

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

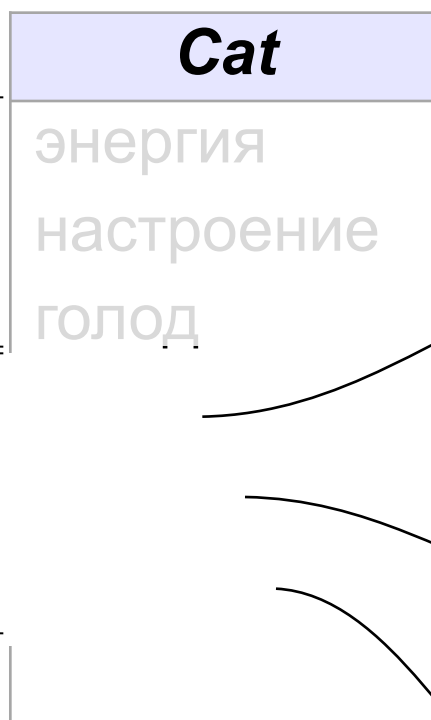
- § 46. Что такое ООП?
- § 47. Объекты и классы
- § 48. Создание объектов в программе
- § 49. Скрытие внутреннего устройства
- § 50. Иерархия классов
- § 51. Программы с графическим интерфейсом
- § 52. Графические интерфейсы: основы
- § 53. Использование компонентов
- § 54. Совершенствование компонентов
- § 55. Модель и представление

Защита внутренних данных



состояние

методы



Можно изменять вучную?

метод **есть**
+ энергия
+ настроение
- голод

метод **спать**
+ энергия
+ голод

метод **играть**
- энергия
+ настроение
+ голод



Меняем состояние только через методы!

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 46. Что такое ООП?

Зачем нужно что-то новое?

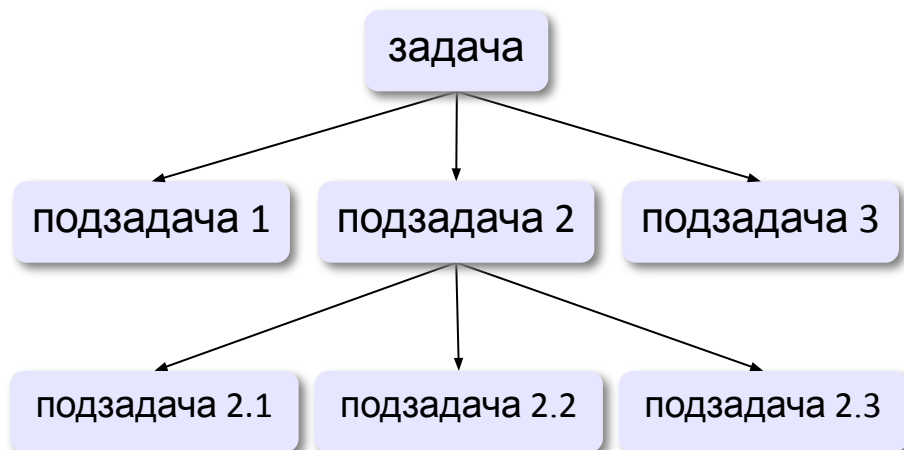


Главная проблема – **сложность!**

- программы из миллионов строк
- тысячи переменных и массивов

Э. Дейкстра: «Человечество еще в древности придумало способ управления сложными системами: **«разделяй и властвуй»**».

Структурное программирование:

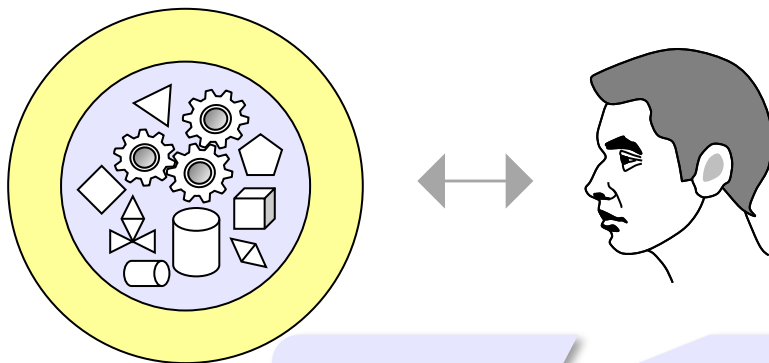


декомпозиция по задачам



человек мыслит иначе, объектами

Как мы воспринимаем объекты?



существенные
свойства

Абстракция – это выделение существенных свойств объекта, отличающих его от других объектов.



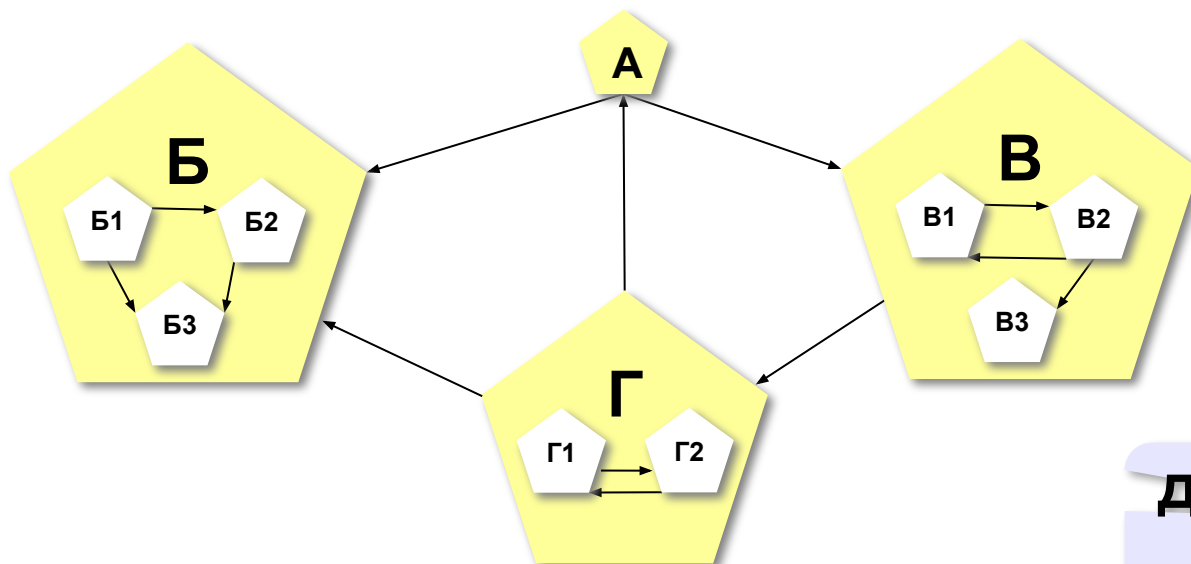
Разные цели –
разные модели!

Использование объектов

Программа – множество объектов (моделей), каждый из которых обладает своими свойствами и поведением, но его внутреннее устройство скрыто от других объектов.



Нужно «разделить» задачу на объекты!



**ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПО
объектам**

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 47. Объекты и классы

С чего начать?

Объектно-ориентированный анализ (ООА):

- выделить **объекты**
- определить их существенные **свойства**
- описать **поведение** (команды, которые они могут выполнять)



Что такое объект?

Объектом можно назвать то, что имеет чёткие границы и обладает *состоянием* и *поведением*.

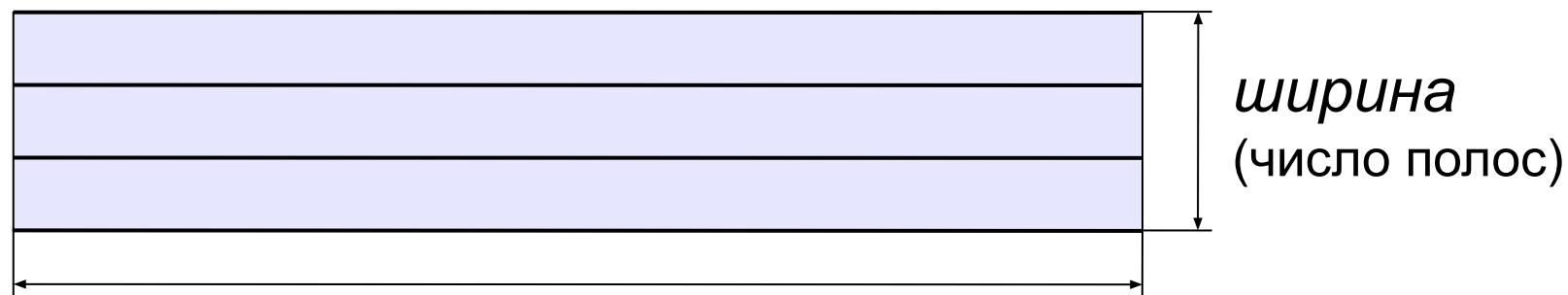
Состояние определяет поведение:

- лежащий человек не прыгнет
- незаряженное ружье не выстрелит

Класс – это множество объектов, имеющих общую структуру и общее поведение.

Модель дороги с автомобилями

Объект «Дорога»:



длина

название
класса

свойства
(состояние)

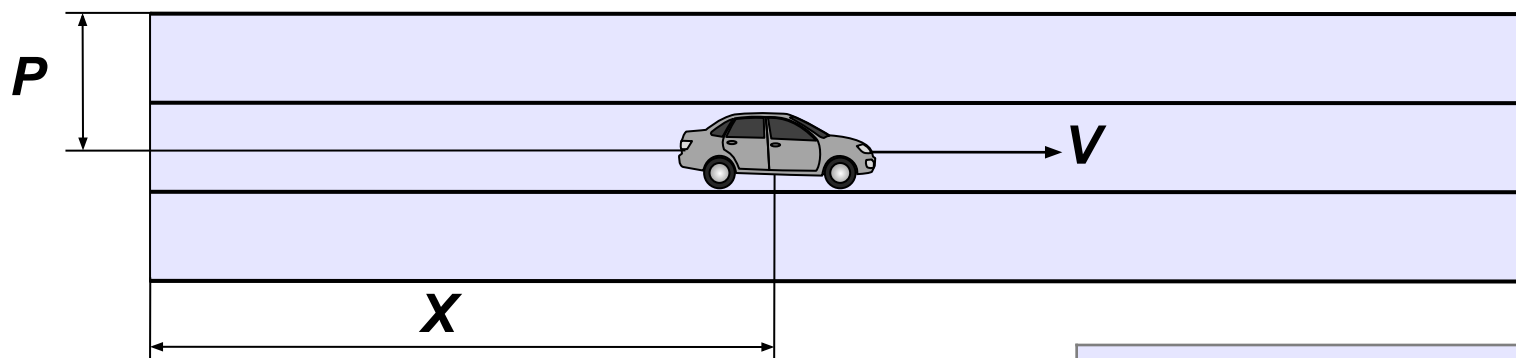


методы
(поведение)

Модель дороги с автомобилями

Объект «Машина»:

свойства: координаты и скорость



- все машины одинаковы
- скорость постоянна
- на каждой полосе – одна машина
- если машина выходит за правую границу дороги, вместо нее слева появляется новая машина

<i>Машина</i>
X (координата)
P (полоса)
V (скорость)
двигаться

Метод – это процедура или функция, принадлежащая классу объектов.

Модель дороги с автомобилями

Взаимодействие объектов:

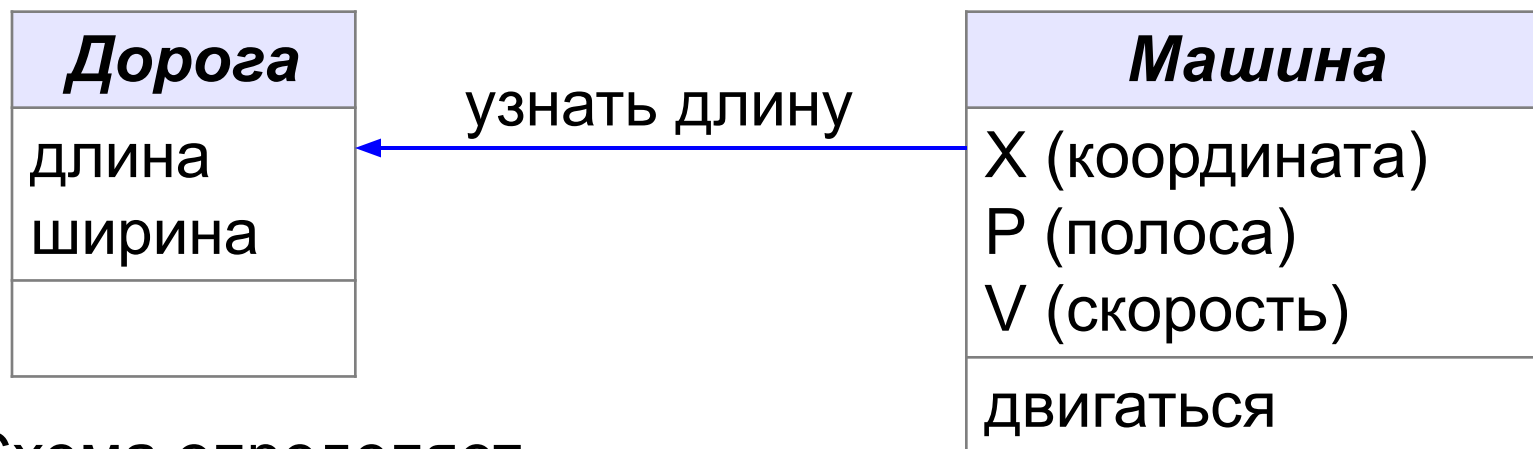


Схема определяет

- **свойства** объектов
- **методы**: операции, которые они могут выполнять
- **связи** (обмен данными) между объектами



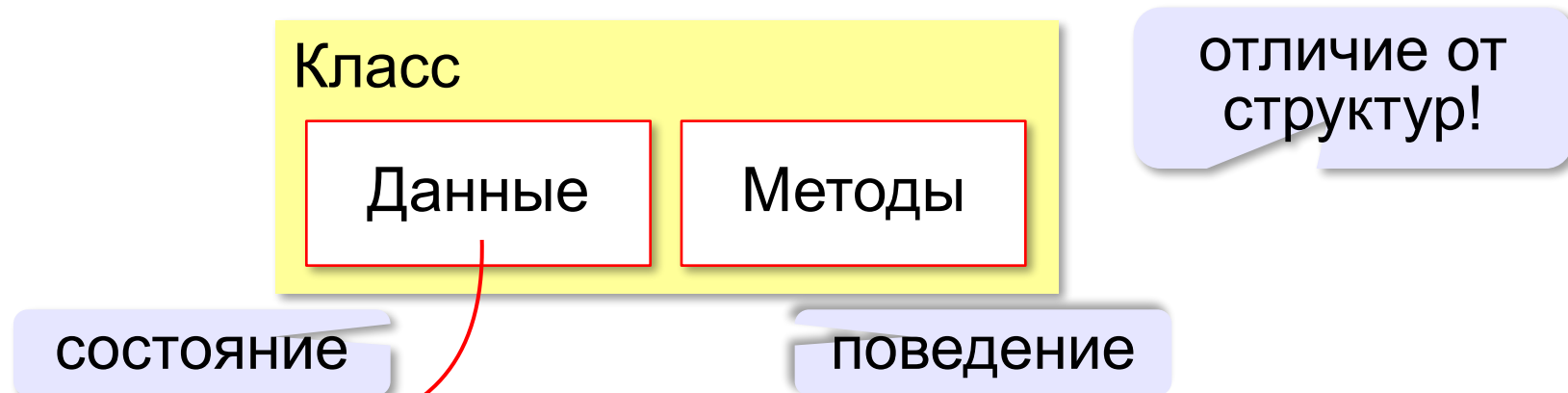
Ни слова о внутреннем устройстве объектов!

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 48. Создание объектов в программе

Классы

- программа – множество взаимодействующих **объектов**
- любой объект – экземпляр какого-то **класса**
- **класс** – описание группы объектов с общей структурой и поведением



Поле – это переменная, принадлежащая объекту.

Класс «Дорога»

Описание класса:

```
class TRoad:  
    pass
```



Объекты-экземпляры не создаются!

Создание объекта:

```
road = TRoad()
```

ВЫЗОВ КОНСТРУКТОРА

Конструктор – это метод класса, который вызывается для создания объекта этого класса.



Конструктор по умолчанию строится автоматически!

Новый конструктор – добавлений полей

initialization – начальные
установки

```
class TRoad:  
    def __init__( self ):  
        self.length = 0  
        self.width = 0
```

ссылка для
обращения к
самому объекту

оба поля
обнуляются

точечная запись



Конструктор задаёт начальные
значения полей!

```
road = TRoad()  
road.length = 60  
road.width = 3
```

изменение
значений
полей

Конструктор с параметрами

АВТОМАТИЧЕСКИ

```
class TRoad:  
    def __init__( self, length0, width0 ):  
        self.length = length0  
        self.width = width0
```

Вызов:

```
road = TRoad( 60, 3 )
```



Нет защиты от неверных входных данных!

Защита от неверных данных

```
class TRoad:
    def __init__( self, length0, width0 ):
        if length0 > 0:
            self.length = length0
        else:
            self.length = 0
        if width0 > 0:
            self.width = width0
        else:
            self.width = 0
```

```
self.length = length0 if length0 > 0 else 0
self.width = width0 if width0 > 0 else 0
```

Класс «Машина»

дорога, по
которой едет

полоса

```
class TCar:
    def __init__( self, road0, p0, v0 ):
        self.road = road0
        self.P = p0
        self.V = v0
        self.x = 0
```

скорость

координата

Класс «Машина» – метод `move`

```
class TCar:
    def __init__( self, road0, p0, v0 ):
        ...
    def move ( self ):
        self.X += self.V
        if self.X > self.road.length:
            self.X = 0
```

перемещение за $\Delta t = 1$

если за пределами дороги

Равномерное движение:

$$X = X_0 + V \cdot \Delta t$$

$\Delta t = 1$ интервал дискретизации

перемещение за одну единицу времени

Основная программа

```

road = TRoad( 65, 3 )
car = TCar( road, 1, 10 )

car.move()
print( "После 1 шага:" )
print( car.X )

for i in range(10):
    car.move()
    print( car.X )

```



Что выведет?

10

10

20

30

40

50

60

0

10

20

30

40

дошли до
конца дороги

```

class TCar:
    ...
    def move ( self ):
        self.X += self.V
        if self.X > self.road.length:
            self.X = 0

```

Массив машин





```
N = 3
cars = []
for i in range(N):
    cars.append( TCar(road, i+1, 2*(i+1)) )

for k in range(100):    # 100 шагов
    for i in range(N):  # для каждой машины
        cars[i].move()

print( "После 100 шагов:" )
for i in range(N):
    print( cars[i].X )
```

Что в этом хорошего и плохого?

ООП – это метод разработки **больших** программ!

-  основная программа – простая и понятная
-  классы могут разрабатывать разные программисты независимо друг от друга (+интерфейс!)
-  повторное использование классов
-  неэффективно для небольших задач

Задание

«**A**»: Построить класс Попугай (**Parrot**), который умеет говорить какую-то фразу, заранее определённую при описании класса.

Пример:

```
p = Parrot()  
p.say()
```

Привет, друзья!

«**B**»: Изменить класс из задания А так, чтобы фраза задавалась при создании конкретного экземпляра.

Пример:

```
p1 = Parrot( "Гав!" )  
p2 = Parrot( "Мяу!" )  
p1.say()      Гав!  
p2.say()      Мяу!
```

Задание

«С»: Изменить класс из задания В так, чтобы фразу можно было изменять во время работы программы.

Пример:

```
p = Parrot( "Гав!" )
p.say()           Гав!
p.newText( "Мяу!" )
p.say()           Мяу!
```

«D»: Изменить класс из задания С так, чтобы при вызове метода **say** можно было задать число повторений.

Пример:

```
p = Parrot( "Гав!" )
p.say()           Гав!
p.newText( "Мяу!" )
p.say( 3 )        Мяу! Мяу! Мяу!
```


Задание

«Е»: Изменить класс из задания D так, чтобы можно было добавлять фразы в набор фраз, которые знает попугай. При вызове метода **say** попугай выдаёт случайную фразу из своего набора.

Пример:

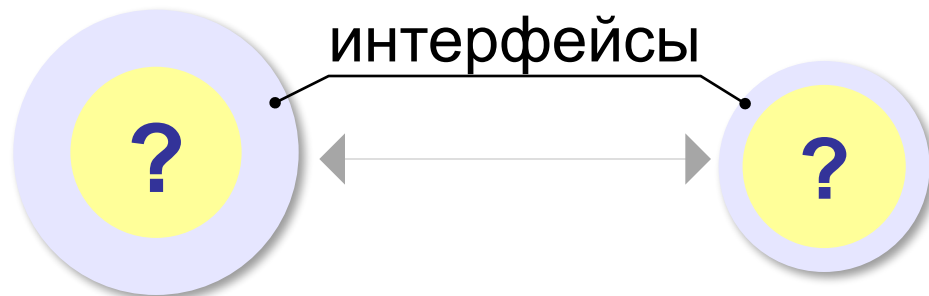
```
p = Parrot( "Гав!" )
p.say()           Гав!
p.learn( "Мяу!" )
p.say()           Гав!
p.say(3)          Мяу! Мяу! Мяу!
```

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 49. Скрытие внутреннего устройства

Зачем скрывать внутреннее устройство?

Объектная модель задачи:



- ⊕ защита внутренних данных
- проверка входных данных на корректность
- изменение устройства с сохранением интерфейса

Инкапсуляция («помещение в капсулу») – скрывание внутреннего устройства объектов.

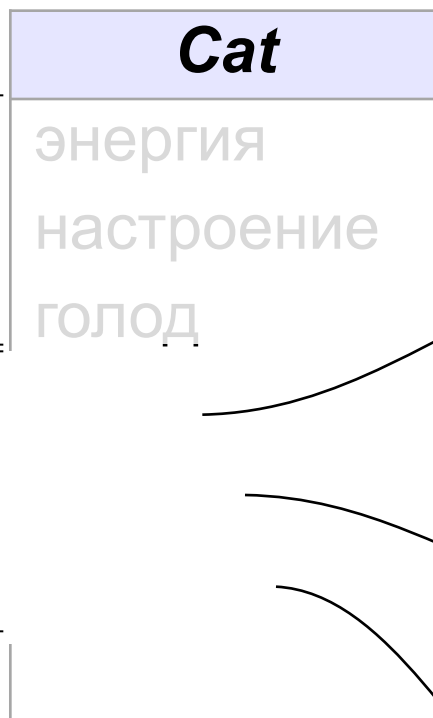
! Также объединение данных и методов в одном объекте!

Защита внутренних данных



состояние

методы



Можно изменять вучную?

метод **есть**
+ энергия
+ настроение
- голод

метод **спать**
+ энергия
+ голод

метод **играть**
- энергия
+ настроение
+ голод



Меняем состояние только через методы!

Пример: класс «перо»

```
class TPen:  
    def __init__ ( self ):  
        self.color = "000000"
```



По умолчанию все члены класса открытые (в других языках – **public**)!

```
class TPen:  
    def __init__ ( self ):  
        self.__color = "000000"
```



Как обращаться к полю?



Имена скрытых полей (**private**) начинаются с двух знаков подчёркивания!

Пример: класс «перо»

```
class TPen:
    def __init__( self ):
        self.__color = "000000"
    def getColor ( self ):
        return self.__color
    def setColor ( self, newColor ):
        if len(newColor) != 6:
            self.__color = "000000"
        else:
            self.__color = newColor
```

МЕТОД ЧТЕНИЯ

МЕТОД
ЗАПИСИ

если ошибка,
чёрный цвет



Защита от неверных данных!

Пример: класс «перо»

Использование:

```
pen = TPen ()  
pen.setColor ( "FFFF00" )  
print ( "цвет пера:", pen.getColor() )
```

установить
цвет



Не очень удобно!

прочитать
цвет

```
pen.color = "FFFF00"  
print ( "цвет пера:", pen.color )
```

СВОЙСТВО `color`

СВОЙСТВО – это способ доступа к внутреннему состоянию объекта, имитирующий обращение к его внутренней переменной.

```
class TPen:  
    def __init__ ( self ):  
        ...  
    def __getColor ( self ):  
        ...  
    def __setColor ( self, newColor ):  
        ...
```

МЕТОД ЧТЕНИЯ

```
color = property ( __getColor,  
                  __setColor )
```

СВОЙСТВО

МЕТОД ЗАПИСИ

```
pen.color = "FFFF00"  
print ( "цвет пера:", pen.color )
```


Изменение внутреннего устройства

Удобнее хранить цвет в виде числа:

```
class TPen:
    def __init__( self ):
        self.__color = 0
    def __getColor( self ):
        return "{:06x}".format( self.__color )
    def __setColor( self, newColor ):
        if len(newColor) != 6:
            self.__color = 0
        else:
            self.__color = int( newColor, 16 )
    color = property( __getColor, __setColor)
```



Интерфейс не изменился!

Преобразование `int` → `hex`

Целое – в шестнадцатеричную запись:

16711935 → "FF00FF"

```
x = 16711935  
sHex = "{:x}".format(x)
```



Что плохо?

в шестнадцатеричной
системе

255 → "FF" "0000FF"

правильно так!

```
x = 16711935  
sHex = "{:06x}".format(x)
```

дополнить
нулями
слева

занять 6
позиций

Преобразование `hex` → `int`

`"FF00FF"` → 16711935

```
sHex = "FF00FF"  
x = int ( sHex, 16 )
```

СИСТЕМА
СЧИСЛЕНИЯ

СВОЙСТВО «ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ»

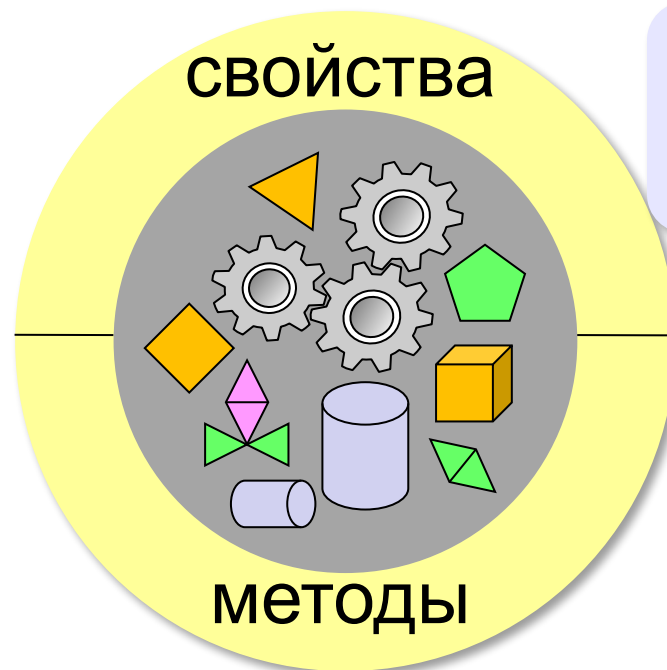
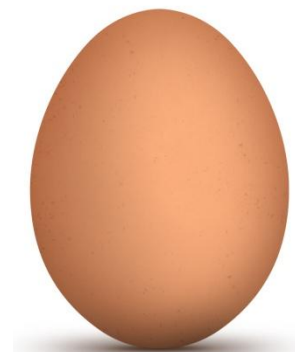
Скорость машины МОЖНО ТОЛЬКО ЧИТАТЬ:

```
class TCar:  
    def __init__( self ):  
        self.__v = 0  
    v = property ( lambda x: x.__v )
```

нет метода записи

Скрытие внутреннего устройства

Инкапсуляция («помещение в капсулу»)



внутреннее
устройство
(**private**)

интерфейс
(**public**)

Задание

«А»: Построить класс РядЛампочек (**LampRow**), который хранит состояние ряда из 8 лампочек в виде символьной строки. Цифра 0 обозначает выключенную лампочку, цифра 1 – включенную.

Свойство **state** скрывает внутреннюю переменную **__state**, которая хранит состояние лампочек. При записи нового значения проверяется, что длина строки состояния равна 8, иначе записываются все нули.

Метод **show** выводит на экран состояние лампочек, обозначая выключенную лампочку как минус, а включённую – как «*».

Пример:

```
lamps = LampRow()
lamps.show()           -----
lamps.state = "10101010"
print( lamps.state )   10101010
lamps.show()           *-*-*-*-
```

Задание

«В»: Дополните класс **LampRow** из задания А так, чтобы количество лампочек в цепочке можно было задавать в конструкторе.

Пример:

```
lamps = LampRow( 6 )
lamps.show()           -----
lamps.state = "101010"
print( lamps.state )   101010 lamps.show()
                       *-*-*-
lamps.state = "10101010" # ошибка
print( lamps.state )   000000 lamps.show()
                       -----
```

Задание

«С»: Дополните класс **LampRow** из задания В так, чтобы лампочки могли гореть одним из двух цветов – красный цвет имеет код 1 и обозначается при выводе как «*», а зелёный цвет имеет код 2 и обозначается как «o».

Пример:

```
lamps = LampRow( 6 )
lamps.show()          -----
lamps.state = "102102"
print( lamps.state )  102102 lamps.show()
                      *-o*-o
lamps.state = "10201010" # ошибка
print( lamps.state )  000000 lamps.show()
                      -----
```


Задание

«D»: Дополните класс **LampRow** из задания C так, чтобы код состояния хранился как целое число. При этом интерфейс (способ чтения и записи свойства **state**) не должен измениться.

Пример:

```
lamps = LampRow( 6 )
lamps.show()          -----
lamps.state = "102102"
print( lamps.state )    102102 lamps.show()
    *-o*-o*
lamps.state = "10201010" # ошибка
print( lamps.state )    000000 lamps.show()
    -----
```

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

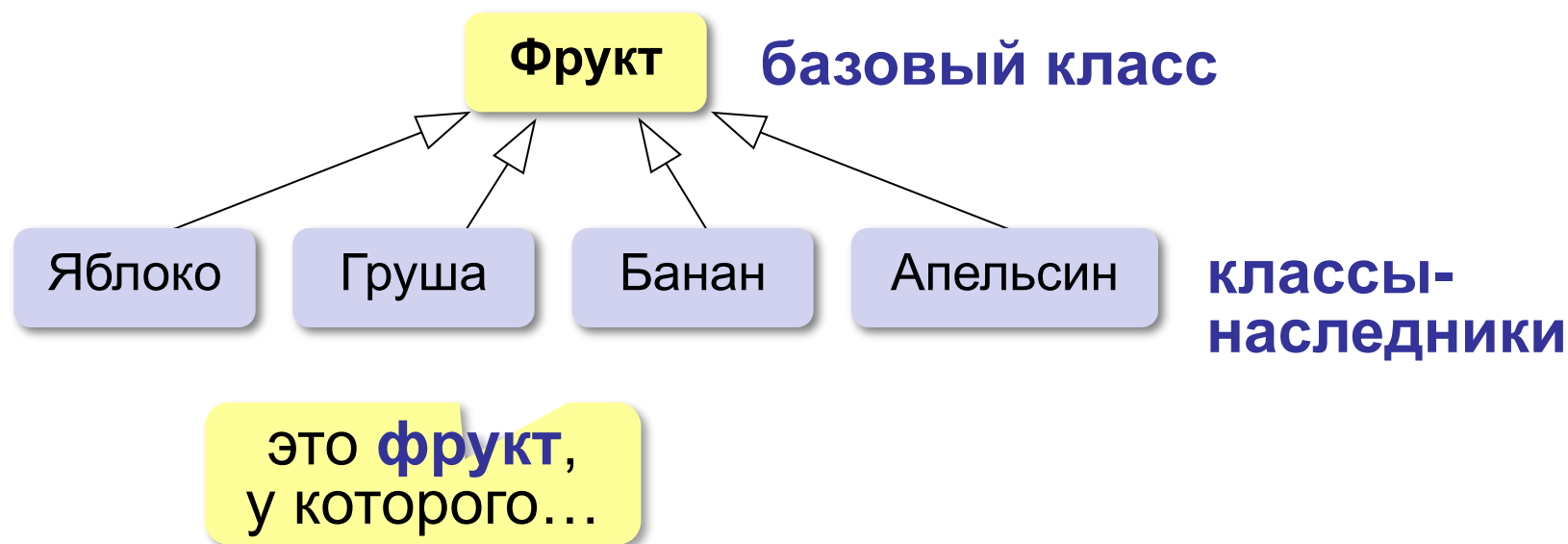
§ 50. Иерархия классов

Классификации

? Что такое классификация?

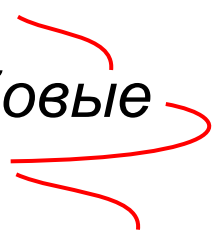
Классификация – разделение изучаемых объектов на группы (классы), объединенные общими признаками.

? Зачем это нужно?



Что такое наследование?

класс *Двудольные*
семейство *Бобовые*
род *Клевер*
горный клевер



наследует свойства
(имеет все свойства)

Класс Б является **наследником** класса А, если можно сказать, что Б – **это разновидность** А.

✓ яблоко – фрукт

яблоко – **это** фрукт

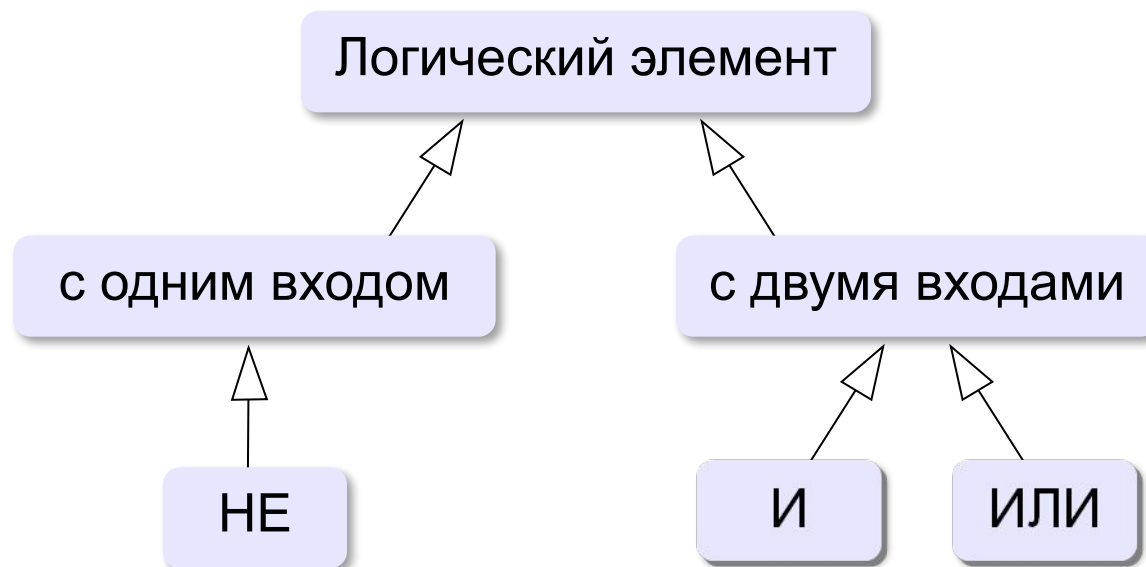
✓ горный клевер – клевер

горный клевер – **это**
растение рода *Клевер*

✗ машина – двигатель

машина **содержит**
двигатель (часть – целое)

Иерархия логических элементов



Объектно-ориентированное программирование – это такой подход к программированию, при котором программа представляет собой множество взаимодействующих **объектов**, каждый из которых является экземпляром определенного **класса**, а классы образуют иерархию **наследования**.

Базовый класс

ЛогЭлемент

In1 (вход 1)

In2 (вход 2)

Res (результат)

calc

```
class TLogElement:  
    def __init__( self ):  
        self.__in1 = False  
        self.__in2 = False  
        self._res = False
```



Зачем хранить результат?

поле доступно наследникам!

можно моделировать элементы с памятью (триггеры)

Базовый класс

```
class TLogElement:
    def __init__( self ):
        self.__in1 = False
        self.__in2 = False
        self._res = False

    def __setIn1 ( self, newIn1 ):
        self.__in1 = newIn1
        self.calc()

    def __setIn2 ( self, newIn2 ):
        self.__in2 = newIn2
        self.calc()

    In1 = property (lambda x: x.__in1, __setIn1)
    In2 = property (lambda x: x.__in2, __setIn2)
    Res = property (lambda x: x._res )
```

пересчёт выхода

ТОЛЬКО ДЛЯ
ЧТЕНИЯ

Метод `calc`

? Как написать метод `calc`?

```
class TLogElement:  
    ..  
    def calc ( self ) :  
        pass
```

заглушка

! Нужно запретить создавать объекты `TLogElement`!

Абстрактный класс

- все логические элементы должны иметь метод `calc`
- метод `calc` невозможно написать, пока неизвестен тип логического элемента

Абстрактный метод – это метод класса, который объявляется, но не реализуется в классе.

Абстрактный класс – это класс, содержащий хотя бы один абстрактный метод.

нет логического элемента «вообще», как не «фрукта вообще», есть конкретные виды



Нельзя создать объект абстрактного класса!

`TLogElement` – абстрактный класс из-за метода `calc`

Абстрактный класс

```
class TLogElement:  
    def __init__ ( self ):  
        self.__in1 = False  
        self.__in2 = False  
        self._res = False  
  
    if not hasattr ( self, "calc" ):  
        raise NotImplementedError (  
            "Нельзя создать такой объект!")
```

если у объекта нет атрибута (поля или метода) с именем `calc`...

создать («поднять»,
«выбросить»)
исключение

Что такое полиморфизм?

```
class TLogElement:  
    def __init__( self ):  
        ...  
  
    def __setIn1 ( self, newIn1 ):  
        self.__in1 = newIn1  
        self.calc()
```

для каждого наследника
вызывается свой метод
calc

Полиморфизм – это возможность классов-наследников по-разному реализовать метод с одним и тем же именем.

греч.: *πολυ* — много, *μορφη* — форма

Элемент «НЕ»

НАСЛЕДНИК ОТ
`TLogElement`

ВЫЗОВ
конструктора
базового класса

```
class TNot ( TLogElement ) :  
    def __init__ ( self ) :  
        TLogElement.__init__ ( self )  
  
    def calc ( self ) :  
        self._res = not self.In1
```

?

Почему не `__in1`?

!

Это уже не абстрактный класс!

Элемент «НЕ»

Использование:

```
n = TNot ()
```

создание объекта

```
n.In1 = False
```

установка входа

```
print ( n.Res )
```

вывод результата

Элементы с двумя входами

наследник от
TLogElement

```
class TLog2In ( TLogElement ) :  
    pass
```



Можно ли создать объект этого класса?

нельзя, он абстрактный

Элементы с двумя входами

Элемент «И»:

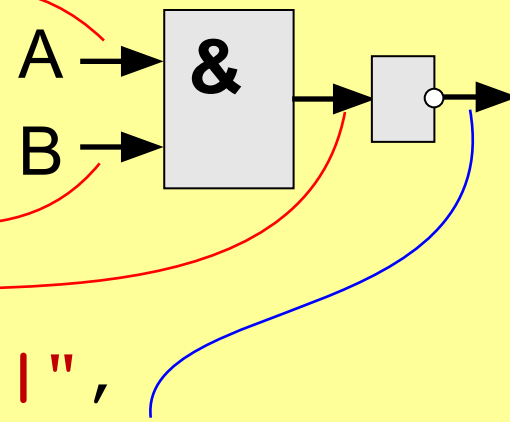
```
class TAnd ( TLog2In ) :
    def __init__ ( self ) :
        TLog2In.__init__ ( self )
    def calc ( self ) :
        self._res = self.In1 and self.In2
```

Элемент «ИЛИ»:

```
class TOr ( TLog2In ) :
    def __init__ ( self ) :
        TLog2In.__init__ ( self )
    def calc ( self ) :
        self._res = self.In1 or self.In2
```

Пример: элемент «И-НЕ»

```
e1Not = TNot ()
e1And = TAnd ()
print ( "  A | B | not(A&B)  " );
print ( "-----" );
for A in range(2):
    e1And.In1 = bool(A)
    for B in range(2):
        e1And.In2 = bool(B)
        e1Not.In1 = e1And.Res
        print ( " ", A, " | ", B, " | ",
                int(e1Not.Res) )
```



Модульность

Идея: выделить классы в отдельный модуль
`logelement.py`.

```
class TLogElement:  
    ...  
class TNot ( TLogElement ) :  
    ...  
class TLog2In ( TLogElement ) :  
    pass  
class TAnd ( TLog2In ) :  
    ...  
class TOr ( TLog2In ) :  
    ...
```

Модульность

В основную программу:

```
import logelement
elNot = logelement.TNot()
elAnd = logelement.TAnd()
...
```

Сообщения между объектами



Задача – автоматическая передача сигналов по цепочке!

```
class TLogElement:
    def __init__ ( self ) :
        ...
        self.__nextEl = None
        self.__nextIn = 0
        ...
    def link ( self, nextEl, nextIn ) :
        self.__nextEl = nextEl
        self.__nextIn = nextIn
```

адрес следующего
элемента в цепочке

номер входа
следующего элемента

установка
связи

Сообщения между объектами

После изменения выхода «дергаем» следующий элемент:

```
class TLogElement:
    ...
    def __setIn1 ( self, newIn1 ) :
        self.__in1 = newIn1
        self.calc()
        if self.__nextE1:
            if self.__nextIn == 1:
                self.__nextE1.In1 = self._res
            elif __nextIn == 2:
                __nextE1.In2 = self._res
```

если следующий элемент установлен...

передать результат на нужный вход

Сообщения между объектами

Изменения в основной программе:

```
e1Not = TNot ()
```

```
e1And = TAnd ()
```

```
e1And.link ( e1Not, 1 )
```

```
print ( "  A | B | not (A&B) " );
```

```
print ( "-----" );
```

```
for A in range (2):
```

```
    e1And.In1 = bool (A)
```

```
    for B in range (2):
```

```
        e1And.In2 = bool (B)
```

```
e1Not.In1 = e1And.Res
```

```
print ( " ", A, "|", B, "|",  
        int (e1Not.Res) )
```

установить
связь

это уже не
нужно!

Задание

«А»: Постройте класс **Pet** (домашнее животное) с двумя скрытыми полями: **__name** (имя) и **__age** (возраст). Они должны быть доступны для чтения через свойства **name** и **age** и недоступны для записи. Метод **gettingOlder** увеличивает возраст на 1 год. Класс **Pet** – абстрактный, он имеет абстрактный метод **say**.

Постройте два класса-наследника – **Cat** (кошка) и **Dog** (собака). Они должны реализовать метод **say**.

Описания классов должны быть в отдельном модуле **animals.py**.

Пример: см. следующий слайд.

Задание

«А»:

Пример:

```
from animals import *
p = Dog("Шарик", 5)
p.gettingOlder()
print( p.name + ":", p.age, "лет")
pets = [ Cat("Мурка", 3), p ]
for p in pets:
    p.say()
```

Шарик: 6 лет

Мурка: Мяу!

Шарик: Гав!

Задание

«В»: Добавьте класс **Mammal** (млекопитающее) – наследник класса **Pet** и предок для классов **Cat** и **Dog**. Он должен иметь метод **run** (бежать), который выводит сообщение вида «Вася побежал».

Пример:

```
from animals import *
pets = [Cat("Мурзик", 3),
        Dog("Шарик", 5) ]
for p in pets:
    p.say()
    p.run()
```

```
Мурзик: Мяу!
Мурзик побежал...
Шарик: Гав!
Шарик побежал...
```


Задание

«С»: Добавьте класс **Reptilia** (рептилии) – наследник класса **Pet** и предок для новых классов **Turtle** (черепаха) и **Snake** (змея). Он должен иметь метод **crawl** (ползти), который выводит сообщение вида «Вася пополз...».

Пример:

```
from animals import *
pets = [Cat("Мурзик", 3),
        Turtle("Зак", 32),
        Dog("Шарик", 5),
        Snake("Чаки", 2) ]
for p in pets:
    p.say()
    if isinstance(p, Mammal):
        p.run()
    if isinstance(p, Reptilia):
        p.crawl()
```

```
Мурзик: Мяу!
Мурзик побежал...
Зак: ...
Зак пополз...
Шарик: Гав!
Шарик побежал...
Чаки: ш-ш-ш-ш...
Чаки пополз...
```

Задание

«А»: Собрать полную программу и построить таблицу истинности последовательного соединения элементов «ИЛИ» и «НЕ».

Пример:

```
A | B | not (A+B)
```

```
0 | 0 | 1
```

```
0 | 1 | 0
```

```
1 | 0 | 0
```

```
1 | 1 | 0
```

Задание

«В»: Добавить в иерархию классов элементы «И-НЕ» (**TNAnd**) и «ИЛИ-НЕ» (**TNOOr**), которые представляют собой последовательные соединения элементов «И» и «ИЛИ» с элементом «НЕ». Построить их таблицы истинности.

Пример:

```
A | B | A nand B
```

```
-----  
0 | 0 | 1
```

```
0 | 1 | 1
```

```
1 | 0 | 1
```

```
1 | 1 | 0
```

```
A | B | A nor B
```

```
-----  
0 | 0 | 1
```

```
0 | 1 | 0
```

```
1 | 0 | 0
```

```
1 | 1 | 0
```

Задание

«С»: Добавить в иерархию классов элемент «исключающее ИЛИ» (**TXor**) и «импликация» (**TImp**). Построить их таблицы истинности.

Пример:

A | B | A xor B

0 | 0 | 0

0 | 1 | 1

1 | 0 | 1

1 | 1 | 0

A | B | A -> B

0 | 0 | 1

0 | 1 | 1

1 | 0 | 0

1 | 1 | 1

Задание

«D»: Добавить в иерархию классов элемент «триггер» (**TTrigger**). Построить его таблицу истинности при начальных значениях выхода Q, равных 0 и 1.

Пример:

При Q = 0:

A	B	Q
---	---	---

0	0	0
---	---	---

0	1	0
---	---	---

1	0	1
---	---	---

1	1	1
---	---	---

При Q = 1:

A	B	Q
---	---	---

0	0	1
---	---	---

0	1	0
---	---	---

1	0	1
---	---	---

1	1	1
---	---	---

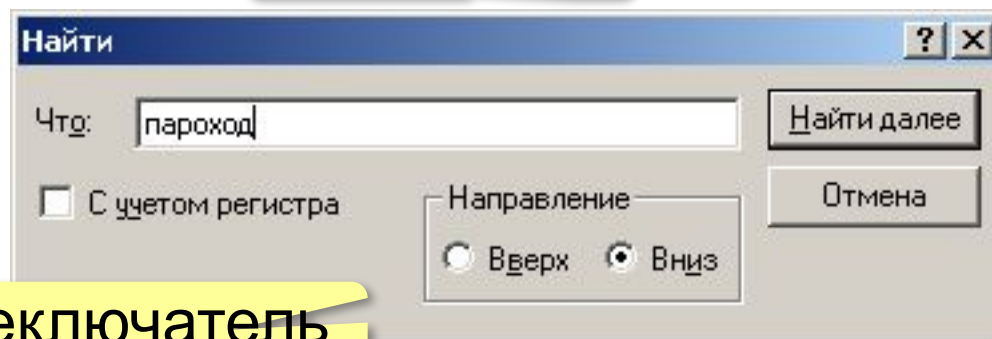
Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 51. Программы с графическим интерфейсом

Интерфейс: объекты и сообщения

поле ввода

флажок



кнопка

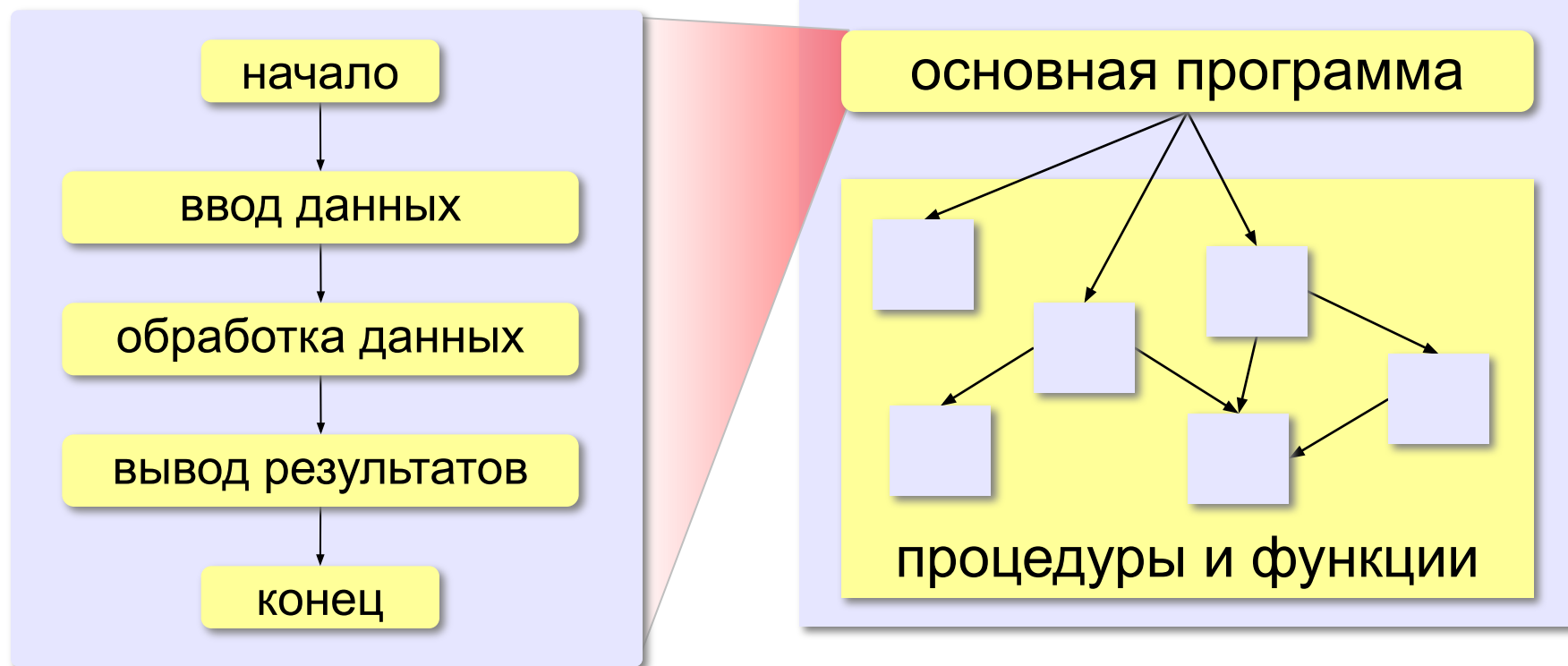
переключатель

Все элементы окон – объекты, которые обмениваются данными, посылая друг другу сообщения.

Сообщение – это блок данных определённой структуры, который используется для обмена информацией между объектами.

- адресат (кому) или *широковещательное*
- числовой код (тип) сообщения
- параметры (дополнительные данные)

Классические программы



Порядок выполнения команд определяется программистом, пользователь не может вмешаться!

Программы, управляемые событиями

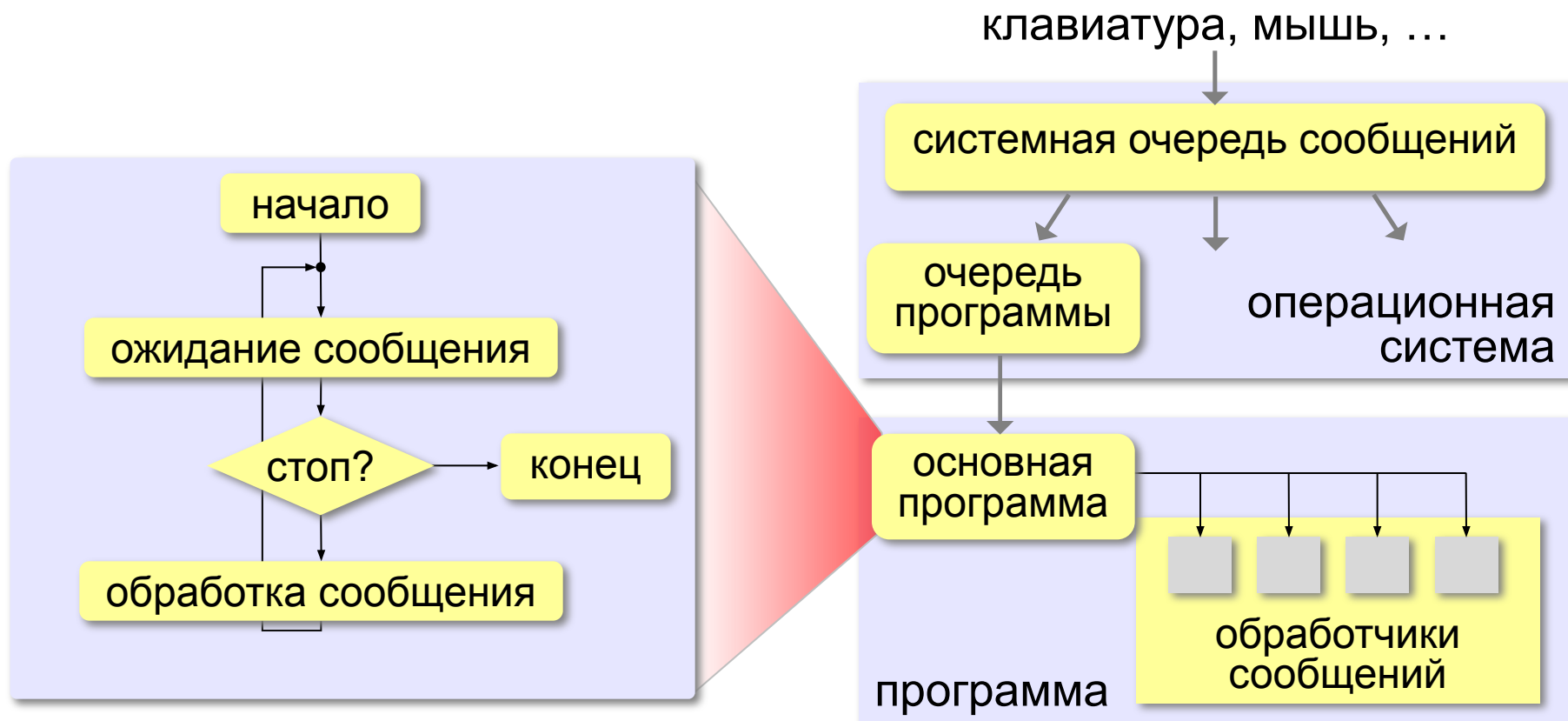
Событие – это переход какого-либо объекта из одного состояния в другое.

- нажатие на клавишу
- щелчок мышью
- перемещение окна
- поступление данных из сети
- запрос к веб-серверу
- завершение вычислений
- ...



Программа начинает работать при наступлении событий!

Программы, управляемые событиями



Программа управляется событиями!

Что такое RAD-среда?

RAD = *Rapid Application Development* — быстрая разработка приложений

Этапы разработки:

- создание **формы**
- минимальный код добавляется автоматически
- расстановка **элементов интерфейса** с помощью мыши и настройка их свойств
- создание **обработчиков** событий
- написание **алгоритмов** обработки данных

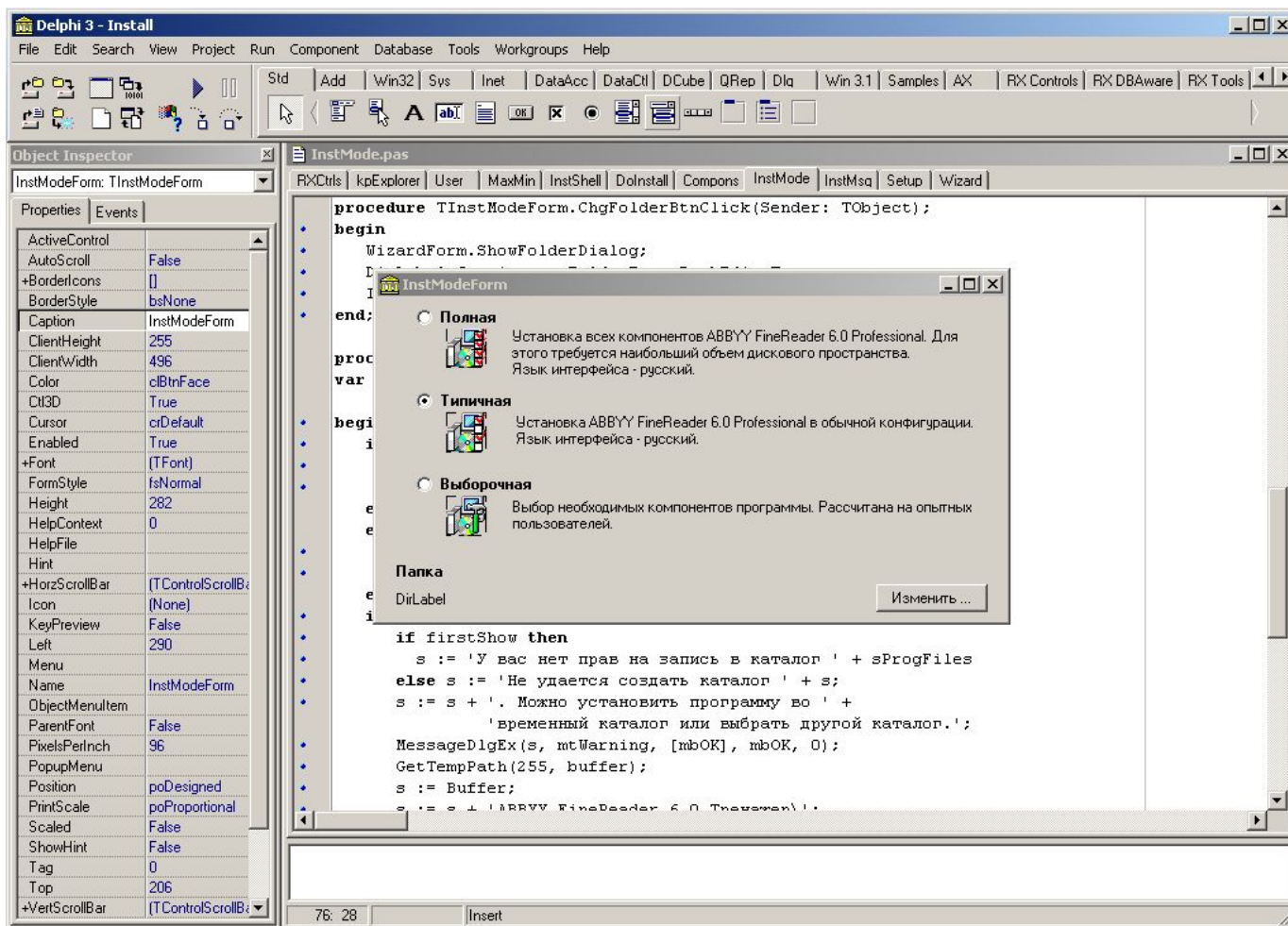
Форма – это шаблон, по которому строится окно программы или диалога

выполняются при
возникновении событий

RAD-среды: Delphi

Язык: *Object Pascal*, позднее *Delphi*:

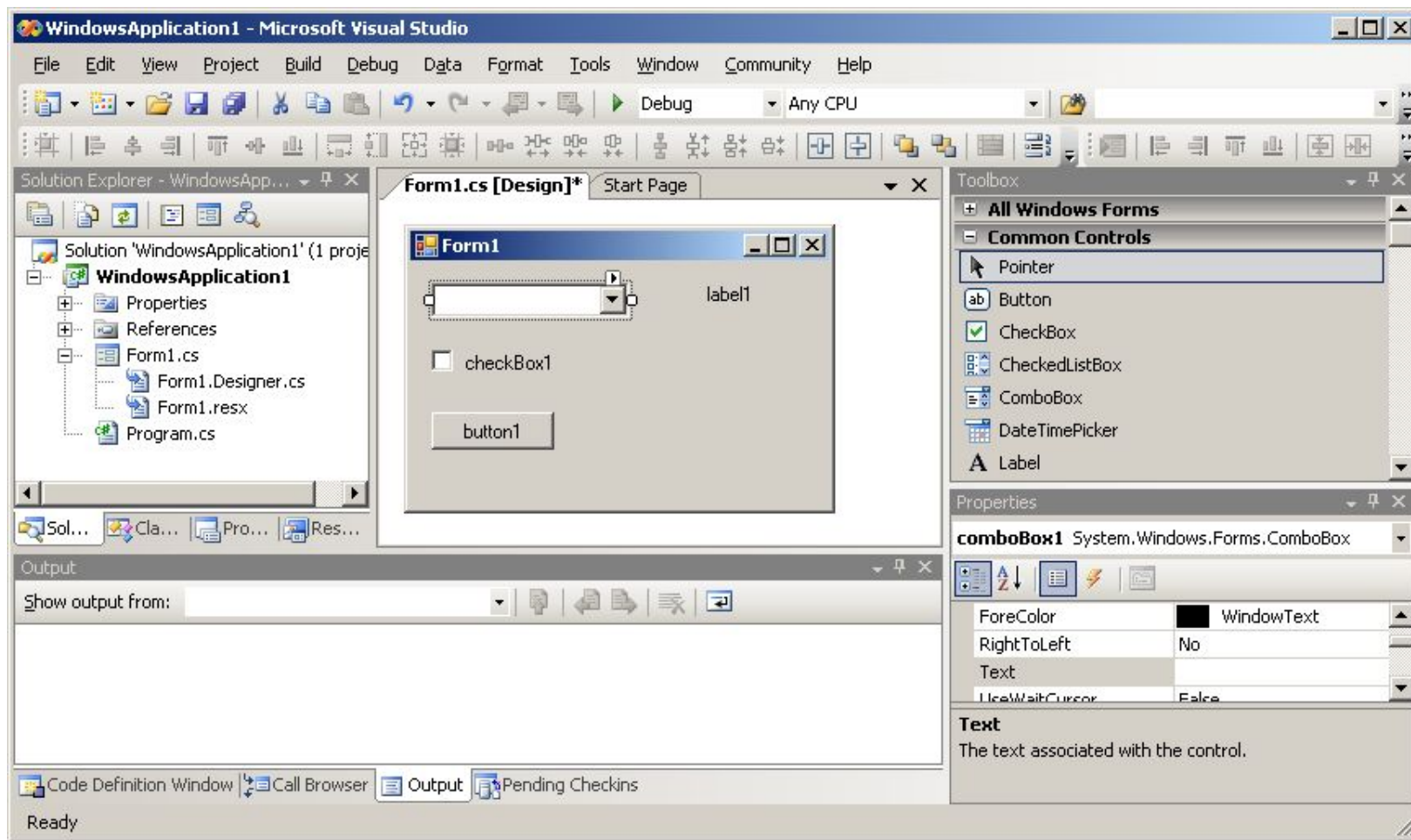
1995: *Borland*, сейчас: *Embarcadero Technologies*



RAD-среды: MS Visual Studio

ЯЗЫКИ: *Visual Basic, Visual C++, Visual C#, Visual F#*

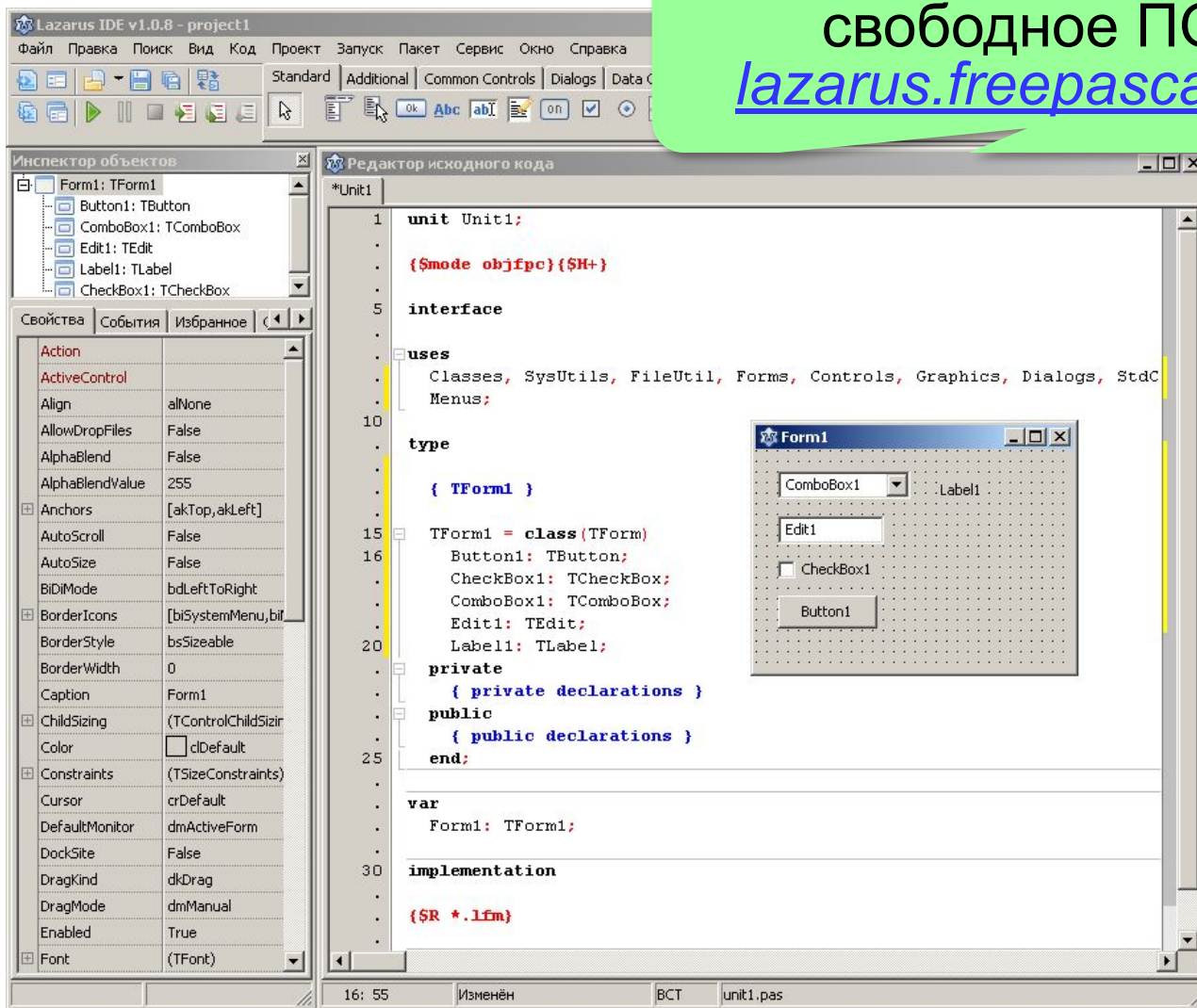
с 1995 по н.в.: *Microsoft*



RAD-среды: Lazarus

Языки: *FreePascal, Delphi*

свободное ПО:
lazarus.freepascal.org



Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 52. Графический интерфейс: основы

Графические библиотеки для Python

- *tkinter* (стандартная библиотека Python)
- *wxPython* (<http://wxpython.org>)
- *PyGTK* (<http://pygtk.org>)
- *PyQt* (<http://www.riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro>)

simpletk – «обёртка» над *tkinter*

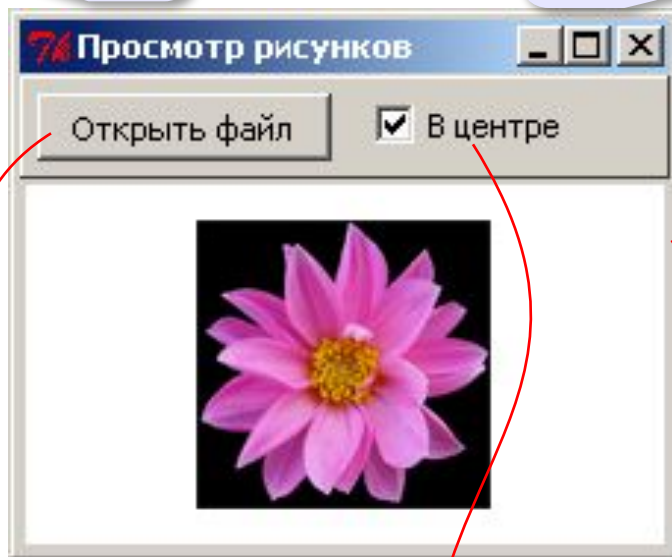
(<http://kpolyakov.spb.ru/school/probook/python.htm>)

Общие принципы

компонент
(виджет, элемент)

форма (окно
верхнего уровня)

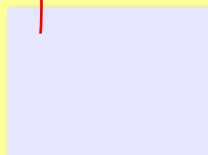
Щелчок по
кнопке



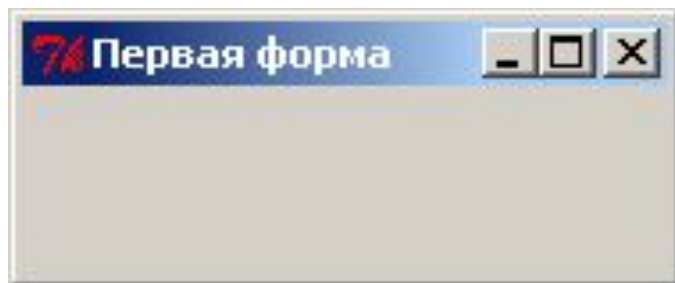
Щелчок по
выключателю

изменение
размеров

обработчики событий



Простейшая программа



импорт всех
функций из
`simpletk`

```
from simpletk import *  
app = TApplication("Первая форма")  
app.run()
```

запуск
программы

объект-
приложение
(программа)

заголовок
окна

Свойства формы

```
app = TApplication("Первая форма")
```

x

y

```
app.position = (100, 300)
```

начальные
координаты

ширина

высота

```
app.size = (500, 200)
```

по ширине

по высоте

можно ли
менять
размеры

```
app.resizable = (True, False)
```

по ширине

по высоте

минимальные
размеры

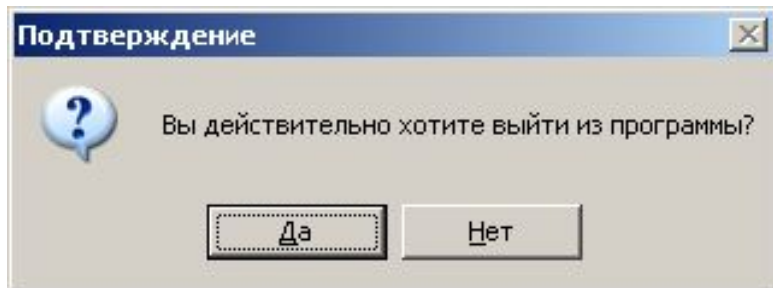
```
app.minsize = (100, 200)
```

```
app.maxsize = (900, 700)
```

Обработчик события

событие

Задача. Запросить подтверждение при закрытии окна.



Обработчик события – это функция!

```
from tkinter.messagebox import askokcancel
```

```
def AskOnExit():  
    if askokcancel( "Подтверждение",  
"Вы действительно хотите выйти из программы?" ) :  
        app.destroy()
```

удалить из памяти

Привязка обработчика:

```
app.onCloseQuery = AskOnExit
```

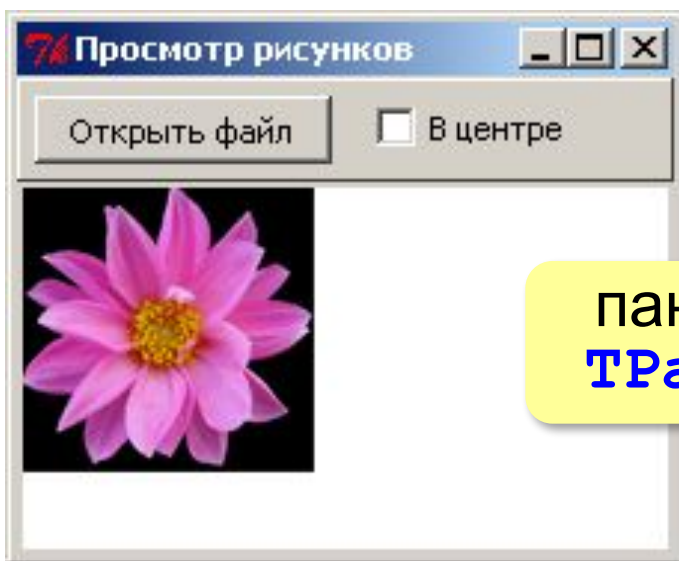
Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 53. Использование КОМПОНЕНТОВ

Просмотр рисунков

кнопка
TButton

выключатель
TCheckBox



панель
TPanel

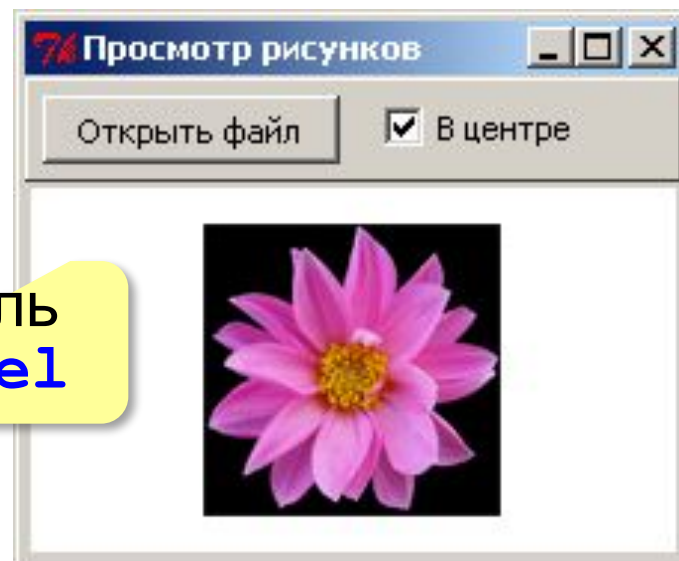
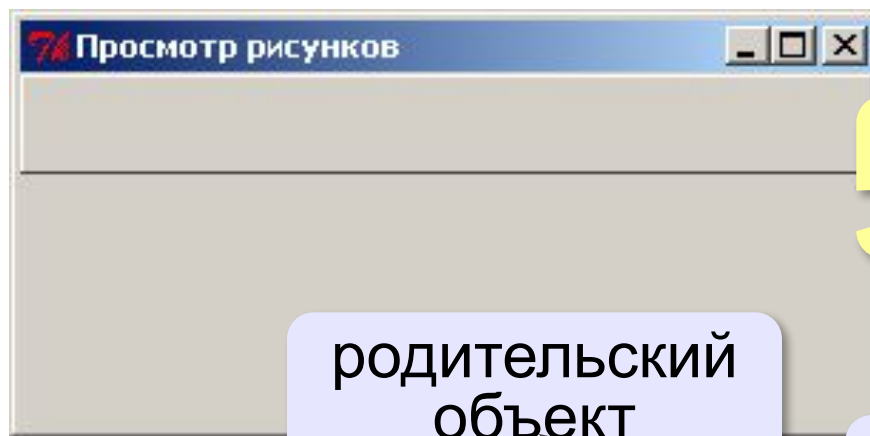


рисунок
TImage

Настройка формы

```
from simpletk import *
app = TApplication ( "Просмотр рисунков" )
app.position = (200, 200)
app.size = (300, 300)
# сюда будем добавлять компоненты!
app.run()
```

Верхняя панель



панель
TPanel

родительский
объект

рельеф -
приподнятый

```
panel = TPanel ( app,  
                relief = "raised",  
                height = 35,        
                bd = 1 )
```

ширина
рамки

высота

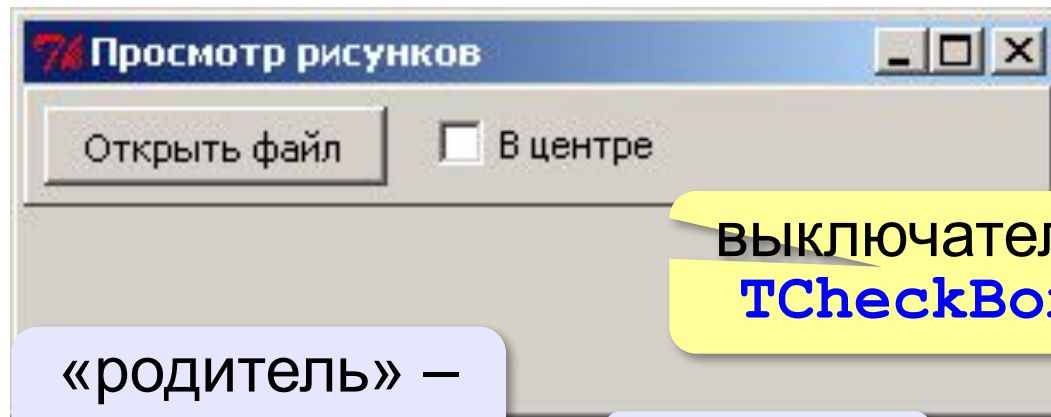
```
panel.align = "top"
```

выравнивание

прижать к
верхней
границе

Кнопка и выключатель

КНОПКА
TButton



ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ
TCheckBox

«родитель» –
панель

ширина

```
openBtn = TButton ( panel, width = 15,  
                    text = "Открыть файл" )  
openBtn.position = (5, 5)
```

координаты

```
centerCb = TCheckBox ( panel,  
                       text = "В центре" )  
centerCb.position = (115, 5)
```

Поле для рисунка

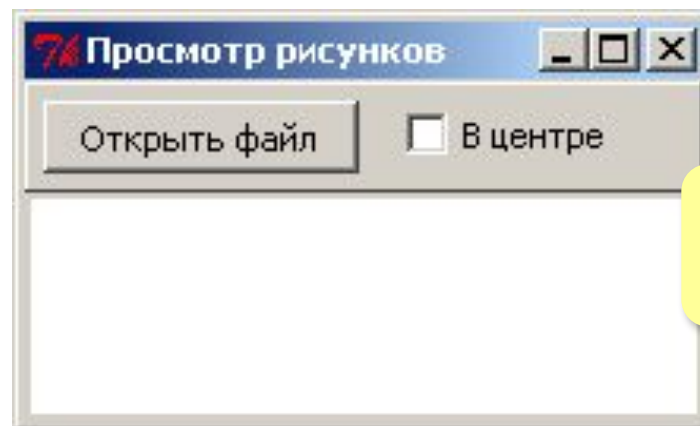


рисунок
TImage

«родитель» –
главное окно

фон – белый

```
image = TImage ( app, bg = "white" )  
image.align = "client"
```

заполнить все
свободное
место

Выбор файла

После щелчка по кнопке:

выбрать файл с рисунком

if файл выбран:

загрузить рисунок в компонент image

Выбор файла:

```
from tkinter import filedialog
fname = filedialog.askopenfilename (
    filetypes = [ ("Файлы GIF", "*.gif"),
                  ("Все файлы", "*.*") ] )
```

Загрузка рисунка:

если имя файла не пустое

```
if fname:
    image.picture = fname
```

Выбор файла

Обработчик щелчка по кнопке:

```
from tkinter import filedialog
```

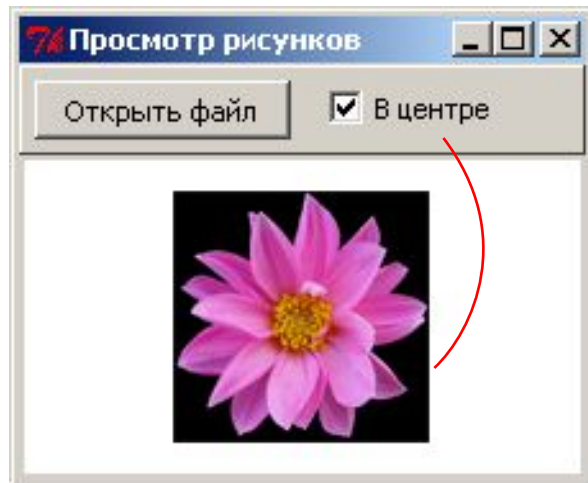
ОБЪЕКТ-ИСТОЧНИК
СОБЫТИЯ

```
def selectFile ( sender ) :  
    fname = filedialog.askopenfilename (  
        filetypes = [ ( "Файлы GIF" , "*.gif" ) ,  
                      ( "Все файлы" , "*" ) ] )  
  
    if fname :  
        image.picture = fname
```

Привязка обработчика:

```
openBtn.onClick = selectFile
```

Центрирование



Обработчик:

объект-источник
СОБЫТИЯ

```
def cbChanged ( sender ) :  
    image . center = sender . checked  
    image . redrawImage ()
```

перерисовать
рисунок

включен
(True/False)?

Привязка обработчика:

```
centerCb . onChange = cbChanged
```

обработчик
события
«изменение
состояния»



- программа на основе ООП
- использование компонентов скрывает сложность

Новый класс – «всё в одном»



Идея: убрать все действия в новый класс!

Основная программа:

```
class TImageViewer ( TApplication ):
```

```
...
```

```
app = TImageViewer ()
```

```
app.run ()
```

Класс `TImageViewer`: конструктор

```
class TImageViewer ( TApplication ) :
    def __init__(self):
        TApplication.__init__( self, "Просмотр рисунков" )
        self.position = (200, 200)
        self.size = (300, 300)
        self.panel = TPanel(self, relief = "raised",
                             height = 35, bd = 1)

        self.panel.align = "top"
        self.image = TImage ( self, bg = "white" )
        self.image.align = "client"
        self.openBtn = TButton ( self.panel,
                                 width = 15, text = "Открыть файл" )
        self.openBtn.position = (5, 5)
        self.openBtn.onClick = self.selectFile
        self.centerCb = TCheckBox ( self.panel,
                                    text = "В центре" )
        self.centerCb.position = (115, 5)
        self.centerCb.onChange = self.cbChanged
```

self. сохраняем всё в полях объекта `TImageViewer`

Класс TImageViewer: обработчики

```
class TImageViewer ( TApplication ) :
    def __init__(self) :
        ...
    def selectFile ( self, sender ) :
        fname = filedialog.askopenfilename (
            filetypes = [ ("Файлы GIF", "*.gif"),
                          ("Все файлы", "*.*") ] )
        if fname:
            self.image.picture = fname
    def cbChanged ( self, sender ) :
        self.image.center = sender.checked
        self.image.redrawImage ()
```


Ввод и вывод данных


для веб-страниц

поле ввода `rEdit`
`TEdit`

метка `rgbLabel`
`TLabel`

МЕТКИ
`TLabel`

RGB-кодирование

R =	<input type="text" value="123"/>	#7b3850
G =	<input type="text" value="56"/>	
B =	<input type="text" value="80"/>	

метка `rgbRect`
`TLabel`

поле ввода `bEdit`
`TEdit`

поле ввода `gEdit`
`TEdit`

Основная программа

Объект-приложение:

```
app = TApplication ( "RGB-кодирование" )  
app.size = (210, 90)  
app.position = (200, 200)
```

Метки RGB:

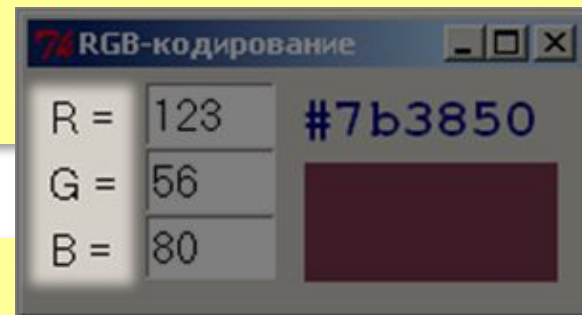
шрифт

```
f = ( "MS Sans Serif", 12 )
```

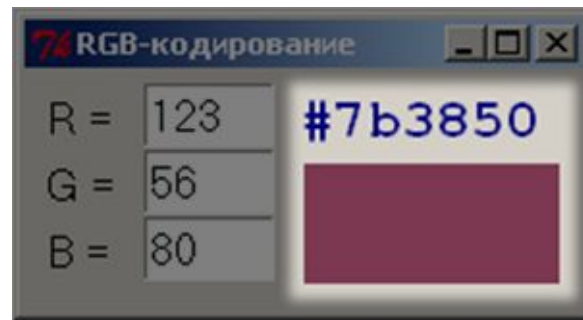
```
lblR = TLabel ( app, text = "R = ", font = f )  
lblR.position = (5, 5)
```

```
lblG = TLabel ( app, text = "G = ", font = f )  
lblG.position = (5, 30)
```

```
lblB = TLabel ( app, text = "B = ", font = f )  
lblB.position = (5, 55)
```



Компоненты



rgbLabel

rgbRect

Метки для вывода результата:

шрифт

```
fc = ( "Courier New", 16, "bold" )
```

```
rgbLabel = TLabel ( app, text = "#000000",  
                    font = fc, fg = "navy" )
```

```
rgbLabel.position = (100, 5)
```

ЦВЕТ ТЕКСТА

```
rgbRect = TLabel ( app, text = "",  
                  width = 15, height = 3 )
```

```
rgbRect.position = (105, 35)
```

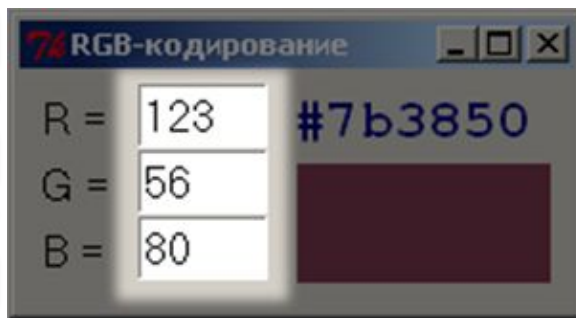
ширина и высота в
СИМВОЛАХ!

Компоненты

rEdit

gEdit

bEdit



Поля ввода:

шрифт тот же, что
и для меток

```
rEdit = TEdit ( app, font = f, width = 5 )  
rEdit.position = (45, 5)  
rEdit.text = "123"
```

ширина в
символах!

остальные – аналогично...

Обработчик события «изменение поля»

объект-источник
события

```
def onChange ( sender ) :  
    r = int ( rEdit.text )  
    g = int ( gEdit.text )  
    b = int ( bEdit.text )  
    s = "#{:02x}{:02x}{:02x}".format( r, g, b )  
  
    rgbRect.background = s  
    rgbLabel.text = s
```

преобразовать
строки в числа

шестнадцатеричный
код

изменить фон

изменить
текст метки

Запуск программы

Подключение обработчиков:

```
rEdit.onChange = onChange  
gEdit.onChange = onChange  
bEdit.onChange = onChange
```



После того, как все поля будут созданы!

Запуск программы:

```
app.run()
```

Обработка ошибок



Если вместо числа ввести букву?

Exception in Tkinter callback

Traceback (most recent call last):

... line 48, in onChange

ValueError: invalid literal for int() with base 10: '12w'

неверные данные
для функции `int`



Программа не должна «вылетать»!

Обработка ошибок

попытаться выполнить

```
try:  
    # «опасные» команды  
except:  
    # обработка ошибки
```

если **исключение**
(аварийная ситуация)



Какие у нас опасные операции?

Обработка ошибок

```
def onChange ( sender ) :  
    s = "?"      # текст метки  
    bkColor = "SystemButtonFace"  
    try :  
        # получить новый цвет из полей ввода  
    except :  
        pass  
    rgbLabel . text = s  
    rgbRect . background = bkColor
```

цвет
прямоугольника

Обработка ошибок

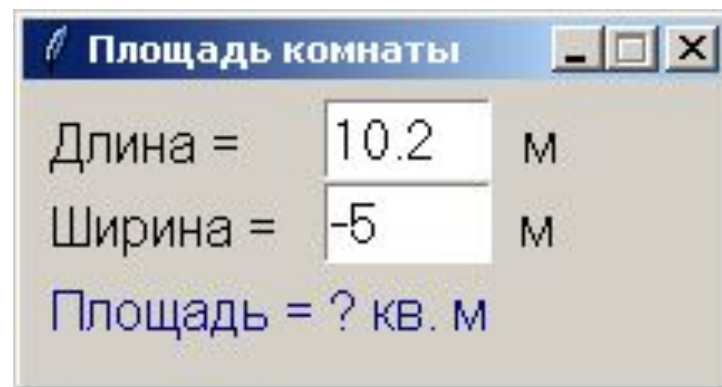
```
def onChange ( sender ) :
    s = "?"
    bkColor = "SystemButtonFace"
    try:
        r = int ( rEdit.text )
        g = int ( gEdit.text )
        b = int ( bEdit.text )
        if r in range(256) and \
            g in range(256) and b in range(256) :
            s = "#{:02x}{:02x}{:02x}".format(r, g, b)
            bkColor = s
    except:
        pass
    rgbLabel.text = s
    rgbRect.background = bkColor
```

Задание

«А»: Постройте программу, которая вычисляет площадь комнаты.

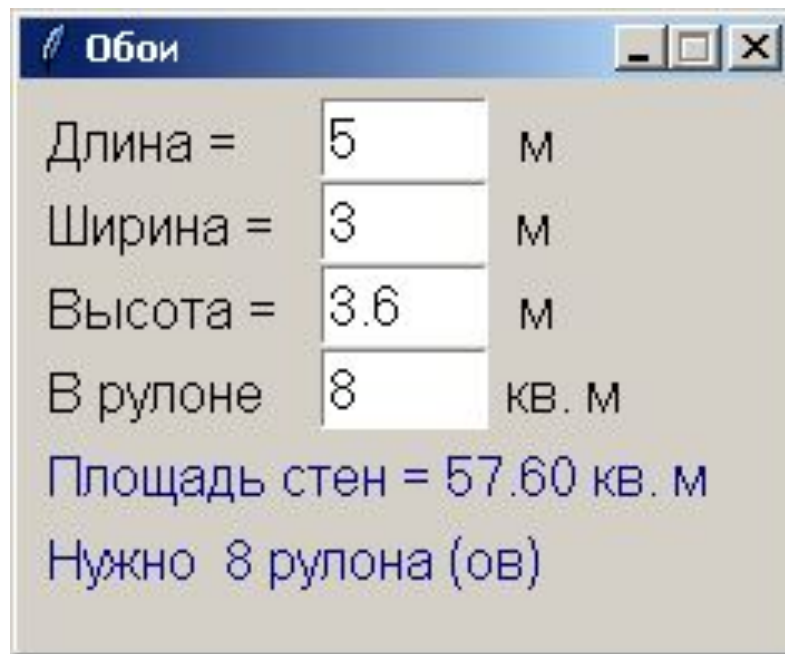
Требования:

- 1) размер окна нельзя менять
- 2) при попытке закрыть окно выдаётся запрос на подтверждение
- 3) площадь пересчитывается сразу же, как только изменяются значения длины или ширины комнаты
- 4) если длина или ширина отрицательны или не числа, вместо площади выводится знак вопроса



Задание

«В»: Постройте программу, которая вычисляет площадь стен комнаты и определяет, сколько рулонов обоев нужно на оклейку всех стен. Количество рулонов – целое число. Остальные требования такие же, как в варианте «А».



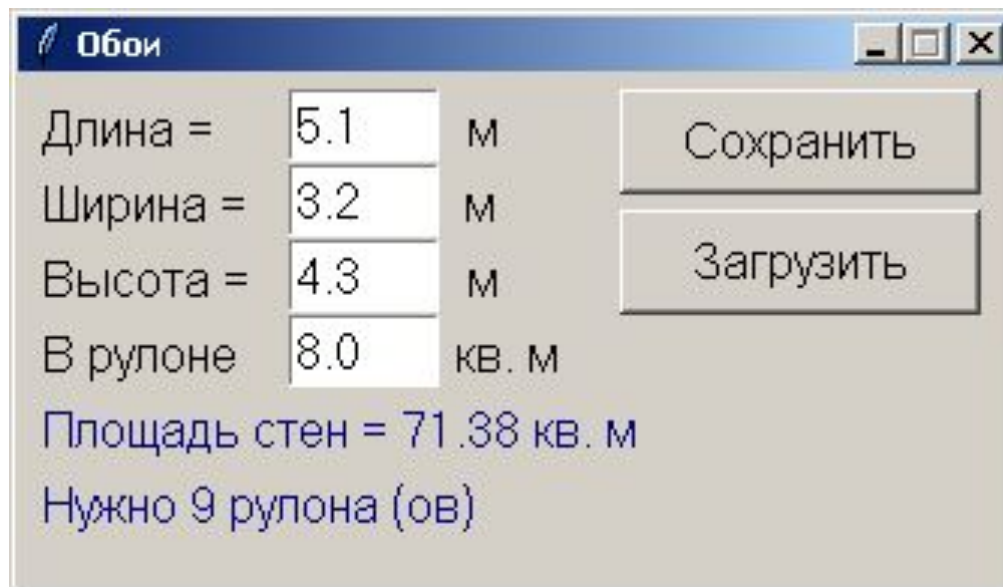
Обои

Длина =	<input type="text" value="5"/>	м
Ширина =	<input type="text" value="3"/>	м
Высота =	<input type="text" value="3.6"/>	м
В рулоне	<input type="text" value="8"/>	кв. м

Площадь стен = 57.60 кв. м
Нужно 8 рулона (ов)

Задание

«С»: Доработайте программу так, чтобы по щелчку по кнопке «Сохранить» все данные сохранялись в файле с расширением **.dat** (имя файла можно выбрать), а по щелчку по кнопке «Загрузить» данные загружались из файла (имя файла также выбирается).



The screenshot shows a window titled "Обои" with the following content:

Длина =	<input type="text" value="5.1"/>	м	<input type="button" value="Сохранить"/>
Ширина =	<input type="text" value="3.2"/>	м	
Высота =	<input type="text" value="4.3"/>	м	<input type="button" value="Загрузить"/>
В рулоне	<input type="text" value="8.0"/>	кв. м	
Площадь стен = 71.38 кв. м			
Нужно 9 рулона (ов)			

Объектно-ориентированное программирование. Язык Python

§ 54. Совершенствование КОМПОНЕНТОВ

Новый класс для ввода целого числа

Задача: построить поле для ввода целых чисел, в котором

- есть защита от ввода неверных символов
- есть методы для чтения/записи целого числа



На основе класса `TEdit`!

```
class TIntEdit ( TEdit ) :  
    ...
```

Изменения:

- автоматическая блокировка недопустимых символов (всех, кроме цифр)
- свойство `value` – значение (целое число)

Добавление свойства

```
class TIntEdit ( TEdit ) :
```

объект-«родитель»

остальные
параметры
(словарь)

```
def __init__ ( self, parent, **kw ) :  
    TEdit.__init__ ( self, parent, **kw )  
    self.__value = 0
```

поле хранит целое
значение

```
def __setValue ( self, value ) :  
    self.text = str ( value )
```

```
value = property ( lambda x: x.__value,  
                  __setValue )
```


Проверка символов

`onValidate` – обработчик события «проверка данных»

```
class TIntEdit ( TEdit ) :
    def __init__ ( self, parent, **kw ) :
        ...
        self.onValidate = self.__validate
    def __validate ( self ) :
        try:
            newValue = int ( self.text )
            self.__value = newValue
            return True
        except:
            return False
```

установить обработчик

пытаемся получить целое

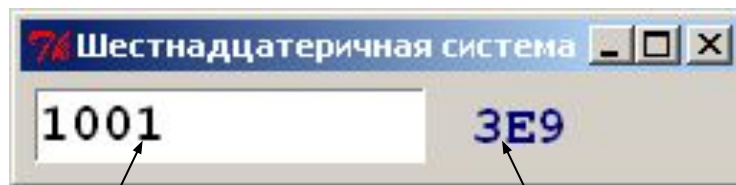
если удачно, запомнили

неудачно, отказаться от изменений



В модуль `int_edit.py`!

Поле для ввода целых чисел



поле decEdit

`TIntEdit`

метка hexLabel

`TLabel`

Объект-приложение:

```
app = TApplication ( "Шестнадцатеричная система" )
app.size = (250, 36)
app.position = (200, 200)
```

Метка:

шрифт

```
f = ( "Courier New", 14, "bold" )
hexLabel = TLabel ( app, text = "?",
                    font = f, fg = "navy" )
hexLabel.position = (155, 5)
```

цвет текста

Поле для ввода целых чисел

Поле ввода:

```
from int_edit import TIntEdit
decEdit = TIntEdit ( app, width = 12, font = f )
decEdit.position = ( 5, 5 )
decEdit.text = "1001"
```

шрифт

ширина в символах

Обработчик события:

в шестнадцатеричную систему

```
def onNumChange ( sender ) :
    hexLabel.text = "{:X}".format (
                                sender.value )
decEdit.onChange = onNumChange
```

установить обработчик

Запуск:

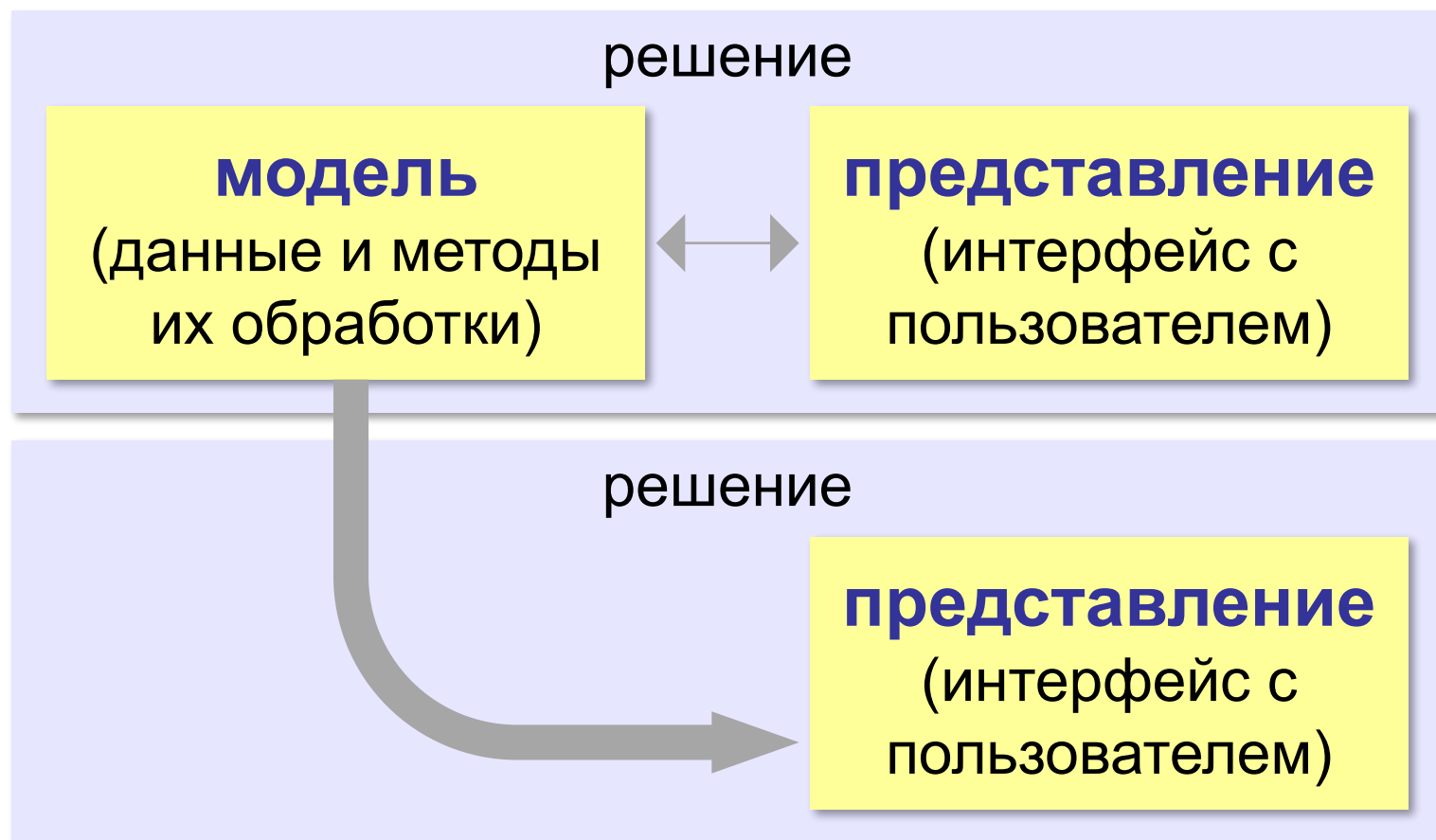
```
app.run ()
```

Объектно- ориентированное программирование. Язык Python

§ 55. Модель и представление

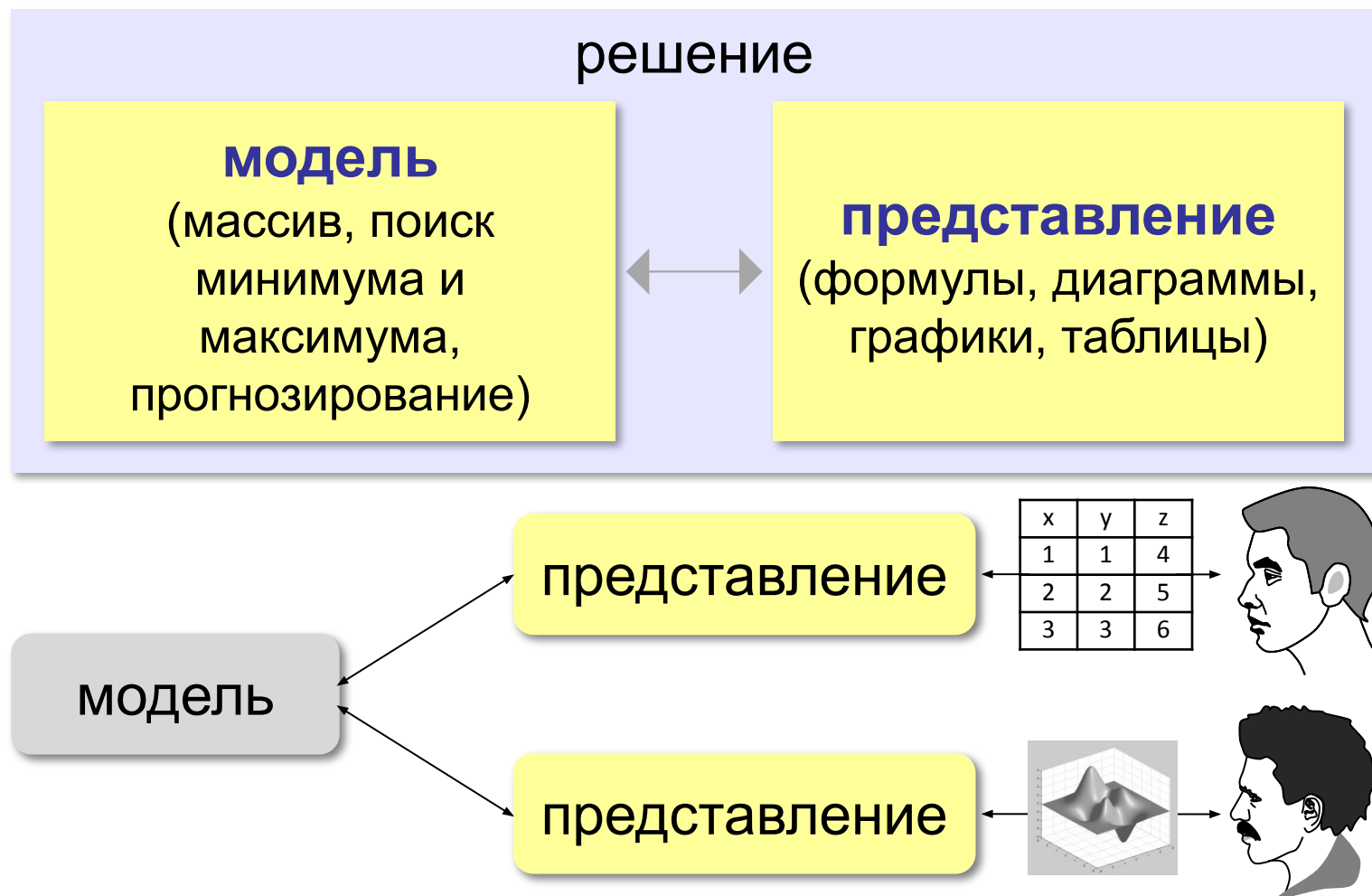
Еще одна декомпозиция

Задача: повторное использование написанного ранее готового кода.



Модель и представление

Задача: хранить и использовать данные об изменении курса доллара.



Модель и представление

Задача: вычисление арифметического выражения:

- целые числа
- знаки арифметических действий $+$ $-$ $*$ $/$

Модель:

- символьная строка
- алгоритм вычисления:

функция `lastOp`
(глава 6)

k = номер последней операции

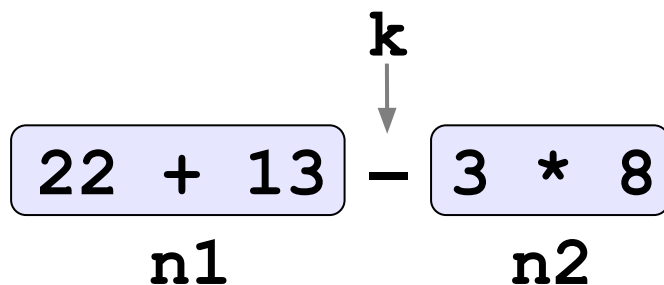
$n1$ = значение левой части

$n2$ = значение правой части

результат = операция ($n1$, $n2$)



Рекурсия!



Чего не хватает?

Модель

Псевдокод:

```
k = номер последней операции
if k < 0:
    результат = строка в число
else:
    n1 = значение левой части
    n2 = значение правой части
    результат = операция (n1 , n2)
```


Модель: вычисления

```
def Calc ( s ) :
    k = lastOp ( s )
    if k < 0 :                # вся строка - число
        return int(s)
    else :
        n1 = Calc ( s[:k] )   # левая часть
        n2 = Calc ( s[k+1:] ) # правая часть
        # выполнить операцию
        if s[k] == "+": return n1+n2
        elif s[k] == "-": return n1-n2
        elif s[k] == "*": return n1*n2
        else: return n1 // n2
```

Вспомогательные функции

Приоритет операции:

```
def priority ( op ) :  
    if op in "+-": return 1  
    if op in "* /": return 2  
    return 100
```

Модуль:

```
model.py :  
    Calc  
    priority  
    lastOp
```

Номер последней операции:

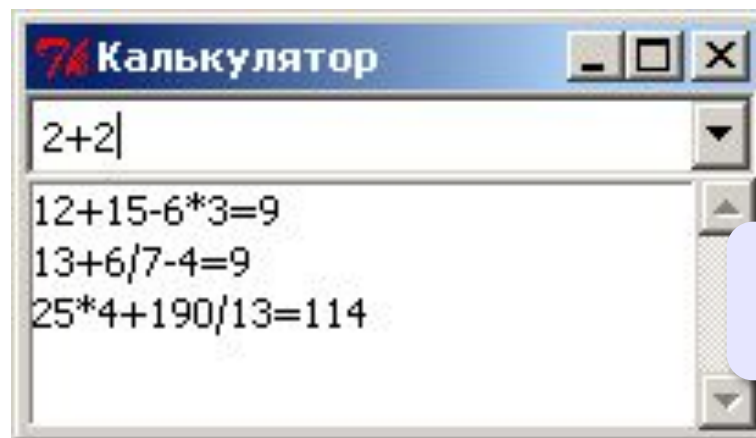
```
def lastOp ( s ) :  
    minPrt = 50    # любое между 2 и 100  
    k = -1  
    for i in range ( len ( s ) ) :  
        if priority ( s [ i ] ) <= minPrt :  
            minPrt = priority ( s [ i ] )  
            k = i  
    return k
```



Почему <=?

Представление

выпадающий
СПИСОК
TComboBox



СПИСОК
TListBox

Объект-приложение:

```
app = TApplication ( "Калькулятор" )  
app.size = (200, 150)  
...  
app.run ( )
```

Компоненты

Выпадающий список:

СПИСОК
значений

```
Input = TComboBox ( app, values = [],  
                    height = 1 )  
Input.align = "top"  
Input.text = "2+2"
```

ВЫСОТА

прижать к верху

ТЕКСТ

Список для запоминания результатов:

```
Answers = TListBox ( app, values = [] )  
Answers.align = "client"
```

заполнить все
свободное место

Логика работы

```
if нажата клавиша Enter:  
    вычислить выражение  
    добавить результат в начало списка  
if выражения нет в выпадающем списке:  
    добавить его в выпадающий список
```

Обработчик нажатия Enter:

```
def doCalc ( event ) :  
    ...
```

Установка обработчика:

```
Input.bind ( "<Key-Return>" , doCalc )
```

«СВЯЗАТЬ»

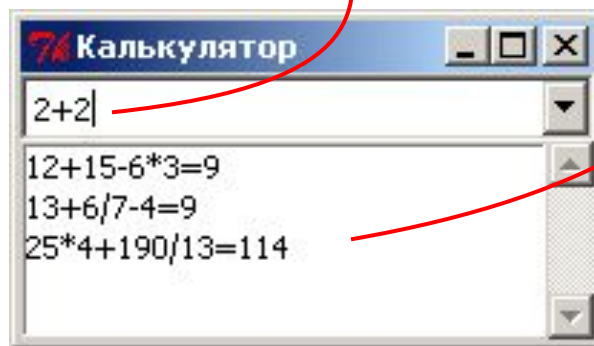
клавиша
Enter

Обработчик нажатия на клавишу **Enter**

```
from model import Calc
def doCalc ( event ) :

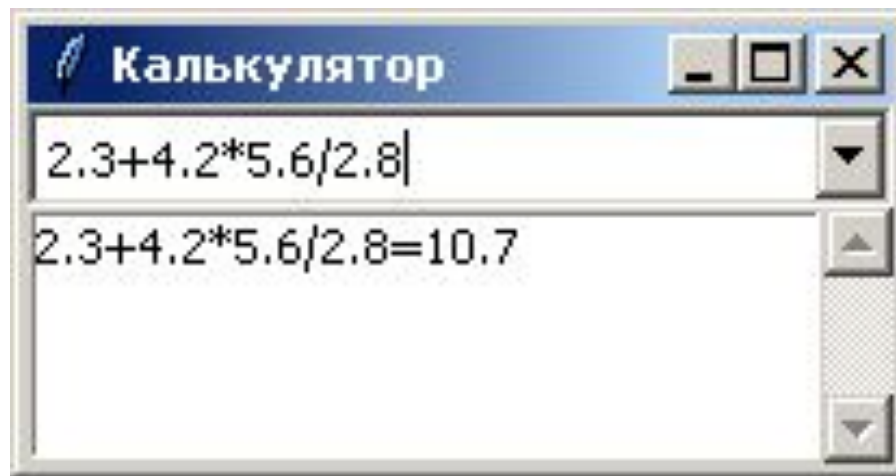
    expr = Input.text    # прочитать выражение
    x = Calc ( expr )    # вычислить
    Answers.insert ( 0 , expr + "=" + str(x) )
    if not Input.findItem ( expr ) :
        Input.addItem ( expr )
```

• если еще нет в
СПИСКЕ



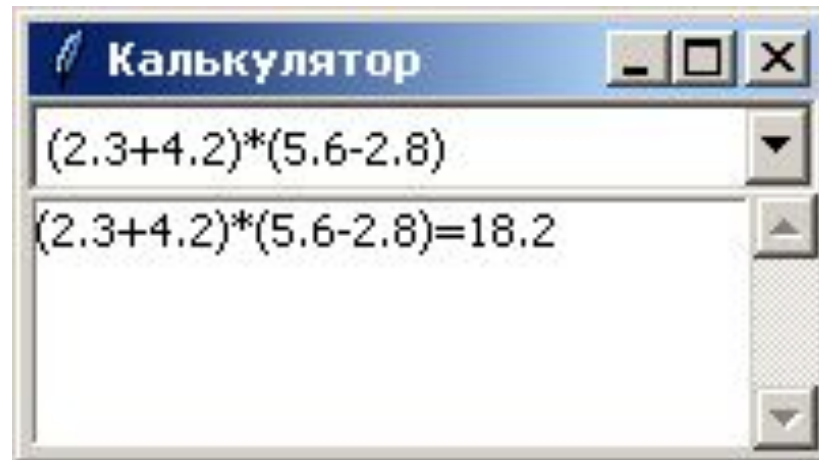
Задание

«А»: Измените программу так, чтобы она могла вычислять значения выражений с вещественными числами.



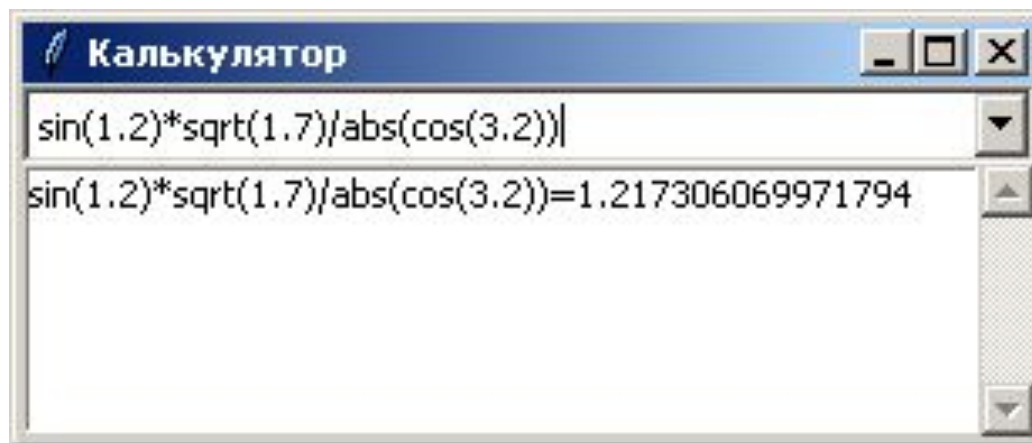
Задание

«В»: Измените программу так, чтобы она могла вычислять значения выражений со скобками.



Задание

«С»: Измените программу так, чтобы она могла вычислять значения выражений, содержащих вызовы функций `abs`, `sin`, `cos`, `sqrt`.

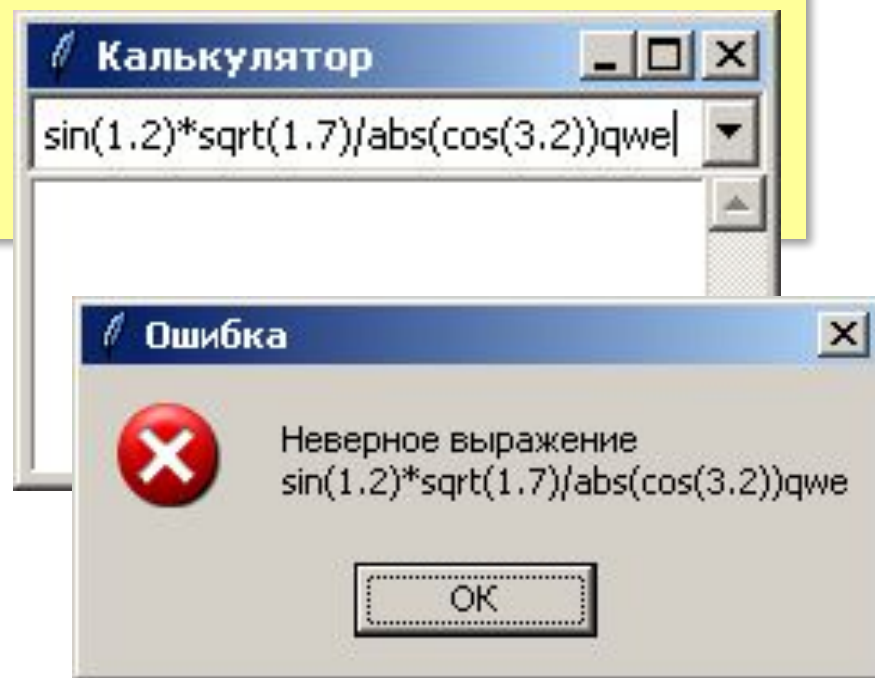


Задание

«D»: Измените программу так, чтобы вся логика программы содержалась в классе **TCalculator**. Основная программа должны выглядеть так:

```
class TCalculator (TApplication) :  
    # здесь должно быть описание класса  
  
app = TCalculator ()  
app.run ()
```

При вводе неверного выражения нужно выводить сообщение об ошибке. Используйте функцию **showerror** из модуля **tkinter.messages**.



Задание

«D»: (продолжение) Все результаты вычислений и сообщения об ошибках записываются в файл **results.txt**:

```
...  
sin(1.2)*sqrt(1.7)=1.215230290196084  
Неверное выражение sin(1.2)*sqrt(1.7) qwe
```

Оформите процедуру записи в файл как метод **log** класса **TCalculator**.

Калькулятор



Самостоятельно!

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. www.picstopin.com
2. maugav.info
3. yoursourceisopen.com
4. ru.wikipedia.org
5. иллюстрации художников издательства «Бином»
6. авторские материалы