# Обектно-ориентирано програмиране (записки)

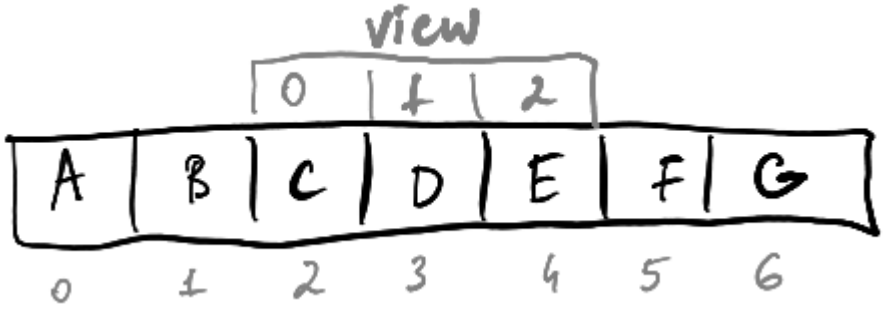

- **Марина Господинова**
- **Илиан Запрянов**

# Тема 11.Изгледи и полиморфизъм

## Изгледи

**def|** Клас, който се ползва за преглед на интервал от колекции

С други думи изгледите са инструменти, които действат като прозорци към данните. Те ни позволяват да виждаме и да манипулираме данни, които се съхраняват някъде другаде, без да създаваме излишни нови копия на тези данни.




```cpp
#include <iostream>

int main()
{
    //за примера се налага да използваме [string], тъй като
    //обикномените [char] низове, които сме свикнали да
    //използваме не поддържат .substr()
    std::string str = "Hello, World";

    str.substr(7, 5);
    //         ^  ^
    //         |  |
    // начален |  |  брой
    // индекс -|  |- символи

    //.substr() връща нов [string], не променя този, с който сме извикали функцията,
    //което значи, че трябва да запазазим резултата от .substr в нов [string]
    std::string res = str.substr(7, 5);

    //=> като извод се нуждаем да създадем нов [string]
    //и съответно да заделим нова памет за него,
    //а ние не искаме това

    std::cout << str << std::endl; //Hello, World (не се променя)
    std::cout << res << std::endl; //World (запазили сме резултата от .substr)


    return 0;
}
```

```
Hello, World
World
```

**Идеята на StringView е чрез изглед към част от string да избегнем това излишно заделяне на памет и създаването на нов обект**

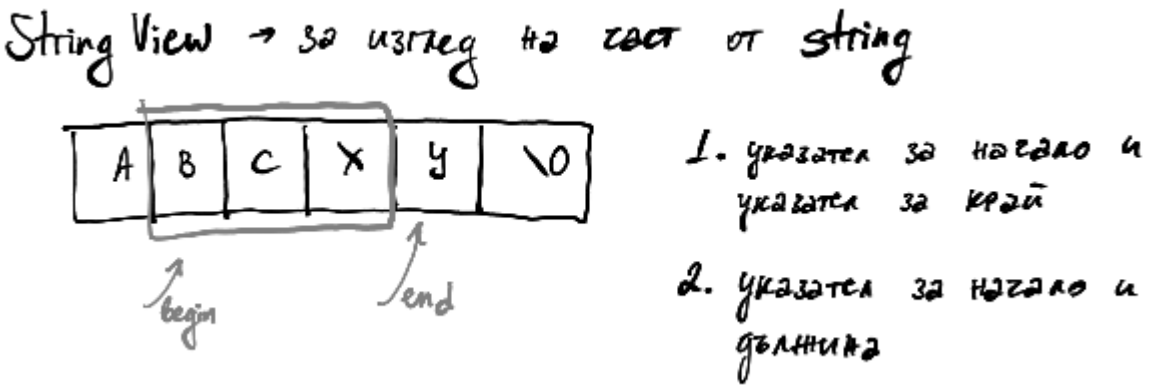
https://github.com/Angeld55/Object-oriented_programming_FMI/tree/master/Week%2010/String%20and%20StringView

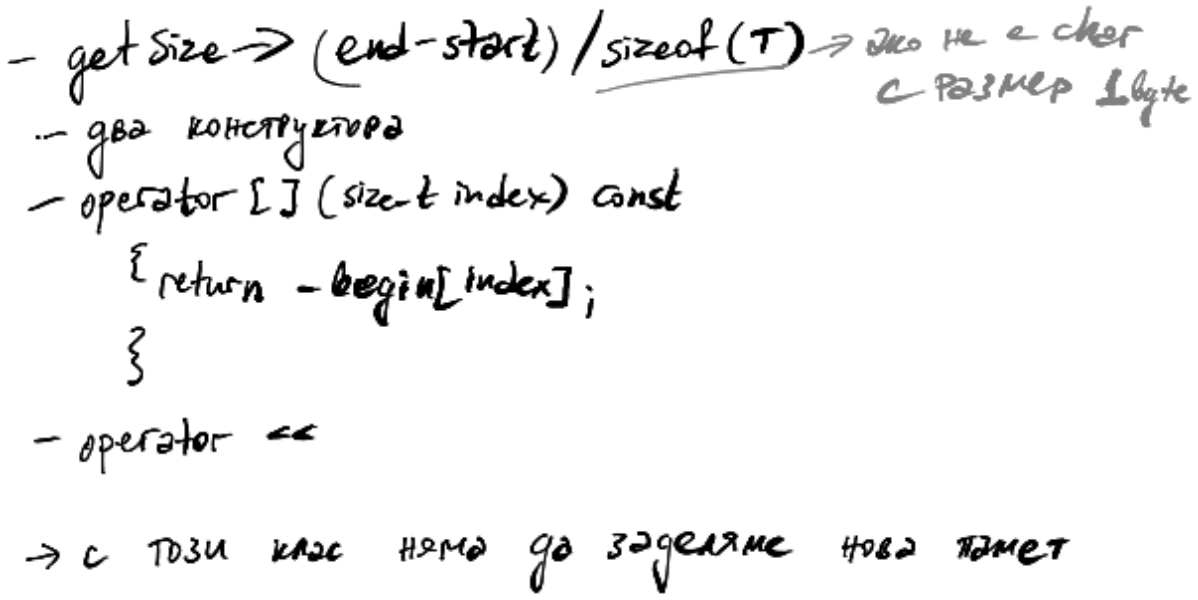
**Има два варианта за член-данните на StringView 01**

**01. указател към началото на стринга + указател към края на стринга**
**02. указател към началото на стринга + дължина (брой символи)**

**Имаме предвид, че е прието подниза да се взима чрез интервал във вида**
**[start, end)**

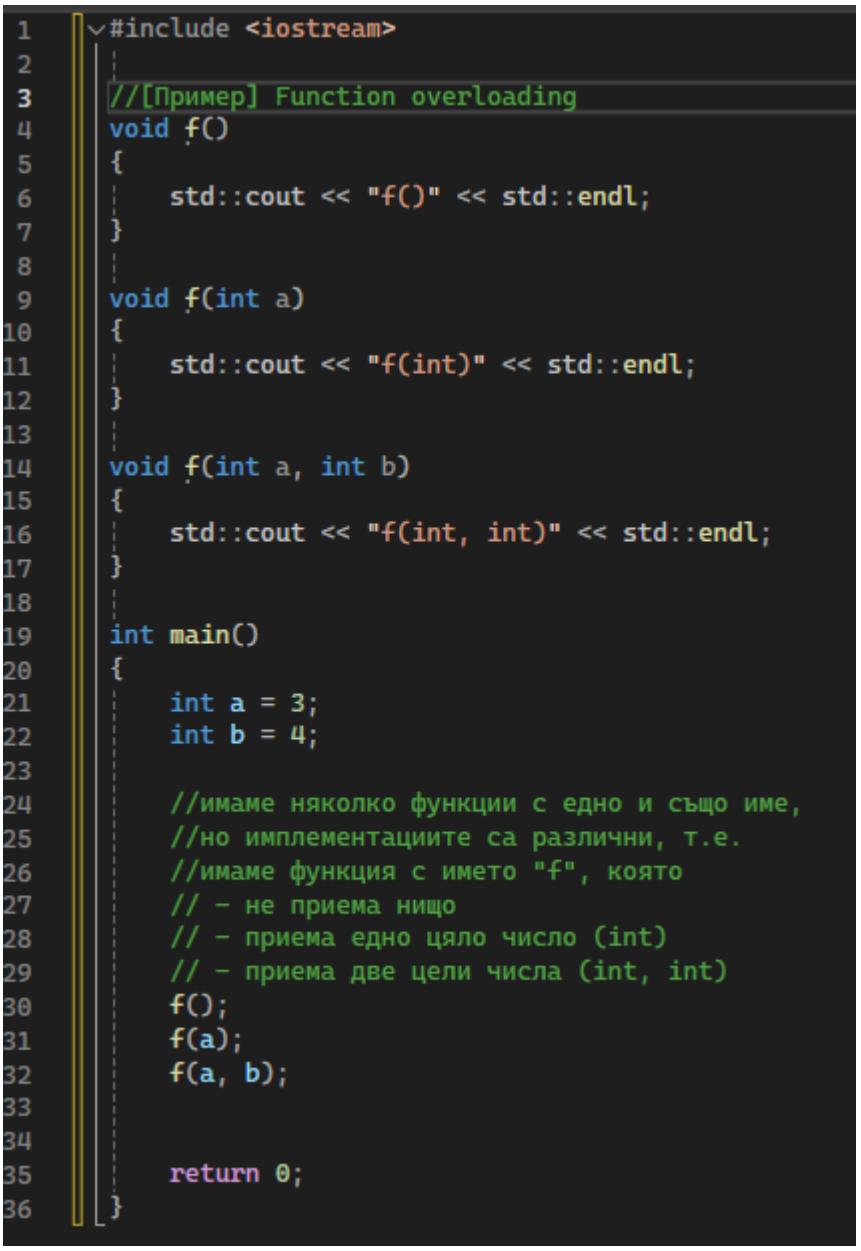
**Бележки за StringView**



# Полиморфизъм

**def|** Едно име на функция, но много различни имплементации

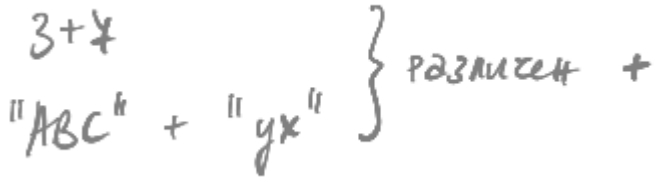


```cpp
#include <iostream>

//[Пример] Function overloading
void f()
{
    std::cout << "f()" << std::endl;
}

void f(int a)
{
    std::cout << "f(int)" << std::endl;
}

void f(int a, int b)
{
    std::cout << "f(int, int)" << std::endl;
}

int main()
{
    int a = 3;
    int b = 4;

    //имаме няколко функции с едно и също име,
    //но имплементациите са различни, т.е.
    //имаме функция с името "f", която
    // - не приема нищо
    // - приема едно цяло число (int)
    // - приема две цели числа (int, int)
    f();
    f(a);
    f(a, b);


    return 0;
}
```

**def.| Compile time polymorphism -** по време на компилация се определя коя функция да се извика

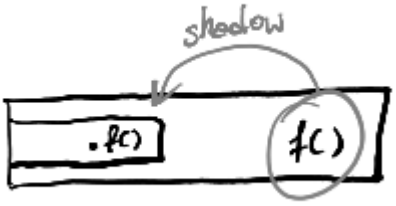
- **function overloading**
- **operator overloading**

**operator overloading - например при оператора за събиране (+), имаме много видове събирания. Например събирането на низове е различно от това на цели числа, едното очаква конкатенация, а другото сбор.**




```cpp
class Base
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "Base::f()" << std::endl;
    }
};

class Der : public Base
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "Der::f()" << std::endl;
    }

};

int main()
{
    Der d;

    //в случая, тъй като [Der] наследява [Base] публично,
    //то де факто имаме две едни и същи функции с еднакво име,
    //като имаме достъп и до двете

    //когато извикаме функцията f() на обект от тип [Der],
    //то това ще извика член-функцията f() на [Der], т.е.
    //функцията f() на [Der] ще "shadow"-не тази на [Base]
    d.f();

    //ако искаме да извикаме функцията f() на [Base], то
    //е необходимо да конкретизираме, че искаме да извикаме точно нея
    d.Base::f();

    return 0;
}
```

```
Microsoft Visual Studio
Der::f()
Base::f()
```




```
void k(Base* ptr) //[Base] pointer param
{
    ptr->f(); //[!] [ptr] е от тип [Base] =>
              //ще извика член-функцията f() на [Base]
}

void s(Der* ptr) //[Der] pointer param
{
    ptr->f(); //[!] [ptr] е от тип [Der] =>
              //ще извика член-функцията f() на [Der]
}

int main()
{
    Der d;

    //припомняме, че [Base] стои в началото на [Der]

    k(&d); //k() ще вземе само [Base] частта на [Der]

    s(&d); // k() ще вземе [Der]

    //[!] същото е и при подаване по референция

    return 0;
}
```

```
Microsoft Visua
Base::f()
Der::f()
```

```cpp
int main()
{
    Der d;

    //насочваме [Der] пойнтър към [d]
    Der* ptr = &d;
    ptr->f(); //=> ще извика f() функията на [Der]

    //насочваме [Base] пойнтър към [d]
    Base* ptr2 = &d;
    ptr2->f(); //=> ще извика f() функията на [Base]

    return 0;
}
```

```
Microsoft V
Der::f()
Base::f()
```

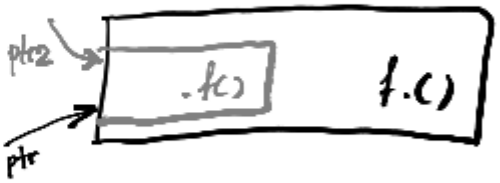
## Статично свързване

**def.| Статично свързване**

- изборът на функция става при време на компилация
- определя се от: **типа на указателя/референцията**, от който се извиква функцията

**Предните примери са примери и за статично свързване**

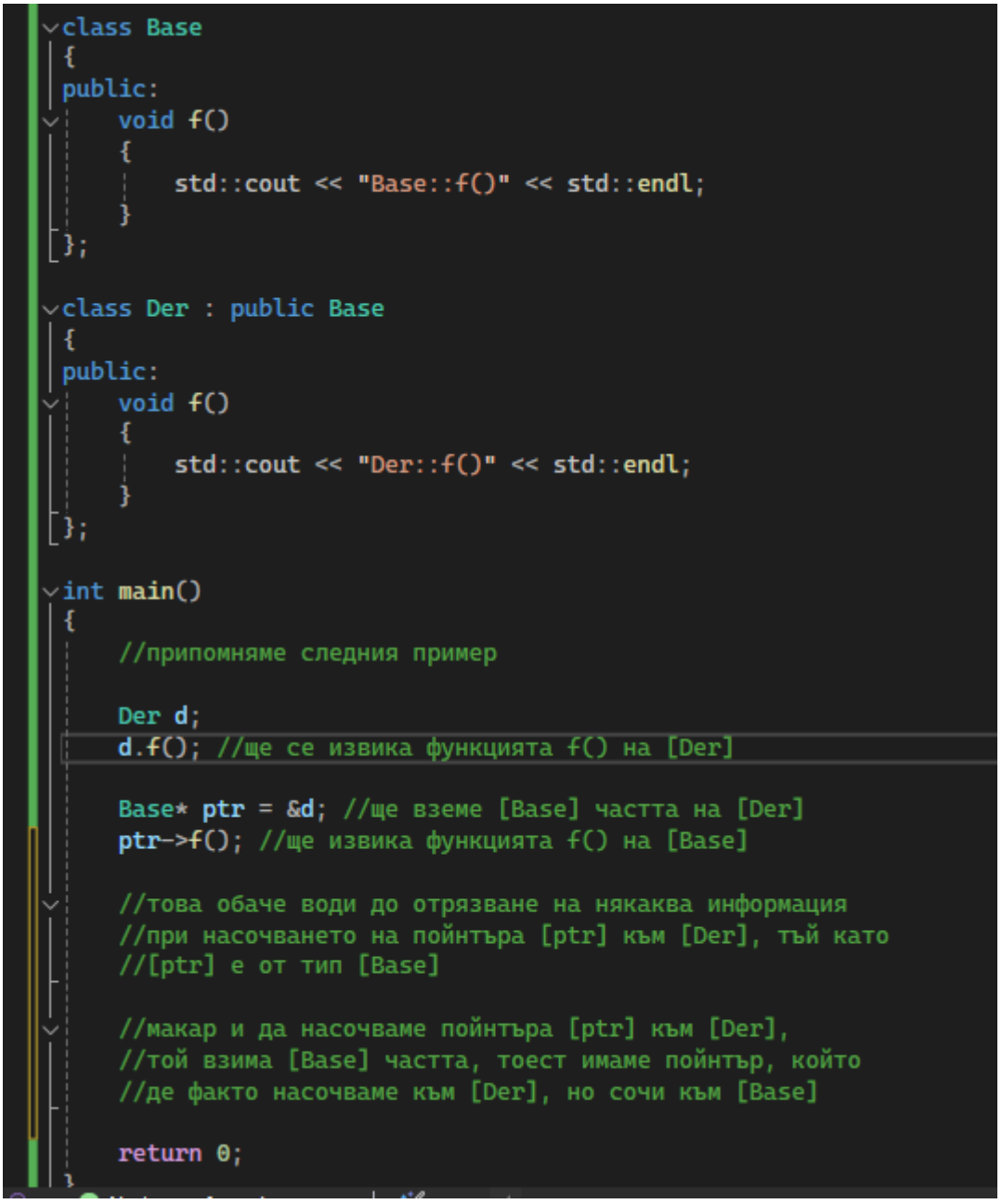
```cpp
Der d;
Der* ptr = d;
ptr->f(); // Der::f()
Base* ptr2 = d;
ptr2->f(); // Base::f()
```



## Динамично свързване

**def.| Динамично свързване**

- изборът на коя функция да се извика става по време на изпълнение на програмата **(run-time polymorphism)**
- чрез виртуални функции



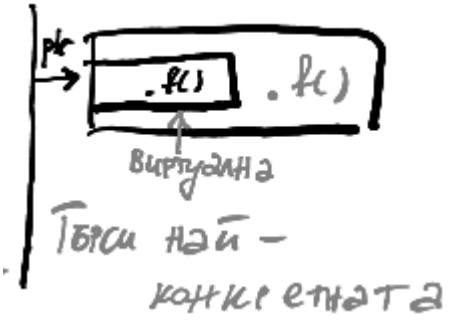
```
class Base
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "Base::f()" << std::endl;
    }
};

class Der : public Base
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "Der::f()" << std::endl;
    }
};

int main()
{
    //припомняме следния пример

    Der d;
    d.f(); //ще се извика функцията f() на [Der]

    Base* ptr = &d; //ще вземе [Base] частта на [Der]
    ptr->f(); //ще извика функцията f() на [Base]

    //това обаче води до отрязване на някаква информация
    //при насочването на пойнтъра [ptr] към [Der], тъй като
    //[ptr] е от тип [Base]

    //макар и да насочваме пойнтъра [ptr] към [Der],
    //той взима [Base] частта, тоест имаме пойнтър, който
    //де факто насочваме към [Der], но сочи към [Base]

    return 0;
}
```

```cpp
#include <iostream>

class Base
{
public:
    virtual void f()
    {
        std::cout << "Base::f()" << std::endl;
    }
};

class Der : public Base
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "Der::f()" << std::endl;
    }
};
```

```cpp
int main()
{
    //ако искаме да нямаме това поведение, т.е. да
    //отрязваме информация, това става чрез ключовата дума
    //[!] virtual

    //тя ни позволява решението коя функция да бъде извикана
    //да става по време на изпълнение, т.е. вместо
    //предварително да види какъв е типа на пойнтъра/референцията,
    //компилаторът гледа към какво сочи/с какво е свързана и извиква
    //най-конкретната функция

    Der d;
    d.f(); //стандартно извикване на функцията f()

    Base* ptr = &d; //макар [ptr] да е пойнтър от тип [Base]
                    //[d] е от тип [Der]

    //компилаторът по време на изпълнение ще види, че пойнтъра
    //сочи към обект от тип [Der] и ще извика функцията f() на [Der]
    //(функцията f() в типа на обекта към когото сочи)

    ptr->f(); //повтаряме: въпреки, че пойнтъра е от тип [Base],
              //компилаторът ще види, че той сочи към [Der] =>
              //ще се извика функцията f() на [Der]

    return 0;
}
```

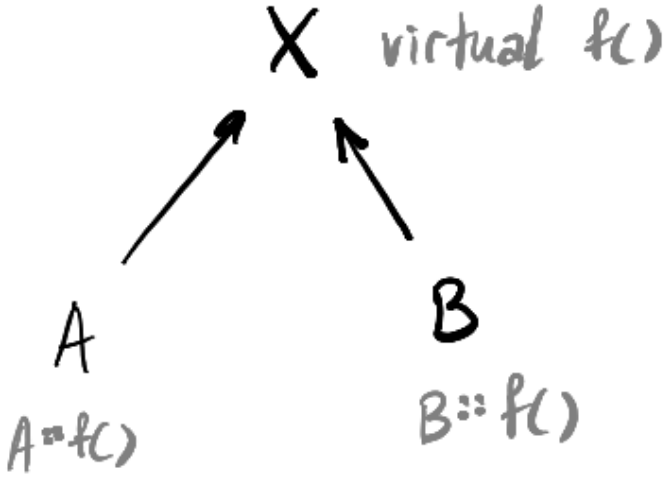
```
Microsoft Visual St
Der::f()
Der::f()
```

**Можем да кажем, че виртуалните функции търсят най-конкретната функция и изпълняват нея**




**В случая видяхме, че сочим към Der, Der има f() в себе си => извиква нея. Ако Der НЯМАШЕ такава функция компилаторът щеше да продължи да търси най-конкретната нагоре по йерархията.**

**Нека имаме следната йерархия**



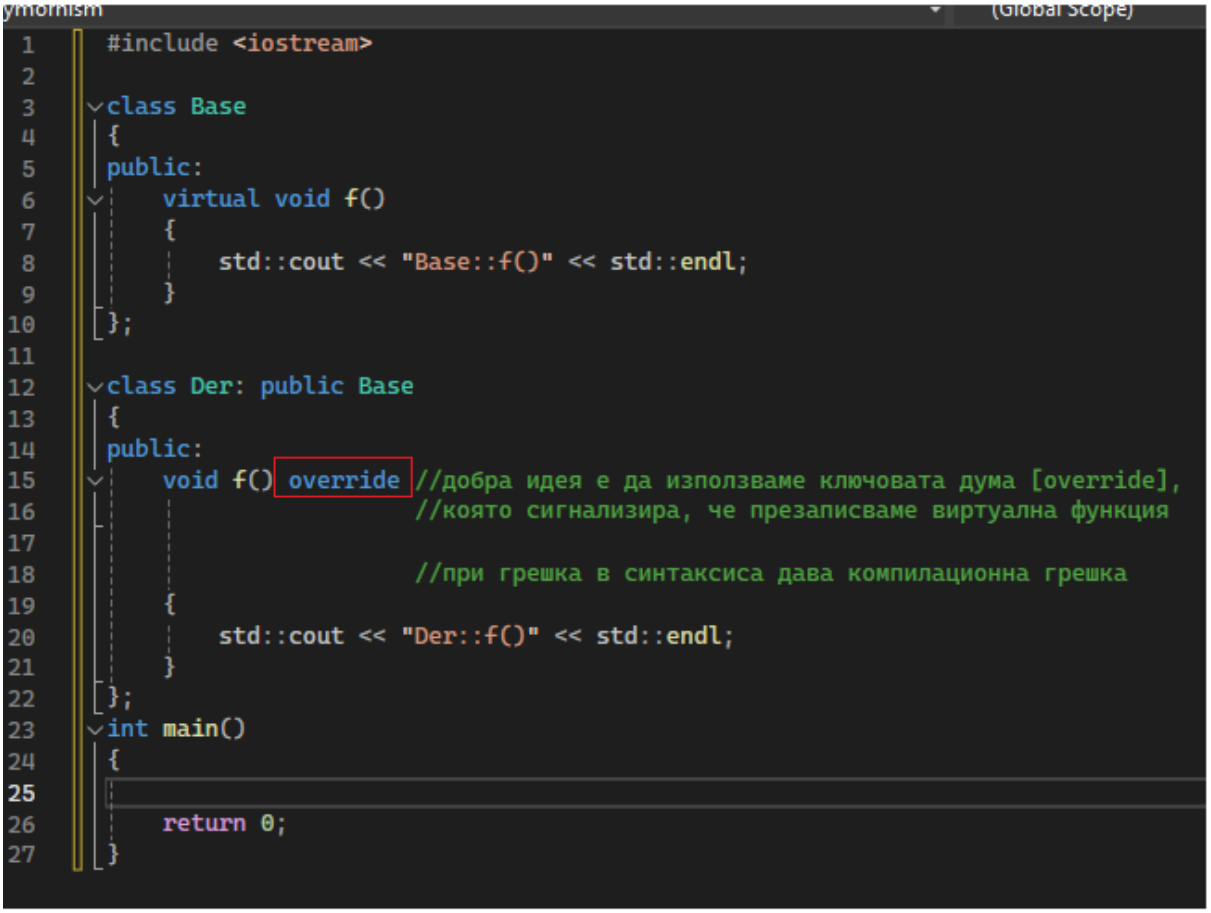

```
class X
{
public:
    virtual void f()
    {
        std::cout << "X::f()" << std::endl;
    }
};
```

```cpp
class A : public X
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "A::f()" << std::endl;
    }
};

class B : public X
{
public:
    void f()
    {
        std::cout << "B::f()" << std::endl;
    }
};
```

```cpp
void func(X* ptr)
{
    //подавайки [temp], не можем
    //да бъдем сигурни коя от двете
    //функции ще се извика
    ptr->f();
}

int main()
{
    X* temp = nullptr;

    //rand() се смята по време на изпълнение
    //=> не знаем [temp] към какъв обект сочи предварително
    //(от тип [A] или [B])
    if (rand() % 2 == 0)
    {
        temp = new A();
    }

    else
    {
        temp = new B();
    }

    func(temp);
    delete temp;

    return 0;
}
```

! Понеже е run-time не знаем коя ще се извика

?? A::f , B::f , (X::f - ако има още един клас напр.)



## Пример

**Ще използваме следните два класа със следните имплементации**

```
class Base
{
public:

    virtual void f()
    {
        std::cout << "Base::f()" << std::endl;
    }

    Base()
    {
        f();
    }

    ~Base()
    {
        f();
    }

    void g()
    {
        f();
    }
};
```

```
class Der : public Base
{
public:
    void f() override
    {
        std::cout << "Der::f()" << std::endl;
    }

};
```

```cpp
int main()
{
    //Създаваме обект от тип [Der], който наследява [Base],
    //тоест се викат default-ните конструктори на [Der] и [Base]
    //
    //вече знаем, че default-ният конструктор на [Der] ще извика този на [Base] =>
    //ще влезем в тялото на Base(), където се извиква функцията f(), но тъй като
    //обектът ни от тип [Der] още не е напълно създаден, то ще се извика функцията
    //f() на класа [Base], а не тази на [Der]

    Der d; //Base::f()

    //тук вече обектът ни от тип [Der] вече е напълно създаден и ще се извика
    //функцията f() на [Der]

    d.g(); //Der::f()

    //разбрахме, че когато имаме виртуална функция се гледа към какво сочи пойнтъра,
    //а не от какъв тип е => макар [ptr] да е от тип [Base], [ptr] сочи към обект от тип [Der]
    //и ще се извика функцията f() на [Der]

    Base* ptr = &d;

    ptr->g(); //Der::f()

    return 0;

} //извикват се деструкторите по стандартния начин ~Der() ~Base()
  //но след като обектът ни от тип [Der] вече е изтрит и се извика деструктора на [Base]
  //вътре в тялото си ~Base() извиква f(), тъй като [Der] вече е изтрит, то ще се извика тази на [Base]
  //=> ще се отпечата Base::f()
```

**def.| Чисто виртуална функция (pure virtual function)**

- функция, която няма имплементация
- предназначена да бъде пренаписана от наследниците

**def.| Абстрактен клас**

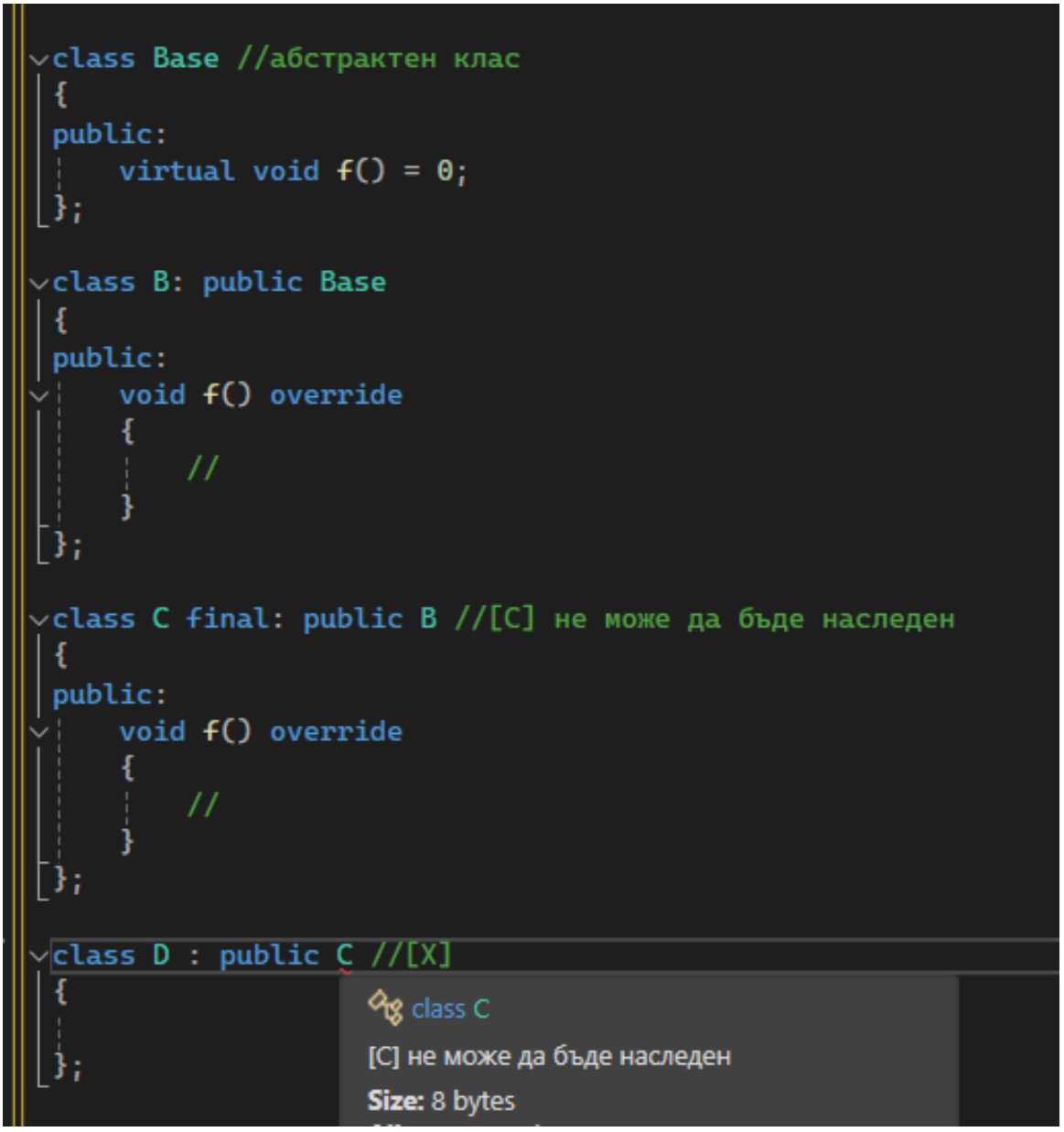
- клас, който има поне една чисто виртуална функция и е предназначен за наследяване
- ако чисто виртуалната функция не се разпише от наследник и той става абстрактен

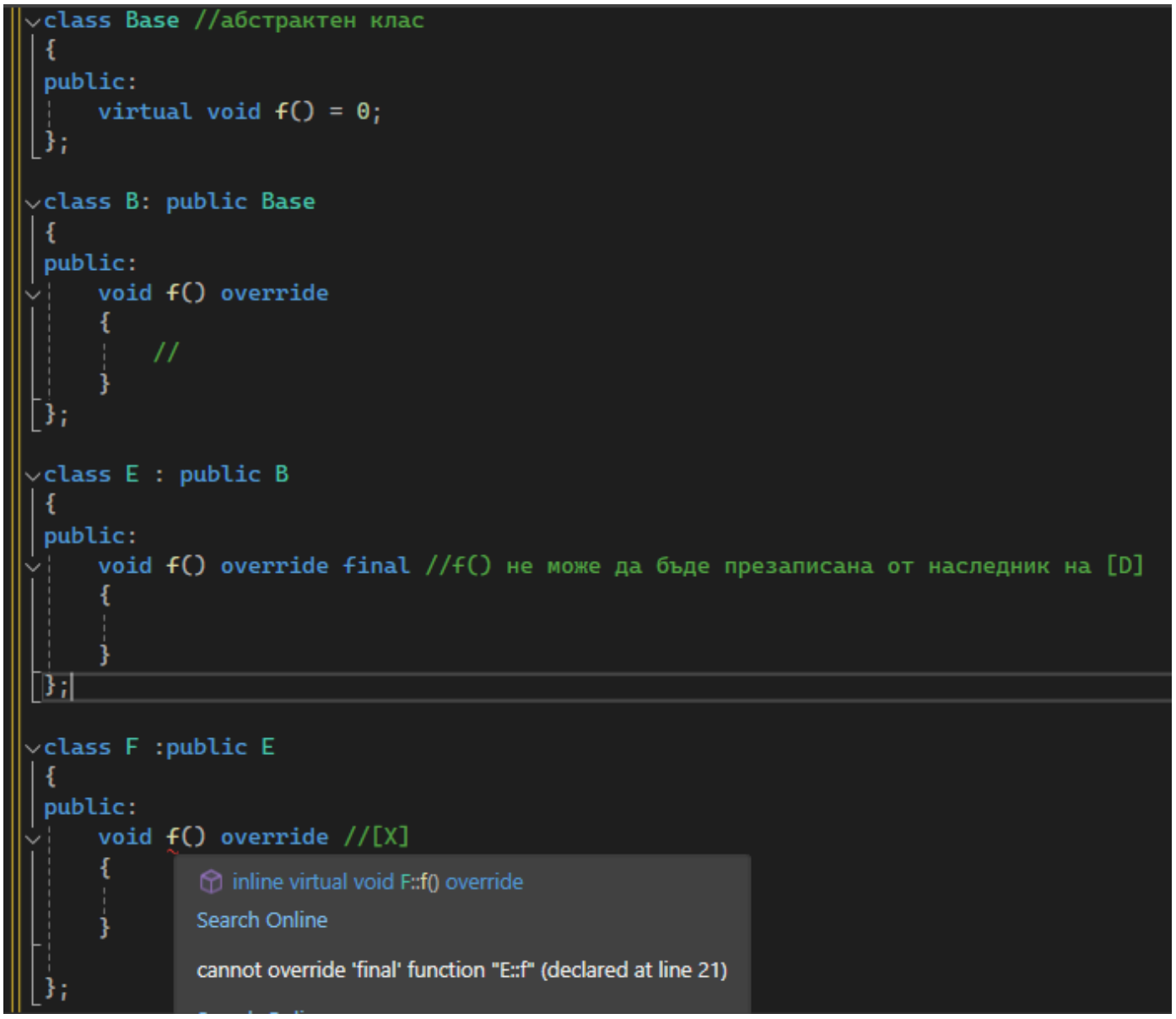
```cpp
class Base //абстрактен клас
{
public:
    virtual void f() = 0;
};

class A: public Base
{
public:
    void f() override
    {
        //
    }
};

class B : public Base
{
public:
    void f() override
    {
        //
    }
};

class C : public Base //тъй като [C] не override-ва
{                     //функцията f() на [Base]
    //                //=> C също е абстрактен клас
};
```

```cpp
#include <iostream>

class A
{
public:
    virtual void f() = 0 //чисто виртуалните функции могат да имат тяло,
    {                    //но НЕ можем да я извикаме извън класовете

        std::cout << "A::f()" << std::endl;
    }
};

class B : public A
{
public:
    void f() override
    {
        A::f(); //извиква се чрез оператора за ре
    }
};

int main()
{

    B b;
    b.f(); //A::f()

    return 0;
}
```

**Ключовата дума final**

- указва, че дадена виртуална функция не може да се презаписва надолу по йерархията
- за класове - указва че даден клас не може да се наследява




class Base //абстрактен клас
{
public:
virtual void f() = 0;
};
class B: public Base
{
public:
void f() override
{
//
}
};
class E : public B
{
public:
void f() override final //f() не може да бъде презаписана от наследник на [D]
{
}
};
class F :public E
{
public:
void f() override //[X]
{
}
};
inline virtual void F::f() override
Search Online
cannot override 'final' function "E::f" (declared at line 21)

## Виртуални таблици

**Намирането на подходящата фунция, която трябва да се извика се случва чрез виртуални таблици - “масив от указатели към функции”**

- **всеки клас, който има виртуални функции има своя виртуална таблица - в нея пише коя функция трябва да се извика**

- **всеки обект има виртуален указател като допълнителна член-данна (в началото на класа), която сочи към виртуалната таблица на класа и влияе на размера му (8 байта за 64-битова система)**

- **Невиртуалните функции не са в тези виртуални таблици**

- **Деструкторът, от друга страна, е в тази таблица, затова задължително при полиморфизъм деструкторът е виртуален, в противен случай - memory leak (достатъчно е да кажем само на този на класа най-отгоре на йерархията да бъде виртуален, останалите ще се направят по подразбиране)**

```
class Base
{
public:
    virtual void f();
    virtual ~Base(); //[!] при полиморфизъм деструктора е virtual (поне този на базовия клас)
};

class B: public Base
{
public:
    void f() override
    {
        //
    }

    //ще се направи virtual сам, тъй като този на [Base] е виртуален
};
```

**Нека вземем следните три класа:**

```cpp
class A
{
public:
    virtual void f()
    {
        std::cout << "A::f()" << std::endl;
    }

    virtual void g()
    {
        std::cout << "A::g()" << std::endl;
    }
};
```

```cpp
class B : public A
{
public:
    void f() override
    {
        std::cout << "B::f()" << std::endl;
    }
};
```

```cpp
class C : public B
{
public:
    void f() override
    {
        std::cout << "C::f()" << std::endl;
    }

    void g() override
    {
        std::cout << "C::g()" << std::endl;
    }
};
```

**Виждаме, че класът B не презаписва функцията g() на A, въпреки че е виртуална. С видяното до тук можем да направим извода, че когато извикаме функцията g() чрез пойнтър, сочещ към обект от тип B , то ще се извика функцията g() на A, тъй като е най-конкретната, връщайки се нагоре по йерархията, защото B няма такава.**

**Виждаме, че класът C презаписва функцията g() на A. С видяното до тук можем да направим извода, че когато извикаме функцията g() чрез пойнтър, сочещ към обект от тип C, то ще се извика функцията g() на C, тъй като е най-конкретната, връщайки се нагоре по йерархията, защото C има такава.**

**Това се случва, благодарение на виртуалните таблици и техните виртуални пойнтъри, които можем да визуализираме по следния начин:**

- **всеки клас, който има виртуални функции, има своя виртуална таблица. В нея пише коя функция трябва да се извика**
- **всеки обект има виртуален указател, който сочи към виртуалната таблица на класа**