натуральных чисел (то есть, $1 + 2$ и $2 + 1$ – это один и тот же способ разложения числа 3). Решите задачу с помощью рекурсивной функции.

Пример:

Введите натуральное число:

4

Количество разложений: 4.

Как работает рекурсия?

Факториал:

$$N! = \begin{cases} 1, & N = 1 \\ N \cdot (N-1)!, & N > 1 \end{cases}$$

```
def Fact(N):  
    print ( "->", N )  
    if N <= 1: F = 1  
    else:  
        F = N * Fact ( N - 1 )  
    print ( "<- ", N )  
    return F
```

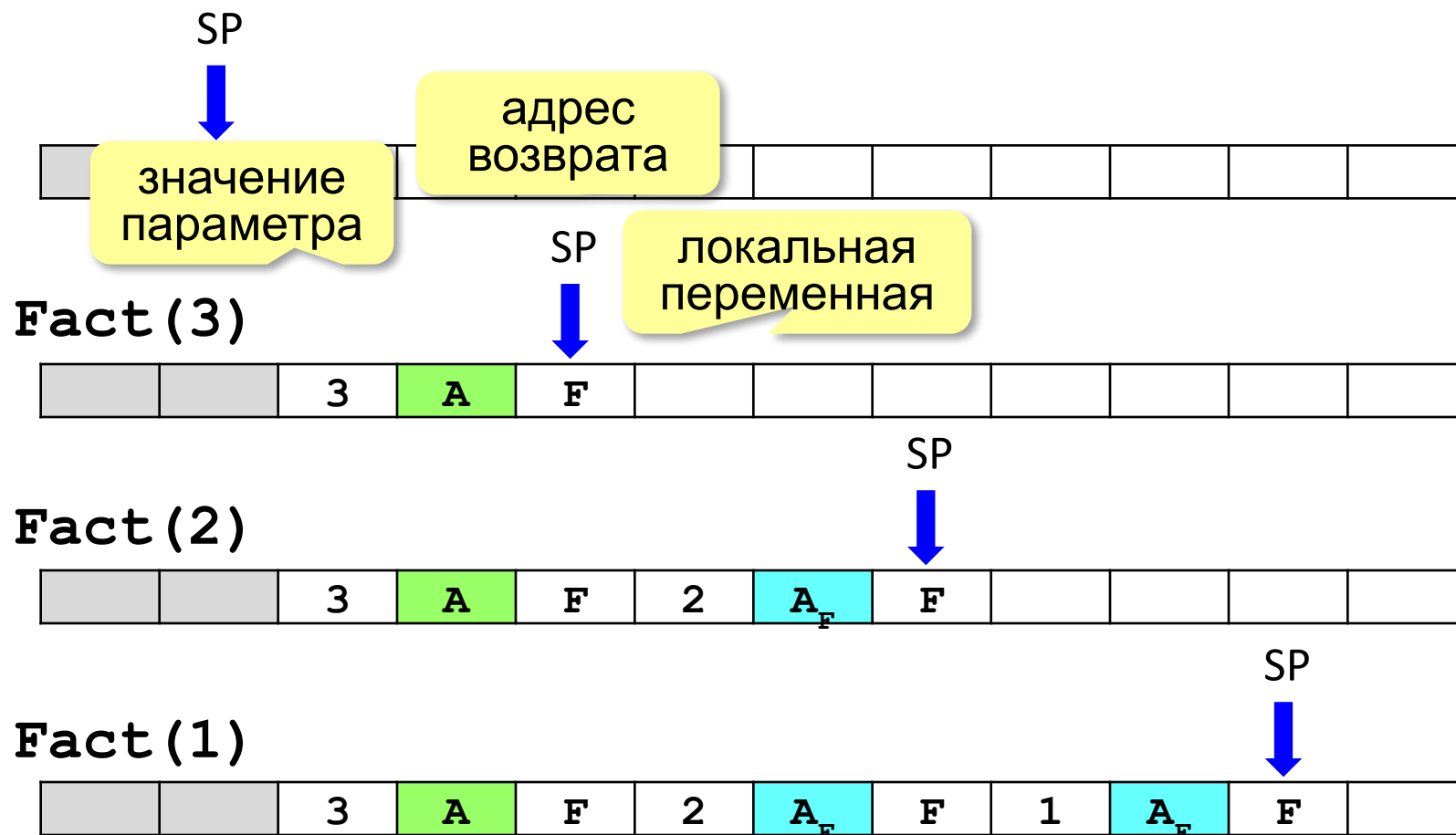
```
-> N = 3  
    -> N = 2  
        -> N = 1  
            <- N = 1  
        <- N = 2  
    <- N = 3
```



Как сохранить состояние функции перед рекурсивным вызовом?

Стек

Стек – область памяти, в которой хранятся локальные переменные и адреса возврата.



Рекурсия – «за» и «против»

- с каждым новым вызовом расходуется память в стеке (возможно переполнение стека)
- затраты на выполнение служебных операций при рекурсивном вызове



▪ программа становится более короткой и понятной



- возможно переполнение стека
- замедление работы



Любой рекурсивный алгоритм можно заменить нерекурсивным!

**итерационный
алгоритм**

```
def Fact ( n ) :  
    f = 1  
    for i in range ( 2 , n+1 ) :  
        f *= i  
    return f
```

Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

kpolyakov@mail.ru

ЕРЕМИН Евгений Александрович

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

eremin@pspu.ac.ru

Источники иллюстраций

1. old-moneta.ru
2. www.random.org
3. www.allruletk.ru
4. www.lotterypros.com
5. logos.cs.uic.edu
6. ru.wikipedia.org
7. иллюстрации художников издательства «Бином»
8. авторские материалы