

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 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. Программирование в § 52.

Программирование в RAD-§ 52.

Программирование в RAD-средах

§ 53. Использование компонентов

§ 54. Совершенствование компонентов

§ 55. Модель и представление

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 46. Что такое ООП?

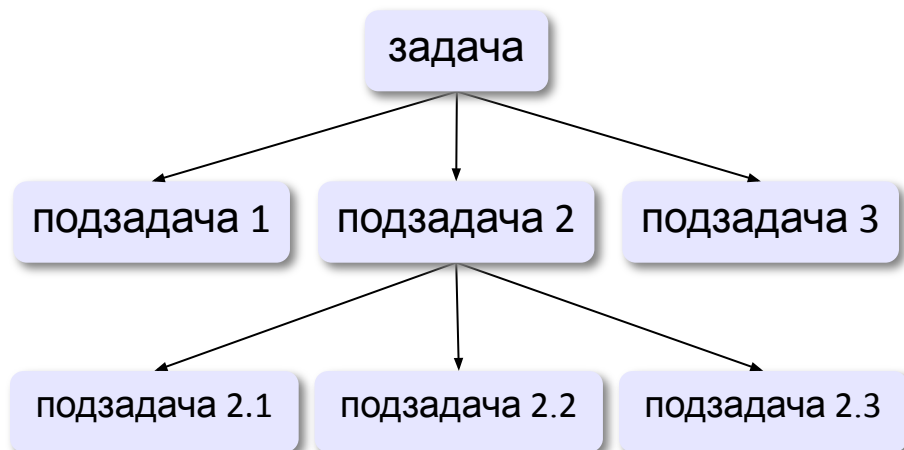
Зачем нужно что-то новое?

! 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»**».

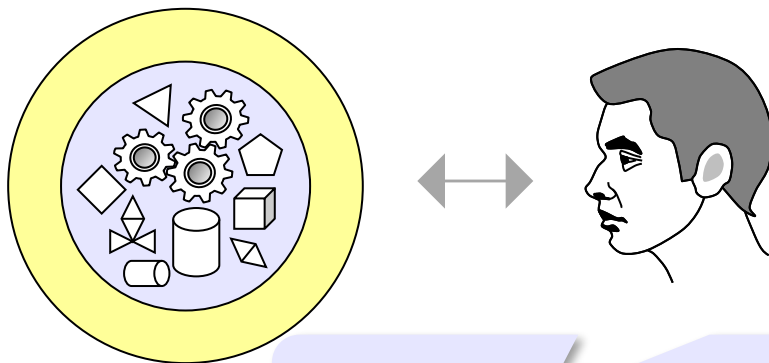
Структурное программирование:



декомпозиция по задачам

⊘ человек мыслит иначе, объектами

Как мы воспринимаем объекты?



существенные
свойства

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



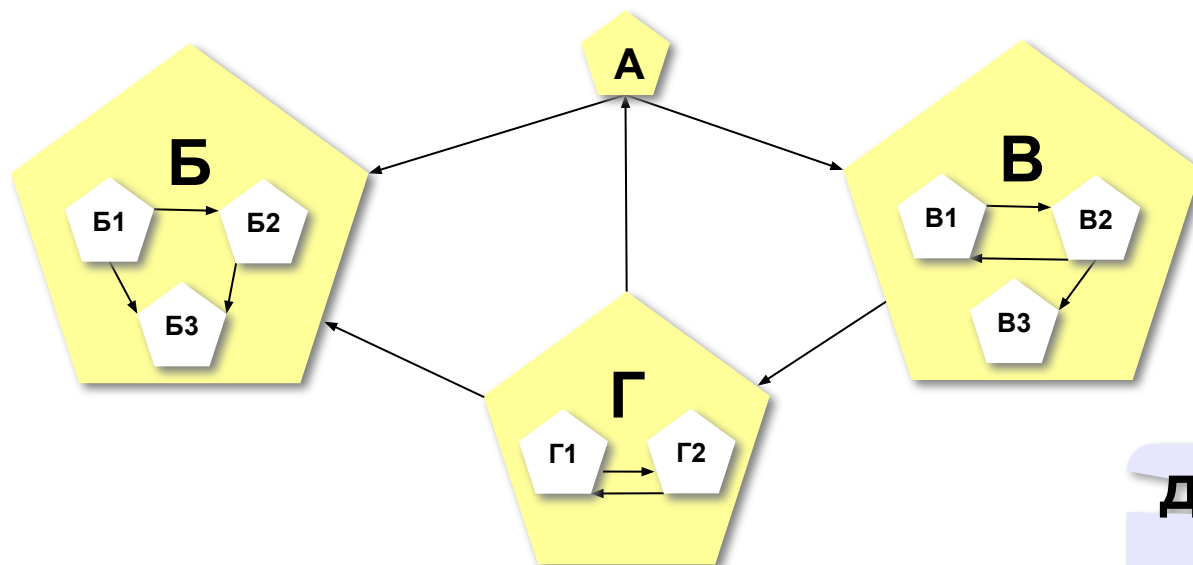
Разные цели –
разные модели!

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. Языки C++ и C#

§ 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*.

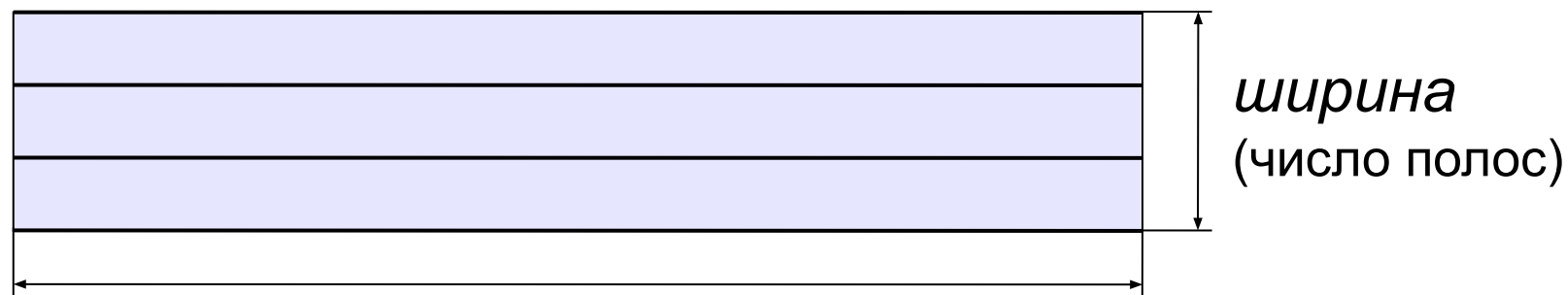
Состояние определяет поведение:

- 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)

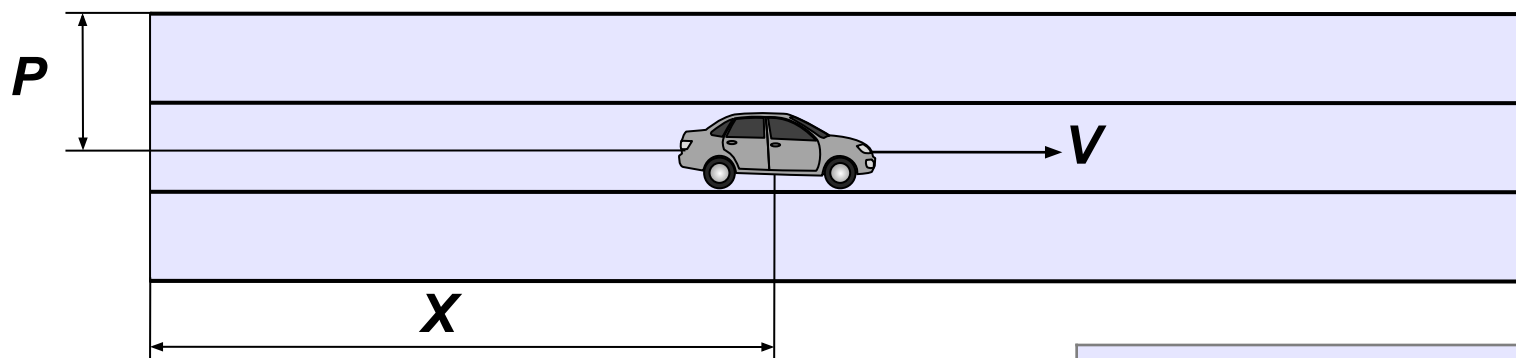


методы
(поведение)

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:

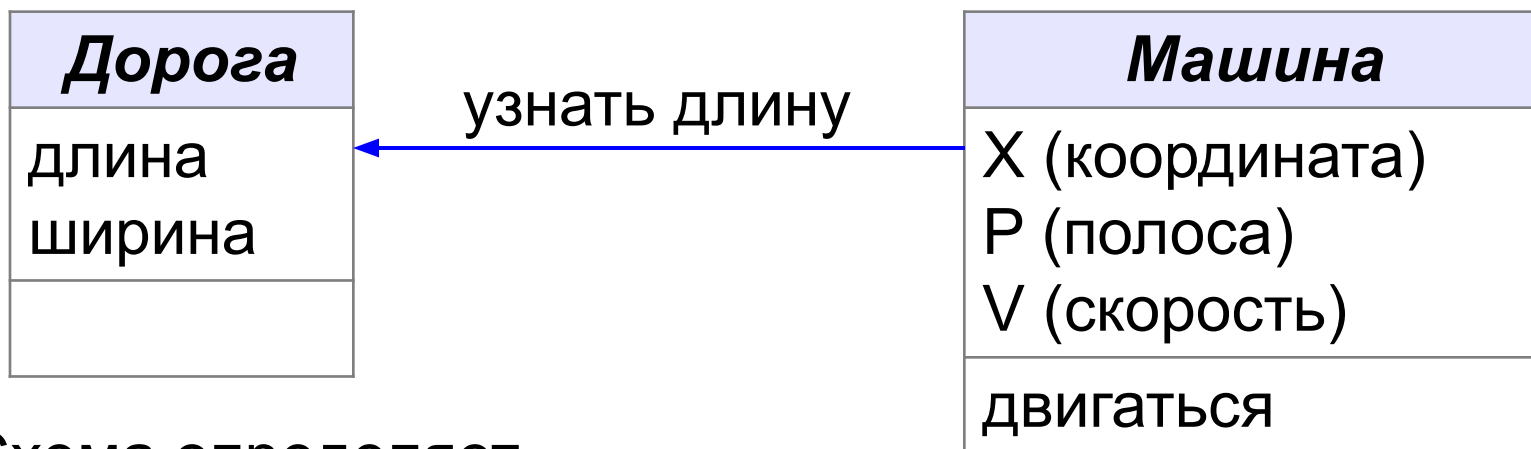


Схема определяет

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



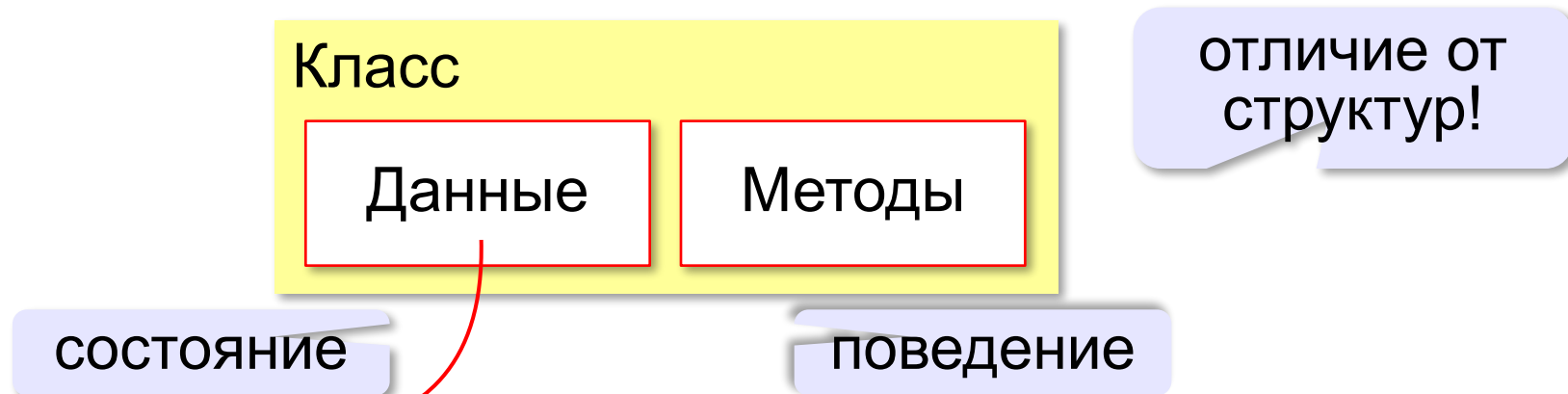
Ни слова о внутреннем устройстве объектов!

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 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»

Объявление класса:

```
class TRoad
{
    float Length;
    int Width;
};
```



Память не выделяется!

Объявление переменной (создание объекта):

```
TRoad road;
```

Попытка изменить данные:

```
road.Length = 60;
road.Width = 3;
```

ошибка

private



По умолчанию все члены класса закрытые!

Класс «Дорога»

Объявление класса:

```
class TRoad
{
    public:
        float Length;
        int Width;
};
```



Общедоступные данные!

Основная программа:

```
main ()
{
    TRoad road;
    road.Length = 60; // работает!
    road.Width = 3; // работает!
}
```

Класс «Дорога»

```
TRoad road;
```

вызов конструктора

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

! Конструктор по умолчанию строится автоматически!

?

Что записано в полях?

```
road.Length = ???
```

```
road.Width = ???
```

«мусор»

НОВЫЙ КОНСТРУКТОР

Класс:

```
class TRoad
{
    public:
        float Length;
        int Width;
        TRoad(); // объявление конструктора
};
```



Имя конструктора совпадает с именем класса!

Конструктор:

```
TRoad::TRoad()
{
    Length = 0;
    Width = 0;
}
```

МЕТОД `aaa` класса `TRoad`

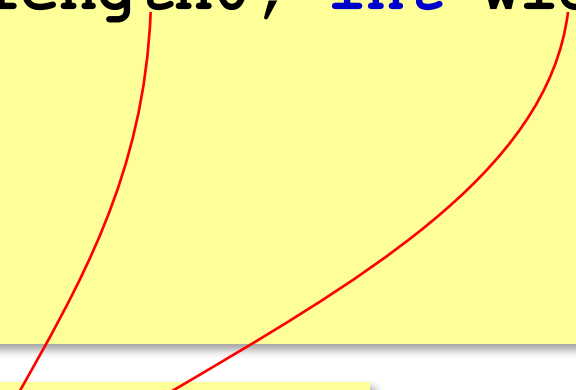
```
TRoad::aaa()
{
    ...
}
```


Конструктор с параметрами

```
class TRoad
{
public:
    ...
    TRoad ( float length0, int width0 );
};
```

Конструктор:

```
TRoad::TRoad ( float length0, int width0 )
{
    Length = length0;
    Width = width0;
}
```



ВЫЗОВ:

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

Защита от неверных данных

```
TRoad::TRoad ( float length0, int width0 )
{
    if ( length0 > 0 )
        Length = length0;
    else Length = 1;
    if ( width0 > 0 )
        Width = width0;
    else Width = 1;
}
```

Значения параметров по умолчанию

```
class TRoad
{
public:
    ...
    TRoad ( float length0, int width0 = 3 );
};
```

значение по умолчанию

последние в списке параметров

Вызов:

```
TRoad road ( 60 );
```

width = 3

Класс «Машина»

```
class TCar
{
    public:
        float X, V;
        int P;
        TRoad *Road;
        void move ();
        TCar (); // конструктор без параметров
        TCar ( TRoad *road0, int p0, float v0 );
};
```

координата,
скорость

полоса

дорога, по
которой едет

Конструкторы класса «Машина»

```
TCar::TCar ()  
{  
    Road = NULL;  
    P = 0; V = 0; X = 0;  
}
```

защита от ошибок –
самостоятельно

```
TCar::TCar ( TRoad *road0, int p0,  
            float v0 )  
{  
    Road = road0;  
    P = p0; V = v0; X = 0;  
}
```

Класс «Машина»: метод move

Равномерное движение:

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

$\Delta t = 1$ интервал
дискретизации

перемещение за одну
единицу времени

```
void TCar::move ()  
{  
    X = X + V;  
    if ( X > Road->Length ) X = 0;  
}
```

выезжает с другой
стороны

обращение через
указатель

Основная программа

```
const int N=3;
TCar cars[N];
int i;
for ( i = 0; i < N; i++ )
{
    cars[i].Road = &road;
    cars[i].P = i + 1;
    cars[i].V = 2.0 * (i + 1);
}
do {
    for ( i = 0; i < N; i++ )
        cars[i].move();
}
while ( !kbhit() );
```

`#include <conio.h>`

пока не нажата
(любая) клавиша

Использование указателей

```
const int N = 3;  
TCar *cars[N];
```

массив указателей



```
for ( i = 0; i < N; i ++ )  
    cars[i] = new TCar ( &road, i+1,  
                        2.0*(i+1) );
```

создание объектов

```
for ( i = 0; i < N; i ++ )  
    cars[i]->move();
```


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

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

Пример:

```
TParrot p;  
p.say();
```

Привет, друзья!

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

Пример:

```
TParrot p1 ( "Гав!" );  
TParrot p2 ( "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:

```
TParrot p( "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:

```
TParrot p( "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:

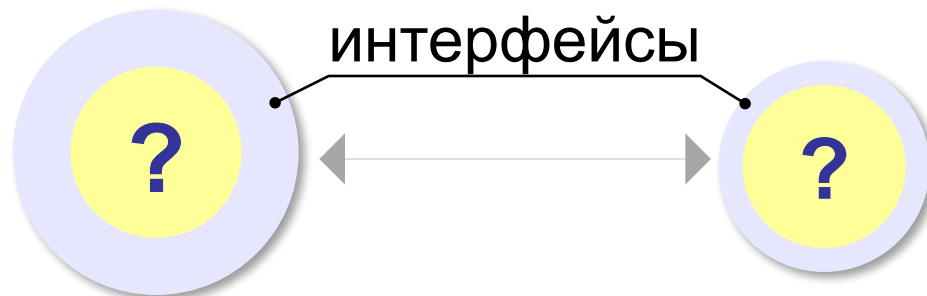
```
TParrot p( "Гав!" );  
p.say();           Гав!  
p.learn( "Мяу!" );  
p.say();           Гав!  
p.say(3);          Мяу! Мяу! Мяу!
```

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 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.

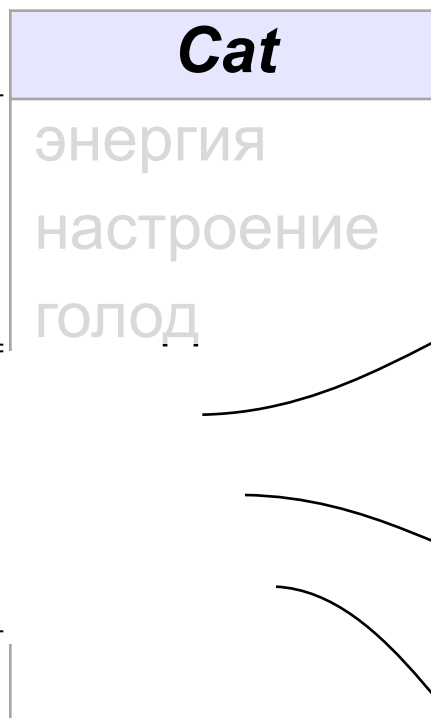
! Также объединение данных и методов в одном объекте!

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
{
    private:
        string FColor; // цвет, "FF00FF"
};
```

Field – поле

R G B



По умолчанию все члены класса закрытые – **private!**

```
class TPen
{
    private:
        string FColor;
    public:
        string getColor ();
        void setColor ( string newColor );
};
```

Как к ним обращаться?

методы доступа

Пример: класс «перо»

Получить значение:

```
string TPen::getColor ()
{
    return FColor;
}
```

Записать значение:

```
void TPen::setColor ( string newColor )
{
    if ( newColor.length() != 6 )
        FColor = "000000";
    else FColor = newColor;
}
```

если ошибка,
чёрный цвет



Защита от неверных данных!

Пример: класс «перо»

Использование:

установить
цвет

```
TPen pen;  
pen.setColor ( "FFFF00" );  
cout << "цвет пера: " << pen.getColor ();
```



Не очень удобно!

прочитать
цвет

```
pen.color = "FFFF00";  
cout << pen.color;
```

нельзя в
C++

Изменение внутреннего устройства

Удобнее хранить цвет в виде числа:

```
class TPen
```

```
{
```

```
    private:
```

```
        int FColor;
```

```
    public:
```

```
        string getColor();
```

```
        void setColor( string newColor );
```

```
};
```



Найди отличие!

изменилось внутреннее устройство



Интерфейс не изменился!

Преобразования `int` → `hex`

Использование потока (байтов):

16711935 →

→ "FF00FF"

записываем в поток число в шестнадцатеричной системе

читаем строку

```
#include <sstream>
```

подключить строковые потоки

```
stringstream s;  
s << hex << FColor;
```

? Что плохо?

255 → "FF"

"0000FF"

правильно так!

Преобразования `hex` ↔ `int`

```
#include <sstream>
#include <iomanip>
```

подключить
манипуляторы

```
string TPen::getColor()
{
    stringstream s;
    s << setfill('0')
      << setw(6)
      << hex << FColor;
    return s.str();
}
```

заполнять не
пробелами, а нулями

вывести 6 знаков

прочитать строку
`string` из потока

255 → "0000FF"

Преобразования `hex` → `int`

Использование потока:

"FF00FF" →

записываем в
поток строку

→ 16711935

читаем число в
шестнадцатеричной системе

```
void TPen::setColor ( string newColor )
{
    stringstream s;
    if ( newColor.length() != 6 )
        FColor = 0; // чёрный цвет
    else {
        s << newColor;
        s >> hex >> FColor;
    }
}
```

записываем строку

читаем число

Свойства в C#

Доступ с помощью методов:

```
TPen pen;  
pen.setColor ( "FFFF00" );  
cout << "цвет пера: " << pen.getColor();
```

Доступ с помощью свойства color:

```
TPen pen;  
pen.color = "FFFF00";  
cout << "цвет пера: " << pen.color;
```

ВЫЗОВ `pen.setColor`

ВЫЗОВ `pen.getColor`

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

СВОЙСТВА В C#

```
class TPen
```

закрытое поле

```
{
```

```
    private string FColor;
```

```
    public string color
```

открытое
свойство

```
{
```

```
    get { return FColor; }
```

метод чтения

```
    set { FColor = value; }
```

```
}
```

метод записи

```
}
```

Использование:

```
TPen pen;
```

```
pen.color = "FFFF00";
```

```
string s = pen.color;
```


СВОЙСТВА В С#

Защита от неверного ввода данных:

```
public string color
{
    get { return FColor; }
    set
    {
        if ( value.Length != 6 )
            FColor = "000000";
        else FColor = value;
    }
}
```

переданное
значение

СВОЙСТВА В C#

Изменение внутреннего устройства:

```
class TPen
{
    private int FColor;
    public string color
    {
        get {
            return FColor.ToString ( "X6" );
        }
        set {
            FColor = Convert.ToInt32 (value, 16);
        }
    }
}
```

в строку

шестнадцатеричный формат, 6 знаков

в целое

переданное значение

из шестнадцатеричной записи



Данные – целое число, свойство – строка!

СВОЙСТВО «ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ»

Скорость машины МОЖНО ТОЛЬКО ЧИТАТЬ:

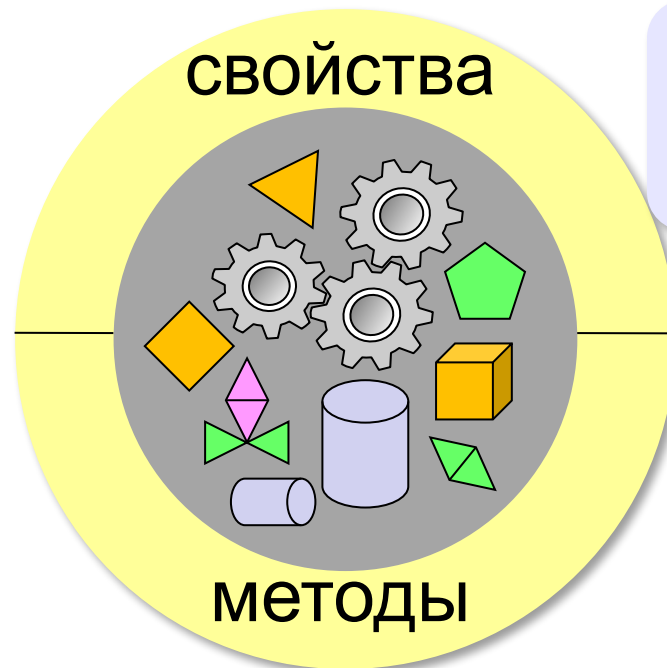
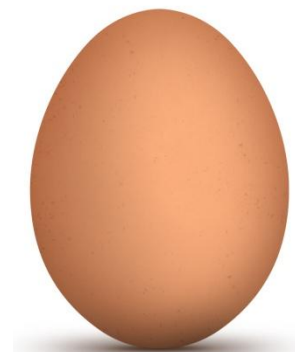
```
class TCar {  
    private: НЕТ МЕТОДА ЗАПИСИ  
        double Fv;  
    public:  
        double getV() { return Fv; }  
};
```

СВОЙСТВО НА C#:

```
class TCar {  
    private double Fv;  
    public double V {  
        get { return Fv; }  
    }  
};
```

Скрытие внутреннего устройства

Инкапсуляция («помещение в капсулу»)



внутреннее устройство
(**private**)

интерфейс
(**public**)

Задание

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

Методы **getState** и **setState** скрывают 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:

```
TLampRow lamps;  
lamps.show();           -----  
lamps.setState( "10101010" );  
cout << lamps.getState() << endl;    10101010  
lamps.show();           *-*-*-*-
```

Задание

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

Пример:

```
TLampRow lamps ( 6 );  
lamps.show();           -----  
lamps.setState( "101010" );  
cout << lamps.getState() << endl;    101010  
    lamps.show();           *-*-*-  
lamps.setState( "10101010" );  ошибка  
cout << lamps.getState() << endl;    000000  
    lamps.show();           -----
```

Задание

«С»: Дополните класс **TLampRow** 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 «о».

Пример:

```
TLampRow lamps ( 6 );
lamps.show();           -----
lamps.setState( "102102" );
cout << lamps.getState() << endl;   102102
    lamps.show();           *-o*-o
lamps.setState( "10201010" );   ошибка
cout << lamps.getState() << endl;   000000
    lamps.show();           -----
```

Задание

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

Пример:

```
TLampRow lamps ( 6 );
lamps.show();           -----
lamps.setState( "102102" );
cout << lamps.getState() << endl; 102102
    lamps.show();           *-o*-o*
lamps.setState( "10201010" ); ошибка
cout << lamps.getState() << endl; 000000
    lamps.show();           -----
```


Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

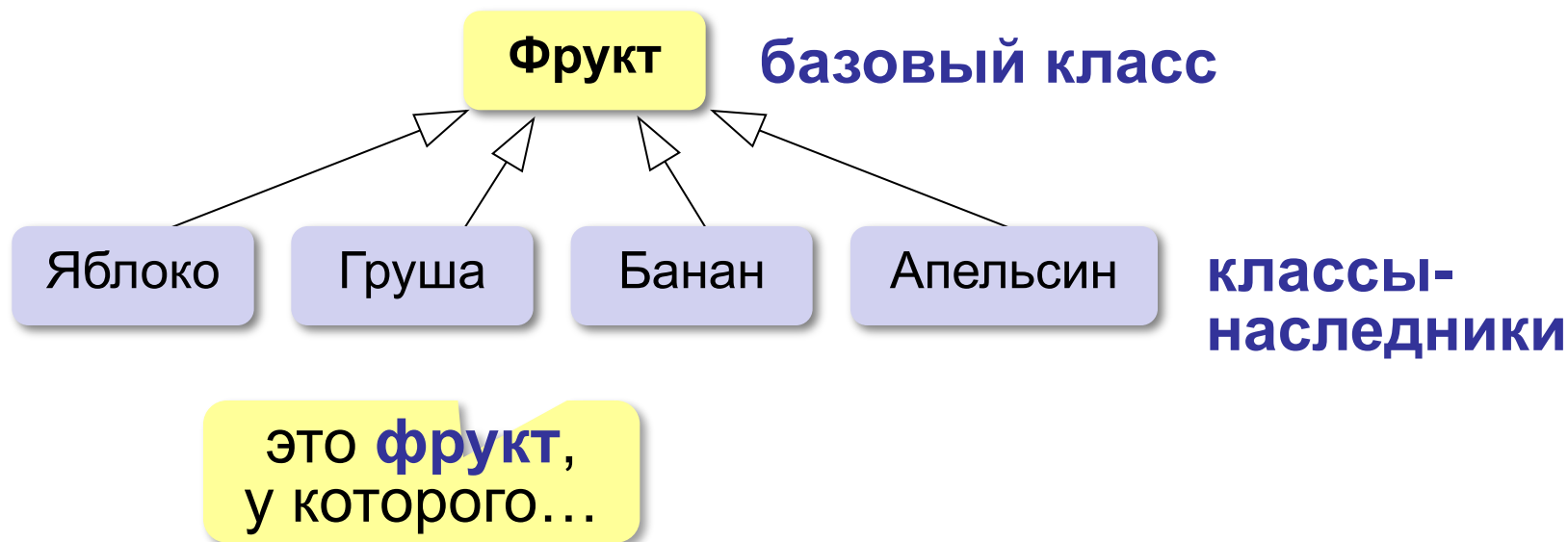
§ 50. Иерархия классов

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

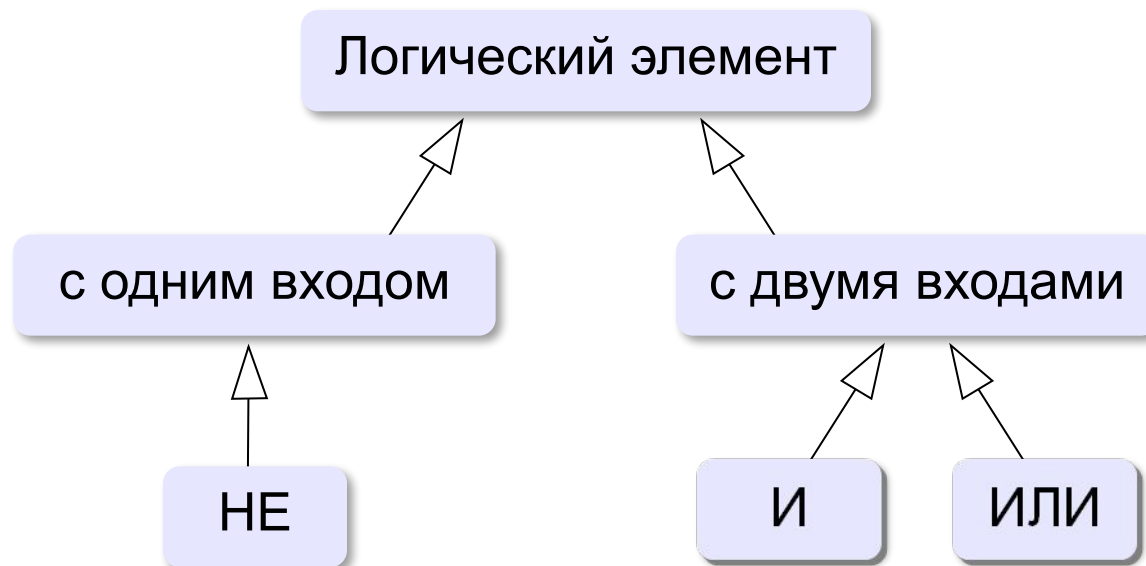
✓ горный клевер – клевер

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
{
    public:
        bool In1, In2, Res;
        void calc();
};
```

ВЫЧИСЛИТЬ
ВЫХОД



Зачем хранить результат?

можно моделировать элементы
с памятью (триггеры)



Что плохо?

Базовый класс

```
class TLogElement
{
    private:
        bool FIn1, Fin2, FRes;
        void calc();
    public:
        bool getIn1() { return FIn1; }
        void setIn1 ( bool newIn1 );
        bool getIn2() { return Fin2; }
        void setIn2 ( bool newIn2 );
        bool getRes() { return FRes; }
};
```



Почему здесь?

ТОЛЬКО ДЛЯ
ЧТЕНИЯ

Установка входа

```
void TLogElement::setIn1 (bool newIn1)
{
    FIn1 = newIn1 ;
    calc () ;
}
```



Что ещё?

пересчёт при изменении
входа



Как написать процедуру `calc`?

```
void TLogElement::calc ()
{
}
```

заглушка



Проблема: наследники должны менять `calc`!

Что такое полиморфизм?

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

Полиморфизм – это возможность классов-наследников по-разному реализовать метод, описанный для класса-предка.



Проблема: открыть данные и методы для наследников и закрыть для остальных!

```
class TLogElement
{
    ...
    protected:
        void calc();
};
```

защищённые элементы:
доступны только
наследникам

Базовый класс

```
class TLogElement
{
    private:
        bool FIn1, Fin2;
    protected:
        bool FRes;
        virtual void calc()=0;
        bool getIn2() { return Fin2; }
        void setIn2 ( bool newIn2 );
    public:
        bool getIn1() { return FIn1; }
        void setIn1 ( bool newIn1 );
        bool getRes() { return FRes; }
};
```

наследники будут изменять поле

Базовый класс

```
class TLogElement
{
    protected:
        bool FRes;
        virtual void calc()=0;
        bool getIn2() { return Fin2; }
        void setIn2 ( bool newIn2 );
        ...
};
```

наследники будут
изменять поле

для элементов с одним
входом не нужно!

virtual (виртуальный) – этот метод могут переопределять классы-наследники

= 0 (абстрактный метод) – этот метод базовый класс не будет реализовывать (оставляет наследникам)

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`


Элемент «НЕ»


наследник от
TLogElement

```
class TNot: public TLogElement
{
    protected:
        void calc();
};
```

переопределяет метод
базового класса

```
void TNot::calc()
{
    FRes = !getIn1();
}
```

 Почему не **! FIn1**?

 Это уже не абстрактный класс!

Элемент «НЕ»

Использование:

```
TNot n;
```

создание объекта

```
n.setIn1 ( false );
```

установка входа

```
cout << n.getRes ();
```

вывод результата

Элементы с двумя входами

сохранить права
доступа

наследник от
TLogElement

```
class TLog2In: public TLogElement
{
    public:
        TLogElement::setIn2;
        TLogElement::getIn2;
};
```

ПОВЫСИТЬ «ВИДИМОСТЬ»
(**protected** → **public**)



Можно ли создать объект этого класса?

нельзя, он абстрактный

Элементы с двумя входами

```
class TAnd: public TLog2In
{
    protected:
        void calc();
};
class TOr: public TLog2In
{
    protected:
        void calc();
};
```

элемент «И»

элемент «ИЛИ»

Элементы с двумя входами

```
void TAnd::calc ()  
{  
    FRes = getIn1 () && getIn2 () ;  
}
```

элемент «И»

```
void TAnd::calc ()  
{  
    FRes = getIn1 () || getIn2 () ;  
}
```

элемент «ИЛИ»

доступ к защищённому
полю (**protected**)



Почему не обратиться к **FIn1** и **FIn2**?

Вызов виртуального метода

В базовом классе:

```
void TLogElement::setIn1 ( bool newIn1 )  
{  
    FIn1 = newIn1;  
    calc();  
}
```



Какой метод вызывается?

```
class TLogElement  
{  
    protected:  
    virtual void calc()=0;  
    ...  
};
```

Виртуальный метод

Статическое связывание:

транслятор записывает в код адрес процедуры

Динамическое связывание:

адрес процедуры определяется во время выполнения программы в зависимости от типа объекта

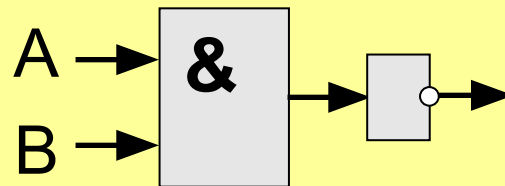
Виртуальный метод – это метод базового класса, который могут переопределить классы-наследники так, что конкретный адрес вызываемого метода определяется только при выполнении программы.

Пример: элемент «И-НЕ»

```

main ()
{
    TNot elNot;
    TAnd elAnd;
    int A, B;
    cout << "  A  B  !(A&B) " << endl;
    cout << "-----" << endl;
    for ( A=0; A<=1; A++ ) {
        elAnd.setIn1 ( A );
        for ( B=0; B<=1; B++ ) {
            elAnd.setIn2 ( B );
            elNot.setIn1 ( elAnd.getRes () );
            cout << "  " << A << "  " << B
                << "  " << elNot.getRes () << endl;
        }
    }
}

```



Модульность

Идея: выделить классы в отдельный модуль.

Интерфейс (`log_elem.h`):

```
class TLogElement
{ ... }
class TLog2In: public TLogElement
{ ... }
class TNot: public TLogElement
{ ... }
class TAnd: public TLog2In
{ ... }
class TOr: public TLog2In
{ ... }
```

Модульность

Модуль (`log_elem.cpp`):

```
#include <log_elem.h>
```

```
void TLogElement::setIn1 ( bool newIn1 )  
{ ... }
```

```
void TLogElement::setIn2 ( bool newIn1 )  
{ ... }
```

```
void TNot::calc ()  
{ ... }
```

```
void TAnd::calc ()  
{ ... }
```

```
void TOr::calc ()  
{ ... }
```

реализация методов
классов



Чего не хватает?

В основную программу:

```
#include <log_elem.h>
```

Сообщения между объектами



Задача – автоматическая передача сигналов по цепочке!

```
class TLogElement
{
    private:
        TLogElement *FNextEl;
        int FNextIn;
        ...
    public:
        void Link ( TLogElement *nextElement,
                    int nextIn=1 );
};
```

адрес следующего
элемента в цепочке

номер входа
следующего элемента

Сообщения между объектами

Установка связи:

```
void TLogElement::Link (
    TLogElement *nextElement,
    int nextIn )
{
    FNextEl = nextElement;
    FNextIn = nextIn;
}
```

Сообщения между объектами

После изменения выхода «дергаем» следующий элемент:

```
void TLogElement::setIn1 ( bool newIn1 )
{
    FIn1 = newIn1 ;
    calc ( ) ;
    if ( FNextEl )
        switch ( FNextIn ) {
            case 1 :
                FNextEl->setIn1 ( getRes ( ) ) ;
            case 2 :
                FNextEl->setIn2 ( getRes ( ) ) ;
        }
}
```

если следующий элемент установлен...

передать результат на нужный вход

Сообщения между объектами



Как сделать, чтобы сначала `FNextEl = NULL`?

Новый конструктор:

```
TLogElement::TLogElement()  
{  
    FNextEl = NULL;  
}
```

Сообщения между объектами

Изменения в основной программе:

```
TNot e1Not;
```

```
TAnd e1And;
```

```
e1And.Link ( &e1Not );
```

установить
связь

```
...
```

```
for ( A = 0; A <= 1; A++ ) {
```

```
    e1And.setIn1 ( A );
```

```
    for ( B = 0; B <= 1; B++ ) {
```

```
        e1And.setIn2 ( B );
```

```
e1Not.setIn1 ( e1And.getRes () );
```

```
        ...
```

```
    }
```

```
}
```

это уже не
нужно!

Задание

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

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

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

Пример: см. следующий слайд.

Задание

«А»:

Пример:

```
TPet *p, *pets[2];  
p = new TDog("Шарик", 5);  
p->gettingOlder();  
cout << p->getName() << ": "  
      << p->getAge() << " лет" << endl;  
pets[0] = new TCat("Мурка", 3);  
pets[1] = p;  
for( auto p: pets )  
    p->say();
```

Шарик: 6 лет

Мурка: Мяу!

Шарик: Гав!

Задание

«В»: Добавьте класс **TMammal** (млекопитающее) – наследник класса **TPet** и предок для классов **TCat** и **TDog**. Он должен иметь метод **run** (бежать), который выводит сообщение вида «Вася побежал».

Пример:

```
TPet *pets[2];
pets[0] = new TCat("Мурзик", 3);
pets[1] = new TDog("Шарик", 5);
for( int i = 0; i < 2; i++ ) {
    pets[i]->say();
    auto pMammal = dynamic_cast
        <TMammal*> (pets[i]);
    if( pMammal )
        pMammal->run();
}
```

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

Задание

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

Пример:

```
TPet *pets[4];
pets[0] = new TCat("Мурзик", 3);
pets[1] = new TTurtle("Зак", 32);
pets[2] = new TDog("Шарик", 5);
pets[3] = new TSnake("Чаки", 2);
for( int i = 0; i < 4; i++ ) {
    pets[i]->say();
    auto pMammal = dynamic_cast <TMammal*> (pets[i]);
    if( pMammal )
        pMammal->run();
    auto pRept = dynamic_cast <TReptilia*> (pets[i]);
    if( pRept )
        pRept->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» (**TNOr**), 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
---	---	---

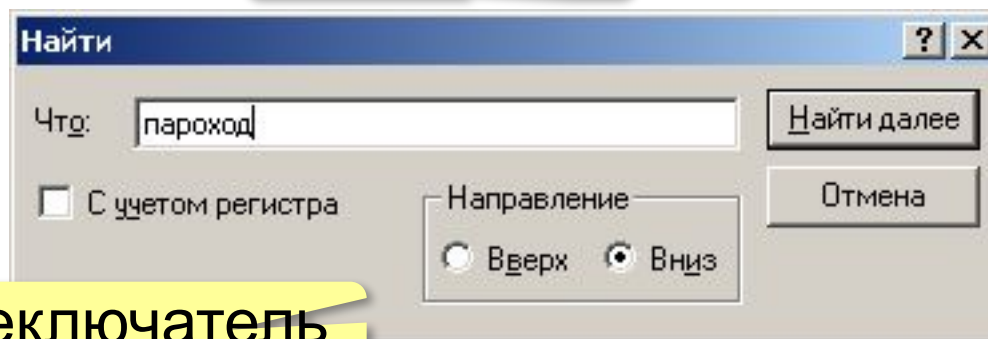
Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 51. Программы с графическим интерфейсом

Интерфейс: объекты и сообщения

поле ввода

флажок



кнопка

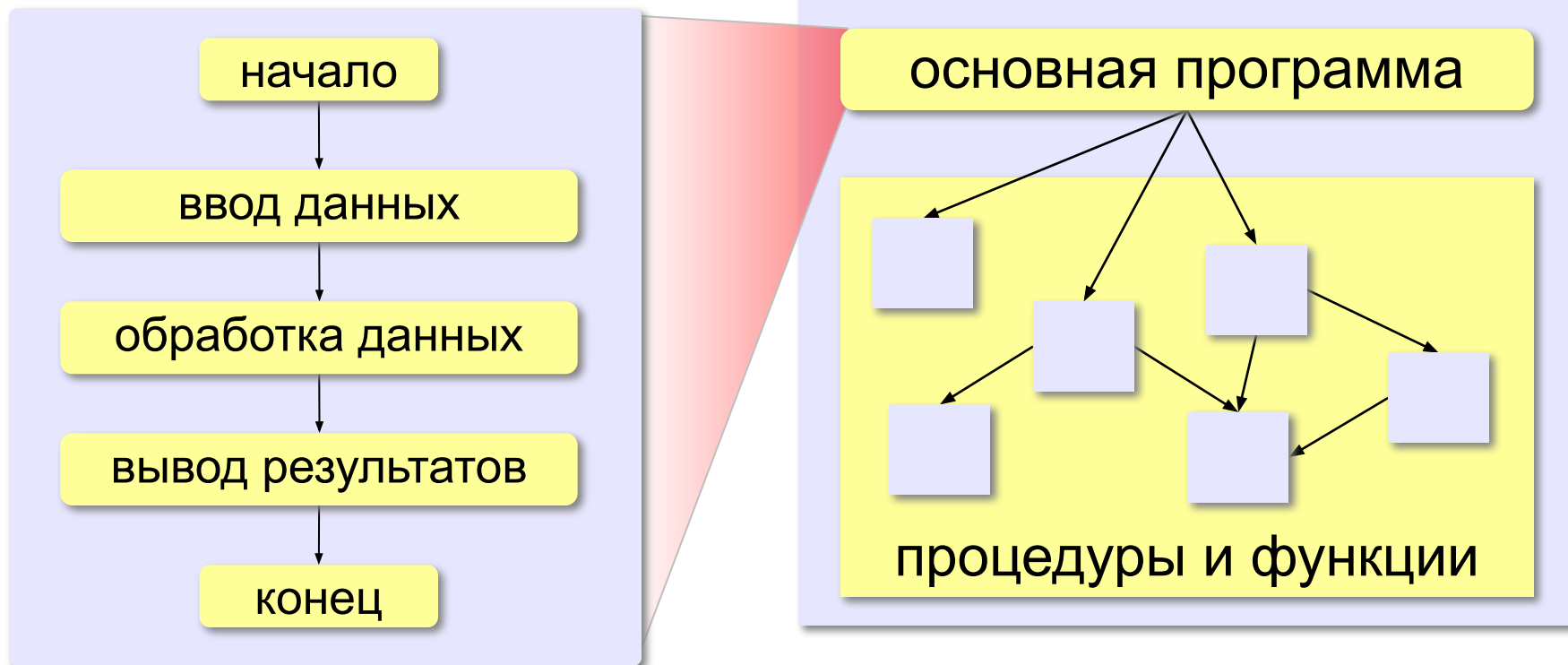
переключатель

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

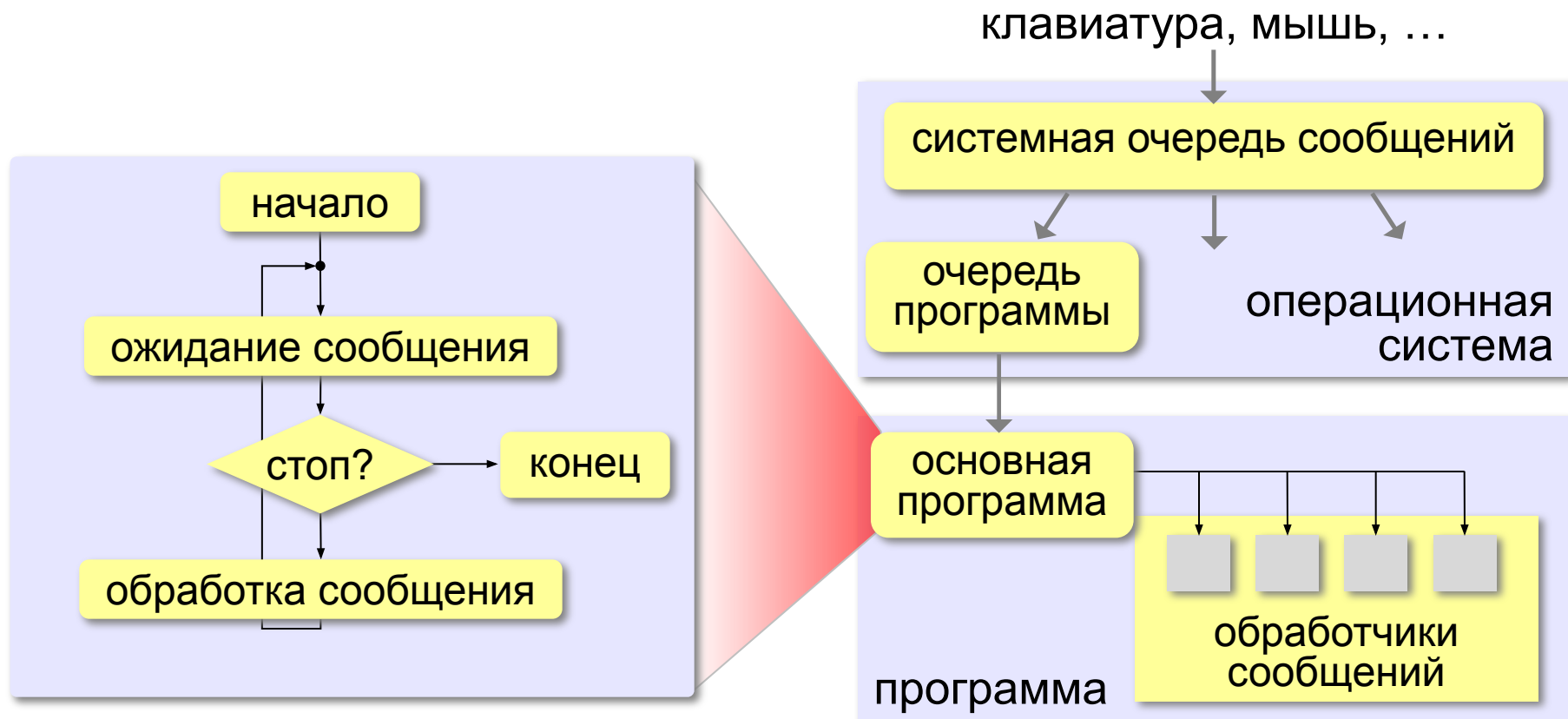
Событие – это переход какого-либо объекта из одного состояния в другое.

- 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

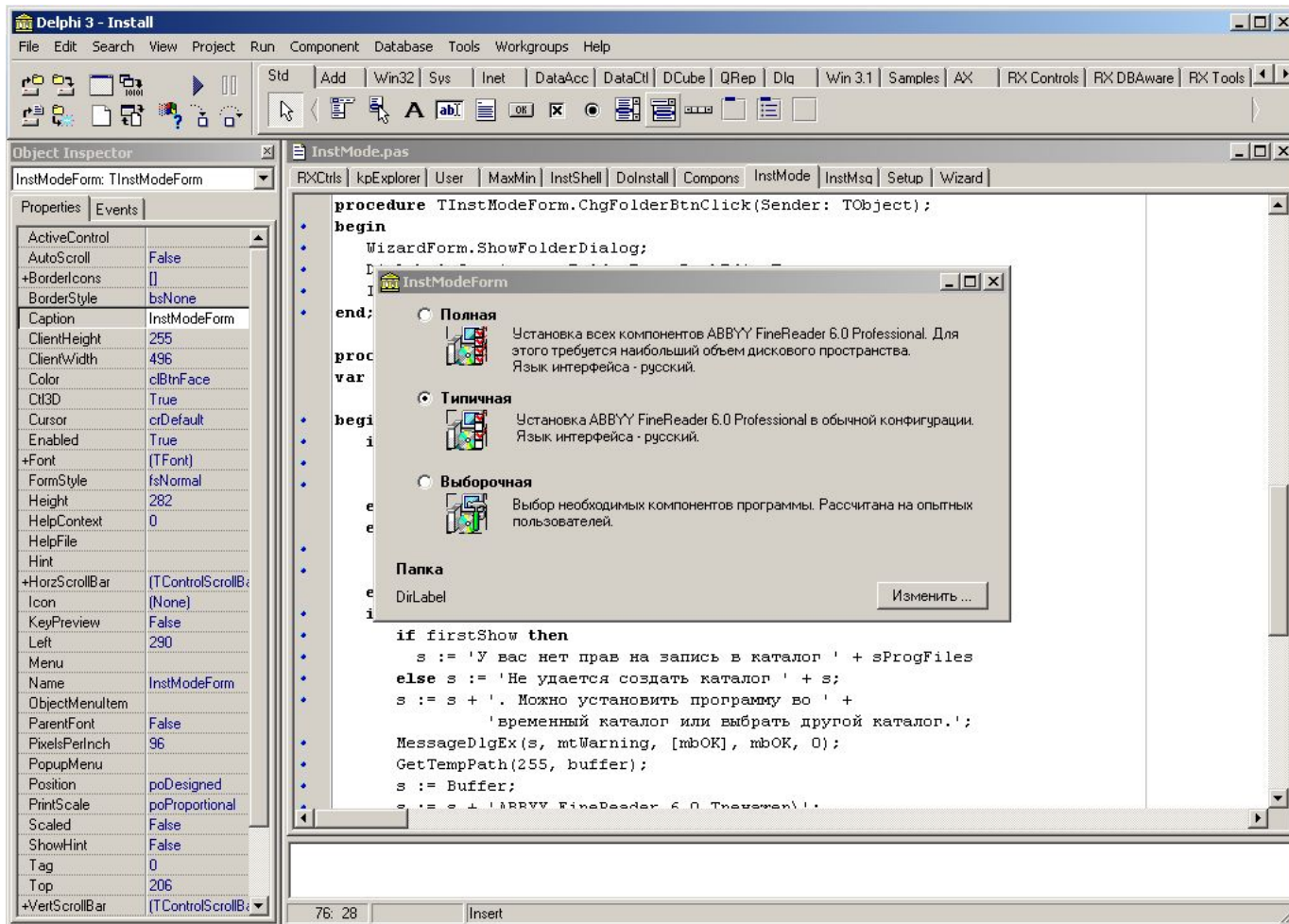
Форма – это шаблон, по которому строится окно программы или диалога

выполняются при
возникновении событий

RAD-среды: Delphi

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

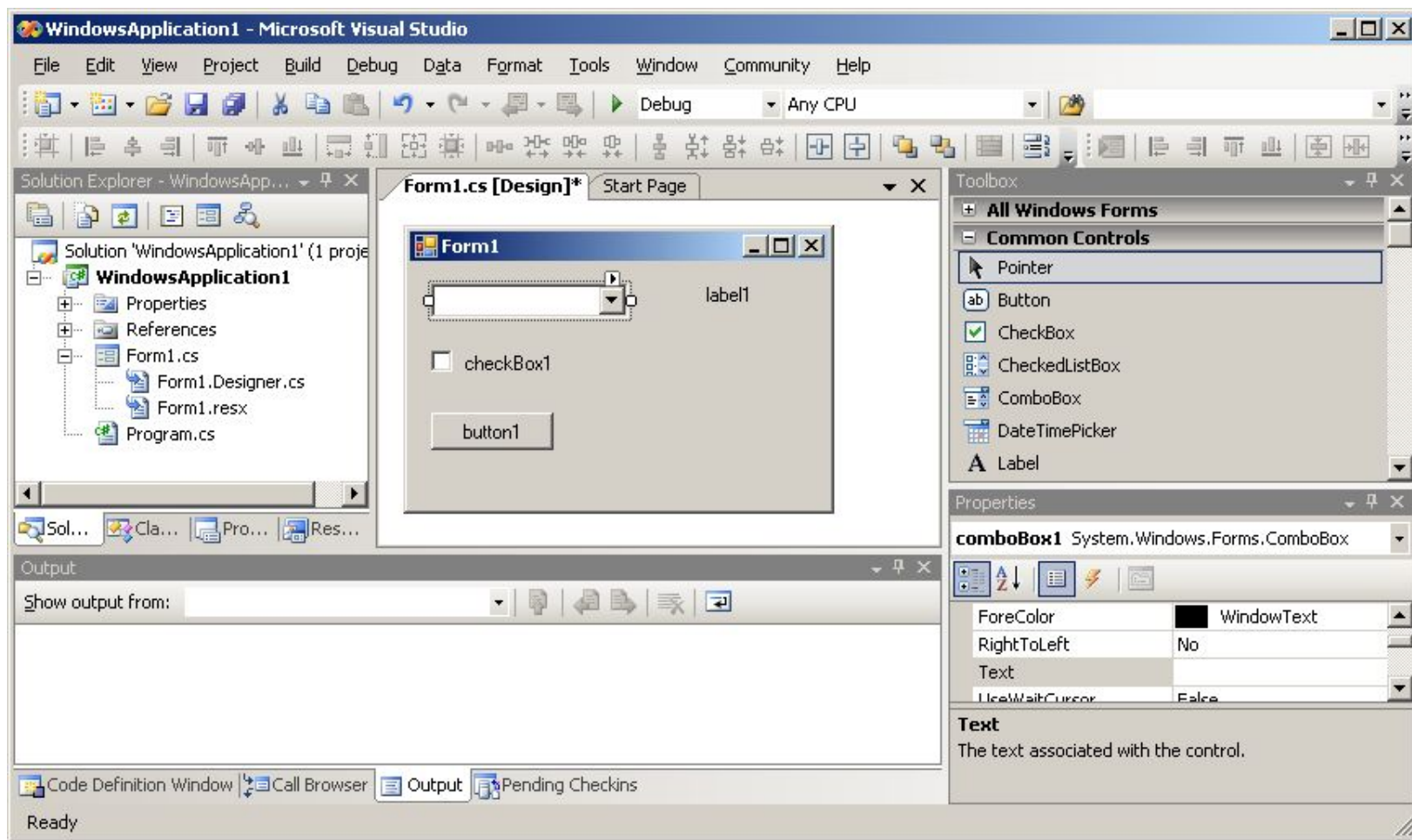
1995: *Borland*, сейчас: *Embarcadero Technologies*



RAD-среды: MS Visual Studio

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

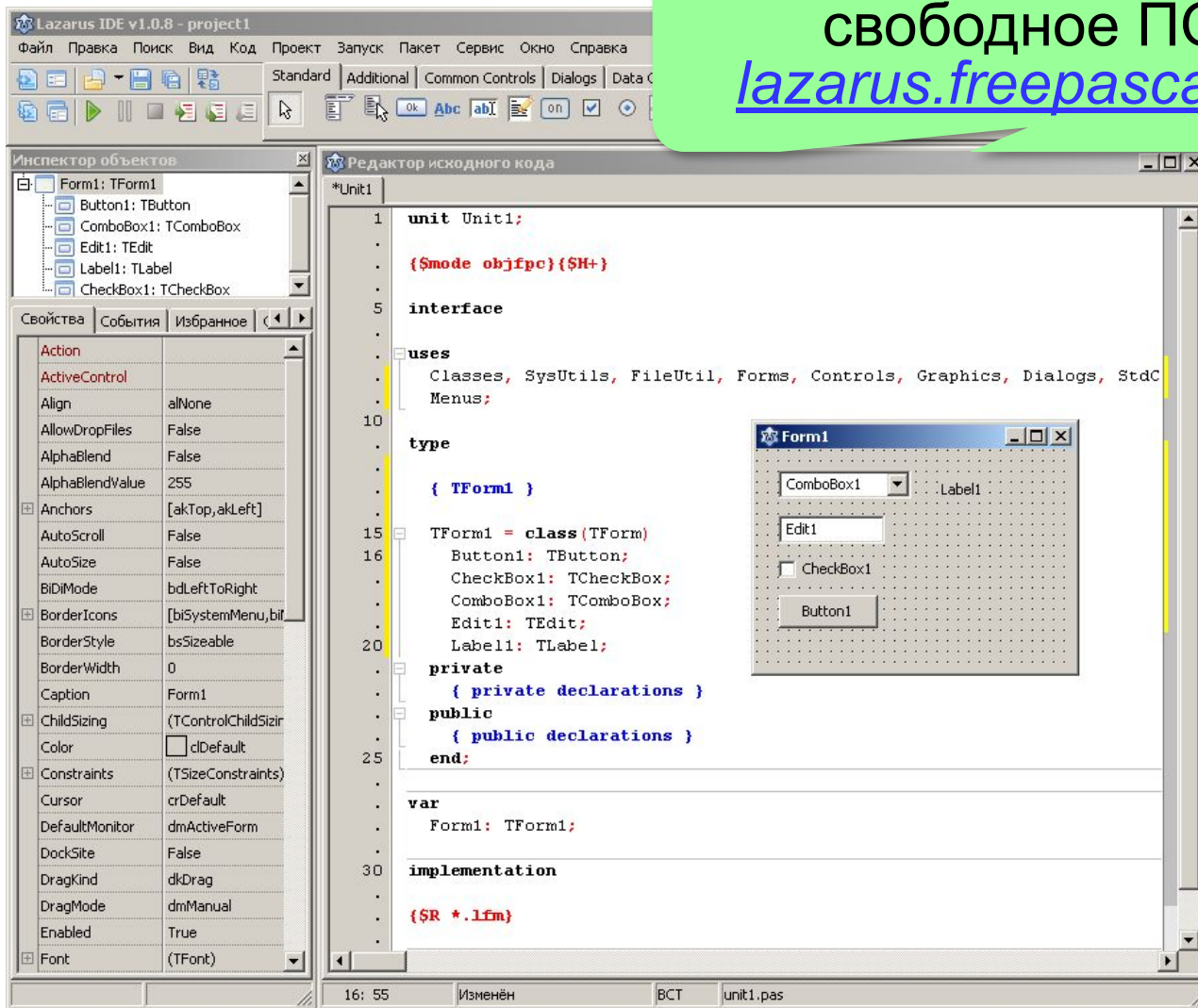
с 1995 по н.в.: *Microsoft*



RAD-среды: Lazarus

Языки: *FreePascal, Delphi*

свободное ПО:
lazarus.freepascal.org

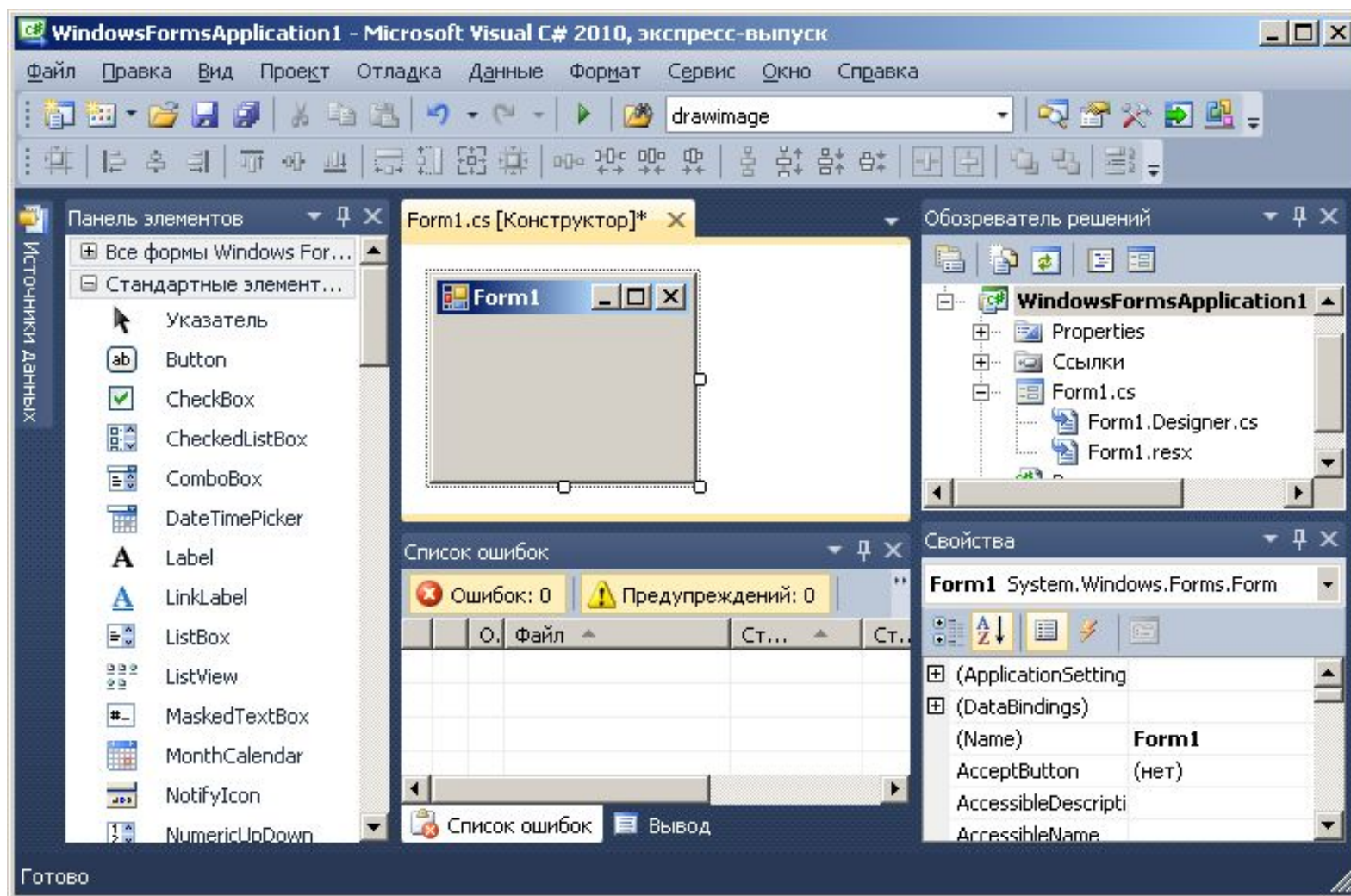


Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

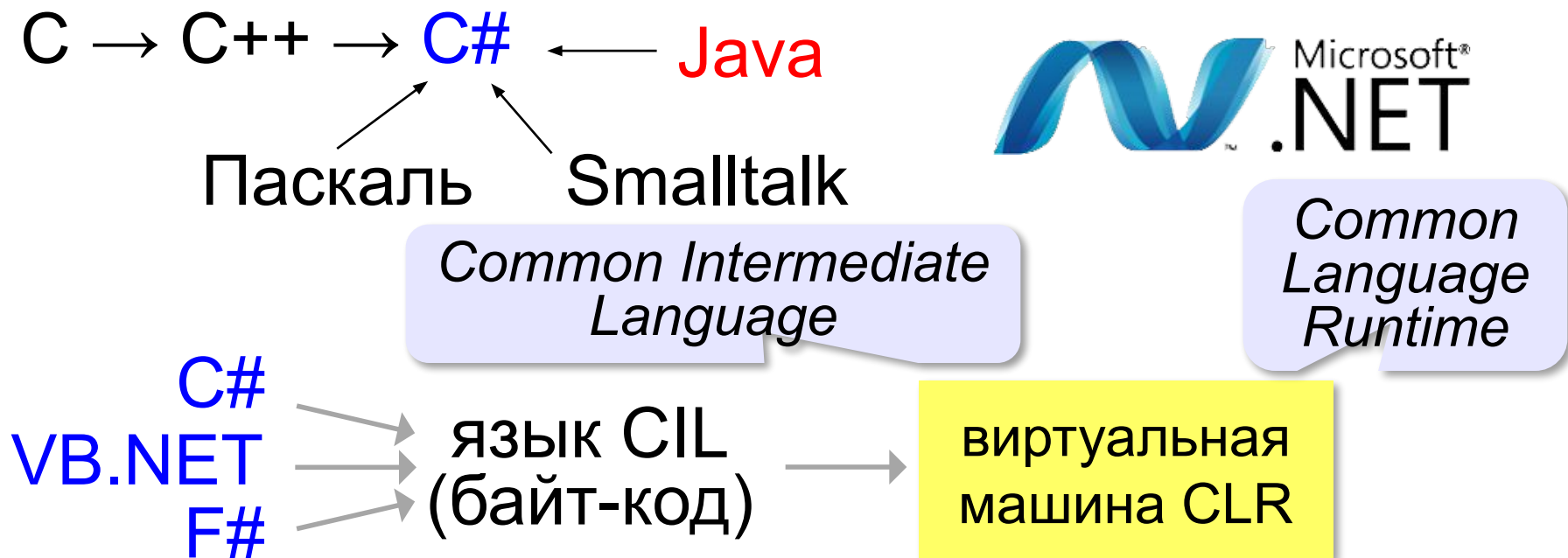
§ 52. Программирование в RAD-средах

Visual Studio Express (C#)

<http://www.visualstudio.com/ru-ru/products/visual-studio-express-vs.aspx>



Язык C#



- ⊕
 - объединение программ на разных языках
 - полностью ООП – для больших программ
 - большая библиотека функций и компонентов

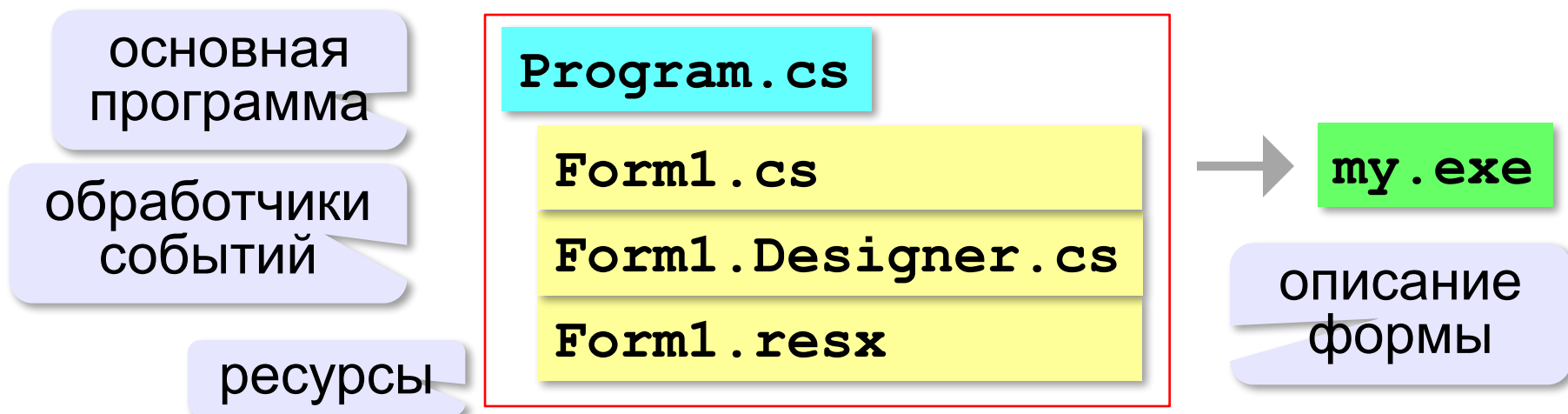
- ⊖
 - требовательна к ресурсам
 - надёжно – только под *Windows*

Linux – проект
Mono

Проекты и решения

Проект – это набор файлов, из которых компилятор строит исполняемый файл программы.

- **проект** (`.csproj`, *CSharp Project*) – описание (XML)
- **модули**, из которых состоит программа (`*.cs`);
- **ресурсы** (`*.resx`) – строки (перевод сообщений).



Решение = один или несколько проектов.

Простейший проект

Файл – Создать проект – Приложение Windows Forms

The screenshot displays the Visual Studio IDE interface for a Windows Forms application. Several key components are highlighted with yellow callouts:

- Редактор кода** (Code Editor): Points to the central area where the code for Form1.cs is being edited.
- Конструктор формы** (Form Designer): Points to the window titled "Form1" where the visual design of the form is shown.
- Структура проекта** (Project Structure): Points to the Solution Explorer on the right, showing the project hierarchy including Form1.cs, Form1.Designer.cs, and Form1.resx.
- Панель элементов** (Toolbox): Points to the left-hand side of the interface, which contains a list of standard Windows Forms controls like Button, CheckBox, and TextBox.
- Свойства** (Properties): Points to the Properties window on the bottom right, which shows the attributes of the selected Form1 object, such as its name and text.

A blue callout with a white exclamation mark and the text **F5 – запуск!** (F5 – Run!) is positioned in the upper right corner, indicating the keyboard shortcut to execute the application.

Модуль формы

F7 – перейти из конструктора к коду формы

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
namespace Project1
{
    public partial class Form1: Form {
        public Form1() { InitializeComponent(); }
    }
}
```

библиотеки

пространство имён

конструктор

Модуль формы

ОТКРЫТЫЙ
КЛАСС

ЧАСТИЧНОЕ
ОПИСАНИЕ

НАСЛЕДНИК
КЛАССА **Form**

```
public partial class Form1: Form
{
    public Form1 ()
    {
        InitializeComponent ();
    }
}
```

начальные
установки



Код этого метода – в
Form1.Designer.cs!

Основная программа

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
namespace Project1
{
    static class Program {
        static void Main() {
            ...
            Application.Run ( new Form1 () );
        }
    }
}
```

библиотеки

СТАТИЧЕСКИЙ КЛАСС

создание формы

запуск цикла
обработки сообщений



Статический класс – набор методов!

Свойства формы



MainForm

Name – имя формы

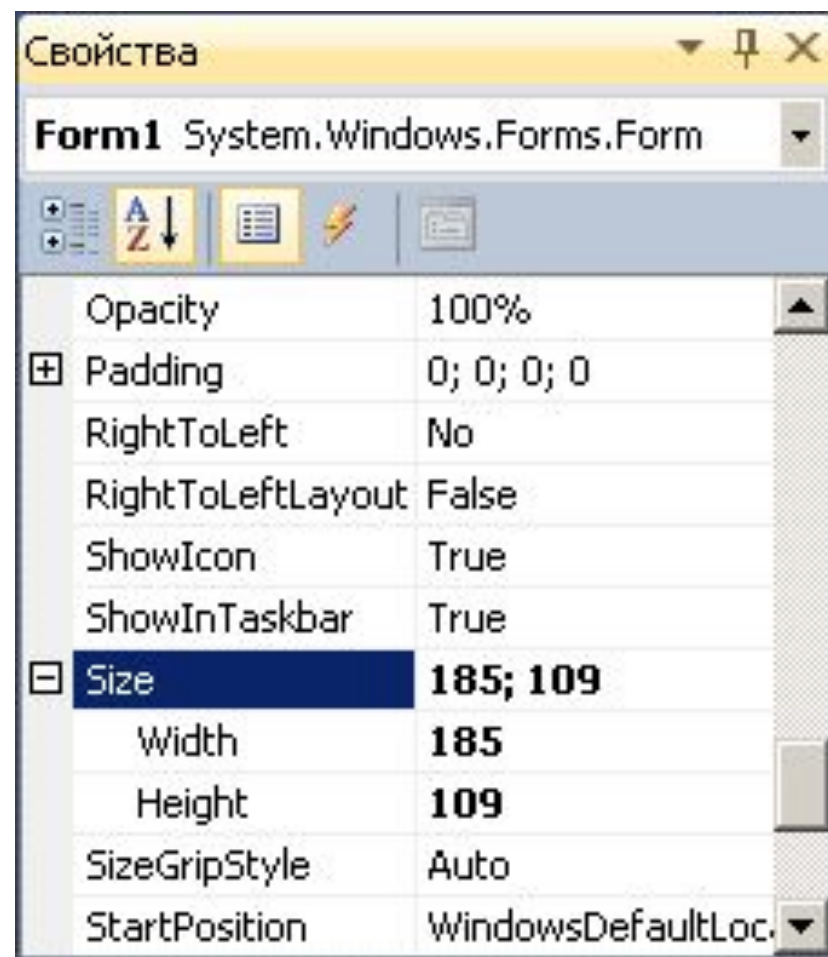
Size.Width – ширина

Size.Height – высота

Text – текст в заголовке окна

BackColor – цвет фона

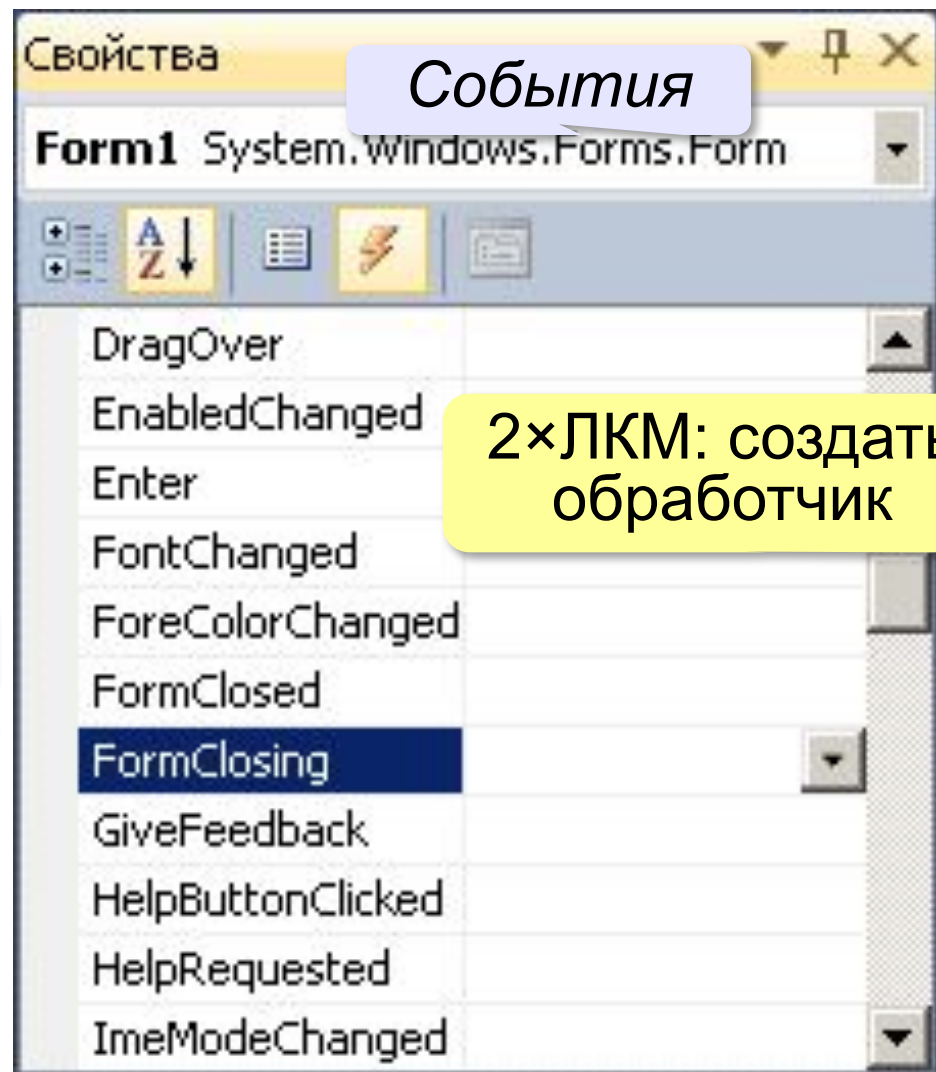
Font – шрифт надписей



Обработчик событий



FormClosing:
форма закрывается



События

2xЛКМ: создать
обработчик

Обработчик события

закрытый
метод класса
MainForm

название
обработчика

общий предок
всех объектов

```
private void MainForm_FormClosing (  
    object sender,  
    FormClosingEventArgs e )  
{  
}  
}
```

кто послал
сообщение

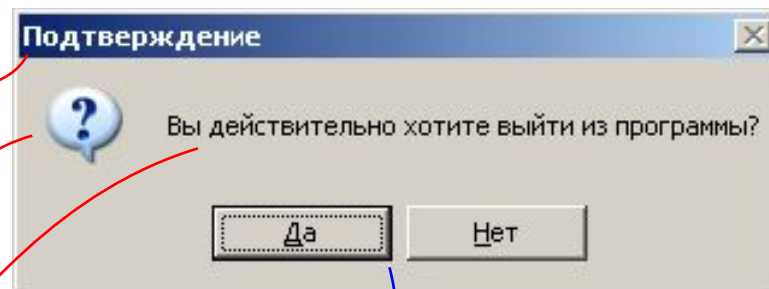
дополнительные
данные о событии



Автоматически добавлен в **Form1.Designer.cs!**

Диалог с вопросом

Метод `MessageBox.Show`:



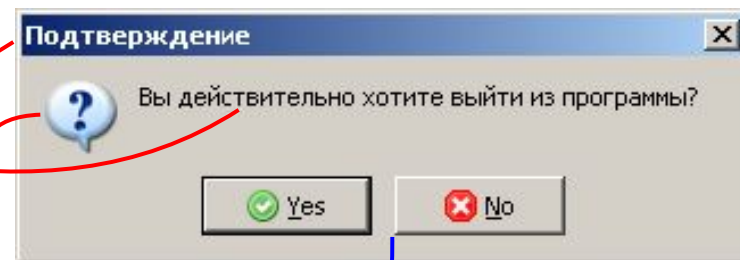
```
private void MainForm_FormClosing (
    object sender, FormClosingEventArgs e)
{
    DialogResult res;
    res = MessageBox.Show (
        "Вы действительно хотите выйти из программы?",
        "Подтверждение",
        MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Question
    );
    if ( res == DialogResult.No )
        e.Cancel = true;
}
```

тип: результат диалога

нажали «Нет»,
отменить закрытие

Параметры `MessageBox.Show`

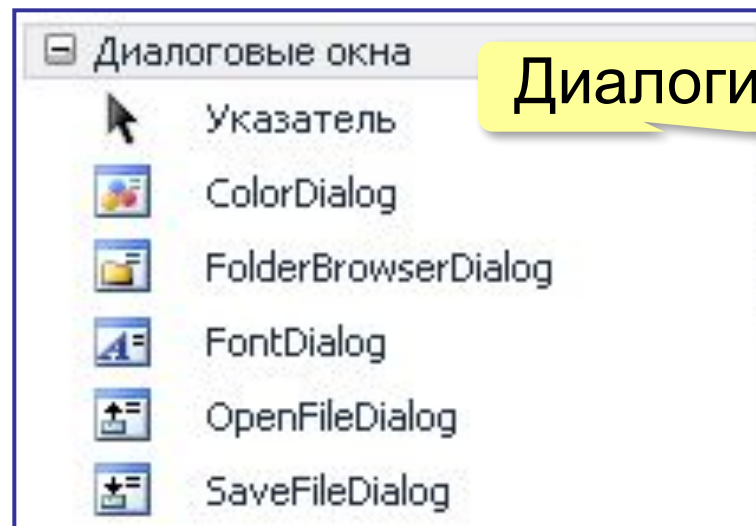
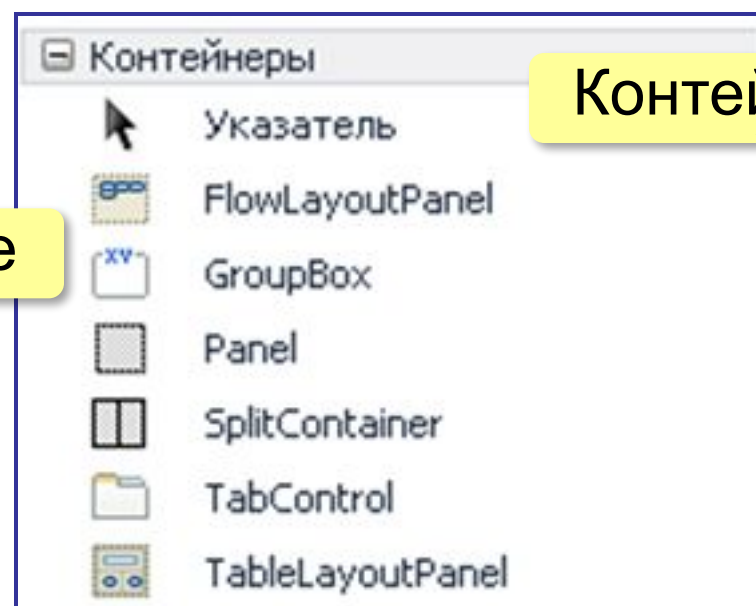
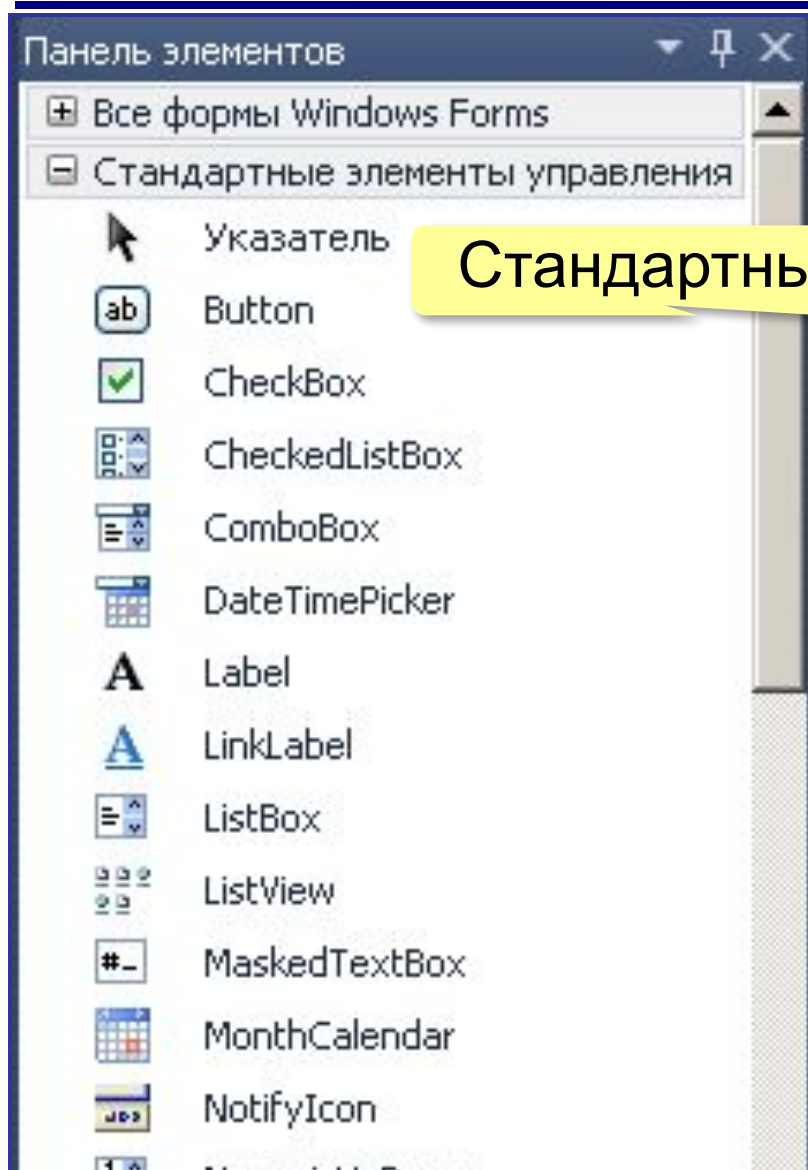
- сообщение пользователю
- заголовок окна
- тип запроса `MessageBoxIcon`
 - `Error` ошибка
 - `Warning` предупреждение
 - `Information` информация
 - `Question` вопрос
- набор (множество) кнопок `MessageBoxButtons`:
 - `YesNo` «Да», «Нет»
 - `YesNoCancel` «Да», «Нет», «Отмена»
 - `OK` «ОК»
 - `OKCancel` «ОК», «Отмена»



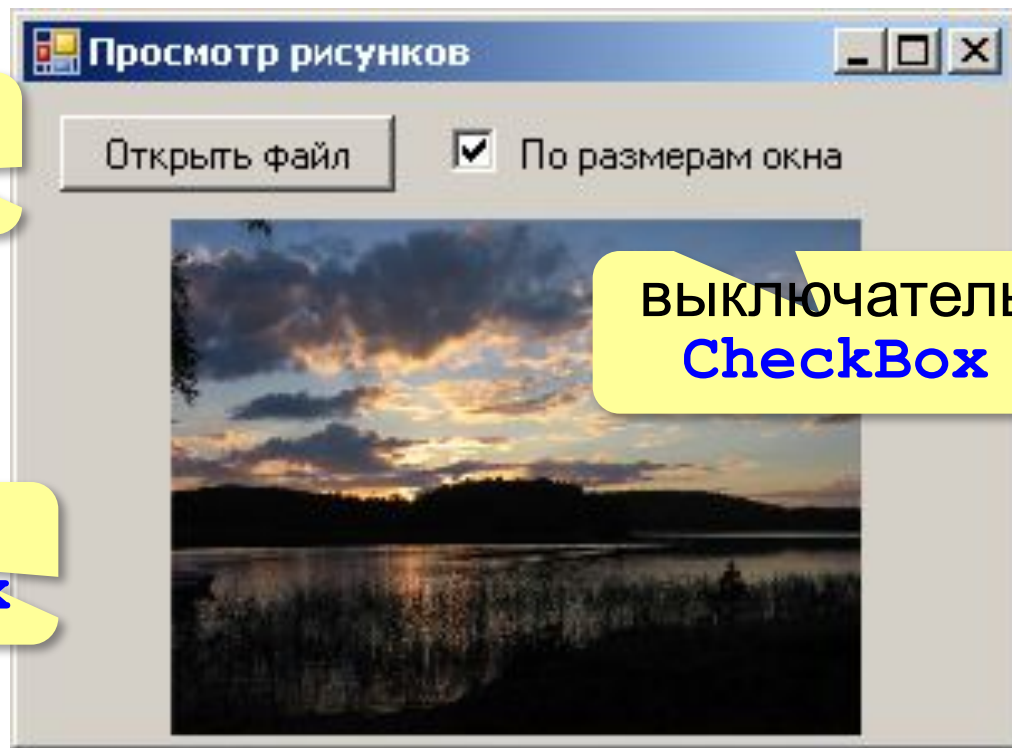
Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 53. Использование компонентов

Панель компонентов



Просмотр рисунков



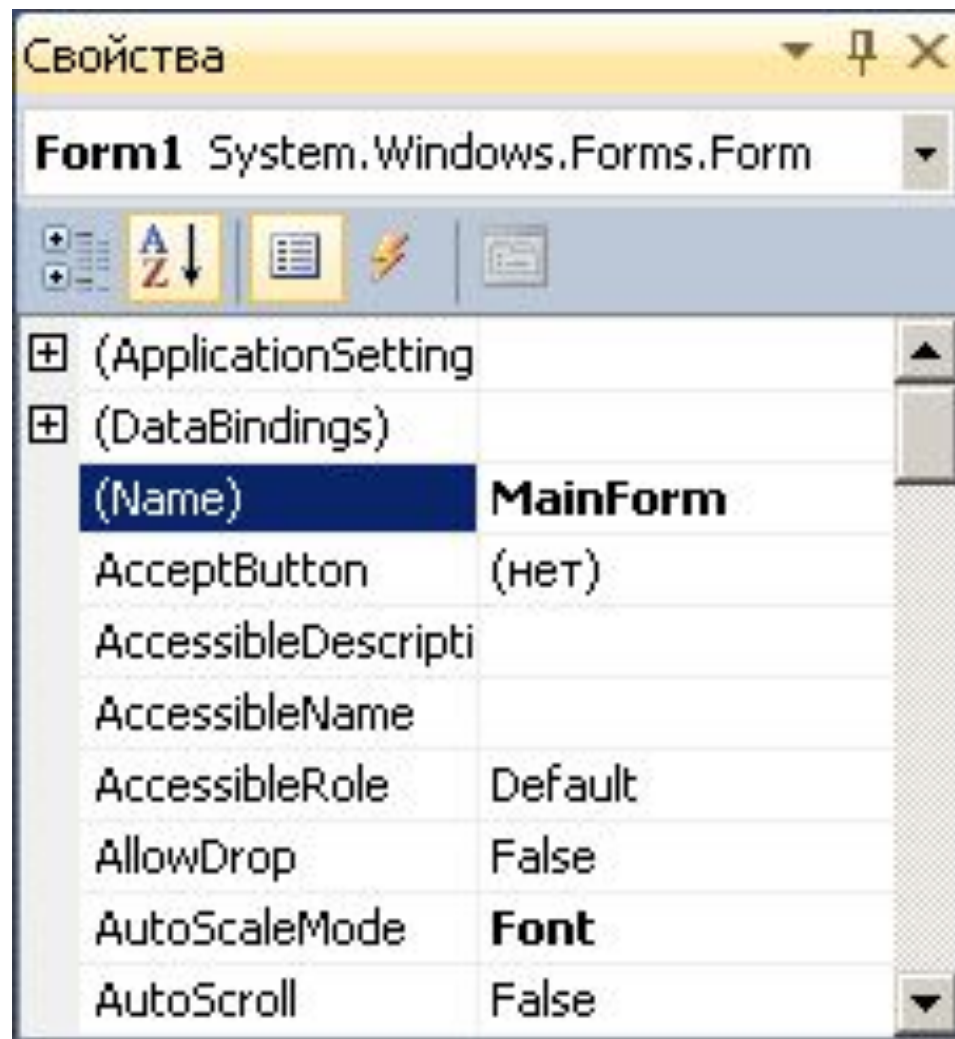
Настройка формы

Файл – Создать проект – Приложение Windows Forms

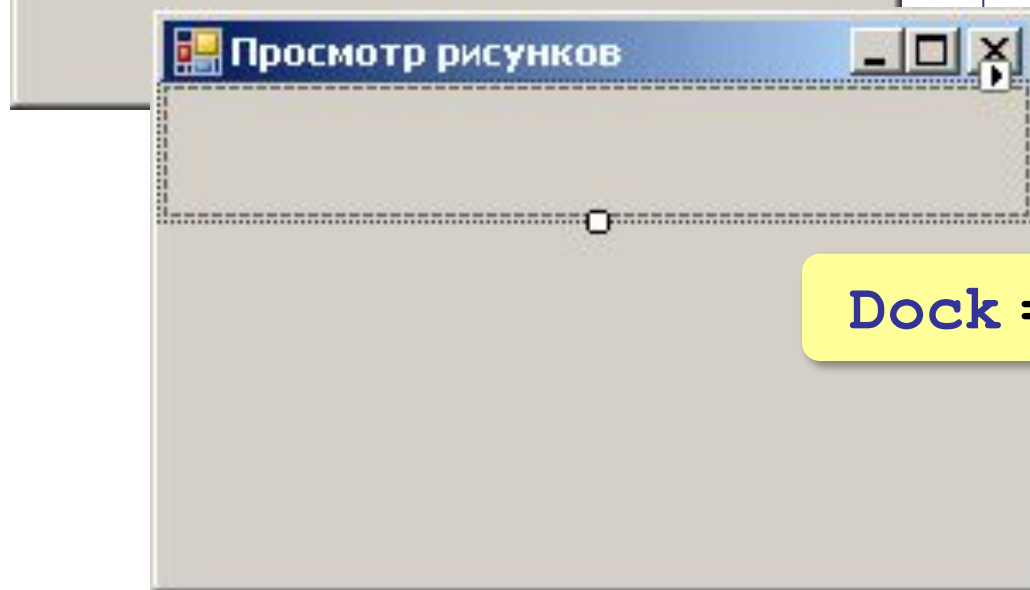
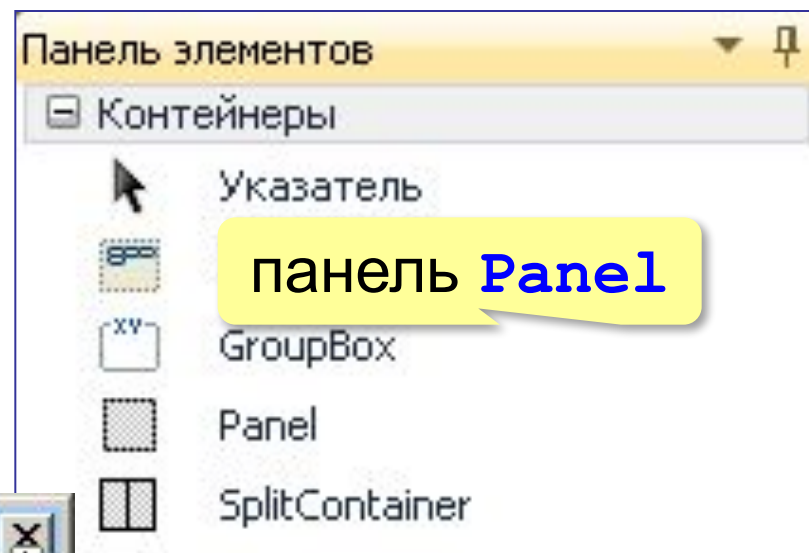


Name → MainForm

Text → Просмотр
рисунков



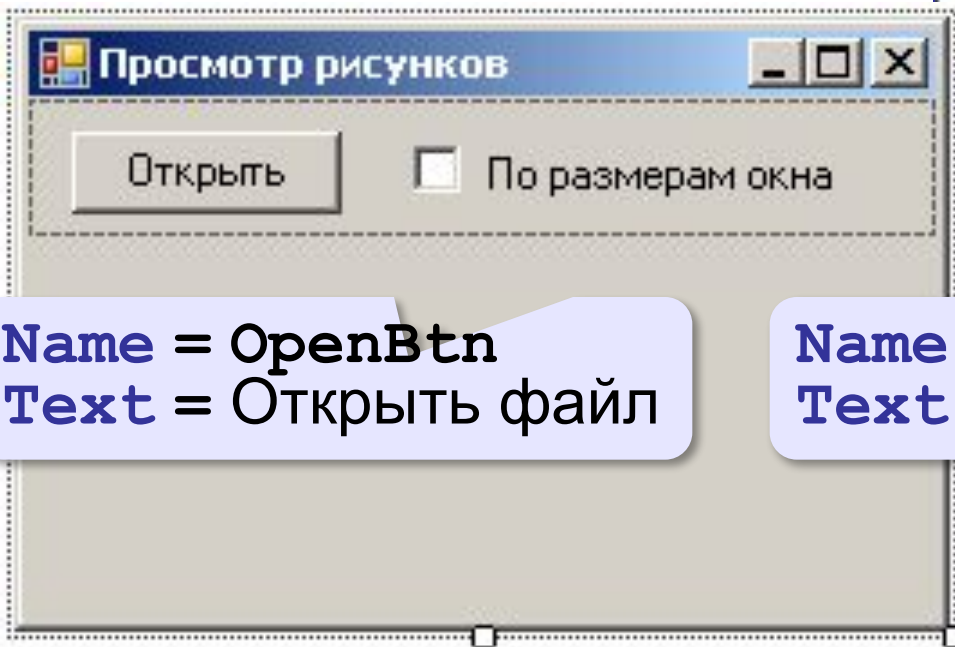
Верхняя панель



Кнопка и выключатель

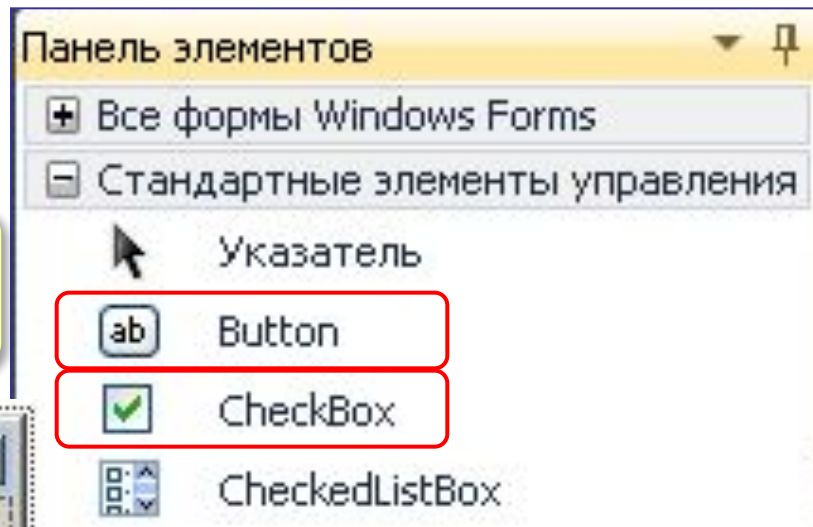
КНОПКА
Button

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ
CheckBox

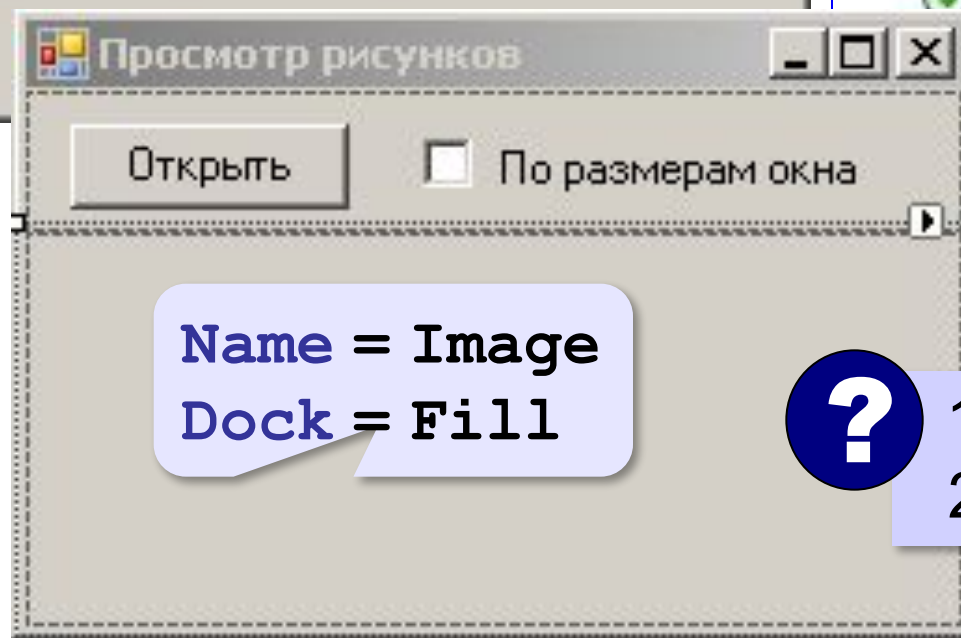
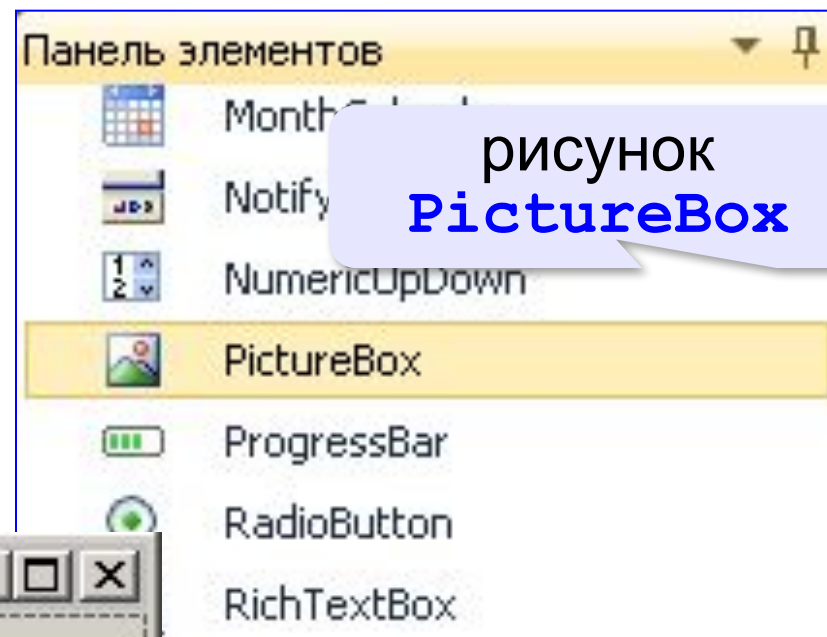
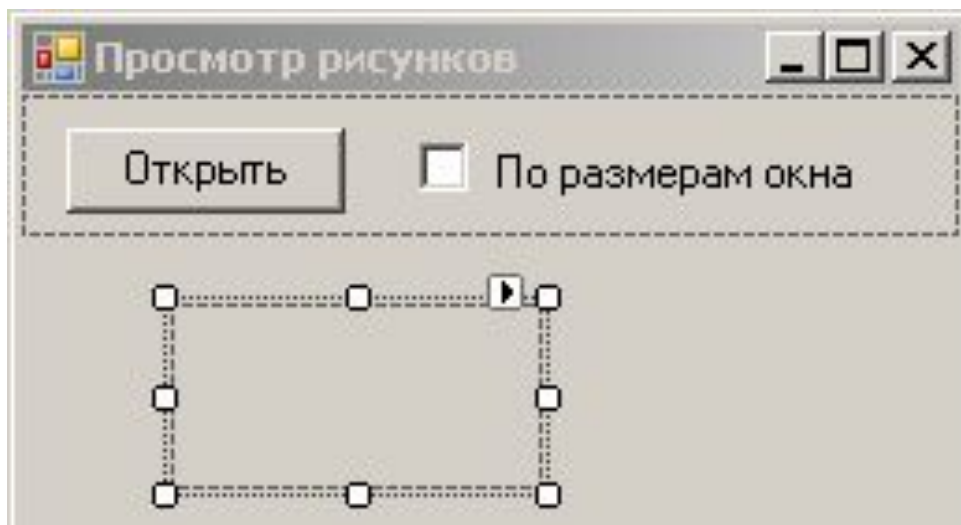


Name = OpenBtn
Text = Открыть файл

Name = SizeCB
Text = По размерам окна

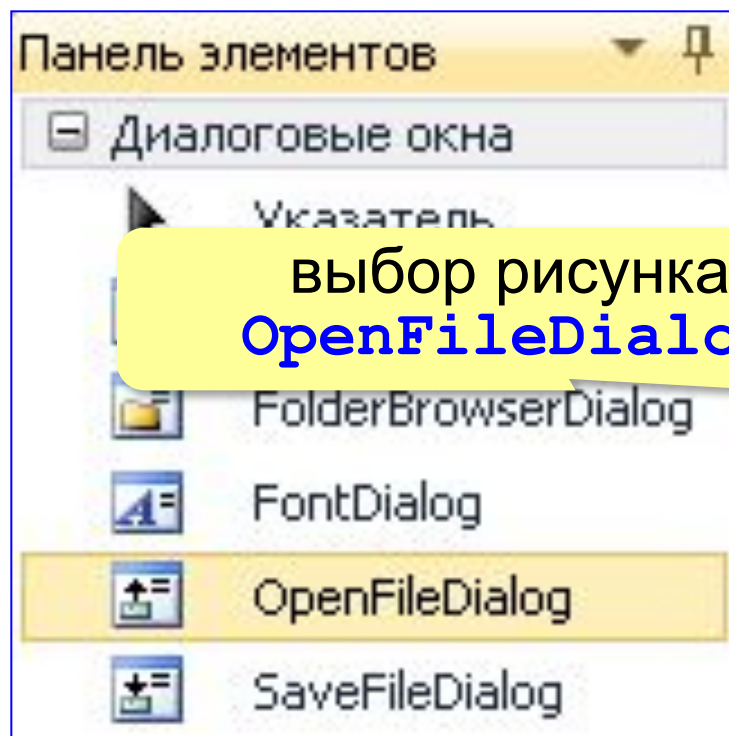


Компонент PictureBox

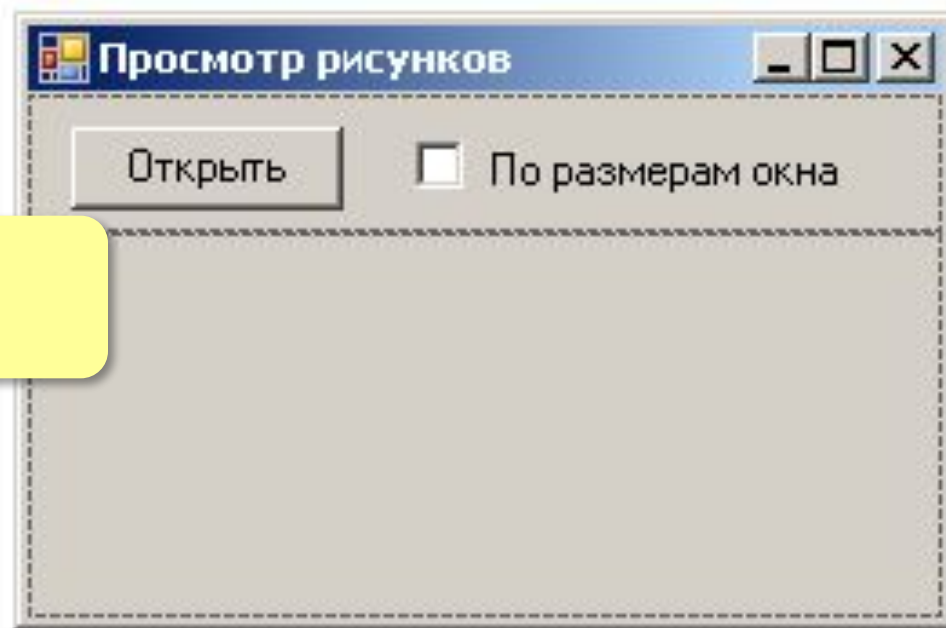


- 1) Загрузка файла?
- 2) Масштабирование?

Выбор файла

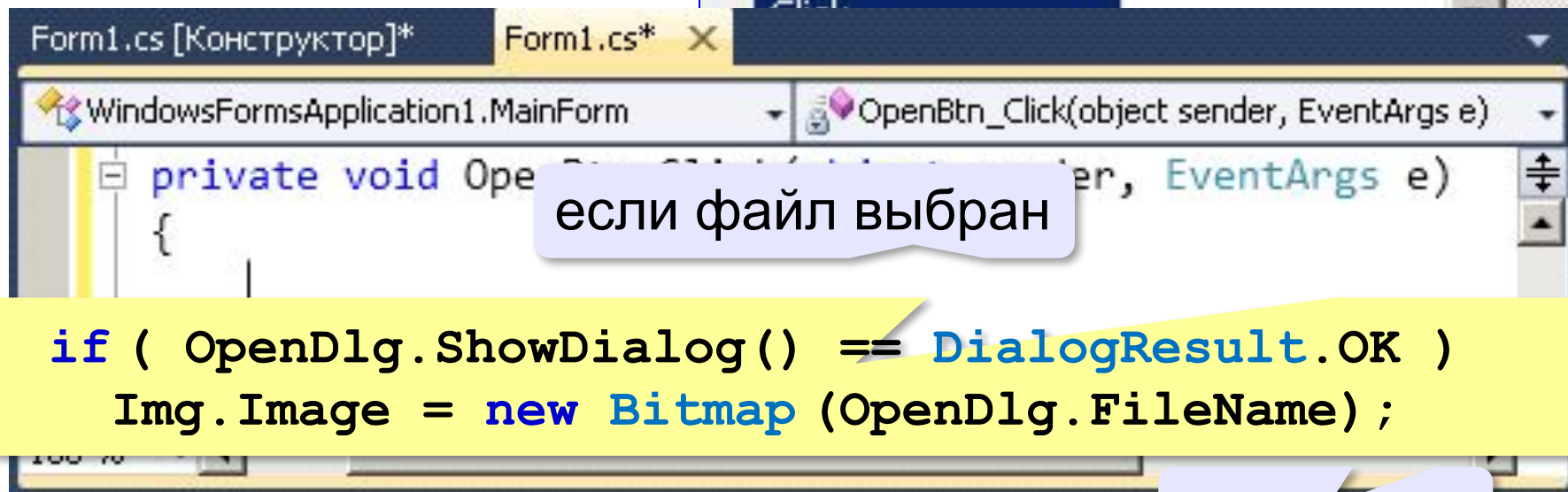
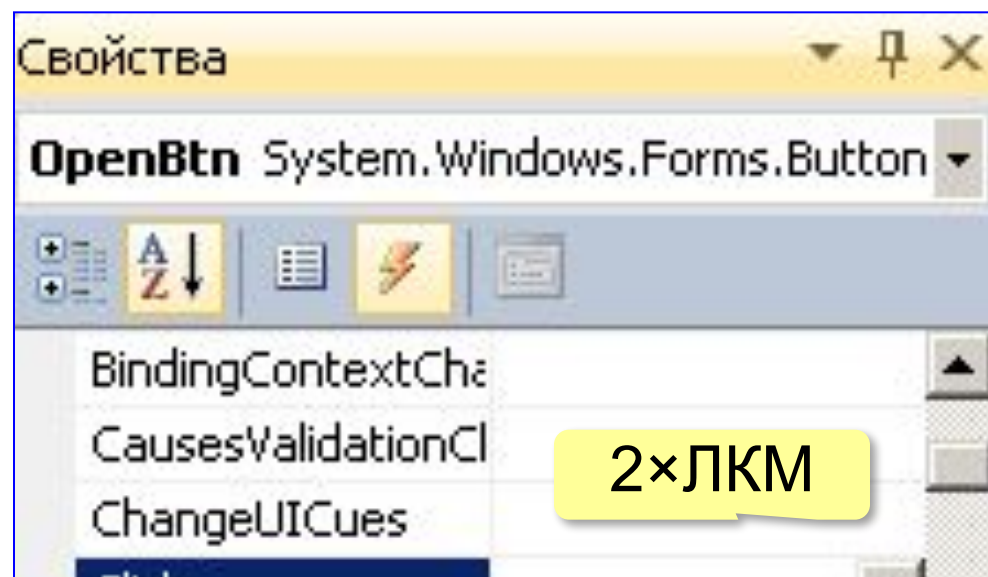
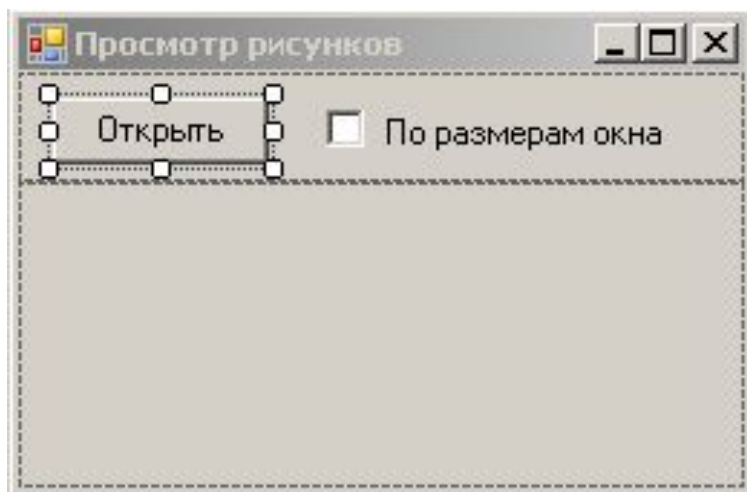


выбор рисунка
OpenFileDialog



Name = OpenFileDialog

Выбор файла

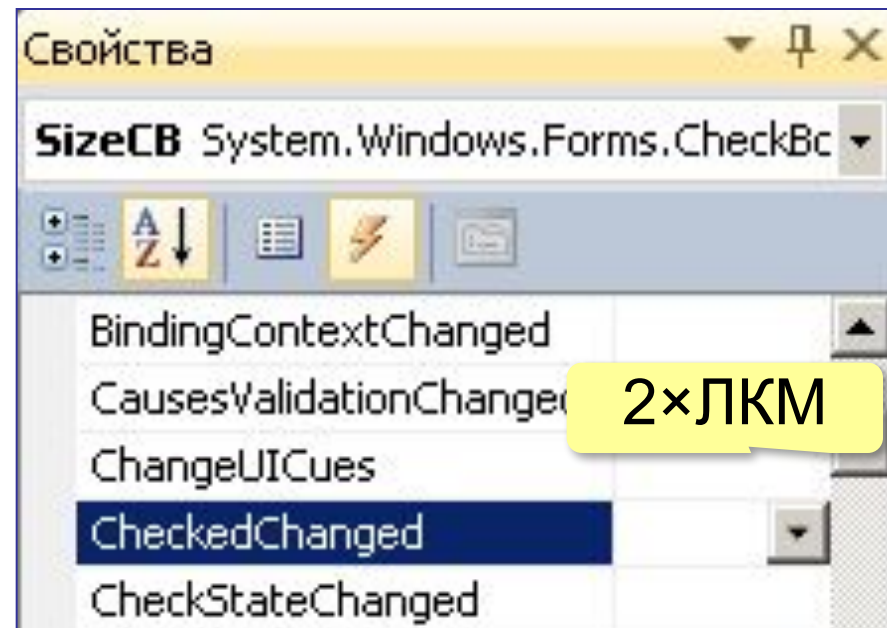
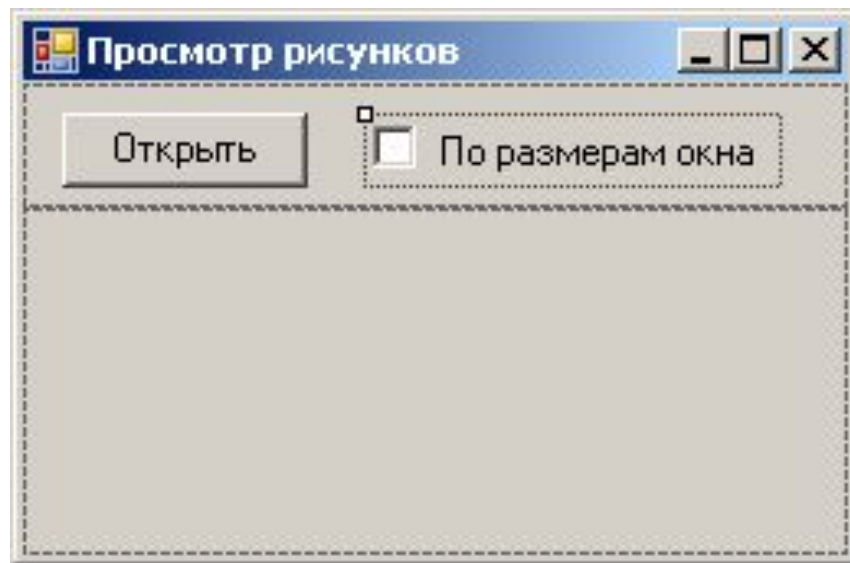


если файл выбран

```
if ( OpenFileDialog.ShowDialog() == DialogResult.OK )  
    Image.Image = new Bitmap (OpenDlg.FileName);
```

имя файла

Масштабирование



```
private void SizeCB_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    |
}
```

```
if ( SizeCB.Checked )
    Img.SizeMode = PictureBoxSizeMode.Zoom;
else Img.SizeMode = PictureBoxSizeMode.Normal;
```

Ввод и вывод данных

для веб-страниц

поле ввода `rEdit`
`TextBox`

метка `rgbLabel`
`Label`

метки `Label`

панель `rgbPanel`
`Panel`

поле ввода `bEdit`
`TextBox`

поле ввода `gEdit`
`TextBox`

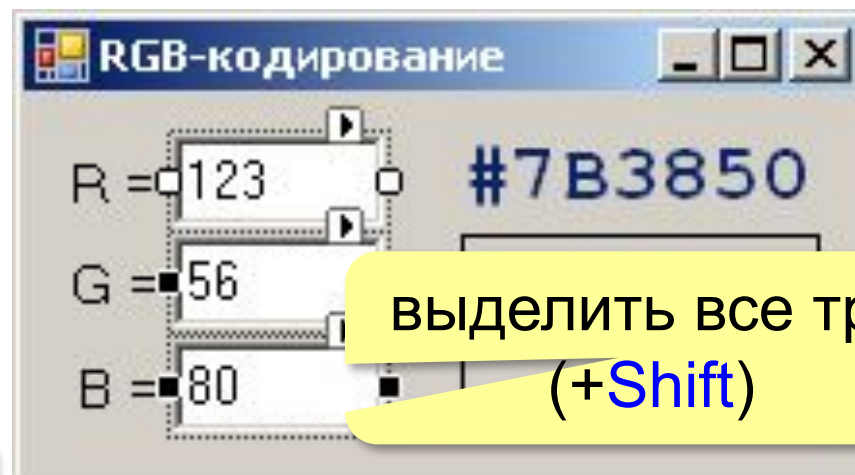
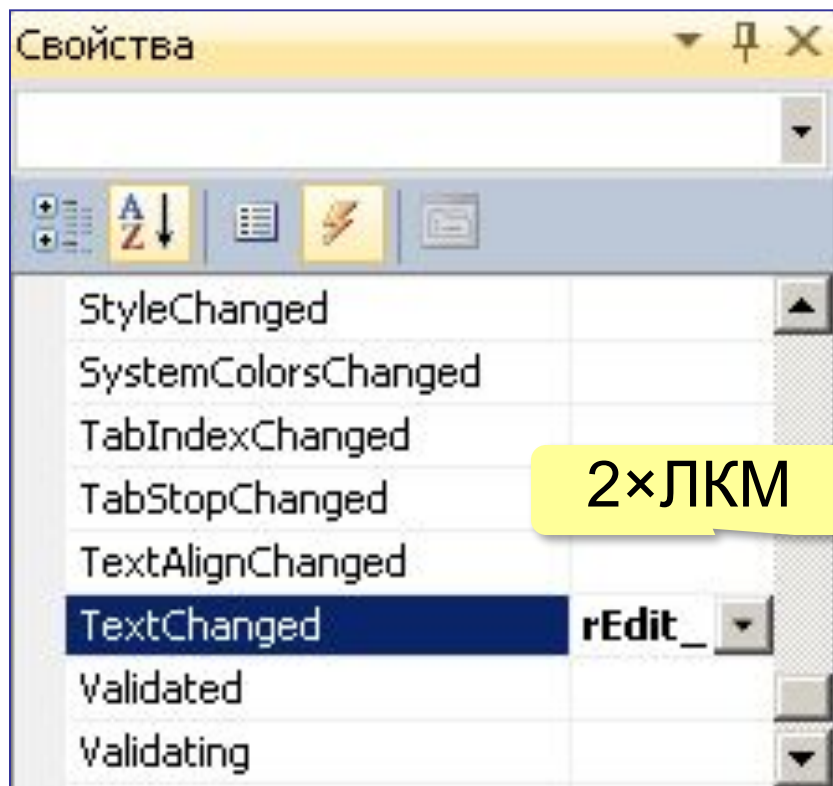
Р = 123
G = 56
B = 80

#7B3850

В-кодирование

The image shows a web form for converting RGB values to a hex color code. It features three input fields for Red (R=123), Green (G=56), and Blue (B=80). To the right, a label displays the resulting hex code #7B3850, and a panel shows a corresponding color swatch. The form is titled 'В-кодирование' (Hex encoding). Callouts identify the underlying HTML controls: `rEdit` `TextBox` for the red input, `gEdit` `TextBox` for the green input, `bEdit` `TextBox` for the blue input, `rgbLabel` `Label` for the hex code, and `rgbPanel` `Panel` for the color swatch. A general `Label` callout points to the 'R =', 'G =', and 'B =' labels.

Обновление компонентов вывода



```
private void rEdit_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

Обновление компонентов вывода

```
private void rEdit_TextChanged (
    object sender, EventArgs e )
{
    int r, g, b;
    r = Int32.Parse ( rEdit.Text );
    g = Int32.Parse ( gEdit.Text );
    b = Int32.Parse ( bEdit.Text );
    rgbPanel.BackColor =
        Color.FromArgb ( r, g, b );
    rgbLabel.Text = "#" + r.ToString("X2")
    + g.ToString("X2") + b.ToString("X2");
}
```

из строки в число

построить
цвет

в шестнадцатеричную
систему, 2 знака

Вызов при запуске

```
private void MainForm_Load (
    object sender, EventArgs e )
{
    rEdit_TextChanged ( rEdit, e );
}
```

ВЫЗЫВАЮЩИЙ
ОБЪЕКТ – **rEdit**
(здесь – всё равно!)

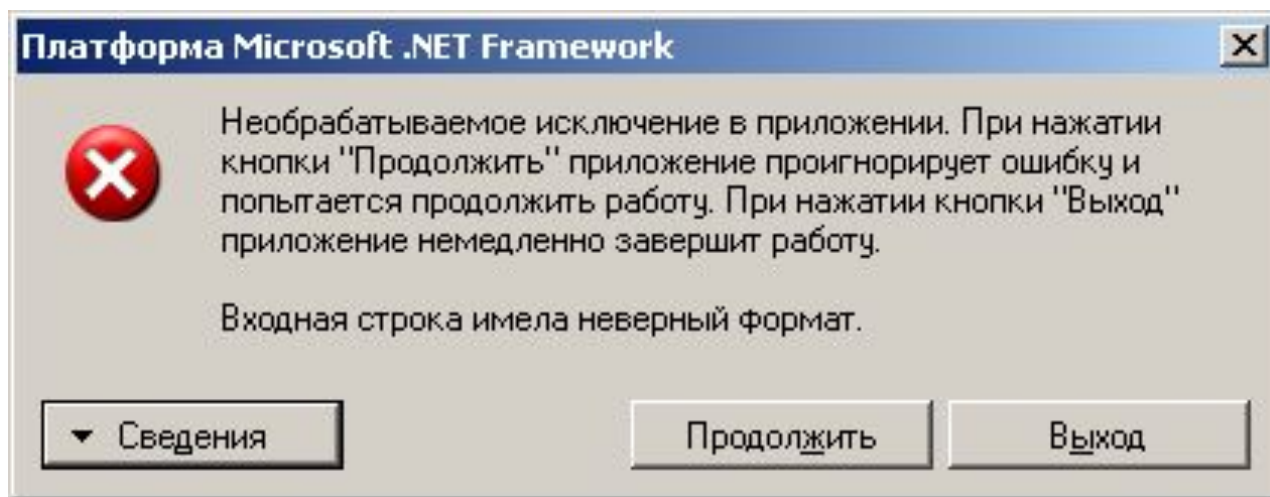
```
private void MainForm_Load (
    object sender, EventArgs e )
{
    rEdit_TextChanged ( null, null );
}
```

ПУСТОЙ ОБЪЕКТ

Обработка ошибок



Если вместо числа ввести букву?



Программа не должна «вылетать»!

Обработка ошибок

попытаться выполнить

```
try
{
    // «опасные» команды
}
catch
{
    // обработка ошибки
}
```

если **исключение**
(аварийная ситуация)



Какие у нас опасные операции?

Обработка ошибок

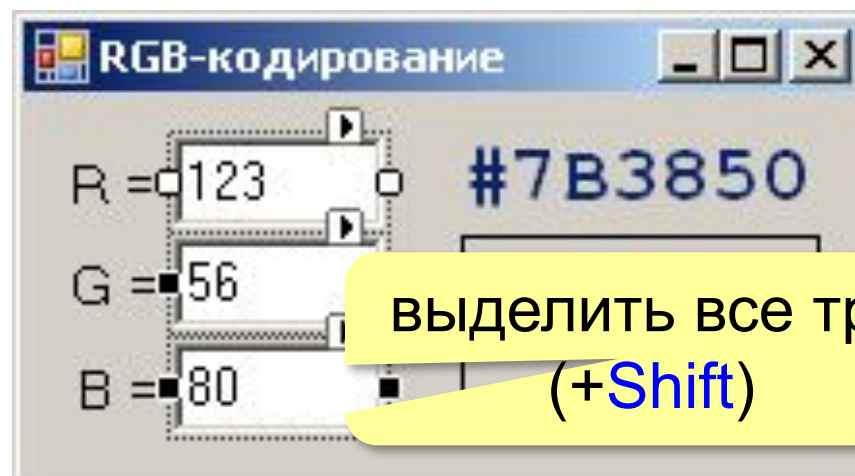
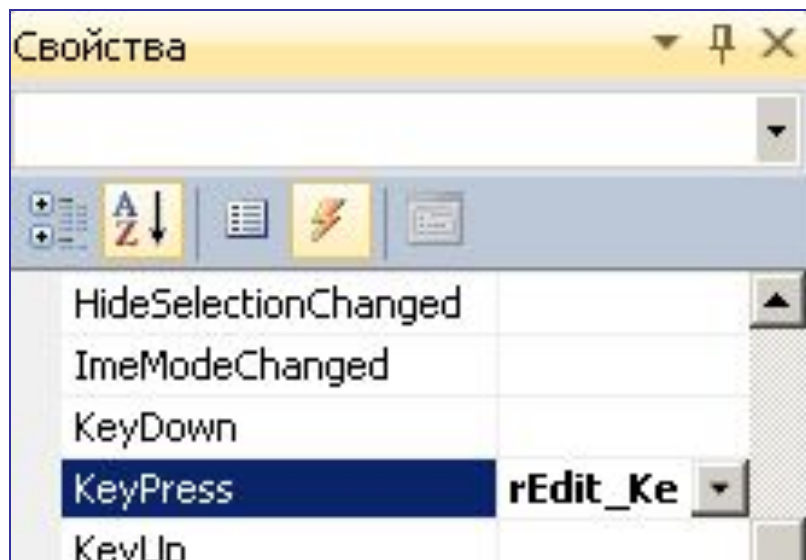
```
try {  
    r = Int32.Parse ( rEdit.Text );  
    g = Int32.Parse ( gEdit.Text );  
    b = Int32.Parse ( bEdit.Text );  
    rgbPanel.BackColor =  
        Color.FromArgb ( r, g, b );  
    rgbLabel.Text = "#" + r.ToString("X2")  
        + g.ToString("X2") + b.ToString("X2");  
}  
catch {  
    rgbLabel.Text = "?";  
}
```

если ошибка, записать "?"



Что делать, если ошибка?

Блокирование неверных символов



```
private void rEdit_KeyPress (
    object sender, KeyPressEventArgs e )
{
    if ( ! ( Char.IsDigit(e.KeyChar) ||
            e.KeyChar == (char) 8) )
        e.Handled = true;
}

```

это цифра

Backspace

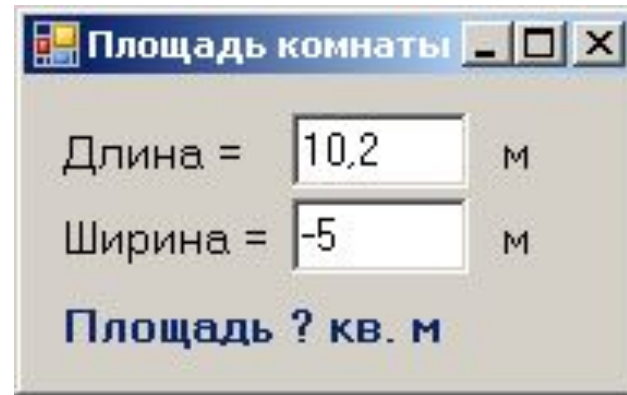
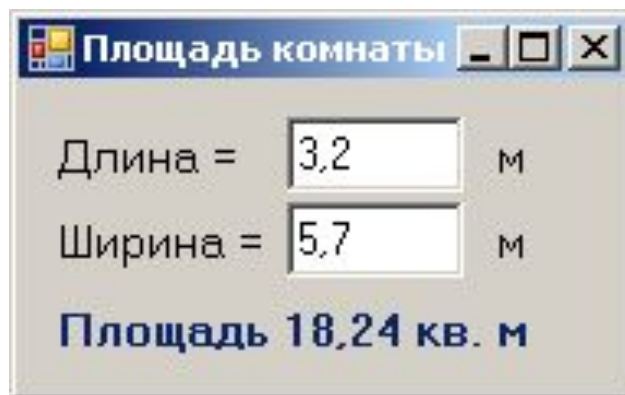
обработка завершена

Задание

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

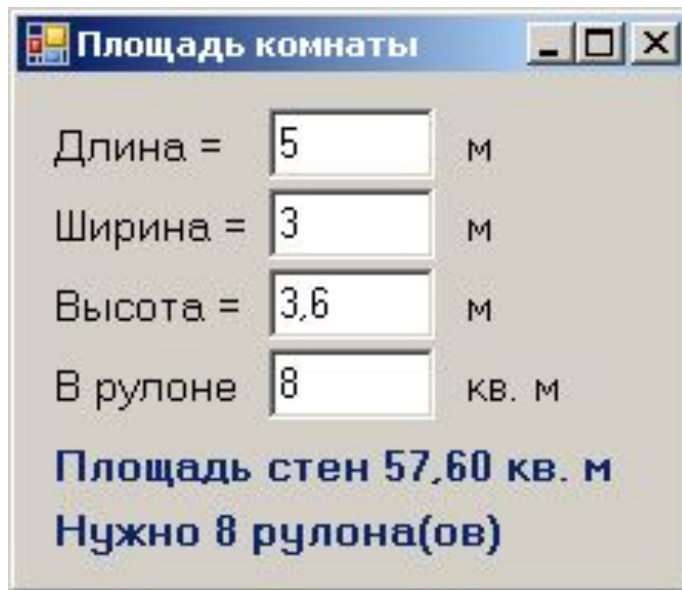
Требования:

- 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 варианта «А».



Площадь комнаты

Длина = м

Ширина = м

Высота = м

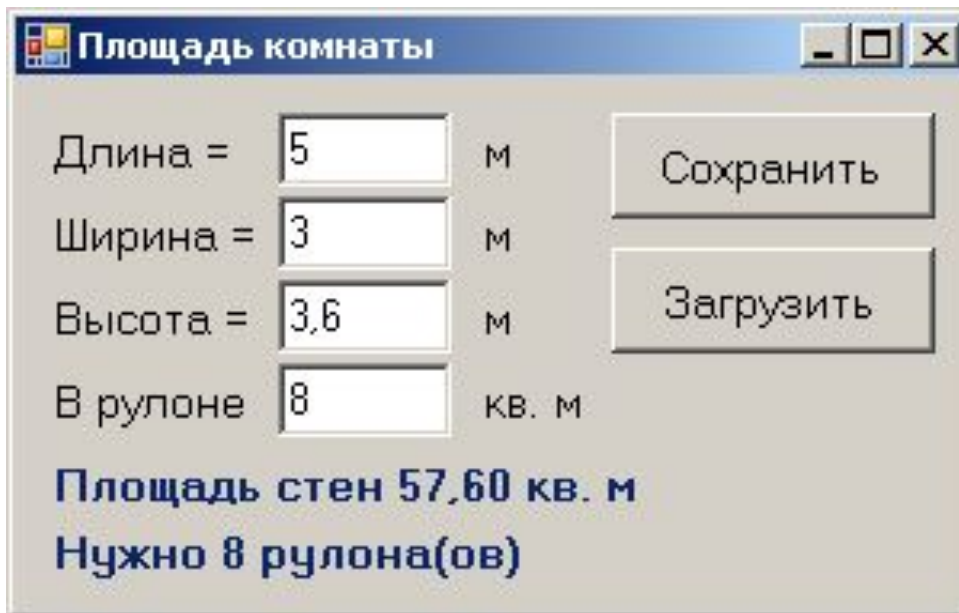
В рулоне кв. м

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).



Площадь комнаты

Длина = м

Ширина = м

Высота = м

В рулоне кв. м

Сохранить

Загрузить

Площадь стен 57,60 кв. м

Нужно 8 рулона(ов)

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 54. Совершенствование КОМПОНЕНТОВ

Новый класс (модуль)

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 `TextBox`!

Проект – Добавить класс

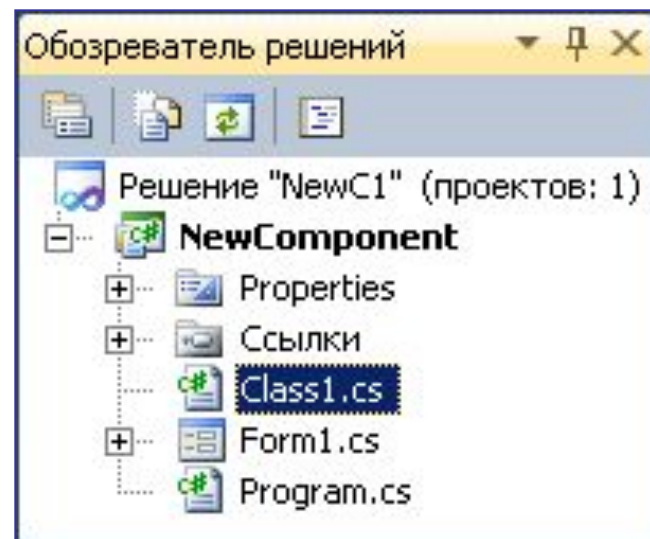
```
using System.Windows.Forms;
```

там объявлен
`TextBox`

```
class IntTextBox: TextBox  
{  
}
```



F5 – запуск! И компонент в палитре!



Обработчик `KeyPress`

```
class IntTextBox: TextBox
```

```
{
```

только для наследников

перекрыть метод базового класса

```
protected override void OnKeyPress (
    KeyPressEventArgs e )
```

```
{
```

```
    if ( !(Char.IsDigit(e.KeyChar) ||
        e.KeyChar == (char)8) )
```

```
        e.Handled = true;
```

```
        base.OnKeyPress(e);
```

```
}
```

```
}
```

вызвать метод базового класса

СВОЙСТВО Value

```
class IntTextBox: TextBox
{
    ...
    public int Value
    {
        set { Text = value.ToString(); }
        get {
            try { return Int32.Parse(Text); }
            catch { return 0; }
        }
    }
}
```

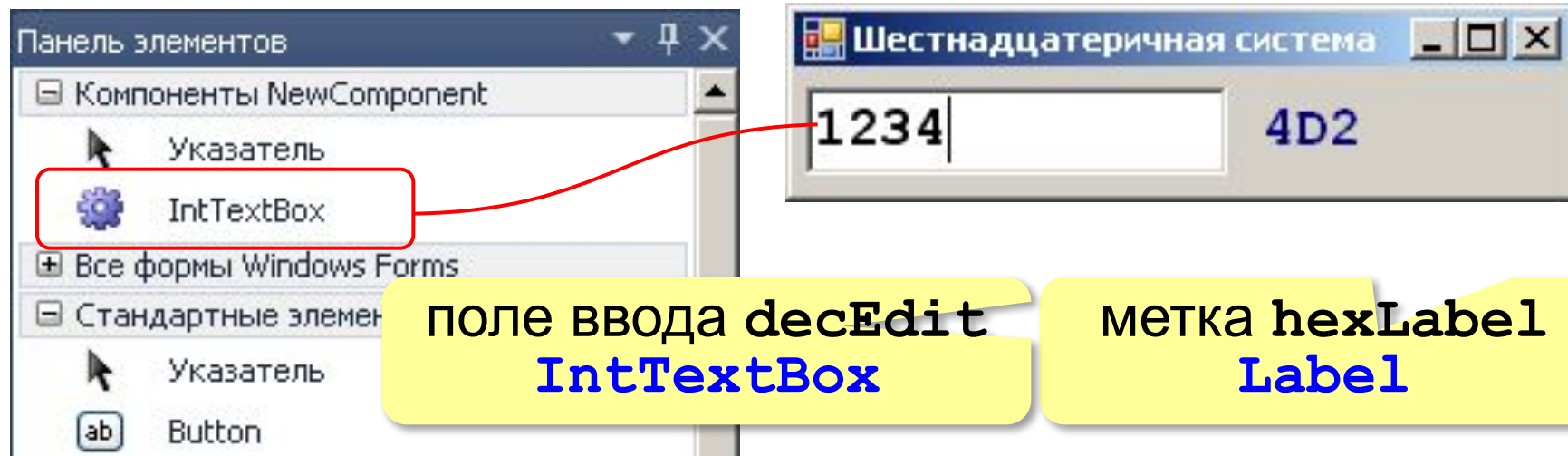
общедоступное
СВОЙСТВО

число в строку

из строки в
число

Поле для ввода целых чисел

Использование:



```
private void decEdit_TextChanged (
    object sender, EventArgs e )
{
    hexLabel.Text =
        decEdit.Value.ToString ( "X" );
}
```

СВОЙСТВО

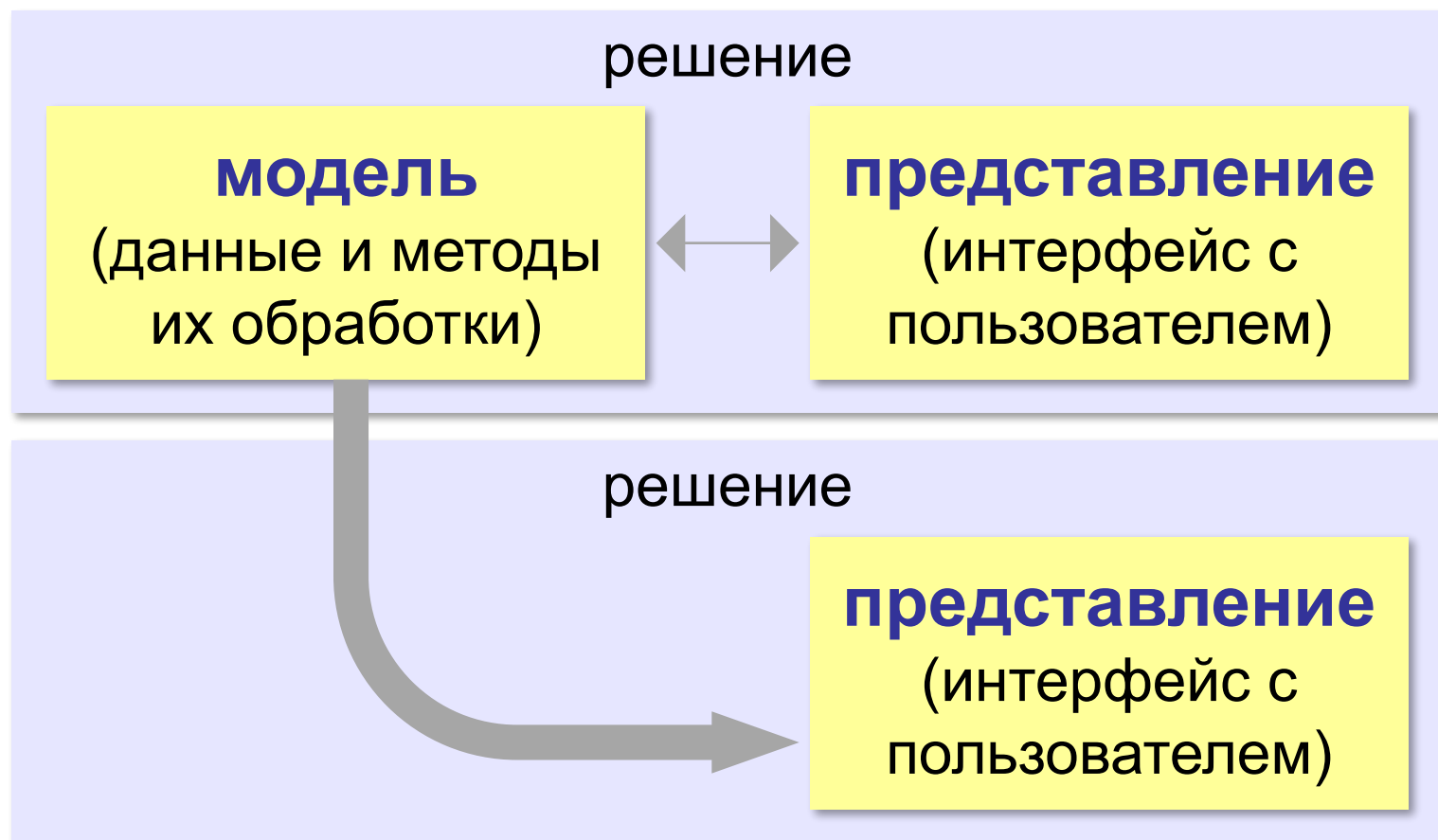
в шестнадцатеричную

Объектно-ориентированное программирование. Языки C++ и C#

§ 55. Модель и представление

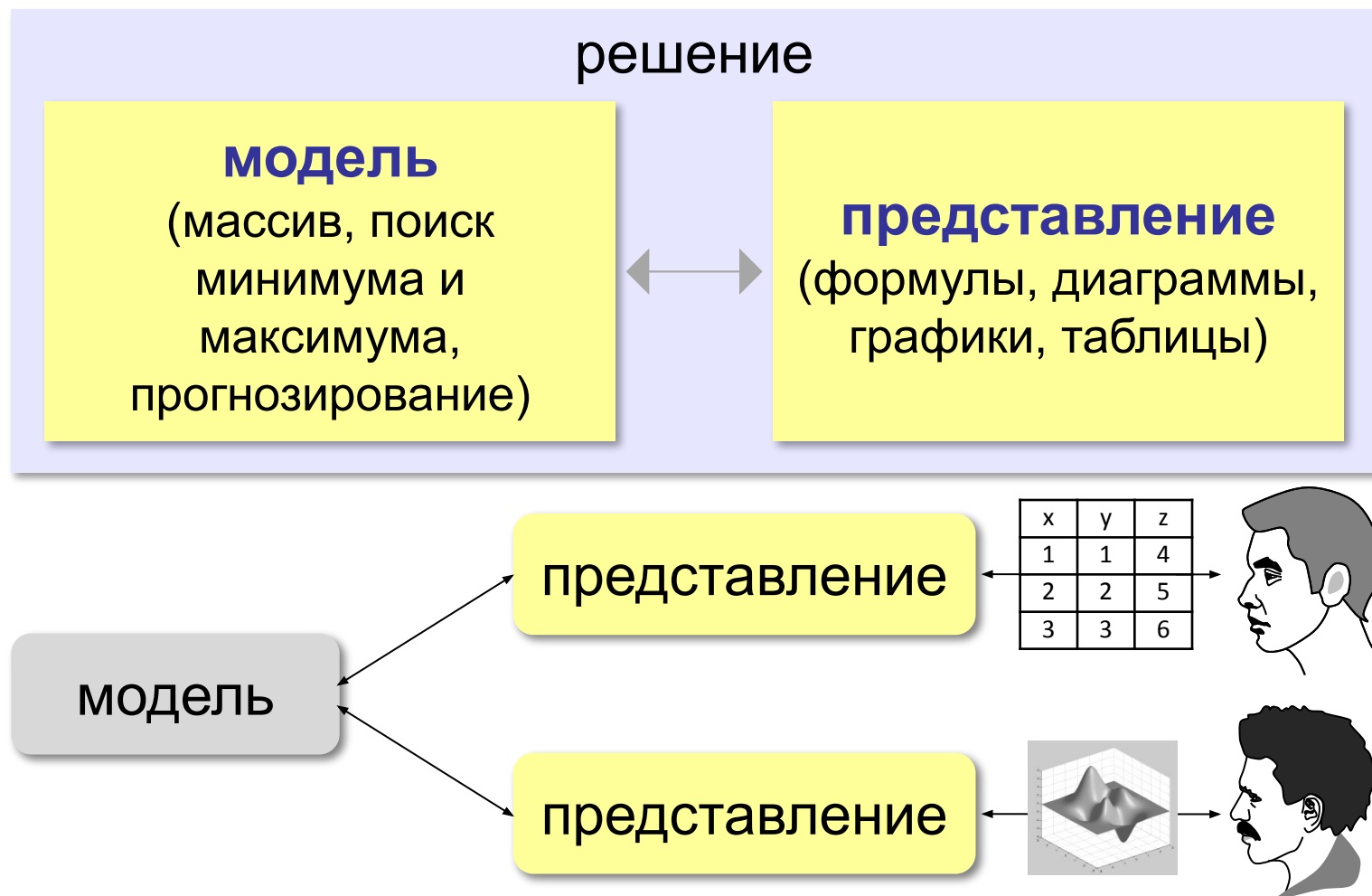
Еще одна декомпозиция

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

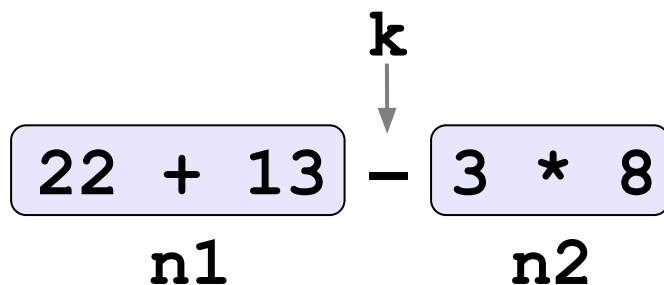
n1 = значение левой части

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)
}
```

Статический класс – набор функций

Проект – Добавить класс

```
static class Calculator
{
    static int Priority ( char op ) {
        ...
    }
    static int LastOp ( string s ) {
        ...
    }
    public static int Calc ( string s ) {
        ...
    }
}
```

приоритет операции

последняя операция

ВЫЧИСЛИТЬ

! Calc – открытый метод!

Модель: приоритет операций

```
int Priority ( char op )
{
    switch ( op )
    {
        case '+':
        case '-': return 1;
        case '*':
        case '/': return 2;
    }
    return 100;
}
```

Модель: номер последней операции

```
int LastOp ( string s )
{
    int i, minPrt, res;
    minPrt = 50; // любое между 2 и 100
    res = -1;
    for ( i = 0; i < s.Length; i++ )
        if ( Priority(s[i]) <= minPrt )
        {
            minPrt = Priority(s[i]);
            res = i;
        }
    return res;
}
```

вернёт номер
СИМВОЛА

?

Почему <=?

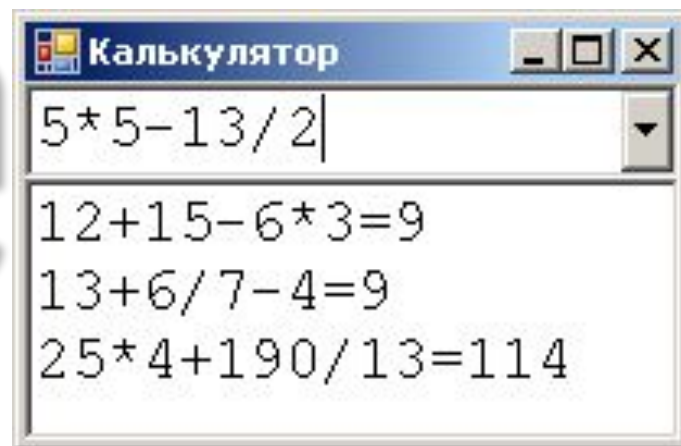
Модель: ВЫЧИСЛЕНИЯ

```
public static int Calc(string s)
{
    int k, n1, n2, res = 0;
    k = LastOp ( s );
    if ( k < 0 ) return Int32.Parse(s);
    n1 = Calc( s.Substring(0, k) ); // левая
    n2 = Calc( s.Substring(k+1) ); // правая
    switch ( s[k] ) {
        case '+': res = n1 + n2; break;
        case '-': res = n1 - n2; break;
        case '*': res = n1 * n2; break;
        case '/': res = n1 / n2; break;
    }
    return res;
}
```

Представление

выпадающий
СПИСОК
ComboBox

Name = Input
Dock = Top



многострочное
поле **TextBox**

Name = Answers
Dock = Fill
ReadOnly = True
Multiline = True

```
if ( нажата клавиша Enter )  
{  
  x = значение выражения  
  добавить результат в конец поля вывода  
  if ( выражения нет в списке )  
    добавить его в список  
}
```

Перехват нажатия на клавишу **Enter**

KeyPress для элемента **Input**:

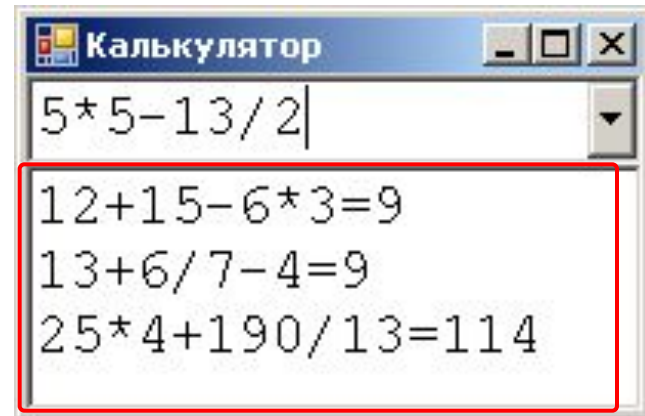
```
private void Input_KeyPress (
    object sender, KeyEventArgs e )
{
    if ( e.KeyChar == (char)13 )
    {
        ...
    }
}
```

КОД КЛАВИШИ
Enter

Обработка и вывод данных

Вычисления (обращение к модели):

```
int x;  
x = Calculator.Calc(  
    Input.Text);
```



Добавление строки в TextBox: →

добавить строку

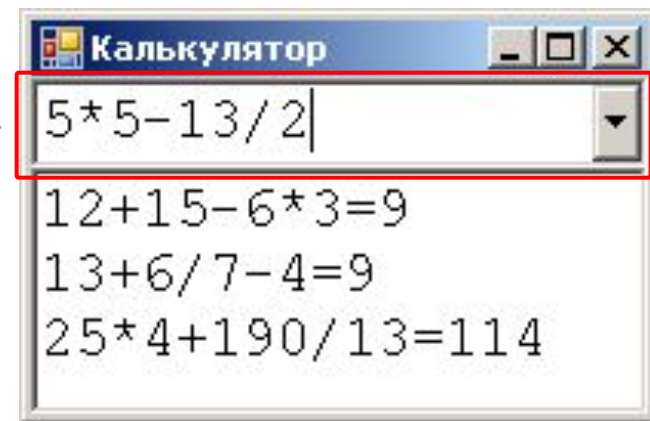
```
Answers.Text += Input.Text + "=" +  
    x.ToString() + "\r\n";
```

число в строку

новая строка

Обработка и вывод данных

Добавление строки в **ComboBox**:



найти индекс строки

```
int i = Input.FindString(Input.Text);  
if ( i < 0 )  
    Input.Items.Insert ( 0, Input.Text );
```

массив строк в
ComboBox

вставить
строку

позиция
списка

что
вставлять

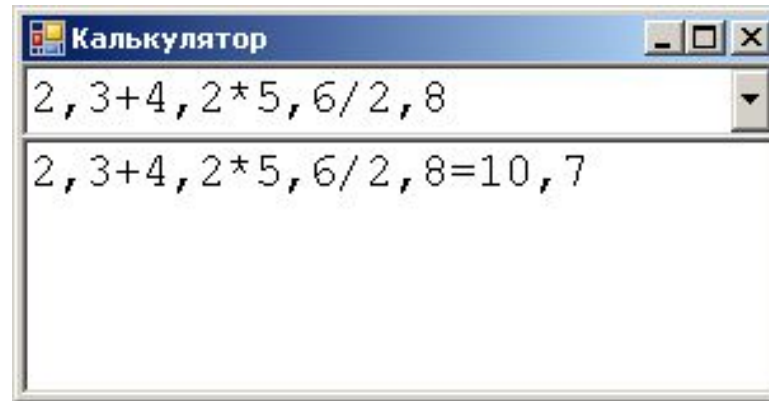
Перехват нажатия на клавишу Enter

KeyPress для элемента Input:

```
private void Input_KeyPress (
    object sender, KeyEventArgs e )
{
    if ( e.KeyChar == (char)13 )
    {
        int x = Calculator.Calc ( Input.Text );
        Answers.Text += Input.Text + "="
            + x.ToString() + "\r\n";
        int i = Input.FindString (Input.Text);
        if ( i < 0 )
            Input.Items.Insert(0, Input.Text);
    }
}
```

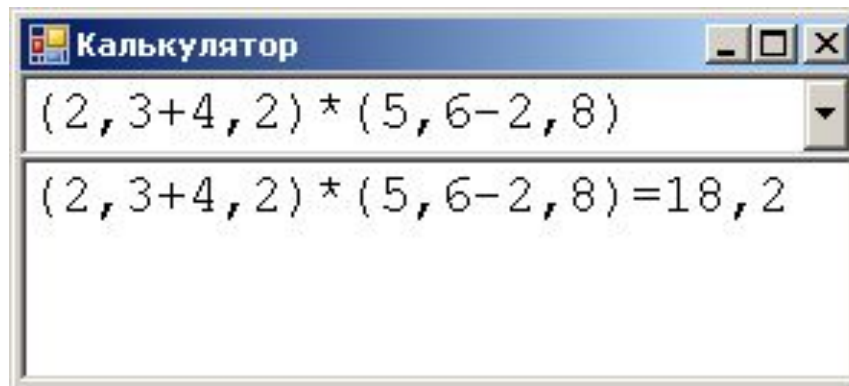

Задание

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



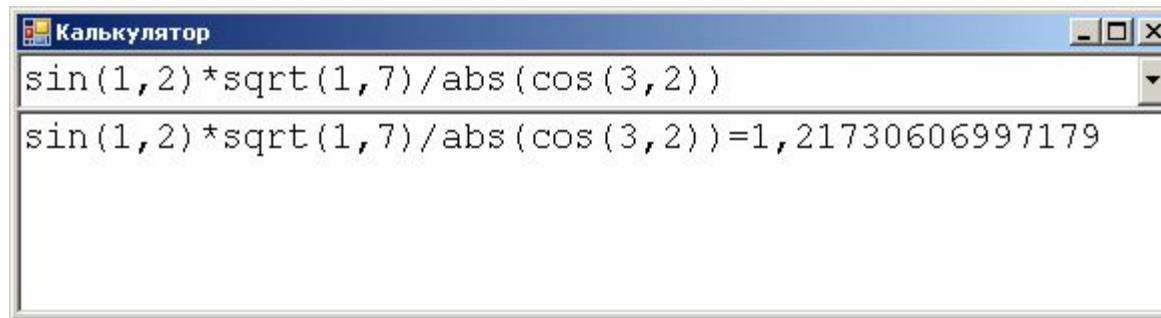
Задание

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



Задание

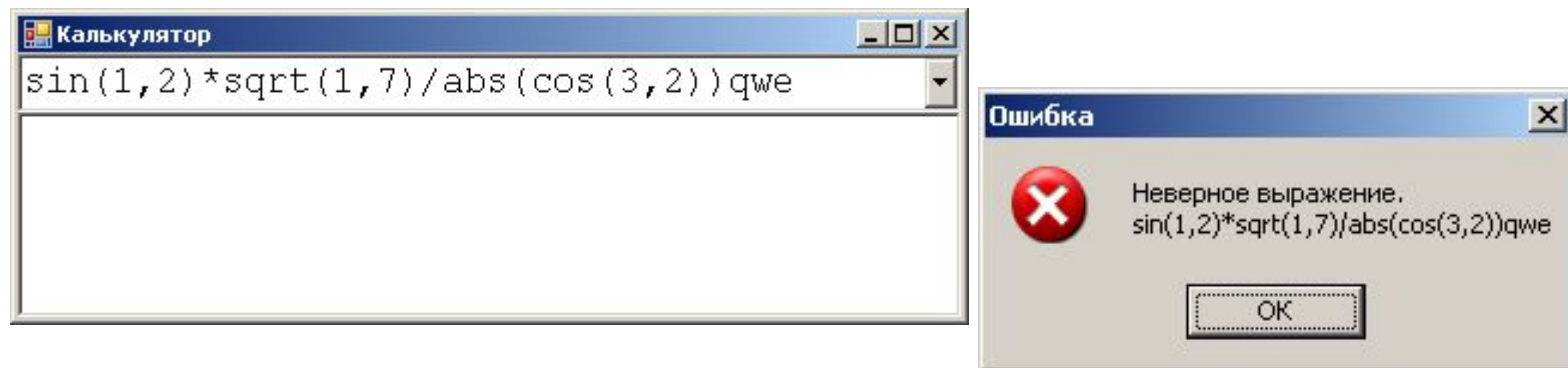
«С»: Измените программу так, чтобы она могла вычислять значения выражений, содержащих вызовы функций **abs**, **sin**, **cos**, **sqrt**.



The image shows a screenshot of a Windows calculator window titled "Калькулятор". The calculator is in scientific mode. The input field contains the expression `sin(1,2)*sqrt(1,7)/abs(cos(3,2))`. The result field shows the value `sin(1,2)*sqrt(1,7)/abs(cos(3,2))=1,21730606997179`.

Задание

«D»: Измените программу так, чтобы при вводе неверного выражения выводилось сообщение об ошибке.



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 формы.

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