OBJEKTNO ORIJENTISANO PROGRAMIRANJE 1

ODGOVORI NA PITANJA ZA USMENI DEO ISPITA

JANUAR 2021

Git: https://github.com/NikolaVetnic/OOP1

01 Objekti i klase.

OBJEKTNO ORIJENTISAN PROGRAM: ideja – pakovanje podataka i funkcija koje ih obrađuju u jednu celinu predstavljenu jednom promenljivom, tj. objektom sačinjenom od atributa/polja (promenljive, opisuju stanje) i metoda (funkcije, definišu ponašanje); OO program je skup objekata u međusobnim interakcijama (npr. `objA` poziva metode nad `objB`), a konkretno *Java* program je kolekcija **1)** klasa (apstraktne, konkretne – finalne i nefinalne, anonimne, lokalne) i **2)** interfejsa (ugovor koji kaže da ako klasa implementira interfejs tada ona implementira sve metode propisane interfejsom) koji se mogu grupisati po **3)** paketima (prostori imena, mehanizam hijerarhijske dekompozicije – klase u istom paketu imaju različita, a u različitim paketima mogu imati ista imena), koji obično sadrže pakete, srodne klase i interfejse.

KLASA: definicija skupa istorodnih objekata (ista specifikacija stanja i ponašanja, tj. atributi i metode), klase su referencijalni tipovi (tip određuje skup vrednosti i skup operacija nad promenljivom); pisanje OO programa podrazumeva definiciju klasa i instanciranje (kreiranje) objekata definisanih klasa (primer klase i objekata sa crteža: – klasa kao „prototip“, objekti kao konkretne instance sa različitim stanjima).

MODIFIKATORI:

1) deklaracija klase koja nije ugnježdena može početi nekim od modifikatora: `public`, `abstract`, `final`, `strictfp` (reprezentacija i operacije sa realnim brojevima po IEEE 754 standardu);
2) deklaracija polja može početi modifikatorima: `public`, `protected`, `private`, `final`, `static`, `transient` (polje se ne koristi pri serijalizaciji i deserijalizaciji objekata date klase), `volatile` (sinhronizovano polje, atomičke operacije kod višenitnih aplikacija);
3) zaglavlje metoda može početi modifikatorima: `public`, `protected`, `private`, `abstract`, `final`, `static`, `synchronized` (sinhronizovana metoda), `native` (apstraktan metod implementiran u nekom drugom jeziku u nekoj od biblioteka koje se dinamički učitavaju), `strictfp` (striktne floating point operacije po IEEE 754).

IMPERATIVNI PJ: program je formalni opis procesa (imperativni PJ) ili specifikacije (deklarativni PJ) izračunavanja u PJ, ostvaren kroz skup naredbi (naredbe dodele, kontrole toka, itd.) koje menjaju vrednosti skupa promenljivih (odnosno stanje programa). Kategorije: **1)** proceduralni – dekompozicija u funkcije i procedure, lokalne i globalne promenljive; **2)** modularni – dekompozicija u module (logički srodne definicije promenljivih, funkcija i tipova, sa privatnim i javnim delom); **3)** OO – dekompozicija u klase (logički srodne def. promenljivih i funkcija, klase kao tipovi, privatni i javni deo, nasleđivanje klasa).

KONSTRUKTORI I DESTRUKTORI: konstruktor – specijalni metod koji se poziva pri instanciranju klase radi inicijalizacije stanja objekta, destruktor – specijalni metoda koji se poziva kada se objekat uništava. U *Java* PJ: **1)** instanciranje operatorom `new`; **2)** rezultat je referenca na instancirani objekat; **3)** moguće je više referenci na isti objekat; **4)** nema destruktora, automatsko uništavanje objekata (*garbage collector*) kada više nema referenci na objekat.

02 Apstrakcija, enkapsulacija i sakrivanje informacija.

APSTRAKCIJA: suština PJ je da omoguće mehanizme: **1)** apstrakcije - sakrivanje (zanemarivanje, odlaganje, zaboravljanje) nebitnih (tehničkih, implementacionih) detalja, što smanjuje

kompleksnost; **2)** dekompozicije – razlaganje entiteta (problema) u pod-entitete koji su manje kompleksnosti. Paradigme: **1)** proceduralni PJ – dekompozicija u procedure, gde korisnik zna samo zaglavlje a ne i telo procedure da bi je koristio; **2)** OO PJ – dekompozicija u objekte, gde korisnik zna samo zaglavlja javnih metoda objekta.

SAKRIVANJE INFORMACIJA: `public` i `private` delovi objekta, kroz modifikatore vidljivosti/pristupa prilikom definicije atributa i metoda klase – privatni atributi vidljivi samo u klasi i van nje su dostupni samo preko metoda (primer: `get` i `set` metode), privatne metode se pozivaju samo iz iste klase, javnim atributima i metodama se može pristupati iz drugih klasa.

ENKAPSULACIJA: dizajn objekta koji skriva detalje nebitne za korišćenje od korisnika (ako su svi atributi privatni tada objekat ima potpunu kontrolu nad svojim stanjem), a takođe promena atributa klase ne utiče na druge klase kod održavanja i modifikacije programa (primer: `class Tacka` sa private `double x, y` poljima).

03 Agregacija i kompozicija klasa.

AGREGACIJA I KOMPOZICIJA: osnova za interakciju objekata – objekat a klase A ima referencu na objekat b klase B, odnosno u definiciji klase A postoji atribut p tipa B; ukoliko klasa A instancira p tada su A i B u **relaciji kompozicije**, budući da je b deo a koji ne može da postoji bez a i uništavanjem objekta a uništava se i objekat b (primer: `A = Čovek, B = Srce`); ako klasa A ne instancira p tada su A i B u **relaciji agregacije**, jer b može da postoji nezavisno od a (primer: `A = FudbalskiKlub, B = Fudbaler`).

04 Promenljive referencijalnog tipa, referenca `this`.

PROMENLJIVE: postoje različite vrste promenljivih: atributi klase, parametri metoda, lokalne promenljive u telu metoda; leksička pravila opsega – za neku pojavu identifikatora u kodu tražimo toj pojavi najbližu definiciju tipa, i to prvo u tekućem bloku a onda dalje redom po nadgnježdenim blokovima, listi parametara metoda i na kraju atributima klase (*najpametnije je prosto izbegavati konflikte imena bilo koje vrste*).

PROMENLJIVE REFERENCIJALNOG TIPA: vrednost promenljive čiji je tip neka klasa je ili referenca na objekat te klase, ili `null` (što znači da ona tada ne pokazuje ni na jedan objekat) – reč je o posebnoj vrednosti koja se može dodeliti bilo kojoj promenljivoj referencijalnog tipa; budući da su klase ref. tipovi one mogu biti tipovi parametara i povratne vrednosti metoda; promenljive ovog tipa se implicitno inicijalizuju na `null`; moguće je kreirati nizove objekata čiji je tip neka klasa.

REFERENCA `this`: svaki objekat ima implicitno definisano polje koje se zove `this` i to je upravo referenca na samog sebe, što je zgodna referenca kada postoji kolizija na nivou imena (primer: inicijalizacija atributa u konstruktoru).

REFERENCA `super`: još jedno polje implicitno prisutno u svim objektima, `super` referencira delove objekta koji su nasleđeni; koristeći `super` može se pristupiti nasleđenim metodama i atributima u slučaju da su redefinisani u izvedenoj klasi.

OPERATORI: operatorom dodele `=` se kopira vrednost reference, ne objekat; logičkim operatorima `==` i `!=` se porede reference a ne vrednosti objekta.

05 Konstruktori i operator new.

KONSTRUKTORI: konstruktor (`ctor`) je poseban tip metoda koja se poziva prilikom instanciranja klase; klasa može definisati više `ctor`-a koji se tada moraju razlikovati po broju parametara ili bar jedan parametar mora biti različitog tipa; `ctor` takođe može pozvati drugi `ctor`, u kom slučaju se koristi ključna reč `this` iza koje se zadaju vrednosti parametara (na osnovu tipova kojih se određuje koji `ctor` se poziva) – ovo mora biti prva naredba u `ctor`-u; `ctor` takođe može koristiti `super` čime se poziva odgovarajući `ctor` nadklase, što se opet određuje na osnovu parametara; kod nasleđivanja ako bazna klasa definiše bar jedan `ctor` tada izvedena mora imati bar jedan `ctor` sa `super` pozivom, a ako to nije slučaj dodaje joj se podrazumevani `ctor` sa naredbom `super()`; ako klasa definiše `ctor` i prva naredba nije `super()` ili `this()` poziv kompajler automatski dodaje `super()` kao prvu naredbu (greška prilikom kompajliranja ako bazna klasa nema `ctor` bez argumenata).

Primer, prolazi kompajliranje:

```
public class Foo {
  private int x;
  public Foo(int x) {
    this.x= x; } }

public class Bar extends Foo {
  private int y;
  public Bar(int x, int y) {
    super(x);
    this.y= y; }
  public Bar(int y) {
    this(0, y);  }  }
```

Primer, ne prolazi kompajliranje jer **1)** u `Bar(int, int)` kompajler automatski dodaje `super()` ali `Foo` nema definisan konstruktor bez parametara, a **2)** nasleđeno polje `x` je privatno i nije vidljivo u klasi `Bar`:

```
public class Foo {
  private int x;
  public Foo(int x) {
    this.x = x;  }  }
public class Bar extends Foo {
  private int y;
  // ne prolazi kompajliranje!
  public Bar(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y; } }
```

06 Statički atributi i metodi, *singleton pattern*.

STATIČKI ATRIBUTI I METODI: definisani korišćenjem ključne reči `static`, oni nisu vezani za objekte nego za klasu tako da im se pristupa preko imena klase, ali moguće je i preko objekta; budući da postoje nezavisno od objekata klase, statički atributi i klase postoje čak i kada klasa nije nijednom instancirana; statički metodi ne mogu pristupati nestatičkim atributima, dok nestatičke metode mogu pristupati i jednim i drugim; svaki objekat ima svoju (nezavisnu) kopiju nestatičkih atributa, a svi objekti dele iste statičke atribute (koji se ne kopiraju):

```
public class Ucenik {
  private int id;
  private String ime;
  private static int idVal;
  pub. stat. v. initID(int start) {
    idVal = start;  }
  public Ucenik(String ime) {
    id = idVal++;
    this.ime = ime; }
  ... }
```

SINGLETON PATTERN: šema u dizajnu softvera – ograničavanje instanciranja na jedan objekat:

```
class Brojac {
  private int val = 0;
  // singleton brojac
  private static Brojac singleton = null;
  // sakrivamo konstruktor
  private Brojac() {}
  public static Brojac getInstance() {
    if (singleton == null)
      singleton = new Brojac();
    return singleton;
  }
  public void inc()   { val++;      }
  public int getVal() { return val; }
}
```

Korisno je kada je tačno jedan objekat potreban da koordiniše akcije u čitavom programu.

07 Konstruktori i nasleđivanje.

KONSTRUKTORI I NASLEĐIVANJE: odgovor pokriven odgovorom na pitanje 05 i druga.

08 Redefinisanje nasleđenih atributa i metoda

REDEFINISANJE NASLEĐENIH ATRIBUTA I METODA: odgovor pokriven odgovorom na pitanje 09 i druga.

09 Nasleđivanje, Liskov princip supstitucije i dinamičko vezivanje.

NASLEĐIVANJE: klase se mogu međusobno nasleđivati (ključna reč `extends`) i to tako da ako A nasleđuje B tada: **1)** A nasleđuje sve atribute i metode klase B (nasleđuju se i privatni članovi ali nisu vidljivi bez modifikatora `protected`), **2)** objekat klase A sadrži atribute i metode definisane u klasi B, **3)** u klasi A se mogu redefinisati nasleđeni atributi i metode (*overriding*) i naravno dodati novi, **4)** A – izvedena klasa / podklasa / klasa dete, **5)** B – bazna klasa / nadklasa / super klasa / klasa roditelj; ako A nasleđuje B tada su one u relaciji ***„is a“*** (primer: Mačka *„is a“* Životinja); postoji direktno i indirektno nasleđivanje, a ukoliko klasa ne nasleđuje nijednu drugu ona implicitno nasleđuje `Object` iz `java.lang`.

Nasleđivanje klasa je mehanizam ponovnog iskorišćenja koda (*code reuse*) koji omogućava: **1)** specijalizaciju – izvedena klasa dodaje nove atribute i nove metode, **2)** proširenje postojeće funkcionalnosti – izvedena klasa dodaje nove metode, **3)** modifikaciju postojeće funkcionalnosti – izvedena klasa modifikuje nasleđene metode; na ovaj način se kod iz bazne klase ne kopira, pa tako nema klonova u kodu, čije su pak posledice glomazniji programi koji se teže održavaju (primer: `class Kvadrat extends Pravougaonik`).

LISKOV PRINCIP SUPSTITUCIJE: ako klasa S nasleđuje klasu T tada objekat klase S može da se koristi gde god se očekuje objekat klase T (primer: `ekran.nacrtaj(pravougaonik / kvadrat)`):

```
T a = new T();
T b = new S();
```

I a i b su reference tipa T, što znači da referenca tipa T može da pokazuje na objekte klase T ali i objekte klasa izvedenih iz T (tip u vremenu kompajliranja i tip u vremenu izvršavanja):

```
public class Pravugaonik {
  protected double a, b;
  public Pravugaonik(double a, double b) {
    this.a = a;
    this.b = b;  }

  public boolean podudaranSa(P-nik p) {
    return a == p.a && b == p.b;  }  }

p. c. Kvadrat extends Pravugaonik { ... }
=-=-=-=
Pravugaonik p = new Pravugaonik(4, 4);
Kvadrat k = new Kvadrat(4);
if (p.podudaranSa(k))
  System.out.println("Podudarni");
```

„Svaki kvadrat je pravougaonik, nije svaki pravougaonik kvadrat“.

POLIMORFIZAM I DINAMIČKO VEZIVANJE: polimorfizam – različito ponašanje operatora ili metode (*overloaded* operatori i metodi) u zavisnosti od tipova argumenata (primer: ’+’ kao znak za sabiranje i konkatenaciju); statičko vezivanje – određivanje se vrši u vremenu kompajliranja, dinamičko vezivanje – određivanje se vrši u vremenu izvršavanja; polimorfizam u PJ *Java* –

koja od preopterećenih metoda se poziva se određuje u vremenu izvršavanja na osnovu tipova referenci u vremenu izvršavanja (a ne kompajliranja):

```
Figure f1 = new Square();
double d1 = f1.calcSurface();
```

```
Figure f2 = new Circle();
double d2 = f2.calcSurface();
```

U različitim PJ postoji jednostruko i višestruko nasleđivanje (jedna klasa nasleđuje više klasa); u PJ *Java* postoji samo jednostruko nasleđivanje.

ANOTACIJA `@Override`: anotacije su dodatne informacije o klasi i delovima klase; počinju sa `@` i daju se pre definicije klase, metoda, atributa; nemaju nikakav efekat na izvršavanje ali mogu biti zgodne kompajleru prilikom detekcije nekih vrsta grešaka, kao i za zanemarivanje nekih upozorenja; konkretno `@Override` data pre definicije metoda ukazuje da će taj metod redefinisati nasleđeni metod (ako metod takvog zaglavlja ne postoji u baznoj klasi generiše se greška u vreme kompajliranja).

KLJUČNA REČ `final`: ako je klasa definisana sa ključnom rečju `final` tada se ona ne može nasleđivati; ako je metod definisan sa `final` on se ne može redefinisati; ako je atribut definisan sa `final` on ne može menjati vrednost (konstanta) nakon inicijalizacije.

10 `instanceof` operator i eksplicitne konverzije referenci.

`instanceof` OPERATOR: u pitanju je binarni infiksni (što znači da dolazi između operanada) operator kojim proveravamo da li je objekat instanca neke klase – `p instanceof C`, gde je `p` promenljiva referencijalnog tipa i `C` ime klase (ime ref. tipa); rezultat je `true`/`false`; operator `instanceof` uzima u obzir nasleđivanje, odnosno vraća `true` za proveru svih klasa koje direktno ili indirektno nasleđuje klasa objekta koji se proverava.

EKSPLICITNE KONVERZIJE REFERENCI:

```
class Figura {}
class Pravougaonik extends Figura {}
class Kvadrat extends Pravougaonik {}
```

```
Figura f = new Kvadrat();
Kvadrat k = (Kvadrat) f;
Pravougaonik p = (Pravougaonik) f;
```

11 Klasa `Object`.

KLASA `Object`: klasa na vrhu hijerarhije nasleđivanja, sadrži metode:

1) **`boolean equals(Object o)`**: proverava da li su dva objekta identična po sadržaju,

2) **`String toString()`**: vraća string reprezentaciju objekta, poziva se kada konkateniramo string objekat sa objektom nekog drugog tipa, automatski se poziva od `S.O.P.()`,

3) **`int hashCode()`**: vraća *hash* kod objekta, dva objekta identična po sadržaju moraju imati isti *hash* kod.

12 Apstraktne klase.

APSTRAKTNE KLASE: apstraktne klase se deklarišu ključnom reči `abstract`, sadrže apstraktne metode (metodi koji nisu implementirani i kod kojih je dato samo zaglavlje) i one se ne mogu instancirati (ne može se primeniti operator `new`); smisao apstraktnih klasa je **1)** obezbeđenje neke opšte funkcionalnosti, kao i **2)** da se specifične funkcionalnosti implementiraju

izvedenim klasama, budući da se **apstraktne uvek nasleđuju** (primer: `abstract class Figura` koja definiše metode `obim()` i `toString()`).

Apstraktne klase dakle pored apstraktnih metoda (samo zaglavlje bez implementacije) sadrže i konkretne (sa zaglavljem i telom), ali takođe ne moraju da sadrže nijednu apstraktnu metodu (ako klasa sadrži bar jednu apstraktnu metodu ona mora biti apstraktna); hijerarhija klasa u OO programima – od apstraktnih ka specifičnim klasama (primer: niz nastavnika od kojih su neki asistenti a neki profesori); primer instanciranja izvedenih klasa:

```
abstract class Prnt  {
  int x;
  abstract void t(); }
class C extends Prnt {
public S(int x)   {
  super.x = x;    }
void t() {
  S.O.P(super.x); } }
psvm(String[] args) {
  S s  = ts.new S(5);
  T ss = ts.new S(5);
  ss.t(); s.t();    }
```

U apstraktnim klasama implementiraju se opšte funkcionalnosti – specifične funkcionalnosti u apstraktnim klasama su apstraktne i implementiraju se tek u izvedenim klasama; opšte funkcionalnosti mogu koristiti specifične funkcionalnosti – konkretan metod iz apstraktne klase može pozvati apstraktan metod u kom slučaju se izvršava neki konkretan metod iz neke od izvedenih klasa po pravilu dinamičkog vezivanja; ako klasa nasleđuje apstraktnu klasu tada ona mora implementirati sve nasleđene apstraktne metode ili i sama mora biti apstraktna.

13 Modifikatori vidljivosti.

MODIFIKATORI VIDLJIVOSTI: `public` – klasa/interfejs vidljivi u svim paketima, član klase vidljiv za sve klase svih paketa; `protected` – član klase vidljiv za sve klase svog paketa i za nasleđene klase, ili interfejse iz bilo kog paketa; `default` (bez modifikatora) – klasa/interfejs vidljivi samo u okviru svog paketa, član klase vidljiv za sve klase u istom paketu; `private` – član klase vidljiv samo u okviru svoje klase.

modifikator	klasa / interfejs	član klase
public	u svim paketima	za sve klase svih paketa
protected	/	za sve klase i nasleđene kl. svog, za interfejse bilo kog paketa
default	u svom paketu	za sve klase u istom paketu
private	/	samo u okviru svoje klase

Tabela vidljivosti prema modifikatoru.

14 Inicijalizacija statičkih atributa klase.

STATIČKI ATRIBUTI: mogu se inicijalizovati direktno prilikom deklaracije atributa, ili u statičkom inicijalizatoru (kojih može biti više) oblika `static { .. }`:

```
public class Foo {
  priv. st. double dvaPi = 2.0 * Math.PI;
  priv. st. d. cexp = M.log10(3.4) + dvaPi;
  private static Covek[] ljudi;
static {
  ljudi = new Covek[10];
  for (int i= 0; i < ljudi.length; i++)
    ljudi[i] = newCovek("Covek "+ i); } }
```

Prilikom direktne inicijalizacije statičkog atributa i u statičkom inicijalizatoru mogu se koristiti samo statička polja i metode.

STATIČKI INICIJALIZATORI: može ih biti više, izvršavaju se u redosledu u kojem su navedeni:

```
public class Bar {
  private static int x, y;
  static {
    System.out.println("Inicijalizujem x");
    x = 1; }
static {
  System.out.println("Inicijalizujem y");
  y = 2; }
public static void main(String[] args) {
  System.out.println(x+ ", "+ y); } }
```

Statički inicijalizatori se izvršavaju tačno jednom (pri prvom referenciranju klase, kada se `.class` fajl učita u memoriju *JVM*), a služe za inicijalizaciju kompleksnih statičkih atributa klase.

15 Inicijalizacija nestatičkih atributa klase.

NESTATIČKI ATRIBUTI: mogu se inicijalizovati direktno, u konstruktoru i u nestatičkim inicijalizatorima; nestatički inicijalizatori su blok naredbe bez zaglavlja i sa njima ne treba preterivati:

```
public class FooBaz {
  private int x, y, z;
  { System.out.println("Inicijalizator 1");
    x = 10; }
  public FooBaz() {
    System.out.println("Konstruktor");
    y = 20; }
  { System.out.println("Inicijalizator 2");
    z = 30; }
  public static void main(String[] args) {
    new FooBaz(); } }
```

Nestatički inicijalizator izvršava se pri svakom instanciranju klase; pristupa i statičkim i nestatičkim elementima; svi inicijalizatori se izvršavaju u redosledu u kom su navedeni, a nestatički inicijalizatori se izvršavaju pre konstruktora klase, a nakon što se završi izvršavanje konstruktora iz bazne klase: `ctor` bazne klase → nestatički inicijalizator → `ctor` klase.

16 Ugnježdene statičke klase.

UGNJEŽDENE KLASE (UOPŠTENO): u pitanju su klase definisane unutar neke druge klase kada imamo potrebu za pomoćnom klasom koja se ne koristi van te klase (povećana enkapsulacija i čitljivost koda), ili kada je klasi prirodno mesto unutar neke druge klase (npr. kod klasa koje definišu kontejner prirodno je tip elementa definisati unutar njega).

UGNJEŽDENE STATIČKE KLASE: razlika u odnosu na unutrašnje (iliti ugnježdene **ne**statičke) se ogleda u instanciranju van spoljašnje klase i mogućnostima pristupa elementima spoljašnje klase; drugi referencijalni tipovi (interfejsi i nabrojivi) takođe se mogu definisati unutar neke klase i implicitno su statički ugnježdeni tipovi.

Budući da su statički elementi nezavisni od instanci klase tako i statičke ugnježdene klase se mogu instancirati nezavisno od instanci spolje klase – tada statičku ugnježdenu klasu van spoljne referenciramo punim (kanoničkim) imenom:

```
public class Spoljasnja {
  public static class Ugnjezdena {
    public Ugnjezdena(int x) { . }  }
  priv. Ugnjezdena u = new Ugnjezdena(4); }
```

```
public class FooBar {
  private Spoljasnja.Ugnjezdena ug
  = newSpoljasnja.Ugnjezdena(2); }
```

Postoje takođe i puna i relativna imena ugnježdenih statičkih klasa (primer).

VIDLJIVOST: ako je ugnježdena statička klasa `public` tada je ona vidljiva koliko je vidljiva njena spoljašnja klasa, a ako je `private` tada nije vidljiva van spoljašnje; ako je `protected` tada je vidljiva u paketu najviše spoljašnje klase ako su sve njene spoljašnje klase javne ili deklarisane bez modifikatora pristupa, i u klasama izvedenim iz spoljašnje klase; ista pravila važe i za ugnježdene nestatičke klase, ugnježdene interfejse i ugnježdene nabrojive tipove; ugnježdene statičke klase mogu pristupati samo statičkim elementima spoljašnje klase, uključujući i privatne.

NASLEĐIVANJE: ugnježdene statičke klase se mogu nasleđivati, iako se u praksi to uglavnom ne radi (gotovo nikad van spoljašnje klase); realizuje se kao nasleđivanje običnih klasa (koristi se puno ime ako je nasleđivanje van spoljašnje klase).

17 Unutrašnje klase.

UGNJEŽDENE NESTATIČKE (UNUTRAŠNJE) KLASE: razlika u odnosu na ugnježdene statičke se ogleda u instanciranju van spoljašnje klase i mogućnostima pristupa elementima spoljašnje klase; dve specijalne vrste unutrašnjih (ugnježdenih nestatičkih) klasa su **1)** lokalna klasa – klasa deklarisana u nekom bloku naredbi, i **2)** anonimna klasa – singleton klasa bez imena koja se definiše prilikom instanciranja singleton objekta.

Instance unutrašnje klase su vezane za instance spoljašnje klase – unutrašnje klase se van spoljašnje klase instanciraju pozivajući operator new nad objektom spoljašnje klase:

```
public class Outer {
  public class Inner {
    public void hello(String x) {
      S.O.P.(x); } }
  public void m() {
    Inner i = new Inner();
    i.hello("Outer.m()");  }  }
```

```
public class OuterInner {
  public static void main(String[] args) {
    Outer o = new Outer();
    o.m();
    Outer.Inner i = o.new Inner();
    i.hello("OuterInner.main()");  }  }
```

Još jedan primer:

```
public class SA {
  public static class SB {
    public static class SC {} } }

public class A {
  public class B {
    public classC {} } }
```

```
public class FooBar {

  public void m() {
    SA.SB sb = new SA.SB();
    A.B b = new A().new B();
    SA.SB.SC cs = new SA.SB.SC();
    A.B.C c2 = newA().newB().newC(); } }
```

Instance unutrašnje klase su vezane za instance spoljašnje klase i mogu pristupati svim njenim elementima (uključujući i privatne); unutrašnja klasa može deklarisati atribut/metod istog imena kao atribut/metod iz spoljašnje klase (*shadowing*), pa se tada "zasenjenom" identifikatoru iz spoljašnje klase može pristupiti koristeći kvalifikovani `this` izraz oblika `ImeKlase.this`.

U sledećem primeru `C.this` je referenca na atribute/metode spoljašnje klase `C`, a kval. izraz `C.super` je referenca na atribute/metode bazne klase spoljašnje klase `C`):

```
public class A {
  private int x = 10;
  public class B {
    private int x = 20;
    public class C {
      private int x = A.this.x + B.this.x;
} } }
```

U unutrašnjoj klasi nije moguće definisati statičke metode, a statička polja je moguće definisati samo ako je statičko i finalno (kod ugnježdenih statičkih nema ovih ograničenja).

Primer agregacije (klase `Radnik` i `RadnaOrganizacija`) i kompozicije (klase `Cvor` i `ListaBrojeva`) – u prvom slučaju unutrašnja klasa ima smisla bez spoljašnje, a u drugom ne.

VIDLJIVOST: pokriveno odgovorom na pitanje 16.

NASLEĐIVANJE: unutrašnje klase se takođe mogu nasleđivati, iako se u praksi to uglavnom ne radi (gotovo nikad van spoljašnje klase); kod nasleđivanja van spoljašnje klase mora se pozvati njen konstruktor nad vezanim objektom spoljašnje klase:

```
public class A {
  public A (int x) {}
  public class B {
    public B (char c) {} } }
```

```
class C extends A.B {
  public C (A a, char c) {
    a.super(c); } }
```

18 Lokalne i anonimne klase.

LOKALNE KLASE: definisane u bilo kom bloku programskog koda, instanciraju se u onom bloku u kom su definisane:

```
public int saberi(String prostIzraz) {

  int pIdx = prostIzraz.indexOf("+");
  if (pIdx == -1)
    throw new IllegalArgumentException...
  Str sab1 = pIzraz.substr(0, pIdx).trim();
  Str sab2 = pIzraz.substr(pIdx + 1).trim();

  class Par {
    private int prvi, drugi;

    public Par(String prvi, String drugi) {
      this.prvi = Integer.parseInt...
      this.drugi = Integer.parseInt...  }
    pub. int saberi() { ret prv + drg; }  }

  Par p = new Par(sab1, sab2);
  return p.saberi();  }
```

Lokalne klase mogu biti deklarisane sa modifikatorima `abstract`, `final`, `strictfp` ili bez; ne mogu biti `private`, `public` ili `static`, atributi/metodi ne mogu biti `static` (osim ako su i `final`); mogu pristupati atributima i vidljivim lokalnim varijablama koje su **`final`** (konstante) ili **efektivno `final`** (ne menjaju vrednost nakon inicijalizacije):

```
class Foo {
  private final int x = 2;
  public void method() {
    final int y = 5;
    class Loc 1 {
      private int z = x + y; } } }
```

ANONIMNE KLASE: radi se o *singleton* klasama bez imena, mogu se definisati u bilo kom bloku programskog koda i prilikom direktne inicijalizacije atributa; anonimna klasa se definiše prilikom kreiranja singleton objekta (definicija klase daje se iza operatora `new`); ovakve klase ili nasleđuju neku klasu C (C c = new C(parametri_ctor-a_C) telo_anon_klase) ili implementiraju neki interfejs I (I i = new I() telo_anon_klase); anonimna klasa nema ime i zato ne može imati ni ctor:

```
public abstract class Akcija {
  protected String ime;
  public Akcija(String ime) {
    this.ime = ime;  }
  public abstract void akcija(); }

public class AnonimnaKlasa {

  public static void main(String[] args) {
    Akcija p = new Akcija("pozdrav") {
      public void akcija() {
        S.O.P.("Akcija: " + ime); } };
    p.akcija(); } }
```

19 Interfejsi.

INTERFEJSI: specifikacije funkcionalnosti klasa, ugovori kojima se definišu fundamentalne interakcije između klasa: klasa koja implementira interfejs je obavezna da implementira sve funkcionalnosti propisane njime, a kada druga klasa koristi ovakvu klasu koristi je na način specifiran interfejsom; kao i klase, interfejsi su referencijalni tipovi (`I` – interfejs, `r` – prom. tipa `I`, tada je `r` referenca na objekat bilo koje klase koja implementira `I`), ali se interfejsi ne mogu instancirati; u telu interfejsa je moguće specifirati:

- konstante
- zaglavlja metoda (najčešće)
- `default` i `static` metode
- ugnježdene `static` tipove

Sve deklaracije u interfejsu su implicitno `public`:

- **promenljive** implicitno `static` i `final`
- **zaglavlja metoda** implicitno `abstract`
- **ugnj. klase** i **interfejsi** implicitno `static`
- **metode u int.** impl. `static` ili `default`

Klasa može implementirati više od jednog interfejsa; interfejsi su referencijalni tipovi promenljivih:

```
Krug k = new Krug(2, 4, 5);
k.prosiri(2);
k.pomeri(1, 1);

Prosiriv p = new Krug(1, 2, 4);
p.prosiri(3);

// p.pomeri(1, 1); --ne kompajlira se

Translabilan t = new Krug(3, 4, 1);
t.pomeri(2, 3);
// t.prosiri(3); --ne kompajlira se
```

`default` METODE: klasa koja implementira interfejs nasleđuje njegove `default` metode i može da ih redefiniše:

```
public interface Prosiriv {
  void prosiri (double k);
  default voids manji(double k) {
    if (k <= 0)
      throw new IllegalArg...;
    prosiri(1 / k);  }  }
```

KOLIZIJE: kod implementacije dva ili više interfejsa kolizije se na nivou statičkih elemenata trivijalno rešavaju upotrebom punih (kvalifikovanih) imena; problem je u tome što može doći do kolizije na nivou imena i to ne na nivou zaglavlja (jer njih tek treba implementirati) nego na nivou `default` metoda (različite implementacije za ista zaglavlja) – ako klasa `A` implementira interfejse `X` i `Y` koji oba sadrže `default` metod istog zaglavlja tada klasa `A` mora redefinisati tu `default` metodu (inače ne prolazi kompajliranje).

20 Nasleđivanje interfejsa.

NASLEĐIVANJE INTERFEJSA: može biti jednostruko:

```
public interface Knjiga   {
  String ime();           }

public interface Udzbenik {
  String oblast();        }

class ITUdzb implements Udzbenik {
  private String ime;

  public ITUdzb(String ime) {
    this.ime = ime;         }    }
```

Nasleđivanje interfejsa može biti i višestruko:

```
public interface NaucniRdn    {
  String opisPosla = "op1";   }

public interface ProsvetniRdn {
  String opisPosla = "op2";   }

public interface Profesor
extends NaucniRdn, ProsvRdn   {
  String imeFak = "imeF";     }

Profesor pr = new Profesor(..);

NaucniRdn n = pr;
S.O.P.(n.opisPosla());

ProsvRdn  p = pr;
S.O.P.(p.opisPosla());
```

UGNJEŽDENI TIPOVI: unutar interfejsa je moguće definisati ugnježdenu `static` klasu, interfejs ili enum; unutar klase je takođe moguće definisati interfejs (koji je tada implicitno `static`):

1) primer `Knjiga`: URL
2) primer `RadnaJedinica`: slajdovi sa predavanja 05-16.

21 Nabrojivi tipovi (*enum*-i).

NABROJIVI TIPOVI: promenljiva ovog tipa uzima neku vrednost iz skupa eksplicitno nabrojanih simboličkih konstanti (primer: `Dan`, `Mesec`, `Planeta`); definisanje tipa vrši se ključnom rečju enum i u definiciji tipa nabrajaju se vrednosti:

```
public enum Dani { PON, UTO, SRE, CET, PET, SUB, NED }
```

Vrednosti nabrojivog tipa se navode kvalifikovano uz navođenje naziva tipa (osim u `switch` naredbi): `Dan.PON`, `Dan.UTO`, i slično (primer).

Enum-i su specijalna vrsta klasa, svaki implicitno nasleđuje `java.lang.Enum` koja nasleđuje `java.lang.Object` – ne nasleđuju druge tipove, mogu implementirati proizvoljno mnogo interfejsa:

```
public enum Planet {
  MERCURY (3.303e+23, 2.43e6),
  ..
  NEPTUNE (1.024e+26, 2.47e7);

  private final double mass;
  private final double rad;

  priv Planet (double m, double r) {
    this.mass = m; this.rad = r;   }

  pub st fin d G = 6.67e-11;

  public double surfaceGrav() {
    return G * mass / (rad * rad); }
```

Kao što se vidi iz primera, svaka vrednost nabrojivog tipa je objekat koji može imati stanje i ponašanje, pa tako u *enum*-ima možemo, pored obaveznog navođenja liste konstanti, definisati i atribute, metode, non-`public ctor`-e (eksplicitno se pozivaju prilikom navođenja konstantni), unutrašnje tipove:

```
Enum Predmet {
  BP1(6, "Rackovic", true),
  OOP1(6, "Savic", true),
  SPA2(6, "Savic", true);
  private final int espb;
  private final String prof;
  private final boolean online;
  public Predmet(int e, String p, bool o) {
    this.espb = e;
    this.prof = p;
    this.online = o;
  }
  public String toString() {
    return prof + ", " + espb + ", " + online;
  }
}
```

Svaki *enum* ima implicitno definisan statički metod `values()` koji vraća niz koji sadrži sve konstante definisane *enum*-om:

```
public static void main(String[] args) {
  Planet[] p = Planet.values();
  for (int i = 0; i < p.length; i++)
    S.o.p(p[i] + ", "+ p[i].surfGrv());}
```

22 Klasa String, informativne metode.

STRING: reč je o nizu karaktera; klasa `String` je iz paketa `java.lang` pa je zato ne moramo eksplicitno importovati, a pruža osnovne operacije u radu sa stringovima kao i naprednije metode za procesiranje tekstualnih podataka; `String` je `final` klasa – ne može se nasleđivati; ova klasa skriva itnernu reprezentaciju samog stringa – nije dozvoljena direktna manipulacija nizom karaktera; objekti klase `String` su *immutable* – stanje objekta ne može da se promeni, a metodi koji „transformišu“ string zapravo proizvode nove objekte.

Klasa `String` je „privilegovana“ – objekti ove klase mogu se kreirati bez `new`, mogu se konkatenirati korišćenjem operatora `+` kako međusobno, tako i sa objektima drugih klasa; ova klasa implementira interfejs `Comparable<String>` (leksikografsko poređenje stringove koristeći `compareTo` metod); sadrži mnoštvo `ctor`-a; sve metode klase `String` dele se na informativne (vraćaju neku informaciju o stringu) i transformativne (kreiraju nove `String` objekte na osnovu postojećih).

INFORMATIVNE METODE: spisak informativnih metoda dat je u nastavku:

```
char charAt(int pos)
boolean equals(Object o)
int compareTo(String o)
int length()
boolean endswith(String suff)
boolean startswith(String pref)
boolean equalsIgnoreCase(String p)
int indexOf(String s) // prva poj.
int indexOf(String s, int pos)
int lastIndexOf(String s) // posl.
int lastIndexOf(String s, int p)
```

23 Klasa String, transformativne metode.

OSNOVNE TRANSFORMATIVNE METODE: metode koje kreiraju nove `String` objekte na osnovu postojećih:

```
String trim()
String concat(String d)
String toLowerCase()
String toUpperCase()
String substring(int beg, int end)
String substring(int beg)
String replace(CharSequence
  target, CharSequence replacement)
```

NAPREDNE TRANSFORMATIVNE METODE: ove metode zasnovane su na regularnim izrazima – stringovima koji opisuju skup stringova sa istom strukturom i koji se sastoje od karaktera i operatora:

```
[abcd]      – izraz koji opisuje bilo koji od navedenih karaktera
[^abcd]     – izraz koji opisuje bilo koji karakter osim navedenih
```

```
[a-z]       – izraz koji opisuje jedan karakter iz datog opsega
[a-zA-Z]    – unija dva opsega
[a-m&&c-z]  – presek dva opsega
\d          – bilo koja cifra
\s          – belina (space, tab, new-line)
\w          – isto što i [a-zA-Z0-9]
X?          – tačno jedna ili nijedna pojava stringa koji zadovoljava X
X*          – nula, jedna ili više pojava stringa koji zadovoljava X
X+          – jedna ili više pojava stringa koji zadovoljava X
X{n}        – tačno n projava stringa koji zadovoljava X
XY          – string koji zadovoljava X konkateniran sa stringom koji zadovoljava Y
X | Y       – string koji zadovoljava ili X ili Y
(X)         – zagradama možemo regulisati prioritet
```

Napredne transformativne metode:

```
boolean matches(String regex) - proverava da li string zadovoljava regex

String replaceAll(String regex, String replacement) - zamenjuje svaki podstring koji zadovoljava regex sa datom zamenom

String replaceFirst(String regex, String replacement) - zamenjuje samo prvi podstring koji zadovoljava regex datom zamenom

String[] split(String regex) - deli string u niz tokena naspram delimitera u regex-u
```

Primer naprednih transformativnih metoda:

```
public static void main(String[] args) {

  String ulaz = "B434 ;. Truc ... Tika;Tak";
  // separator sve sto nije niz slova/cifara

  String sepRegex = "[^a-zA-Z0-9]+";
  String[] tok = ulaz.split(sepRegex);

  for (int i = 0; i < tok.length; i++) {
    String t = tok[i].trim();

    // izbacujemo sve brojeve
    t = t.replaceAll("[0-9]+", "");

    System.out.println(t); } }
```

Postoje još i statičke metode `valueOf()` za konverziju primitivnih tipova u stringove.

24 Regularni izrazi i transformativne metode klase `String`.

REGULARNI IZRAZI: odgovor pokriven odgovorom na pitanje 23.

25 Klasa `StringBuilder`.

KLASA `StringBuilder`: problem sa objektima klase `String` je što su *immutable*, što znači da se prilikom svake transformacije kreira novi `String` objekat; klasa `StringBuilder` predstavlja mutabilne stringove, odnosno reč je o klasi kojom se prave stringovi primenjujući stringovne operacije koje ne kreiraju nove objekte; koriste se operacije `insert` (dodavanje stringa u string na proizvoljnu poziciju) i `append` (dodavanje stringa na kraj stringa) koje ne postoje u klasi `String`.

Konstruktori (napomena: `CharSequence` je interfejs koji implementiraju klase koje realizuju stringove – `String`, `StringBuilder`, `StringBuffer`):

```
StringBuilder()
StringBuilder(int capacity)
StringBuilder(CharSequence c)
StringBuilder(String s)
```

`CharSequence` je interfejs koji implementiraju klase koje realizuju stringove – `String`, `StringBuilder`, `StringBuffer`:

```
char charAt(intindex);      int length();      CharSeq subSequence(int start, int end);
```

Metode klase `StringBuilder`:

```
StringBuilder append(int i, Obj o...)
StringBuilder insert(int pos, int i...)
StringBuilder delete(int start, int end)
StringBuilder deleteCharAt(int index)
SB replace(int start, int end, String repl)
int indexOf(String s)
int indexOf(String s, int pos)
StringBuilder reverse()
String substring(int start)
String substring(int start, int end)
```

Korišćenje `StringBuilder` klase umesto „obične“ konkatenacije stringova drastično smanjuje količinu iskorištene memorije kao i brzinu izvršavanja.

26 Izuzeci i vrste izuzetaka.

IZUZECI: objekti kojima se signalizira pojava neke greške prilikom izvršavanja programa; moguće ih je: **1)** generisati (naredba `throw`), čime se signalizira pojava greške (kod proveravanih se tipovi specifiraju u zaglavlju metode iza ključne reči `throws`); **2)** obraditi (`try-catch-finally`, `try-with-resources`), čime se obrađuje nastala greška tako što, ako se izuzetak generiše, tok se prebacuje na odgovarajuću `catch` granu, dok se `finally` grana izvršava u svakom slučaju; **3)** proslediti (`throws` sa svim tipovima koji se prosleđuju), čime se izuzetak prosleđuje metodi koja ga je pozvala i koja će ga zatim i obraditi.

Postoje dve vrste izuzetaka:

1) proveravani (*checked*), izuzetak koji se proverava u toku izvršavanja i koji se MORA obraditi ili proslediti (primer: `FileNotFoundException`, `IOException`), i

2) neproveravani (*unchecked*) – `Runtime` ili `NullPointer` izuzeci, izuzetak koji se NE MORA ni obraditi ni proslediti (najčešće je u pitanju *bug* koji se popravlja a ne obrađuje), primeri ovakvog tipa: `NullPointerException`, `ArithmeticException` (deljenje nulom), `ClassCastException` (*cast*-ovanje u pogrešan tip), `IllegalArgumentException`, `NegativeArraySizeException`, `NoSuchElementException`, `ArrayIndexOutOfBoundsException`, `StringIndexOutOfBounds-Exception`, `NumberFormatException` (tekstualni string kao ulaz kod parsiranja celobrojnog tipa) – primer:

```
public  void  dodajSaGreskom(String  orig,
String prevod) {
  LinkedList<String> prevodi = r.get(orig);
  prevodi.add(prevod); // null pointer! }
public void dodaj(Str orig, Str prevod) {
LinkedList<String> prevodi = r.get(orig);
if (prevodi == null) {
  prevodi = new LinkedList<String>();
  r.put(orig, prevodi); }
prevodi.add(prevod);    }
```

Svi izuzeci su objekti klase `Exception` ili klase koja nasleđuje `Exception` (paket `java.lang`); neproveravani su objekti `RuntimeException`; nove izuzetke definisemo nasleđivanjem klase `Exception` (direktno ili indirektno).

27 Obrada i prosleđivaje izuzetaka.

Program prekida sa radom i ispisuje se *stack trace* ako se:

1) proveravani izuzetak prosleđuje sve do *JVM*-a (`main` metod prosledi neki proveravan izuzetak, npr. `IOException`),

2) neproveravani izuzetak se generiše i ne obradi (a ne treba obrađivati ako su to faktički bagovi, npr. `NumberFormatException`).

OBRADA IZUZETAKA: izuzeci koji se mogu generisati u nekom bloku koda obrađuju se `try-catch-finally` ili `try-with-resources` naredbom.

`try-catch-finally`: ako se izuzetak generiše kontrola toka se prebacuje na odgovarajuću `catch` granu – na ovaj način kod za obradu grešaka nije izmešan sa kodom koji realizuje normalan tok izvršavanja što daje čitljiviji i razumljiviji kod; kod u `finally` grani se izvršava

neovisno od toga da li je neki izuzetak bio generisan ili ne (primer sa čitanjem iz fajla pomoću `BufferedReader`-a); `finally` grana služi za oslobađanje resursa bilo da se greška desila ili ne, obavezna je čak i kada nema `catch` grana (tada se izuzetak prosleđuje uz oslobađanje resursa), a izvršava se čak i ako se metod prekine `return` naredbom; takođe, može postojati više `catch` grana (primer sa `FileNotFoundException` i `IOException`), a jedna `catch` grana može obrađivati više tipova izuzetaka – tzv. *multi-catch* grana (`catch (SQLException | IOException e)`).

`try-with-resources`: ovde je `try` naredba parametrizovana jednim resursom ili sa više resursa koji su međusobno razdvojeni znakom „`;`“, a svaki resurs je objekat klase koja implementira `Closeable` ili `AutoCloseable` interfejse (što su npr. sve klase koje realizuju tokove podataka); na kraju `try` naredbe resursi bivaju automatski zatvoreni (poziva se `close()` metod); `try-with-resources` ne mora imati ni `catch` ni `finally` grane.

PROSLEĐIVANJE IZUZETAKA: metoda može da prosledi izuzetak onoj metodi koja ju je pozvala; za proveravane izuzetke je obavezno u zaglavlju metoda navesti da metod prosleđuje izuzetke tako što se iza ključne reči throws nabrajaju tipovi izuzetaka koji se prosleđuju razdvojeni zarezima:

```
public class ZdravoSvete {

  private static void pisi
  (String outFileName)
  throws IOException {

    PrintWriter pw = new PrintWriter(
      new BufferedWriter(
      new FileWriter(outFileName)));
    pw.println("Zdravo svete");
    pw.close(); }

  public static void main(String[] args) {
    try {
      pisi("out.txt");
    } catch(IOException e) {
      System.out.println(
        "Greska prilikom pisanja u fajl");
} } }
```

28

Generisanje i definisanje izuzetaka.

GENERISANJE IZUZETAKA: izuzeci se generišu koristeći `throw` naredbu – ako metoda generiše proveravane izuzetke (drugi metod u primeru dole) tada takve tipove izuzetaka treba specifirati u zaglavlju metode iza ključne reči `throws`:

```
public String prvaDvaSlova(String rec) {
  if (rec.length() < 2)
    throw new IllegalArgumentExc...
  return rec.substring(0, 2); }

public String prvaLinija(String ulazniFajl)
throws IOException {
  File f = new File(ulazniFajl);
  if (!f.exists()) throw new IOException...
  if (!f.canRead()) throw new IOException..
  try (BufferedReader br...) {
    return br.readLine();  } }
```

DEFINISANJE IZUZETAKA: nove tipove izuzetaka definišemo nasleđujući klasu `Exception` direktno ili indirektno:

```
public class KratakString
extends Exception {
  public KratakString() {
  super("Str ima manje od dva slova"); } }

public String prvaDvaSlova(String rec)
throws KratakString {
  if (rec.length() < 2)
    throw new KratakString();
  return rec.substring(0, 2); }

public void stampajPrvaDva(String str) {
  try {
    S.O.P.(prvaDvaSlova(str));
  } catch(KratakString ks) {
    S.O.P.(ks.getMessage());  } }
```

Klasa `Throwable` direktno nasleđuje `Object`, a nju nasleđuju `Exception` i `Error` (čine je izuzeci od kojih je oporavak uglavnom nemoguć, reč je o greškama *JVM*-a).

29

Brojač linija tekstualnog fajla.

URL ZADATKA: https://github.com/NikolaVetnic/OOP1/tree/master/src/usmeni_ispit/qB29_brojac_linija

30 Kopiranje tekstualnog fajla.

URL ZADATKA: https://github.com/NikolaVetnic/OOP1/tree/master/src/usmeni_ispit/qB30_kopiranje_txt_fajla

31 Balansirane zagrade.

URL ZADATKA: https://github.com/NikolaVetnic/OOP1/tree/master/src/usmeni_ispit/qB31_balansirane_zagrade

32 Paketi i jedinice prevođenja.

PAKETI: definicije referencijalnih tipova (klase, interfejse, nabrojive) mogu se grupisati po paketima; svaka klasa/interfejs/enum pripada nekom paketu; u isti paket se smeštaju oni tipovi koji zajedno čine neku logičku celinu; paket je mehanizam za hijerarhijsko uređivanje komponenti softverskog sistema (paket može sadržati druge pakete), a takođe je i mehanizam za kontrolu konflikta imena (različiti paketi mogu sadržati definicije istog imena, dok u jednom paketu imena moraju biti različita); struktura paketa *Java* softverskog sistema korespondira strukturi direktorijuma u kojima se čuvaju izvorni i prevedeni fajlovi, odnosno paket ≡ direktorijum.

Paketi funkcionišu kao mehanizam sakrivajna informacija: tipovi iz paketa nisu vidljivi van paketa ukoliko nisu `public`; paket može da sadrži proizvoljan broj paketa (direktorijuma) i jedinica prevođenja (fajlova); paket ne mora da sadrži nijednu jedinicu prevođenja – tada sadrži druge podpakete ili je prazan; po konvenciji imena paketa počinju malim slovima; puno (kvalifikovano) ime tipa je ime koje sadrži ime tipa, ime paketa u kojem je tip definisan i imena svih nadpaketa (primer #1: puno ime klase `A` koja je definisana u paketu `z`, koji se nalazi u paketu `y`, koji se nalazi u paketu `x` je `x.y.z.A`; primer #2: puno ime klase `B` koja je ugnježdena u klasu `A` je `x.y.z.A.B`).

Neka je javna klasa `A` definisana u paketu `x`, i neka je klasa `B` definisana u paketu `y`; tada da bi koristili klasu `A` prilikom definisanja klase `B` neophodno je (ili-ili-ili): **1)** klasu `A` navoditi njenim punim imenom u telu klase `B`, **2)** u jedinici prevođenja (fajlu) u kojoj je definisana `B` uvesti (importovati) klasu `A` (koristi se „skraćeno“ ime – samo `A`), **3)** u jedinici prevođenja (fajlu) u kojoj je definisana `B` uvesti (importovati) sve klase iz paketa `x` (takođe se koristi „skraćeno“ ime).

Paketi su nezavisni od podpaketa koji su sadržani u njima – klase iz podpaketa se takođe moraju uvesti (importovati) ili navoditi punim imenima; uvozom (importom) svih klasa iz paketa se ne uvoze klase iz podpaketa.

33 Definicija jedinice prevođenja.

JEDINICE PREVOĐENJA: u pitanju je jedan tekstualni fajl sa ekstenzijom `.java`[1] koji sadrži: **1)** deklaraciju paketa – navodi se kom paketu jedinica prevođenja pripada, **2)** uvozne (`import`)

[1] Praktično, u pitanju je *Java* source code koji se piše prilikom kodiranja

deklaracije – deklaracije kojim se uvoze imena definisana u drugim paketima, **3)** definicija tipova – definicija klasa, interfejsa i *enum*-a u jedinici prevođenja; ukoliko se u jedinici prevođenja ne navede deklaracija paketa tada sve definicije tipova iz te jedinice prevođenja pripadaju neimenovanom (anonimnom, podrazumevanom, *default*) paketu; ako je `A` javni tip (klasa/interfejs/*enum* imena `A` deklarisan sa modifikatorom `public`) tada `A` mora biti definisan u jedinici prevođenja koja se zove `A.java` – posledica: u jednoj jedinici prevođenja može postojati najviše jedna definicija javnog tipa.

Primeri imena paketa
```
package aritmetika;
package fizika.atomska;
package pera.diplomski.prviDeo;
```
Primeri uvoza
```
import java.util.ArrayList;
import java.util.*;
```
Korišćenje klase bez uvoza
```
java.util.ArrayList<Integer> v =
new java.util.ArrayList<>();
```
Uvoz statičkih članova klase
```
importstaticjava.lang.System.out;
```
Višestruki uvoz statičkih članova klase
```
importstaticjava.lang.System.*;
```

Ako postoje dve klase iz različitih paketa koje se isto zovu tada se ili obe klase navode punim imenima, ili se jedna importuje a druga navodi punim imenom.

34 Imenovanje i dizajn paketa.

IMENOVANJE PAKETA: ime paketa se izvodi od obrnutog imena domena firme (`rs.uns.pmf.dmi`) + ime projekta (`oop1`) + ime komponente unutar projekta (`lekcija5`); dizajn paketa prati hijerarhijsku strukturu komponenti softverskog sistema (sistem se sastoji od komponenti, komponente od podkomponenti, itd.); važi „*high cohesion, low coupling*“ princip (koji takođe važi i na nivou klasa): **1)** visoka kohezivnost unutar paketa – stepen zavisnosti klasa unutar paketa je veći nego njihov stepen zavisnosti od klasa van paketa, **2)** slaba povezanost sa drugim paketima – lokalizovana propagacija promena (promena klase unutar paketa ne zahteva promenu klasa van paketa).

.JAR FAJLOVI: arhiva (kompresovani fajl) koji sadrži `.class` fajlove; *Java* biblioteke se distribuiraju kao `.jar` fajlovi.

35 Struktura JavaFX aplikacije, tipovi okana.

GUI APLIKACIJE: *graphical user interface* aplikacija sadrži interaktivni grafički korisnički interfejs: **1)** sadrži grafičke komponente (polja za unos teksta, dugmad, menije, itd.), **2)** korisnik u interakciji sa aplikacijom koristeći tastaturu, miš, touch screen, **3)** svaka grafička komponenta je jedan objekat; reč je o programiranju vođenom događajima (*event-driven programming*): **1)** program izvršava pozadinsku nit koja čeka na neki događaj koji korisnik generiše preko grafičkih komponenti interfejsa, **2)** za svaki događaj je vezan *event handler* – kod koji se izvršava kada je događaj generisan (kod za obradu događaja), **3)** kod konzolnih aplikacija interakciju program-korisnik kontroliše program a kod *GUI* aplikacija tu interakciju kontroliše korisnik.

Programiranje *GUI* aplikacija se sastoji od:

1) programiranja *GUI*-ja (kreiranje objekata koji predstavljaju komponente, raspoređivanje komponenti unutar okna – auto-raspoređivači u zavisnosti od tipa okna u koje se smeštaju komponente, ručno programiranje interfejsa VS grafički *drag-and-drop* editori sa auto-generisanjem koda / konfiguracionim fajlovima koji opisuju interfejs),

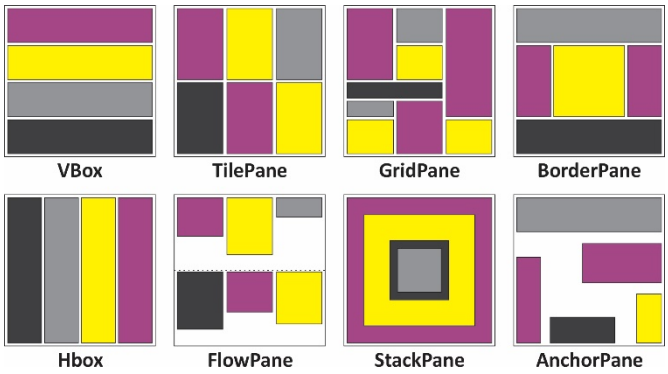
2) programiranje *event handler*-a,

3) vezivanje *event handler*-a za grafičke komponente (jedna komponenta interfejsa može generisati više tipova događaja – za svaki tip događaja imamo zaseban *event handler*, a takođe jedan *event handler* se može izvršavati na događaje koje generišu različite komponente).

JAVA FX: skup klasa za programiranje Java *GUI* aplikacija; *GUI JavaFX* aplikacije ima strukturu stabla u čijem korenu se nalazi **pozornica** (*stage*) – kod desktop GUI aplikacija pozornica je prozor sa *title bar*-om; **scena** (*scene*) – deo prozora u kojem možemo smeštati grafičke komponente (pozornica ima tačno jednu scenu); **čvorovi** (*nodes*) su grafičke komponente ili okna: okna su kontejneri koji mogu da sadrže grafičke komponente ili druga okna, na scenu se može postaviti tačno jedan čvor, a čvorovi se automatski raspoređuju u oknu u zavisnosti od tipa okna.

JavaFX aplikacija se pravi tako što glavna klasa nasledi `Application` iz `javafx.application`, nakon čega se implementira apstraktni metod `void start(Stage stage) throws Exception` kojim se kreira scena aplikacije i postavlja na pozornicu; sama aplikacija pokreće se metodom `launch()` iz klase `Application` – ovaj metod napravi instancu klase koja nasleđuje `Application` i nad tom instancom nakon neophodnih inicijalizacija poziva metod `void start(Stage stage) throws Exception`.

JAVA FX OKNA: okna se prilagođavaju dimenzijama scene – raspored i/ili veličina čvorova može da se promeni promenom veličine pozornice; za svaki čvor moguće je zadati minimalnu, poželjnu i maksimalnu veličinu (širinu i visinu): sve tri veličine se automatski inicijalizuju u zavisnosti od tipa grafičke komponente, čvor ima željenu veličinu ukoliko u oknu ima mesta za takvu veličinu, veličina se može smanjivati do minimalne, a povećavati do maksimalne veličine, u slučaju smanjivanja pozornice grafičke komponente mogu da se preklope, moguće je zadati eksplicitno poziciju i veličinu za svaki čvor ali se to ne preporučuje.



`BorderPane` okno: sadrži `ctor`-e koji primaju nula, jedan (`center`) ili pet čvorova; metode `setCenter()`, `setLeft()`, .. , `setBottom()`; metode za postavljanje poravnanja za komponente unutar dela okna, za postavljanje margine oko okna, za postavljanje margine oko komponenti unutar okna.

`FlowPane` okno: ređa komponente jednu za drugom horizontalno/vertikalno sa prelaskom u novu „vrstu“/“kolonu“; `ctor`-i: `FlowPane()`, `FlowPane(double hgap, double vgap)`, `FlowPane (Orientation orient)` (*enum* koji definiše `HORIZONTAL` ili `VERTICAL`), kombinacija prethodna dva; metoda koja vraća listu čvorova koji se nalaze u oknu: `ObservableList<Node> getChildren()` – pozivajući metod `add(Node n)` nad tom listom dodaje se čvor u okno (`ObservableList` – lista uz koju možemo vezati funkcijski objekat koji se izvrši automatski kada se lista promeni).

`Hbox` i `Vbox` okna: komponente se redjaju jedna za drugom horizontalno/vertikalno bez prelaska u novu „vrstu“/“kolonu“; ako je pozornica mala postoje nevidljive komponente koje se pojavljuju proširenjem pozornice.

`GridPane` okno: predstavlja tabelu (matricu) gde se čvor može postaviti u proizvoljnu ćeliju u tabeli; tabela raste automatski kako se dodaju čvorovi – ne navodi se veličina tabele prilikom kreiranja okna; jedna komponenta se može prostirati kroz više ćelija u tabeli; metode za dodavanje čvorova: `void add(Node child, int columnIndex, int rowIndex)`, `void add(Node child, int column, int row, int columnSpan, int rowSpan)` – prvo `idx` kolone, a onda vrste!

36 Tipovi i obrada događaja.

TIPOVI DOGAĐAJA: svaki tip događaja je realizovan odgovarajućom klasom koja direktno ili indirektno nasleđuje `javafx.event.Event`; neki od tipova događaja su: `KeyEvent`, `MouseEvent`, `MouseDragEvent`, `WindowEvent`, `TouchEvent`, `SwipeEvent`, `ZoomEvent`, `ActionEvent` – događaj visokog nivoa apstrakcija uključujući i logički (a ne fizički) klik na dugme.

OBRADA DOGAĐAJA: *Event handler* je objekat klase koja implementira interfejs `EventHandler<T extends Event>` koji propisuje implementaciju samo jednog metoda – `void handle(T event)`; *Event handler* je potrebno vezati za grafičku komponentu:

```
Button btn = new Button("Click me");

class ClickHandler implements
EventHandler<ActionEvent> {
  @Override
  public void handle(ActionEvent event) {
    .. }
  }
btn.setOnAction(new ClickHandler());
```

ANONIMNE METODE: anonimna metoda je metoda koja nema ime i koju zadajemo lambda izrazima: `(lista parametara) -> telo_metoda`, gde je telo metoda izraz ili blok naredba, tipovi parametara se mogu izostaviti ukoliko kompajler može sam da ih zaključi (*type inference*), i zagrade u listi parametara se mogu izostaviti ukoliko imamo jedan parametar naveden bez tipa:

```
(String s, char c) -> s.charAt(0) == c
(s, c) -> s.charAt(0) == c
s -> s.length() + 5
```

Funkcijski interfejs je interfejs koji propisuje implementaciju tačno jednog metoda; ako je `x` promenljiva tipa `X` pri čemu je `X` funkcijski interfejs tada promenljivoj `x` možemo dodeliti anonimni metod gde je `x` – referenca na funkcijski objekat; interfejs `EventHandler<T extends Event>` je primer f-jskog interfejsa:

```
EvtHnd<AcEvent> h = (ActionEvent e) -> {…}
EventHandler<ActionEvent> h = e -> {…}
btn.setOnAction(h)
btn.setOnAction(e -> {…})
```

Konačno, referencijalni lambda izraz predstavlja anonimni metod koji samo pozove neki konkretan metod za sopstvene argumente: `(x1, x2, .. , xk) -> a.m(x1, x2, .. , xk)`:

```
pub class JavaFxApp
extends Application {
  priv Button btn = newButton("Click me");
  public void start(Stage stage)
  throws Exception {
    btn.setOnAction(this::handleClick);
    ... }
  privatevoidhandleClick(ActionEvent e) {
    ... } }
```

Ovakvi lambda izrazi se skraćeno mogu navesti kao `a::m`, pri čemu je `a` objekat (`m` – nestatički metod) ili klasa (`m` – statički metod).

37 Interfejsi Collection i Map.

KOLEKCIJE: u pitanju je objekat koji sadrži druge objekte: liste, skupovi, stekovi, redovi opsluživanja; mapa je kolekcija parova `(ključ, vrednost)` u kojoj nema duplikata ključeva;

interfejsi i klase koje realizuju standardne kolekcije su u paketu `java.util`; centralni interfejsi iz paketa `java.util`: `Collection`, `Set`, `List`, `Queue`, `SortedSet`, `Deque`, `Map`, `SortedMap`.

INTERFEJS `Collection<E>`: generički interfejs koji definiše sledeće operacije:

```
boolean add(E e)                boolean contains                int         size()
void    clear()                         (Object o)              Iterator<E> iterator()
boolean remove(Object o)        boolean isEmpty()
```

`Iterator<E>` je generički interfejs koji definiše sledeće operacije:

```
boolean hasNext()               E next()                        void remove()
```

`Iterator<E>` briše iz kolekcije poslednji element isporučen kroz iterator; ponašanje interatora nije specifirano ako se iz kolekcije uklanjaju elementi dok se kroz kolekciju iterira osim koristeći `remove()` metod.

KLASA `Collections` IZ `java.util`: metode:

1) `Collections.sort(List<E> l)` – sortiranje po prirodnom uređenju, elementi liste su objekti klase koja implementira Comparable

2) `Collections.sort(List<E> l, Comparator<E> cmp)` – sortiranje po proizvoljnom komparatoru

3) `Collections.binarySearch(List<E> l, E key)` – binarno pretraživanje, elementi liste su objekti klase koja implementira `Comparable`

4) `Collections.copy(List<E> dst, List<E> src)` - kopiranje liste `dst` u listu `src`

5) `Collections.shuffle(List<E> src)` - izmeša elemente liste

38 Skupovi - interfejsi i klase.

INTERFEJS `Set`: reč je o generičkim interfejsima koji opisuju operacije u radu sa skupovima – operacije iz interfejsa `Collection`, `add(E e)` uspeva samo ukoliko u skupu ne postoji `x` takvo da je `x.equals(e)` tačno.

KLASE `HashSet` I `LinkedHashSet`: implementiraju interfejs `Set`: **1)** `HashSet` – skup realizovan *hash* tabelom (otvoreno *hash*-ovanje), **2)** `LinkedHashSet` – skup realizovan istovremeno i *hash* tabelom i listom (može se iterirati u redosledu umetanja).

INTERFEJS `SortedSet`: skup kod kog su elementi sortirani po prirodnom uređenju ili po proizvoljnom komparatoru (iteriranje po poretku); postoje metode koje vraćaju *min* i *max* element skupa, podskup koji sadrži sve elemente veće/manje od zadatog elementa, podskup koji sadrži sve elemente u nekom intervalu.

KLASA `TreeSet`: implementira interfejs `SortedSet`.

39 Liste - interfejsi i klase.

INTERFEJS `List<E>`: lista je (uređena kolekcija) sekvenca elemenata kojima se pristupa preko indeksa; metode definisane interfejsom:

```
boolean add(int index, Object o)        void set(int index, E element)
E get(int index)                        ListIterator<E> listIterator()
int indexOf(Object o)                       hasNext(), next(),
E remove(int index)                         hasPrevious(), previous()
```

KLASE `ArrayList` I `LinkedList`: implementiraju `List`: **1)** `ArrayList` – sekvenca realizovana dinamički proširivim nizom, **2)** `LinkedList` – sekvenca realizovana dvostruko-povezanom listom (kod obe klase metod `add()` dodaje na kraj liste); `ArrayList` je efikasnija kada se elementima pristupa preko indeksa i kada se elementi dodaju/brišu sa kraja, u svim ostalim slučajevima je efikasnija `LinkedList`; klasa `LinkedList` takođe implementira interfejs Deque (double ended queue):

```
addFirst                removeFirst              addLast                removeLast
```

Stoga, `LinkedList` može se koristiti i kao stek (*last in first out*) i queue (*first in first out*).

40 Mape - interfejsi i klase.

INTERFEJS `Map<K, V>`: opisuje operacije u radu sa mapama:

```
V put(K key, V value)
V get(Object key)                                   Set<Map.Entry<K, V>> entrySet();
V remove(Object key)                                interface Entry { K getKey(); V getVal(); }
```

Skup pogled na mapu, operacije nad skupom utiču na mapu i obratno.

KLASE `HashMap` I `LinkedHashMap`: implementiraju interfejs **`Map`**: **1)** `HashMap` – mapa realizovana *hash* tabelom (otvoreno *hash*-ovanje), **2)** `LinkedHashMap` – mapa realizovana istovremeno i *hash* tabelom i listom (može se iterirati u redosledu umetanja).

INTERFEJS `SortedMap`: nasleđuje `Map` i dodaje sledeće oepracije: vraćanje *min* i *max* ključa, kreiranje podmape koja sadrži sve ključeve veće/manje od nekog ključa, kreiranje podmape koja sadrži sve ključeve u nekom intervalu.

KLASA `TreeMap`: implementira interfejs `SortedMap`.

Teze.

1) Polje bez modifikatora vidljivosti (`default`) vidljivo je u svim klasama istog paketa.

2) Apstraktna klasa ne mora da sadrži nijedan apstraktan metod; ako klasa sadrži bar jedan apstraktan metod mora i sama biti apstraktna.

3) `String x = 1 + 2 + "Pera" + 3 + 4` → `x == "3Pera34"`

4) Nabrojivi tipovi mogu implementirati interfejse i ne mogu nasleđivati klase.

5) Svaka klasa unutar interfejsa je implicitno `public static`.

6) Klasa ne može istovremeno biti `public` i `protected`.

7) Ako klasa nije `abstract` mora imati telo.

8) Klasa `String` se ne može nasleđivati.

9) Anonimna klasa koja implementira interfejs `X` se instancira: `X x = new X() { .. };` - obavezno se implementira sve što interfejs propisuje.

10) Ako metod baca `Exception` on može da baca i `RuntimeException` budući da je `Exception` nadklasa; obrnuto ne važi – ako metod baca `RuntimeException` on može da baca samo *unchecked* izuzetke.

11) Ako u klasi metod `m1` baca *checked* izuzetak (`m1() throws Exception`), metod `m2` poziva metod `m1` i niti obradi, niti prosledi izuzetak, takva klasa se ne kompajlira.

12) Korišćenje interfejsa `Iterator` sa listom: `Iterator<T> it = lista.iterator();` – nakon toga se iterira sa `while(it.hasNext()) { .. }`

13) Kod naredbi oblika `a = b + c` prvo se evaluira vrednost desno od operatora dodele i generiše bilo kakav izuzetak koji tu može da se generiše, a zatim se prelazi na operator dodele koji takođe može da generiše neki drugi izuzetak.

14) Kada klasa `B` nasleđuje `A` i `A` ima polje `x`, tada se polju `x` klase `B` pristupa ili direktno sa `x` ili sa `super.x` – oba načina funkcionišu.

15) `HBox`, `VBox`, `FlowPane` – smeštaju proizvoljno mnogo čvorova, `BorderPane` – smešta maksimalno pet čvorova.

16) Konstruktor *enum*-a je uvek `private`.

17) Kada podklasa ima metod istog imena kao i nadklasa, tada ona mora imati ili različit broj parametara ili bar jedan parametar mora biti različitog tipa, a ako to nije slučaj tada metod u podklasi mora propisno redefinisati metod i to tako što će zadržati isti tip povratne vrednosti.

18) Podklasa ne može da pristupa `private` poljima nadklase.

19) Dinamičko vezivanje podrazumeva da čak i metoda koja je definisana samo u nadklasi poziva metod iz podklase ukoliko je u vremenu izvršavanja promenljiva tipa podklase.

20) Kod naredbe `A a = new B();` gde `B` nasleđuje `A` deo `new B()` je instanciranje i zato klasa `B` ne može biti apstraktna; takođe, smer nasleđivanja mora ići `A` → `B`.

21) Ako se jedan interfejs nasleđuje / implementira "na dve strane" (npr. `Interface I1 extends I0` i `Interface I2 extends I0`) i ako se definiše promenljiva koja je tipa `I2` ona je takođe i tipa `I0`, ali nikako ne i tipa `I1` – drugim rečima, „preuzimanje tipova" ide samo do „korena" nasleđivanja.

22) Operator `instanceof` slično kao operatori `<`, `>`, `==` i slični nema asocijativnost (`a instanceof b instanceof c` ne prolazi kompajliranje).

23) Apstraktna klasa može sadržati definiciju neapstraktne metode, pa samim tim i `final` metode.

24) Ako `class A implements I` i zatim `class B extends A`, tada klasa `B` nasleđuje sve metode iz `I` koje implementira `A` pa ne mora eksplicitno da stoji `class B extends A implements I`.

25) Budući da nema ime, anonimnu klasu nijedna klasa ne nasleđuje niti ona može da ima konstruktore.

26) Klasa može biti apstraktna bez obzira koju i kakvu klasu nasleđuje, uključujući `Exception`.

27) Bez obzira koju klasu nasleđuje svaka klasa može implementirati proizvoljno mnogo interfejsa.

28) Neproveravani izuzeci ne moraju se navoditi u zaglavlju metoda.

29) `BufferedReader` i `FileReader` generišu *checked* izuzetke `FileNotFoundException` i `IOException` – ovi izuzeci se uvek moraju obraditi (`try-catch-finally`, `try-with-resources`) ili proslediti dalje (navesti u zaglavlju metode).