



Класи и објекти

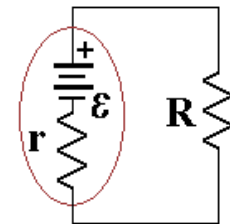
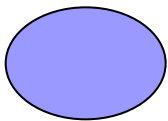
– Податочни структури и програмирање–

Објектно-ориентирано програмирање

- Ние го набљудуваме светот како **свет од објекти**
- Погледнете наоколу и ќе забележите столица, маса,... и објекти **поврзани меѓусебно** на овој или оној начин
- **Објектно-ориентираното програмирање** се обидува да го имитира светот, притоа дизајнирајќи **објекти што меѓусебно кооперираат** за да решат дадена задача
- Објектно-ориентираното програмирање се состои во **определување на објектите и нивните задолженија** при решавање на даден проблем

Што е објект? (1)

- **Работи** што може да се допрат – кола, печатар, ...
- **Улоги** – вработен, шеф, ...
- **Настани** – лет, преполнување, ...
- **Интеракција** – потпишување договор, продажба, ...
- **Спецификации** – боја, изглед, ...
- Објекти, единици, релации, апстрактни или реални термини, со **добро дефинирана улога во доменот на проблемот**



Што е објект? (2)

- Секој објект се опишува со **два дела**
→ **Објект = Податоци + Методи**
- Секој објект има одговорност **да знае** и одговорност **да работи**



=



+



- Многу важен аспект на објектот е **неговото однесување** (или работите што тој може да ги изврши)
- Однесувањето **се иницира со испраќање на порака до објектот** (со повикување на метод дефиниран за самиот објект)



Објекти и класи

- Објектите **работат заедно и решаваат проблеми**
- Објектите **имаат состојба** дефинирана со вредности на атрибутите, а нивната состојба се менува кога ќе се сменат овие вредности
- Објектите **комуницираат меѓусебно** со испраќање на пораки. Испраќањето порака значи дека од објектот се бара да изврши една од неговите операции
- Со набљудување на објектите може да се забележи дека **некои објекти имаат исти карактеристики** (сите лица имаат име, ист број на хромозоми, ...) така да може да се дефинира една генерална – класа на објекти
- **Класа** дефинира **множество на објекти** што делат исти карактеристики, однесување и релации

```
#include <iostream>
using std::cout;
using std::endl;
struct Vreme { int cas; int min; int sek; };
void printMilitary(const Vreme &); // prototip
void printStandard(const Vreme &); // prototip
```

Креирана кориснички дефинирана структура
Vreme со три члена cas, minuta, sekunda.

```
int main() {
    Vreme vecera;
    vecera.cas = 18; vecera.min = 30; vecera.sek = 0;
    cout << "Vecerata ke bide vo ";
    printMilitary(vecera);
    cout << " voeno vreme,\nkoe e ";
    printStandard(vecera);
    cout << " standardno vreme.\n";
    vecera.cas = 29; vecera.min = 73;
    cout << "\nVreme so pogresni vrednosti: ";
    printMilitary(vecera);
    cout << endl;
    return 0;
}

void printMilitary(const Vreme &t) {
    cout << (t.cas < 10 ? "0" : "") << t.cas << ":" << ( t.min < 10 ? "0" : "" ) << t.min;
}

void printStandard(const Vreme &t) {
    cout << ((t.cas == 0 || t.cas == 12) ? 12 : t.cas % 12) << ":" << (t.min < 10 ? "0" : "") << t.min
    << ":" << (t.sek < 10 ? "0" : "") << t.sek << (t.cas < 12 ? " AM" : " PM");
}
```

Може и со структури

Vecerata ke bide vo 18:30 voeno vreme,
koe e 6:30:00 PM standardno vreme.
Vreme so pogresni vrednosti: 29:73

```

#include <iostream>
using std::cout;
using std::endl;
struct Vreme {
    int cas; int min; int sek;
    void printMilitary(), printStandard(); };

int main() {
    Vreme vecera;
    vecera.cas = 18; vecera.min = 30; vecera.sek = 0;
    cout << "Vecerata ke bide vo ";
    vecera.printMilitary();
    cout << " voeno vreme,\nkoe e ";
    vecera.printStandard();
    cout << " standardno vreme.\n";
    vecera.cas = 29; vecera.min = 73;
    cout << "\nVreme so pogresni vrednosti: ";
    vecera.printMilitary();
    cout << endl;
    return 0;
}

void Vreme::printMilitary() {
    cout << (cas < 10 ? "0" : "") << cas << ":" << ( min < 10 ? "0" : "" ) << min;
}

void Vreme::printStandard() {
    cout << ((cas == 0 || cas == 12) ? 12 : cas % 12) << ":" << (min < 10 ? "0" : "") << min << ":"
        << (sek < 10 ? "0" : "") << sek << (cas < 12 ? " AM" : " PM");
}

```

Може и со структури во кои се дефинирани функции

Класи во C++

- **Класите овозможуваат моделирање на објекти** за една C++ програма, моделирајќи ги нивните:
 - **атрибути** (репрезентирани со податочни членови)
 - **однесување или операции** (репрезентирани со методи - функции)
- **Дефиниција на класа** започнува со клучниот збор **class**
- **Телото на класата** е опишано меѓу пар од големи загради, **{}**;
- Во телото на класата, клучните зборови **private:** и **public:** определуваат **кој има пристап до членовите** на класата
- Иницијално се претпоставува дека сите членови на класата се од типот **private**
- Вообичаено, податочните членови на класата се декларираат во секцијата **private:** на класата и методите во секцијата **public:**
- Членовите означени како **приватни се недостапни надвор од класата**, односно информацијата од оваа секција е затворена за сите надворешни “клиенти” на класата

Дефинирање на класата време

```
class Vreme {  
public:  
    Vreme();  
    void setVreme(int, int, int);  
    void pokaziVreme();  
    void pokaziVoenoVreme();  
private:  
    int cas; //0-23  
    int min; //0-59  
    int sek; //0-59  
};
```

public: и **private:** го одредуваат пристапот до членовиите на класата

setVreme, pokaziVreme, и pokaziVoenoVreme се методи на класата или функции членови на класата. **Vreme** е конструктор.

cas, min, и sek се податочни членови

- **Не е можно** податочните членови во класата да бидат иницијализирани при нивната декларација во класата
- Класата **не може** да содржи член класа од истиот тип, но **може** да содржи покажувач кон објект од истата класата

Креирање на објекти

```
Vreme sunset;           // објект од класата Vreme_  
Vreme arrayOfTimes[5] ;  // низа од објекти од класата Vreme  
Vreme *pointerToTime ;   // покажувач кон објект од кл. Vreme  
Vreme &dinnerTime = sunset; // референца на објект од кл. Vreme
```

↑
Името на класата станува нов идентификатор (податочен тип).

Имплементација на методи

- Во декларацијата на класата **најчесто** се наведуваат **само прототиповите** на функциите членови
- Методите за секоја класа **се дефинираат на ист начин** како и која и да е функција во C и C++, но...
- Дефиницијата на метод член од една класа се врзува со истата **со користење на scope операторот (::)** за да се означи на која класа припаѓа
 - *различни класи* може да имаат *методи со исто име*

Имплементација на методи (2)

■ Формат

```
TipVrednost ImeKlasa::ImeClenFunkcija(listaParametri){  
    naredbi;  
}
```

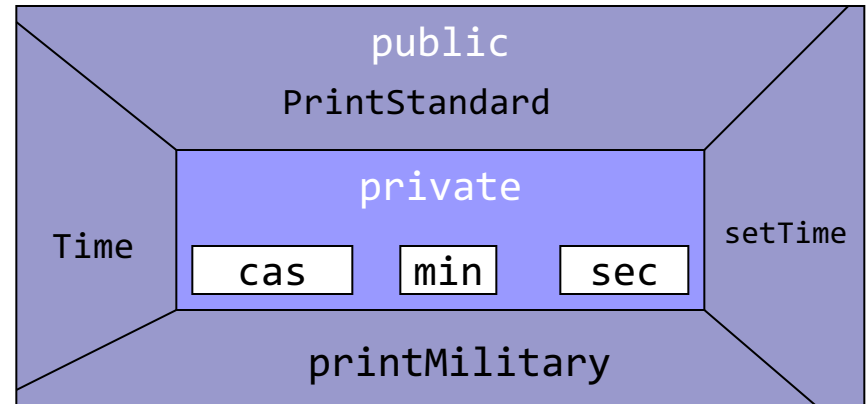
- Ако методот се дефинира **во рамките на класата**, **scope операторот и името на класата не се неопходни** во дефиницијата
- Дефинирањето на класните методи надвор од класата **немаат врска** со тоа **дали методот е дефиниран како `public` или `private`**

Конструктори

- Во примерот – `Vreme()`
- **Специјална функција член што ги иницијализира членовите на класата**
- **Конструкторите не враќаат вредност**
- **Имаат исто име како и класата**

Дефинирање на класа и имплементација на методи (1)

```
#include <iostream>
using std::cout;
using std::endl;
class Time {
public:
    Time();
    void setTime(int, int, int);
    void printMilitary();
    void printStandard();
private:
    int cas;    // 0 - 23
    int min;    // 0 - 59
    int sec;    // 0 - 59
};
Time::Time() { cas = min = sec = 0; }
```



Дефинирање на класа и имплементација на методи (2)

```
void Time::setTime(int h, int m, int s) {
    cas = (h >= 0 && h < 24) ? h : 0;
    min = (m >= 0 && m < 60) ? m : 0;
    sec = (s >= 0 && s < 60) ? s : 0;
}

void Time::printMilitary() {
    cout << (cas < 10 ? "0" : "") << cas << ":" << (min < 10 ? "0" : "") << min << endl;
}

void Time::printStandard() {
    cout << ((cas == 0 || cas == 12) ? 12 : cas % 12)
        << ":" << (min < 10 ? "0" : "") << min
        << ":" << (sec < 10 ? "0" : "") << sec
        << (cas < 12 ? " AM" : " PM") << endl;
}
```

if (h >= 0 && h < 24)
cas = h;
else
cas = 0;

Креирање на објекти, праќање порака на објект

```
int main() {  
    Time t;  
    cout << "The initial military time is "; t.printMilitary();  
    cout << "\nThe initial standard time is "; t.printStandard();  
    t.setTime(13, 27, 6);  
    cout << "\n\nMilitary time after setTime is "; t.printMilitary();  
    cout << "\nStandard time after setTime is ";  
    t.printStandard();  
    t.setTime(99, 99, 99);  
    cout << "\n\nAfter attempting invalid settings:" << "\nMilitary time : ";  
    t.printMilitary();  
    cout << "\nStandard time: ";  
    t.printStandard();  
    cout << endl;  
    return 0;  
}
```

```
The initial military time is 00:00  
The initial standard time is 12:00:00 AM  
  
Military time after setTime is 13:27  
Standard time after setTime is 1:27:06 PM  
  
After attempting invalid settings:  
Military time: 00:00  
Standard time: 12:00:00 AM
```


Иницијализација на податочните членови - конструктори

- Елементите на класата **Time**, **не може** да се иницијализираат на следниот начин

```
Time t;
```

```
t.cas = 0;
```

cas, min, sec - *private*

```
t.min = 0;
```

```
t.sec = 0;
```

- **Функцијата конструктор** е член на класата и има исто име како и класата
- Конструкторот **не враќа вредност**, за истиот не се определува типот на вредноста што ја враќа

```
Time::Time() { cas = min = sec = 0; }
```

Default конструктор

- Еден за секоја класа, **ако програмерот не дефинирал друг конструктор**, во C++ се креира конструктор што би бил дефиниран вака
`Time::Time() {}`
- Може да се повика без аргументи
- Во истиот **не се дефинираат аргументи со подразбирливи вредности**
- Ако програмерот обезбеди барем еден конструктор, тогаш истиот **мора** да го обезбеди **default конструкторот**

```
#include <iostream>

using std::cout;
using std::endl;

class Time {
public:
    Time(int = 0, int = 0, int = 0);
    void setTime(int, int, int);
    void printMilitary();
    void printStandard();

private:
    int cas;    // 0 - 23
    int min;    // 0 - 59
    int sec;    // 0 - 59
};

Time::Time(int c, int m, int s) { cas = c; min = m; sec = s; }

void Time::setTime(int h, int m, int s) {
    cas = (h >= 0 && h < 24) ? h : 0;
    min = (m >= 0 && m < 60) ? m : 0;
    sec = (s >= 0 && s < 60) ? s : 0;
}

void Time::printMilitary() {
    cout << '\t' << (cas < 10 ? "0" : "") << cas << " : " << (min < 10 ? "0" : "") << min <<
endl;
}

void Time::printStandard() {
    cout << '\t' << ((cas == 0 || cas == 12) ? 12 : cas % 12)
        << ":" << (min < 10 ? "0" : "") << min << ":"
        << (sec < 10 ? "0" : "") << sec << (cas < 12 ? " AM" : " PM") << endl;
}
```

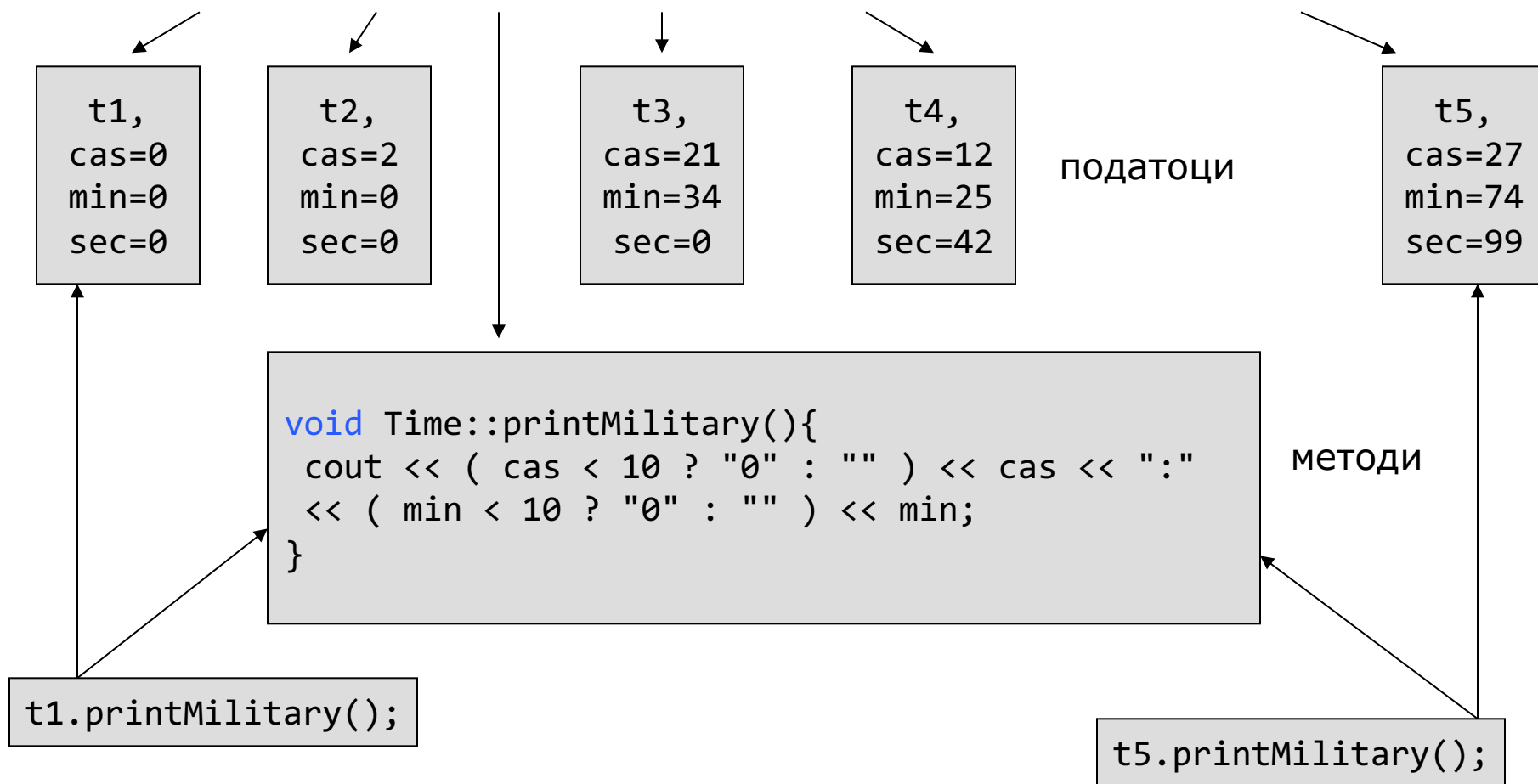
```
int main() {  
    Time t1, t2(2), t3(21, 34), t4(12, 25, 42), t5(27, 74, 99);  
    cout << "Povikan konstruktor\n";  
    cout << "Bez argumenti\n";  
    t1.printMilitary();  
    t1.printStandard();  
    cout << "So eden argument\n";  
    t2.printMilitary();  
    t2.printStandard();  
    cout << "So dva argumenti\n";  
    t3.printMilitary();  
    t3.printStandard();  
    cout << "So tri argimenti\n";  
    t4.printMilitary();  
    t4.printStandard();  
    cout << "so pogresni vrednosti\n";  
    t5.printMilitary();  
    t5.printStandard();  
    cout << endl;  
    return 0;  
}
```

```
Povikan konstruktor  
bez argumenti  
    00:00  
    12:00:00 AM  
so eden argument  
    02:00  
    2:00:00 AM  
so dva argumenti  
    21:34  
    9:34:00 PM  
so tri argumenti  
    12:25  
    12:25:42 PM  
so pogresni vrednosti  
    27:74  
    3:74:99 PM
```



```
Time t1, t2(2), t3(21, 34), t4(12, 25, 42),  
      t5(27, 74, 99);
```

се креираат пет објекти, за сите се резервира посебен простор за променливите членови, но сите ги користат истите функции



Деструктори (1)

- **Методи** членови на една класа
- Го извршуваат **крајното чистење** пред да се врати **меморијата** резервирана за објектот на системот
- Претставуваат **комплемент на конструкторот**
- Името се формира со користење на **операторот *tilde* (~)** на кое следи името на класата

□ ~Time()

- **Не содржи** формални параметри и не враќа вредности
- Секогаш се дефинира **еден деструктор по класа** – не е дозволено преоптоварување на истиот
- **Се извршува автоматски** при уништувањето на објектот

Деструктори (2)

■ Пример

```
class Time {  
public:  
    Time(int = 0, int = 0, int = 0);  
    ~Time();  
    void setTime(int, int, int);  
    void printMilitary();  
    void printStandard();  
private:  
    int cas;    // 0 - 23  
    int min;    // 0 - 59  
    int sec;    // 0 - 59  
};
```

Како се имплементираат класите (1)

- Вообичаено една класа се дефинира во **две датотеки**:
 - .h: header/interface/declaration
 - .cpp: implementation
- **Header датотеката** ја содржи дефиницијата на класата

```
class Numbers                                // Class definition
{
public:                                       // Can be accessed by a "client".
    Numbers();                             // Class "constructor"
    void display();
    void update();
private:                                    // Cannot be accessed by "client"
    char name[30];
    int a;
    float b;
};
```


Како се имплементираат класите (2)

- .cpp ги содржи имплементациите на функциите

```
#include <iostream>
#include <cstring>          // This is the same as string.h in C
using namespace std;
#include "number.h"
Numbers::Numbers() {       // Constructor member function
    strcpy(name, "Unknown"); a = 0; b = 0.0;
}
void Numbers::display() {  // Member function
    cout << "\nThe name is " << name << "\n";
    cout << "The numbers are " << a << " and " << b << endl;
}
void Numbers::update() {   // Member function
    cout << "Enter name" << endl;
    cin.getline(name, 30);
    cout << "Enter a and b" << endl;
    cin >> a >> b;
}
```

Датотека што ја користи класата

■ koristi.cpp

```
#include <iostream>
#include <cstring>    // This is the same as string.h in C
using namespace std;
#include "number.h"
int main() {          // Main program
    Numbers no1, no2; // Create two objects of the class
                       // "Numbers"
    no1.update();      // Update the values of
                       // the data members
    no1.display();     // Display the current
    no2.display();     // values of the objects
}
```

Преоптоварување на конструктори

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
const float PI = 3.14159;
class Sphere {    // Klasa sfera
public:
    float r; // radius
    float x, y, z;    // centar
    Sphere() { /* Ne pravi nisto */ }
    Sphere(float xcoord, float ycoord, float zcoord, float radius)
    { x = xcoord; y = ycoord; z = zcoord; r = radius; }
    ~Sphere()
    { cout << "Sphere (" << x << ", " << y << ", " << z << ", " << r << " )
destroyed\n"; }
    float volume() { return (r * r * r * 4 * PI / 3); }
    float surface_area() { return (r * r * 4 * PI); }
};
int main() {
    Sphere s(1.0, 2.0, 3.0, 4.0);
    Sphere t;    // bez parametri
    cout << "X = " << s.x << ", Y = " << s.y << ", Z = " << s.z << ", R = " << s.r
<< "\n";
    t = s;
    cout << "The volume of t is " << t.volume() << "\n";
    cout << "The surface area of t is " << t.surface_area() << "\n";
    return 0;
}
```

X = 1, Y = 2, Z = 3, R = 4
The volume of t is 268.082
The surface area of t is 201.062
Sphere (1, 2, 3, 4) destroyed
Sphere (1, 2, 3, 4) destroyed

Конструктори со еден аргумент

```
#include <iostream>
using namespace std;
class X {
    int a;
public:
    X(int j) { a = j; }
    int geta() { return a; }
};
int main() {
    X ob = 99;                // пренесува 99 за j
    cout << ob.geta();        // прикажува 99
    return 0;
}
```

- Во овој пример, бројот 99 автоматски се пренесува во формалниот параметар `j` на конструкторот `X()`. Оваа наредба компајлерот ја третира како да е напишана на следниот начин: `X ob = X(99);`
- Генерално, секогаш кога е потребен само еден аргумент може да се користат следните формати за проследување на вредноста до конструкторот: `ob(i)` или `ob = i`

Кога се извршуваат конструкторите и деструкторите

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myclass {
public:
    int who;
    myclass(int id);
    ~myclass();
} glob_ob1(1), glob_ob2(2);

myclass::myclass(int id) {
    cout << "Inicijalizacija " << id << "\n";
    who = id;
}

myclass::~~myclass() {
    cout << "Unistuvanje " << who << "\n";
}

int main() {
    myclass local_ob1(3);
    cout << "Ova ne e prvata poraka na ekran.\n";
    myclass local_ob2(4);
    return 0;
}
```

Излез од програмата:

```
Inicijalizacija 1
Inicijalizacija 2
Inicijalizacija 3
Ova ne e prvata poraka na ekran.
Inicijalizacija 4
Unistuvanje 4
Unistuvanje 3
Unistuvanje 2
Unistuvanje 1
```

Редослед на извршување на конструктори и деструктори

```
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;
class Test
{
public:
    // konstruktor so eden argument
    Test(const char *name);
    ~Test()
    { cout << "Unisten Test objekt "
      << ime << endl; }

private:
    char ime[20];
};

Test::Test(const char *name) {
    cout << "Kreiran Test objekt "
      << name << endl;
    strncpy(ime, name, 19); ime[19] = 0;
}

Test globaltest("global");
void func() {
    static Test statictest("static");
    Test functest("func");
}
```

```
int main() {
    Test first("main first");
    func();
    {
        Test first("main inner"); }
    Test second("main second");
    return 0;
}
```

```
Kreiran Test objekt global
Kreiran Test objekt main first
Kreiran Test objekt static
Kreiran Test objekt func
Unisten Test objekt func
Kreiran Test objekt main inner
Unisten Test objekt main inner
Kreiran Test objekt main second
Unisten Test objekt main second
Unisten Test objekt main first
Unisten Test objekt static
Unisten Test objekt global
```

Објекти како аргументи (1)

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myclass {
    int i;
public:
    myclass(int n);
    ~myclass();
    void set_i(int n) { i = n; }
    int get_i() { return i; }
};
myclass::myclass(int n) { i = n; cout << "Constructing " << i << "\n"; }
myclass::~~myclass() { cout << "Destroying " << i << "\n"; }
void f(myclass ob) {
    ob.set_i(2); cout << "This is local i: " << ob.get_i() << "\n";
}
int main() {
    myclass o(1);
    f(o);
    cout << "This is i in main: ";
    cout << o.get_i() << "\n";
    return 0;
}
```

Излез од програмата:
Constructing 1
This is local i: 2
Destroying 2
This is i in main: 1
Destroying 1

Објекти како аргументи (2)

- Декструкторот се повикува **два пати**, но само **еднаш** е повикан **конструкторот**
- Како што е илустрирано во излезот од програмата, **конструкторот не се повикува кога копија на o** (во `main()`) **се пренесува во ob** (во повикот на `f()`)
- Кога се пренесува објект во функцијата, тогаш **се пренесува** негова **копија** (се креира нов објект кој е копија на постоечкиот), **но ова не го прави конструкторот!**
- Значи кога објект се пренесува во функцијата, не се повикува конструкторот, меѓутоа мора да се повика деструкторот за да се уништи копијата на објектот во функцијата (оваа копија е локална за функцијата и неопходно е истата да биде уништена при напуштање на функцијата)

сору конструктор (1)

Member initialization <https://en.cppreference.com/w/cpp/language/constructor>

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Rational {
public:
    Rational(int n = 0, int d = 1) : num(n), den(d) { reduce(); }
    Rational(const Rational& r) : num(r.num), den(r.den) { }
    void print() { cout << num << '/' << den; }
private:
    int num, den;
    int gcd(int m, int n) { if (n == 0) return m; return gcd(n, m%n); }
    void reduce() { int g = gcd(num, den); num /= g; den /= g; }
};

int main() {
    Rational x(100, 360);
    Rational y(x); //Rational y=x;
    cout << "X = "; x.print(); cout << ", y = "; y.print();
}
```

се извршува пред извршувањето на наредбите од телото на конструкторот

Излез од програмата:
x=5/18, y =5/18

Сору конструкторот мора да има еден параметар објект од истата класа објекти што се декларира, и кој мора да биде дефиниран како референца кон константен објект: `const &XL`

copy конструктор (2)

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Rational {
public:
    Rational(int n, int d) : num(n), den(d) { }
    Rational(const Rational& r) : num(r.num), den(r.den)
    { cout << "COPY CONSTRUCTOR CALLED\n"; }
private:
    int num, den;
};

Rational f(Rational r) {           // се повикува copy конструктор за копирање на r во r
    Rational s = r;               // се повикува copy конструктор за копирање на r во s
    return s;                     // се повикува copy конструктор за копирање на s во ?
}

int main() {
    Rational x(22, 7);
    Rational y(x);                // се повикува copy конструктор за копирање на x во y
    f(y);
}
```

```
COPY CONSTRUCTOR CALLED
COPY CONSTRUCTOR CALLED
COPY CONSTRUCTOR CALLED
COPY CONSTRUCTOR CALLED
```

copy конструкторот се повикува автоматски секогаш кога

- се иницијализираат податочните членови на еден објект со вредностите на податочните членови на друг објект;
- се проследува објект како вредност во функција;
- функција како вредност враќа објект.

Објекти како аргументи (б)

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myclass {
    int i;
public:
    myclass(const myclass &n);
    myclass(int n) : i(n) { cout << "Constructing " << i << "\n"; };
    ~myclass() { cout << "Destroying " << i << "\n"; };
    void set_i(int n) { i = n; }
    int get_i() { return i; }
};

myclass::myclass(const myclass &n) {
    i = n.i;
    cout << "Constructing+copying " << i << "\n";
}

void f(myclass ob);
int main() {
    myclass o(1);
    f(o);
    cout << "This is i in main: ";
    cout << o.get_i() << "\n";
    return 0;
}
```

се повикува деструктор за сите објекти од блокот

Излез од програмата:
Constructing 1
Constructing+copying 1
This is local i: 2
Destroying 2
This is i in main: 1
Destroying 1

се повикува конструкторот

се повикува COPY конструкторот

се повикува деструктор за сите објекти од блокот

Функции што враќаат објекти

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myclass {
    int i;
public:
    void set_i(int n) { i = n; }
    int get_i() { return i; }
};

// функцијата враќа објект од класата myclass
myclass f();

int main() {
    myclass o;
    o = f();
    cout << o.get_i() << "\n";
    return 0;
}

myclass f() {
    myclass x;
    x.set_i(1);
    return x;
}
```

Кога една функција враќа објект, тогаш се креира привремен објект автоматски за да се смести вредноста што се враќа (се враќа објект).
Овој објект се уништува по враќање на вредноста.

Доделување кај објекти

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myclass {
    int i;
public:
    void set_i(int n) { i = n; }
    int get_i() { return i; }
};
int main() {
    myclass ob1, ob2;
    ob1.set_i(99);
    ob2 = ob1; //
    cout << "This is ob2's i: " << ob2.get_i();
    return 0;
}
```

Вгнездување на објекти – концепт

```

char c; // external scope ::c
class X { // outer class declaration X::
public:
    char c; // X::c
    class Y { // inner class declaration X::Y::
    public:
        void foo(char e) { X t; ::c = t.c = c = e; }
    private:
        char c; // X::Y::c
    };
};
void foo() {
    class local { ..... } x;
}
local y; // неточно: local важи само во функцијата foo()

```

- Вгнездувањето на објекти овозможува **криење на имиња и локално резервирање на ресурси**
- Во класата **Y**, методот `foo()` поради `::c`, се однесува на глобалната променлива `c`;
- Во класата **Y** во истиот метод користењето на `X::c`, овозможува пристап до класната променлива

Објекти во објекти – композиција на објекти, пример (1)

```
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;

class Charr {
    enum { CharrSize = 40 };
private:
    char arr[CharrSize + 1];
public:
    Charr(const char *); // Charr constructor
    ~Charr();           // Charr destructor
    void Show(void) const { cout << arr; }
};

Charr::Charr(const char * a) {
    cout << "\t\tConstructing Charr: " << a << endl;
    strncpy(arr, a, CharrSize);
    arr[CharrSize] = '\0';
}

Charr::~~Charr() {
    cout << "\t\tDestructing Charr: " << arr << endl;
}
```

Објекти во објекти – композиција на објекти, пример (2)

```
class Person {
private:
    Charr ime;
    Charr prezime;
    int level;
public:
    Person(int lv, char *name, char *sname);
    ~Person();
    void Show(void) const;
};

Person::Person(int lv, char *name, char *sname) :ime(name), prezime(sname) {
    cout << "\t\t*Constructing Person: " << name << ' ';
        << sname << ' ' << lv << endl;
    level = lv;
}

Person::~~Person() {
    cout << "\t\t#Destructing Person: ";
    ime.Show(); cout << ' '; prezime.Show(); cout << ' ';
    cout << level << endl;
}

void Person::Show(void) const {
    ime.Show(); cout << ' '; prezime.Show(); cout << ' ';
    cout << level;
}
```


Објекти во објекти – композиција на објекти, пример (3)

```
int main()
{
    Charr a("Hello");
    const Charr b("World");
    // Charr c; << ke javi greska
    Person y(1, "Al", "Capone");

    a.Show();
    cout << endl;
    {
        Person x(1, "Tony", "Luchiano");
        x.Show(); cout << endl;
        y.Show(); cout << endl;
    }
    b.Show();
    cout << endl;
}
```

Hello

Tony Luchiano 1
Al Capone 1

world

```
*Constructing Charr: Hello
*Constructing Charr: world
*Constructing Charr: Al
*Constructing Charr: Capone
*Constructing Person: Al Capone 1

*Constructing Charr: Tony
*Constructing Charr: Luchiano
*Constructing Person: Tony Luchiano 1

#Destructing Person: Tony Luchiano 1
#Destructing Charr: Luchiano
#Destructing Charr: Tony

#Destructing Person: Al Capone 1
#Destructing Charr: Capone
#Destructing Charr: Al
#Destructing Charr: world
#Destructing Charr: Hello
```

Константни објекти - а

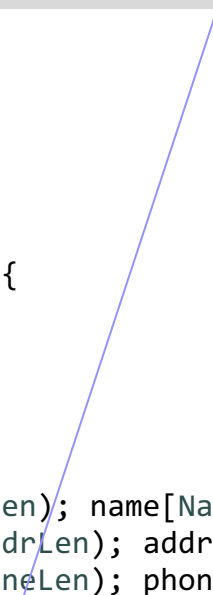
```
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;
class Person {
    enum { NameLen = 20, AddrLen = 30, PhoneLen = 10 };
public: // interface functions
    Person(const char *n = "", const char *a = "-nepoznata-", const char *p = "-nepoznato-");
    void setName(const char *n);
    void setAddress(const char *a);
    void setPhone(const char *p);
    const char *getName();
    const char *getAddress();
    const char *getPhone();
    void Show();
private:
    char name[NameLen + 1]; // name of person
    char addr[AddrLen + 1]; // address field
    char phone[PhoneLen + 1]; // telephone number
};

Person::Person(const char *n, const char *a, const char *p) {
    strncpy(name, n, NameLen); name[NameLen] = 0;
    strncpy(addr, a, AddrLen); addr[AddrLen] = 0;
    strncpy(phone, p, PhoneLen); phone[PhoneLen] = 0;
}

void Person::setName(const char *n) { strncpy(name, n, NameLen); name[NameLen] = 0; }
void Person::setAddress(const char *a) { strncpy(addr, a, AddrLen); addr[AddrLen] = 0; }
void Person::setPhone(const char *p) { strncpy(phone, p, PhoneLen); phone[PhoneLen] = 0; }
```

```
const char *Person::getName() { return(name); }
const char *Person::getAddress() { return(addr); }
const char *Person::getPhone() { return(phone); }

void Person::Show() { cout << name << " " << addr << " " << phone << endl; }
```



Константни објекти - б

```
int main() {
    Person P1("Nekoj", "somebody@network.net");
    const Person P2("Drug", "other@else.com", "5551234");
    Person P3;
    char *p;
    cout << P1.getName() << endl; //OK
    P1.setName("Ovoj"); //OK
    P1.Show(); //OK
    P2.Show(); //Ne moze!!!
    cout << P2.getName() << endl; //Ne moze!!
    P3 = P2;
    p = P2.getPhone(); //Ne moze!!!
}
```

- Кај константните објекти, C++ компајлерот го ограничува пристапот до методите на објектот
- Единствени методи што може да бидат повикани кај овие објекти се конструкторите и деструкторите
- За да се надмине ова ограничување, мора секој метод што сакаме да го користиме кај константните објекти да се декларира како `const`
- `tip Func() const { /* do something */ }`

Константни објекти (2-а)

```
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;
class Person {
    enum { NameLen = 20, AddrLen = 30, PhoneLen = 10 };
public: // interface functions
    Person(const char *n = "", const char *a = "-nepoznata-", const char *p = "-nepoznato-");
    void setName(const char *n);
    void setAddress(const char *a);
    void setPhone(const char *p);
    const char *getName() const;
    const char *getAddress() const;
    const char *getPhone() const;
    void Show() const;
private:
    char name[NameLen + 1]; // name of person
    char addr[AddrLen + 1]; // address field
    char phone[PhoneLen + 1]; // telephone number
};

Person::Person(const char *n, const char *a, const char *p) { /* isto so prethodno */ }

void Person::setName(const char *n) { /* isto so prethodno */ }
void Person::setAddress(const char *a) { /* isto so prethodno */ }
void Person::setPhone(const char *p) { /* isto so prethodno */ }
```

Константни објекти (2-б)

```
const char *Person::getName() const { return(name); }
const char *Person::getAddress() const { return(addr); }
const char *Person::getPhone() const { return(phone); }

void Person::Show() const {
    cout << name << " " << addr << " " << phone << endl;
}

int main() {
    Person P1("Nekoj", "somebody@network.net");
    const Person P2("Drug", "other@else.com", "5551234");
    Person P3;
    char *p;

    cout << P1.getName() << endl; //OK
    P1.setName("Ovoj"); //OK
    P1.Show(); //OK

    P2.Show(); //OK
    cout << P2.getName() << endl; //OK
    P3 = P2;
    p = P2.getPhone(); //Ne moze!!! Mora da e "const char *p"
}
```