

Типови/Класе

Тип

- Неки основни појмови:
 - Објекат је парче меморије у којем је смештена вредност неког типа
 - Променљива је објекат који има име (и којем се, због тога, можемо обраћати директно)
 - Тип одређује скуп вредности које објекат може да има и скуп операција које се над тим вредностима могу извршавати

Тип

- Скуп вредности
- Главни поступак је композиција других типова.
- На почетку имамо уграђене, тј. основне типове.
- Кључне речи **struct** или **class**

```
class Token {  
public:  
    char kind;  
    double value;  
};
```

- Али, не морају увек све комбинације свих вредности елементарних типова бити ваљане вредности корисничког типа.

Тип

- Скуп операција
- Главни поступак је увођење функција.
- Али, које операције нам требају?
 - Зависи шта желимо да радимо.

```
class Token {  
public:  
    char kind;  
    double value;  
};
```

Тип

- Скуп операција
- Али, које операције нам требају?
 - Зависи шта желимо да радимо.
- Нпр.:

```
void foo() {  
    MyType x;  
    MyType y;  
    add(x, y);  
}
```

Тип

- Скуп операција
- Али, које операције нам требају?
 - Зависи шта желимо да радимо.
- Нпр.:

```
void foo() {  
    int x;  
}
```

```
void foo() {  
    Token x;  
}
```

Тип

- Скуп операција
- Али, које операције нам требају?
 - Зависи шта желимо да радимо.
- Нпр.:

```
void foo() {  
    int x;  
}
```

```
void foo() {  
    int x = 5;  
}
```

```
void foo() {  
    Token x;  
}
```

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)

```
void foo() {      class Token {  
    Token x;      public:  
}                Token() {}  
                  char kind;  
                  double value;  
                };
```


Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)

```
void foo() {  
    Token x;  
}  
  
class Token {  
public:  
    Token() : kind('x'), value(0.0) {}  
    char kind;  
    double value;  
};  
  
class Token {  
public:  
    Token() { kind = 'x'; value = 0.0; }  
    char kind,  
    double value;  
};
```

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- ?

```
Token foo(Token x) {  
    return x;  
}  
foo(a);
```

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)

```
Token foo(Token x) {  
    return x;  
}  
foo(a);
```

```
class Token {  
public:  
    Token() : kind('x'), value(0) {}  
    Token(const Token& x) : kind(x.kind), value(x.value) {}  
    char kind;  
    double value;  
};
```

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- ?

```
void foo() {  
    int x;  
    x = 5;  
    x = y;  
}
```

```
void foo() {  
    Token x;  
    x = y;  
}
```

Тип


- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна, али о томе мало касније. (оператор доделе)

```
void foo() {  
    int x;  
    x = 5;  
    x = y;  
}
```

```
void foo() {  
    Token x;  
    x = y;  
}
```


Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна, али о томе мало касније. (оператор доделе)
- ?

<pre>void foo() { int x; x = 5; }</pre>		<pre>void foo() { int x = 5; }</pre>	<pre>void foo() { int x(5); }</pre>	<pre>void foo() { int x{5}; }</pre>
			<pre>void foo() { Token x('8'); }</pre>	<pre>void foo() { Token x{'8'}; }</pre>

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна, али о томе мало касније. (оператор доделе)
- Операције иницијализације у разноразним облицима су исто врло корисне. (разне врсте конструктора)

<pre>void foo() { int x; x = 5; }</pre>		<pre>void foo() { int x = 5; }</pre>	<pre>void foo() { int x(5); }</pre>	<pre>void foo() { int x{5}; }</pre>
			<pre>void foo() { Token x('8'); }</pre>	<pre>void foo() { Token x{'8'}; }</pre>

Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна, али о томе мало касније. (оператор доделе)
- Операције иницијализације у разноразним облицима су исто врло корисне. (разне врсте конструктора)

```
class Token {  
public:  
    Token(char ch, double val) : kind(ch), value(val) {}  
    Token(char ch) : kind(ch), value(0.0) {}  
    Token() : kind('x'), value(0.0) {}  
    char kind;  
    double value;  
};
```


Тип

- Скуп операција
- Које операције нам требају?
- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна, али о томе мало касније. (оператор доделе)
- Операције иницијализације у разноразним облицима су исто врло корисне. (разне врсте конструктора)

```
class Token { // C++11
public:
    Token(char ch, double val) : kind(ch), value(val) {}
    Token(char ch) : kind(ch) {}
    char kind = 'x';
    double value = 0.0;
};
```

Тип

- Обратити пажњу!!!!

```
void foo() {  
    int x; <=> int x = 5;  
    x = 5;  
}
```

- Али:

```
void foo() {  
    int x = 5;  
} <=> void foo() {  
    int x(5);  
} <=> void foo() {  
    int x{5};  
}
```

Тип – Специјалне функције

- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операције иницијализације у разноразним облицима су исто врло корисне. (разне врсте конструктора)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна. (оператор доделе копије)
- Операција уништења променљиве нам је увек потребна (деструктор)

```
class Token {  
public:  
    Token(char ch, double val) : kind(ch), value(val) {}  
    Token(char ch) : kind(ch) {}  
    Token() {}  
    Token(const Token& x) : kind(x.kind), value(x.value) {}  
    ~Token() {}  
    char kind = 'x';  
    double value = 0.0;  
};
```

Тип – Специјалне функције

- Операција стварања променљиве нам је увек потребна. (конструктор)
- Операција стварања копије нам је врло често потребна. (конст. копије)
- Операције иницијализације у разноразним облицима су исто врло корисне. (разне врсте конструктора)
- Операција доделе вредности нам је, такође, изузетно често потребна. (оператор доделе копије)
- Операција уништења променљиве нам је увек потребна (деструктор)
- Ове операције су толико често потребне да се стварају њихове подразумеване дефиниције и без нашег петљања.

```
class Token {  
public:  
    Token() {}  
    Token(const Token& x) : kind(x.kind), value(x.value) {}  
    ~Token() {}  
    char kind = 'x';  
    double value = 0.0;  
};
```

Класе

- Класа је кориснички дефинисан тип.
- Класа је сложен тип, у смислу да се састоји од мањих јединица које се зову „чланови“

```
class X {  
public:  
    // јавни чланови, представљају спрегу класе са спољним светом  
    // сви им могу приступити  
    // функције, типови, променљиве...  
private:  
    // приватни чланови, тичу се само њене унутрашње организације  
    // може им се приступити само из класе  
    // функције, типови, променљиве...  
};
```

Класе

- Чланови класе су подразумевано приватни:

```
class X {  
    int mf();  
    // ...  
};
```

- ... је исто што и:

```
class X {  
private:  
    int mf();  
    // ...  
};
```

```
X x; // променљива x типа X  
int y = x.mf(); // грешка: mf је приватно
```

Структуре

- Структура је класа код које су чланови подразумевано јавни:

```
struct X {  
    int m;  
    // ...  
};
```

- ... је исто што и:

```
class X {  
public:  
    int m;  
    // ...  
};
```

- **Структуре** постоје највише из историјских разлога и обично се користе само за дефиницију типова код којих а) нема функција чланова, и б) чланови могу имати било коју дозвољену вредност (тј. променљива остаје конзистентна за било коју вредност чланова). Међутим, виђаћете их и у редовној употреби.

Тип Date

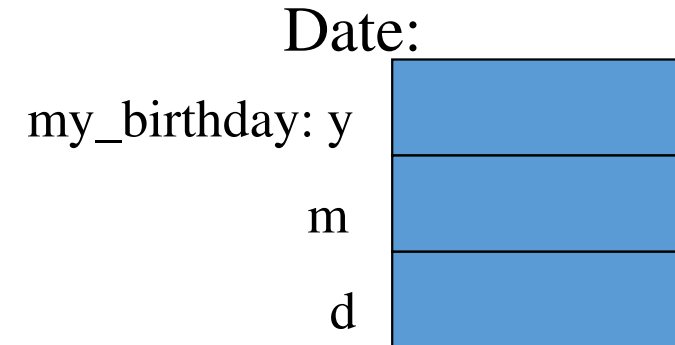
```
struct Date {  
    int y, m, d;    // year, month, day  
};
```

```
Date my_birthday;    // променљива типа Date ("објект")
```

```
my_birthday.y = 12;
```

```
my_birthday.m = 30;
```

```
my_birthday.d = 1950; // 1950. дан?!
```



Тип Date

```
struct Date {  
    int y, m, d;  
};
```

```
Date my_birthday;
```

```
// помоћне функције:
```

```
void init_day(Date& dd, int y, int m, int d);
```

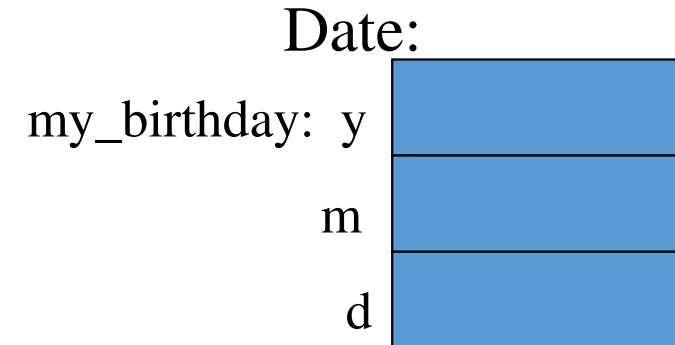
```
    // провери конзистентност датума и иницијализуј променљиву dd
```

```
void add_day(Date& dd, int n);
```

```
    // одређује који је датум за n дана
```

```
init_day(my_birthday, 12, 30, 1950);
```

```
    // грешка у извршавању: датум није ваљан
```



Шта све типови у Це++-у имају

Це++ језик тежи да омогући кориснику да направи своје типове који су исте изражајности као и уграђени типови.

```
int x = 5; // иницијализација  
x = 4; // додела вредности
```

```
const int t = 5; // може иницијализација  
t = 6; // не може додела; иако синтаксно врло личе!
```

```
void foo(int y);  
int x;  
foo(x);
```

```
int x = 5; // иницијализација  
int x(5); // иницијализација  
int x{5}; // иницијализација - C++11
```

Тип Date

```
struct Date {  
    int y, m, d;  
    Date(int y, int m, int d);  
    // Конструктор: проверава ваљаност датума и иницијализује  
    void add_day(int n); // одређује датум за n дана  
    // функције које су чланови класе зовемо методе  
};  
  
// ...  
Date my_birthday; // грешка у превођењу: нема празне иницијализације  
Date my_birthday(12, 30, 1950); // грешка у извршавању  
Date my_day(1950, 12, 30); // ОК  
my_day.add_day(2); // 1. 1. 1951.
```

Date:

my_birthday: y

1950

m

12

d

30

Функције и методе

```
struct Date {  
    int y, m, d;  
    void add_day(int n) {  
        ...  
        m = n;  
        ...  
    }  
};
```

```
void add_day(Date& dd, int n) {  
    ...  
    dd.m = n;  
    ...  
}
```

```
Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

Тип Date

```
struct Date {  
    int y, m, d;  
    Date(int y, int m, int d);  
    // Конструктор: проверава ваљаност датума и иницијализује  
    void add_day(int n); // одређује датум за n дана  
    // функције које су чланови класе зовемо методе  
};  
  
// ...  
Date my_birthday; // грешка у превођењу: нема празне иницијализације  
Date my_birthday(12, 30, 1950); // грешка у извршавању  
Date my_day(1950, 12, 30); // ОК  
my_day.add_day(2); // 1. 1. 1951.  
my_day.m = 14; // упс! датум опет није ваљан
```

Date:

my_birthday: y

1950

m

12

d

30

Тип Date

```
class Date {
    int y, m, d;
public:
    Date(int y, int m, int d);
    void add_day(int n);

    int month() { return m; }
    int day() { return d; }
    int year() { return y; }
    // обично се за овакве методе каже да су гет методе
};

// ...
Date my_birthday(1950, 12, 30);
cout << my_birthday.month() << endl;
my_birthday.m = 14; // грешка: Date::m је приватан члан
```

Date:

my_birthday: y

1950

m

12

d

30

Функције и методе

```
class Date {  
    int y, m, d;  
public:  
    void add_day(int n) {  
        ...  
        m = 5;  
        ...  
    }  
};
```

```
void add_day(Date& dd, int n) {  
    ...  
    dd.m = 5; // ово више не пролази!  
    ...  
}
```

```
Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

Тип Date

```
class Date {  
public:  
    // Често се јавни чланови пишу прво да спрега буде видљивија  
    Date(int yy, int mm, int dd);  
    void add_day(int n);  
    int month();  
    // ...  
private:  
    int y, m, d;  
};
```

```
Date::Date(int yy, int mm, int dd) // дефиниција методе  
: y(yy), m(mm), d(dd) { /* ... */ };
```

```
void Date::add_day(int n) { /* ... */ }; // дефиниција методе
```

Date:	
my_birthday: y	1950
m	12
d	30

Тип Date

```
class Date {  
public:  
    Date(int yy, int mm, int dd);  
    void add_day(int n);  
    int month() { return m; }  
    // ...  
private:  
    int y, m, d;  
};
```

```
int month() { return m; } // коју грешку ће пријавити компајлер?  
int Date::season() { /* ... */ } // грешка: season не постоји у Date
```

Date:	
my_birthday: y	1950
m	12
d	30

Тип Date

```
class Date {
public:
    class Invalid { };
    Date(int y, int m, int d);
    // ...
private:
    int y, m, d;
    bool check(int y, int m, int d);
};

Date::Date(int yy, int mm, int dd) : y(yy), m(mm), d(dd)
{
    if (!check(y, m, d)) throw Invalid();
}
```

Набројиви типови - енумерације

- Енумерација је врло једноставан кориснички тип који је одређен скупом својих вредности.
- Други начин да се дефинишу вредности које објекат неког типа може да има (први начин је композиција)

- Пример:

```
enum Month {  
    jan=1, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec  
};
```

```
Month m = feb;
```

```
m = 7;                // грешка, не може int у Month
```

```
int n = m;            // обрнуто може
```

```
Month mm = Month(7);  // и ово може
```

Набројиви типови - енумерације

- У основи, сваком симболу из енумерације се придружује неки цео број (ког типа?)

- Подразумевано:

```
// први симбол има вредност 0,  
// следећи симбол је вредност претходног + 1  
enum { konj, svinja, pile }; // konj==0, svinja==1, pile==2
```

- Вредност се може експлицитно придружити:

```
enum { jan=1, feb, march /* ... */ }; // feb==2, march==3  
enum stream_state { good=1, fail=2, bad=4, eof=8 };  
int flags = fail + eof; // flags==10  
stream_state s = flags; // грешка  
stream_state s2 = stream_state(flags);
```

Тип Date

```
class Date {  
public:  
    enum Month {  
        jan=1, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec  
    };  
    Date(int y, Month m, int d);  
    // ...  
private:  
    int y;  
    Month m;  
    int d;  
};
```

Date:

my_birthday: y

1950

m

12

d

30

```
Date my_birthday(1950, 30, Date::dec); // грешка  
Date my_birthday(1950, Date::dec, 30); // OK
```

Const

```
const int x = 5;  
x = 6; // грешка у превођењу  
increment(x); // грешка???  
// зависи од тога шта ће increment да ради са x
```

```
Date d(2000, Date::jan, 20);  
const Date cd(2001, Date::feb, 21);
```

```
cout << d.day() << " - " << cd.day() << endl;  
d.add_day(1);  
cd.add_day(1); // грешка???
```

Const

```
void increment(const int& x);  
void increment(int x);
```

```
class Date {  
public:  
    // ...  
    int day() const { return d; }  
    void add_day(int n);  
    // ...  
};
```

```
Date d(2000, Date::jan, 20);  
const Date cd(2001, Date::feb, 21);
```

```
cout << d.day() << " - " << cd.day() << endl;  
d.add_day(1);  
cd.add_day(1);    // грешка
```

Функције и методе

```
struct Date {  
    int y, m, d;  
    void add_day(int n) {  
        ...  
        m = 5;  
        ...  
    }  
};
```

```
void add_day(Date& dd, int n) {  
    ...  
    dd.m = 5;  
    ...  
}
```

```
Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```


Функције и методе

```
class Date {  
    int y, m, d;  
public:  
    void add_day(int n) {  
        ...  
        m = 5;  
        ...  
    }  
};
```

```
void add_day(Date& dd, int n) {  
    ...  
    dd.m = 5; // ово више не пролази!  
    ...  
}
```

```
Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

Функције и методе

```
class Date {
    int y, m, d;
public:
    friend void add_day(Date& dd, int n);
    void add_day(int n) {
        ...
        m = 5;
        ...
    }
};

void add_day(Date& dd, int n) {
    ...
    dd.m = 5; // опет пролази
    ...
}
```

Функције и методе

```
class Date {  
    int y, m, d;  
public:  
    friend void add_day(Date& dd, int n);  
    void add_day(int n) {  
        ...  
        m = 5;  
        ...  
    }  
};  
  
void add_day(Date& dd, int n) {  
    ...  
    dd.m = 5; // опет пролази  
    ...  
}
```

```
const Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

Функције и методе

```
class Date {
    int y, m, d;
public:
    friend void add_day(const Date& dd, int n);
    void add_day(int n) const {
        ...
        m = 5;
        ...
    }
};

void add_day(const Date& dd, int n) {
    ...
    dd.m = 5; // опет пролази
    ...
}
```

Функције и методе

```
class Date {  
    int y, m, d;  
public:  
    friend void add_day(const Date& dd, int n);  
    friend void add_day(Date& dd, int n);  
    void add_day(int n) const;  
    void add_day(int n);  
};
```

```
const Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

```
Date x;  
x.add_day(5);  
add_day(x, 5);
```

- **const** је део потписа.

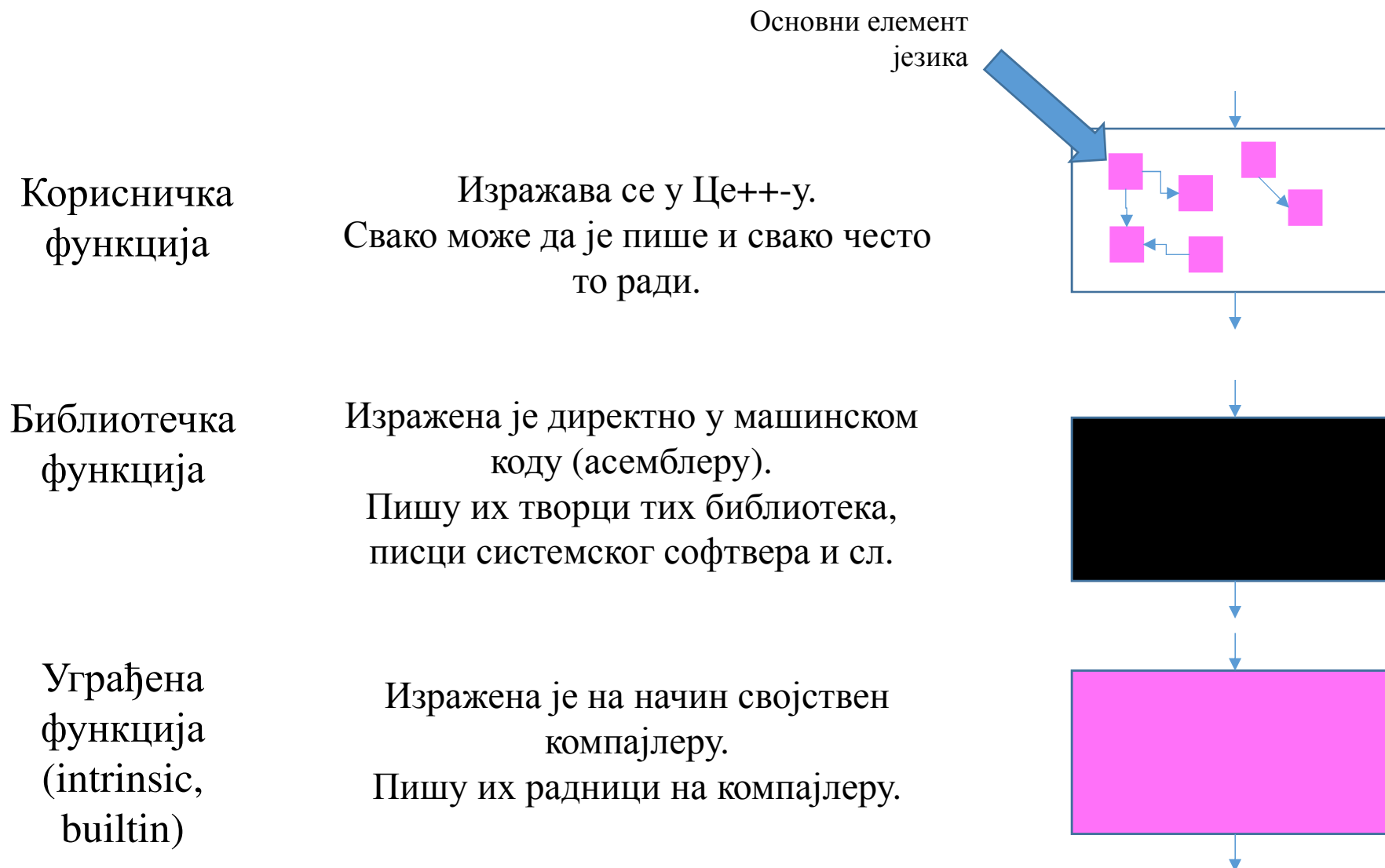
Класе

- Пројектовање класе је пројектовање новог типа
- Пожељне особине: природна синтакса у коришћењу, интуитивна семантика и ефикасна имплементација (једна или више).
- Шта чини добру спрегу?
 - Минимална
 - Што мања то боља...
 - Потпуна
 - ... али не премала
 - Типски безбедна
 - Ваљана са становишта константности

Класе

- Кључне операције:
 - Подразумевани конструктор (своди се на празан код)
 - Поништава се ако се декларише било који други конструктор
 - Конструктор копије (подразумевано се своди на копирање података)
 - Додела копије (подразумевано се своди на копирање података)
 - Деструктор (подразумевано се своди на празан код)

Једна подела функција



Математичке нотације

- Префиксна (Пољска)

$- + a b c$

$-(+(a, b), c)$

`minus (plus (a, b), c)`

- Инфиксна

$a + b - c$

`a plus b minus c`

- Постфиксна (Обрнута пољска)

$a b + c -$

Помоћне функције

```
bool dates_equ(const Date& a, const Date& b) {  
    return a.year() == b.year()  
        && a.month() == b.month()  
        && a.day() == b.day();  
}
```

```
if (dates_equ(date1, date2)) ...
```

```
if (date1 dates_equ date2) ...
```

```
if (date1 == date2) ...
```

```
bool operator==(const Date& a, const Date& b) {  
    return a.year() == b.year()  
        && a.month() == b.month()  
        && a.day() == b.day();  
}
```

Операцијске функције – „преклапање“ операција

```
bool operator==(const Date& a, const Date& b) {  
    return a.year() == b.year()  
        && a.month() == b.month()  
        && a.day() == b.day();  
}
```

```
enum Month {  
    jan=1, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec  
};
```

```
Month operator++(Month& m) {  
    m = (m == dec) ? jan : Month(m+1);  
    return m;  
}
```

```
Month m = nov;  
++m; // децембар  
++m; // јануар
```

Операцијске функције – „преклапање“ операција

- Могу се користити само постојеће операције
 - *Нпр.:* + - * / % [] () ^ ! & < <= > >=
- Број операнада над којима та операција ради не може се мењати
 - рецимо, нема унарног <=, ни бинарног !
- Тип бар једног параметра мора бити кориснички дефинисан тип
 - `int operator+(int,int);` // грешка
 - `Vector operator+(const Vector&, const Vector &);`
- Савети:
 - Операције дефинишите само у складу са њиховим очекиваним значењем. + да буде сабирање, или унија итд., * множење, или пресек...
 - Не дефинишите операције осим ако немате јасну потребу.

Погледу у C++11 и даље...

- Кориснички дефинисани литерали. Нпр.:
 - Време: **2h+10m+12s+123ms+3456ns**
 - Комплексни бројеви: **2+4i**