Основы объектно—ориентированного программирования. Лабораторные

Александр Панов

Московский физико-технический институт

апрель 2015 г.

Цели курса

- Освоить идеологию объектно—ориентированного программирования.
- Понять принципы программирования структур данных и типовых решений (patterns).
- Научиться писать программы на объектно—ориентированном языке (Java, C++, Python).
- Начать создавать безопасные и легко понимаемые программы.
- Научиться работать в команде с использованием средств командной разработки кода.
- Освоить основы параллельного программирования.
- Начать пользоваться стандартными и сторонними библиотеками для решения своих задачах.
- Овладеть инструментами компиляции, отладки и сборки сложных программ.

Работа в семестре

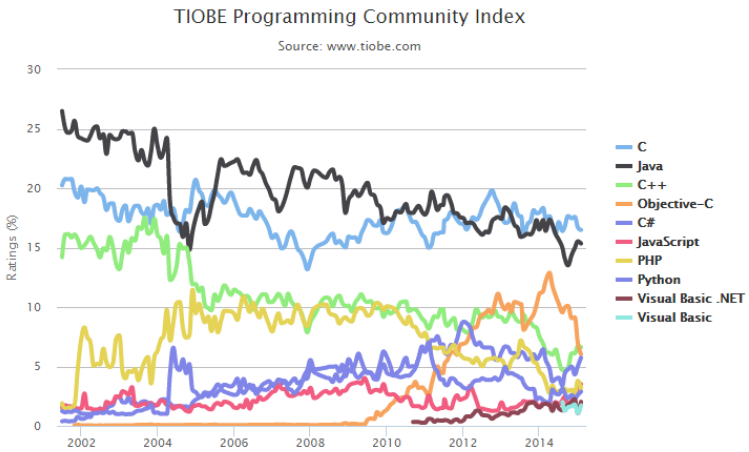
- Сформировать команды минимум по 3 человека, максимум — 5 (конец февраля).
- Определиться с языком программирования в команде и темой курсового проекта (конец февраля).
- Подготовить презентацию своего проекта (конец марта).
- Выполнить две семестровых задачи (конец марта).
- Сдать курсовой проект (май).

Среда разработки и система контроля версий — по своему усмотрению.

Литература

TIOBE Index

Индекс, оценивающий популярность языков программирования. Основан на подсчёте результатов поисковых запросов, содержащих название языка (Google, Blogger, Wikipedia, YouTube, Baidu, Yahoo!, Bing, Amazon).
http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html



Feb 2015	Feb 2014	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		C	16.488%	-1.85%
2	2		Java	15.345%	-1.97%
3	4	↑	C++	6.612%	-0.28%
4	3	↓	Objective-C	6.024%	-5.32%
5	5		C#	5.738%	-0.71%
6	9	↑	JavaScript	3.514%	+1.58%
7	6	↓	PHP	3.170%	-1.05%
8	8		Python	2.882%	+0.72%
9	10	↑	Visual Basic .NET	2.026%	+0.23%
10	-	⇈	Visual Basic	1.718%	+1.72%
11	20	⇈	Delphi/Object Pascal	1.574%	+1.05%
12	13	↑	Perl	1.390%	+0.50%
13	15	↑	PL/SQL	1.263%	+0.66%
14	16	↑	F#	1.179%	+0.59%
15	11	⇊	Transact-SQL	1.124%	-0.54%
16	30	⇈	ABAP	1.048%	+0.69%
17	14	↓	MATLAB	1.033%	+0.39%
18	44	⇈	R	0.963%	+0.71%
19	17	↓	Pascal	0.960%	+0.41%
20	12	⇊	Ruby	0.873%	-0.05%

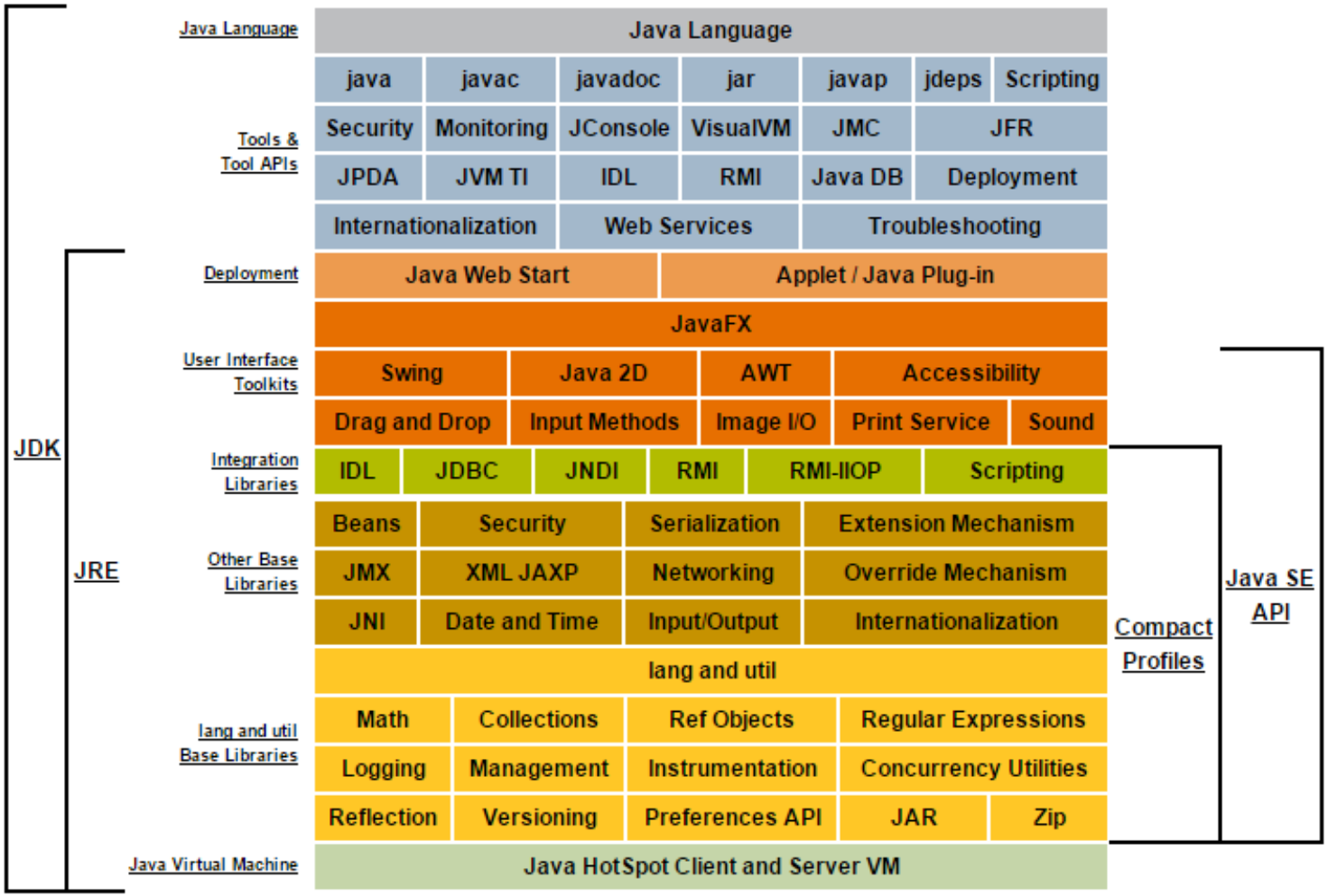
ООП на примере языка C++

- История с 1980 г.: изначально «C with classes», крайняя версия — C++11.
- Стандартизация с 1996 г.
- Ключевая особенность — полная совместимость с C.
- Высокая производительность.
- Наличие совместимости с C приводит к путанице при использовании устаревших функций.
- Большое количество библиотек, в том числе и с дублирующими функциями.

ООП на примере языка Java

- История с 1995 г.: 6 версий — крайняя JDK 1.8.
- Поддержка Sun—Oracle http://docs.oracle.com/javase/8/docs/
- Ключевая особенность — программы транслируются в байт-код, выполняемый виртуальной машиной Java (JVM). JVM реализована для всех типов операционных систем.
- Облегченное управление памятью — сборка мусора garbage collector (GC).
- Программные стеки: JavaSE (desktop—приложения), JavaEE (web—приложения), JavaFX (rich—приложения), Android (мобильные приложения).
- Богатый набор уже написанного кода и большое количество библиотек и фреймворков (frameworks), решающих огромное количество задач.

Компоненты языка Java



Инструменты языка C++

- STandart Library (STL) — библиотека шаблонов.
- Boost — одна из самых известных библиотек инструментов.
- make — инструмент сборки программ.
- gdb — инструмент отладки.

Примеры на Java

```
double a = 1, b = 1, c = 6;
double D = b * b - 4 * a * c;
if (D >= 0) {
    double x1 = (-b + Math.sqrt (D)) / (2 * a);
    double x2 = (-b - Math.sqrt (D)) / (2 * a);
}

int x = 2;
int y = 0;
/* if (x > 0)
        y = y + x*2;
    else
        y = -y - x*4; */
y = y*y;// + 2*x;
```

Hello World! на Java

```
public class Demo {

    public static void main (String args[]) {
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Команда компиляции — javac Demo.java

Команда запуска скомпилированного приложения — java Demo

Лексика языка

- Идентификаторы — это имена, которые даются различным элементам языка для упрощения доступа к ним. Имена имеют пакеты, классы, интерфейсы, поля, методы, аргументы и локальные переменные.
- Ключевые слова — это зарезервированные слова, состоящие из ASCII—символов и выполняющие различные задачи языка: abstract, double, int, class, public, void и т. п.
- Литералы позволяют задать в программе значения для числовых, символьных и строковых выражений, а также null—литералов.
- Операторы используются в различных операциях — арифмтеических, логических, битовых, опреациях сравнения и присваивания: =, ==, >, <, +, - и т. п.

Интернет на виртуальных контейнерах

```
ping 64.0.0.0 -c 2 -w2 || wget -qO -
    "login.telecom.mipt.ru/bin/login.cgi?login=LOGIN
    &memorize=on&password=
$((wget login.telecom.mipt.ru/bin/getqc.cgi -qO -; echo -n
    PASSWORD) | md5sum - | head -c32)"
```

Парадигмы программирования

Парадигма программирования — это совокупность идей и понятий по структурированию своей работы по написанию компьютерных программ.

Императивное программирование — вычисление описывается последовательностью инструкций, которые изменяют состояние данных. Возникает последовательность состояний как в теории автоматов. Базовое понятие — *переменная*.

1. Процедурная парадигма.
2. Структурная парадигма.
3. Объектно-ориентированная парадигма.

Парадигмы программирования

Парадигма программирования — это совокупность идей и понятий по структурированию своей работы по написанию компьютерных программ.

Декларативное программирование — декларирует состояние, а не задаёт путь к его вычислению. Здесь главное описать строение чего-то, а не процесс его создания.

1. Функциональная парадигма: базовое понятие — функция без глобальных переменных (λ-исчисление $\rightarrow$ LISP, Clojure, Scala и др.).
2. Логическая парадигма: заданы факты, правила вывода, на основе метода резолюций происходит автоматическое доказательство теорем (Oz, Prolog).

Процедурная и структурная парадигмы

- Процедурная методология основана на алгоритмах (Марков, Тьюринг, фон Нейман).
- Последовательное выполнение операторов, преобразующих состояние памяти. Чёткое отделение программы от памяти.
- Большие задачи разбиваются на подзадачи — процедуры (функции).
- **Переиспользование** состоит в создании библиотек процедур (функций).
- Модули как совокупности процедур — структурное программирование без goto (Дейкстра).
- Примеры: Ada, Algol, Visual Basic, C, Fortran, Pascal.

Объекты

Гради Буч:
Объект — это мыслимая или реальная сущность, обладающая характерным поведением и отличительными характеристиками и являющаяся важной в предметной области.

Каждый объект имеет состояние, обладает чётко определённым поведением и уникальной идентичностью.

Состояние: в любой момент времени состояние объекта включает в себя перечень (обычно статический) свойств объекта и текущие значения (обычно динамические) этих свойств. Человек сидит и у него есть удочка.

Объекты

Гради Буч:
Объект — это мыслимая или реальная сущность, обладающая характерным поведением и отличительными характеристиками и являющаяся важной в предметной области.

Каждый объект имеет состояние, обладает чётко определённым поведением и уникальной идентичностью.

Поведение: для каждого объекта существует определённый набор действий, которые с ним можно произвести. Файл в ОС можно открыть, создать и т.п.

Объекты

Гради Буч:
Объект — это мыслимая или реальная сущность, обладающая характерным поведением и отличительными характеристиками и являющаяся важной в предметной области.

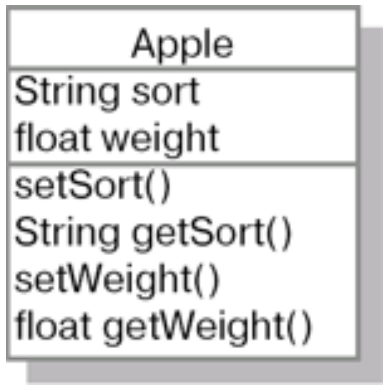
Каждый объект имеет состояние, обладает чётко определённым поведением и уникальной идентичностью.

Уникальность: в машинном представлении под параметром уникальности объекта чаще всего понимается адрес размещения объекта в памяти; уникальность объекта состоит в том, что всегда можно определить, указывают две ссылки на один и тот же объект или на разные объекты. Даже одинаковые монеты (абсолютно все их атрибуты одинаковы: год выпуска, номинал и т.д.), они по-прежнему остаются разными монетами.

Классы

- Совокупность атрибутов и их значений характеризует объект.
- Все объекты одного и того же класса описываются одинаковыми наборами атрибутов.
- Все объекты одного и того же класса обладают одинаковым поведением.

Пример 1: разные объекты класса «Монеты».
Пример 2: конюшня и лошадь как объекты одного класса.



Классы

- Класс имеет **имя**, которое относится ко всем объектам этого класса.
- В классе вводятся имена атрибутов, которые определены для объектов (атрибут=свойство=**поле**).
- Класс является шаблоном поведения объектов (**методы**)
- Класс может иметь **конструктор** (constructor) — специальный метод, который выполняется при создании объектов.
- Класс может иметь **деструктор** (destructor) — специальный метод, который выполняется при уничтожении объектов.

Инкапсуляция

Инкапсуляция (encapsulation) — это сокрытие реализации класса и отделение его внутреннего представления от внешнего (интерфейса).

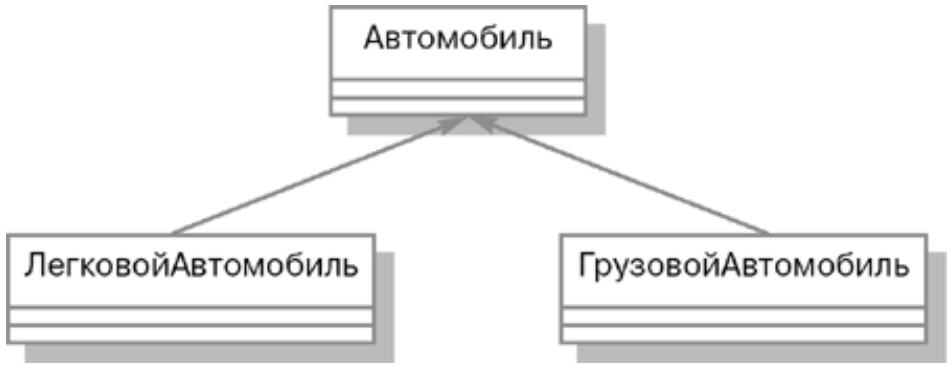
Внутри объекта данные и методы могут обладать различной степенью открытости (или доступности).

- Открытые члены класса составляют внешний интерфейс объекта — это та функциональность, которая доступна другим классам.
- Закрытыми обычно объявляются все свойства класса, а также вспомогательные методы, которые являются деталями реализации и от которых не должны зависеть другие части системы.

Модульность — благодаря сокрытию реализации за внешним интерфейсом класса можно менять внутреннюю логику отдельного класса, не меняя код остальных компонентов системы.

Наследование

Наследование (inheritance) — это отношение между классами, при котором класс использует структуру или поведение другого класса (одиночное наследование), или других (множественное наследование) классов.



Наследование вводит иерархию «общее/частное», в которой **подкласс** наследует от одного или нескольких более общих **суперклассов**.

Типичная задача

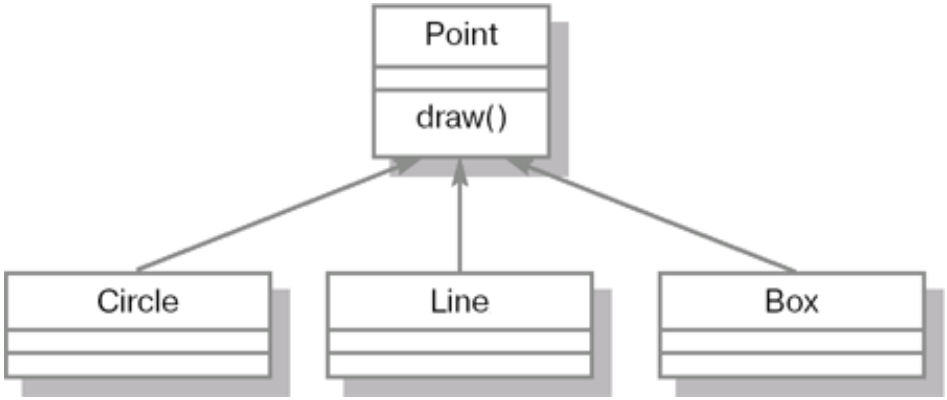
Пример:
Предположим, мы хотим создать векторный графический редактор, в котором нам нужно описать в виде классов набор графических примитивов — Point, Line, Circle, Box и т.д. У каждого из этих классов определим метод draw для отображения соответствующего примитива на экране.

Хотим:
Написать код, который при необходимости отобразить рисунок будет последовательно перебирать все примитивы, на момент отрисовки находящиеся на экране, и вызывать метод draw у каждого из них.

Решение 1

```
Point[] p = new Point[1000];
Line[] l = new Line[1000];
Circle[] c = new Circle[1000];
Box[] b = new Box[1000];
//...
//...
for(int i = 0; i < p.length;i++) {
    if(p[i]!=null) p[i].draw();
}
for(int i = 0; i < l.length;i++) {
    if(l[i]!=null) l[i].draw();
}
for(int i = 0; i < c.length;i++) {
    if(c[i]!=null) c[i].draw();
}
for(int i = 0; i < b.length;i++) {
    f(b[i]!=null) b[i].draw();
}
```

Решение 2




```
Point p[] = new Point[1000];
p[0] = new Circle();
p[1] = new Point();
p[2] = new Box();
p[3] = new Line();
//...
for(int i = 0; i < p.length;i++) {
    if(p[i]!=null) p[i].draw();
}
```

Полиморфизм

Полиморфизм (polymorphism) — положение теории типов, согласно которому имена (например, переменных) могут обозначать объекты разных (но имеющих общего родителя) классов.

Процедурный полиморфизм предполагает возможность создания нескольких процедур или функций с одним и тем же именем, но разным количеством или различными типами передаваемых параметров — **перегрузка** (overloading) функций.

```
void println();
void println(boolean x);
void println(String x);
```

Чтение с консоли

```
import java.util.Scanner;

public class InputExp {
    public static void main(String[] args) {
        String name;
        int age;
        Scanner in = new Scanner(System.in);

        name = in.nextLine();
        age = in.nextInt();
        in.close();

        System.out.println("Name :" + name);
        System.out.println("Age :" + age);
    }
}
```

Чтение из файла

```
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.util.Scanner;
public class ScannerReadFile {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            FileInputStream fileStream = new
    FileInputStream("test.txt");

            Scanner scanner = new Scanner(fileStream);
            while (scanner.hasNextLine()) {
                String line = scanner.nextLine();
                System.out.println(line);
            }
        } catch (FileNotFoundException e) {
            System.out.println("File not found");
        }
    }
}
```

Темы проектов

- Научные:
  - распознавание образов с помощью нейросетей,
  - машинное обучение,
  - мультиагентные системы.
- Учебные:
  - Микро-фотошоп — набор различных фильтров для обработки изображений,
  - Редактор формул — набор формул, их сохранение и конвертация в LaTeXи MathType,
  - Реактор — моделирование работы гомогенного ураново-графитого ядерного реактора,
  - Столкновение тел — помолекулярное моделирование столкновения малых тел с учётом различных взаимодействий,
  - Графы и сети — программа для работы с сетями а алгоритмами на них (коммивояжёр, клика и т. п.),

Темы проектов

- Учебные:
  - Дорожное движение — моделирование дорожного движения в городе с некоторой картой,
  - Фракталы — построение множеств Жюлиа для различных отображений, исследование критических точек,
- Развлекательные:
  - Экология — двумерная трёхкомпонентная экологическая модель,
  - Жизнь — генетический варианта игры жизнь, обобщение клеточных автоматов,
  - Чат — программа обмена пользовательскими сообщениями (Android, desktop),
  - Танчики — многопользовательская игра с ботами и web-интерфейсом.

Требования к проекту. Общие

- Разработка в команде из 3–4 человек.
- Использование системы контроля версий (Git, SVN).
- Презентация выбранного проекта с четкой формулировкой будущих работ каждого участника и сроков.
- Согласование архитектуры проекта.
- Каждый участник должен соблюсти все технические требования в своём коде.
- Проект должен быть доведен до планируемого рабочего состояния.
- Презентация по итогам завершения проекта — что получилось, что нет.

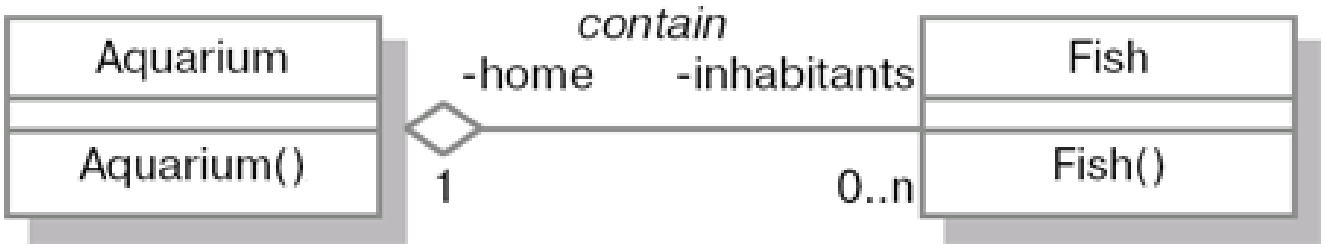
Требования к проекту. Технические

- Обработка ошибок как внутренних, так и ошибок непредвиденного использования.
- Применение многопоточного программирования, как минимум на уровне отделения рабочих процессов от интерфейса пользователя.
- Использование стандартных классов для работы с коллекциями.
- Комментарии в тексте программы (JavaDoc, __doc__): в начале каждого класса, для каждой публичной функции и поля.
- Оформление кода: соблюдение CodeStyle для данного языка программирования (отступы, правильное название полей и методов и т. д.).
- Наличие файлов сборки (Ant, Maven, make).

Допуск к проекту: задачи

- Обе задачи должны быть выполнены на выбранном командой языке программирования.
- Для обоих задач должен быть дополнительный тестовый класс, в котором демонстрируется функциональность реализованной коллекции или алгоритма.
- Должны быть соблюдены CodeStyle и присутствовать комментарии.
- Задача №1: нельзя использовать стандартные классы коллекций, только массивы.
- Задача №2: выбор места для распараллеливания алгоритма — часть решения задачи.

Агрегация




```
public class Fish {
    private Aquarium home;
    public Fish() {
    }
}

public class Aquarium {
    private Fish inhabitants[];
    public Aquarium() {
    }
}
```

Ассоциация


```
public class Programmer {
    private Computer computers[];
    public Programmer() {
    }
}

public class Computer {
    private Programmer programmers[];
    public Computer() {
    }
}
```

Класс Object

Каждый класс в Java неявно наследуется от класса Object. В нем определены некоторые методы, которые, таким образом, есть у любого класса.

- **equals()** — служит для сравнения объектов по значению, а не по ссылке.
- **hashCode()** — представить любой объект целым числом.
- **toString()** — позволяет получить текстовое описание любого объекта.

```
Point p7=new Point(2,3);
Point p8=new Point(2,3);
System.out.println(p1.equals(p2));

System.out.println(p7.hashCode() == p8.hashCode());
System.out.println(p7.toString());

Point@92d351
```

Класс String

Класс String занимает в Java особое положение:

- экземпляры только этого класса можно создавать без использования ключевого слова **new**,
- каждый строковый литерал порождает экземпляр String, и это единственный литерал (кроме null), имеющий объектный тип,
- много полезных методов: **length()**, **split(String regex)**, **substring(int beginIndex, int endIndex)**, **toCharArray()**, **charAt(int index)** и др.

```
String s1 = "abc";
String s2 = "abc";
String s3 = "a"+"bc";

System.out.println(s1==s2);
System.out.println(s1==s3);
System.out.println(s1.equals(s2));
```

Java из командной строки

- javac HelloWorld.java
- java -classpath . HelloWorld

Отделяем исходники (папка src) и бинарные файлы (папка bin).

- javac -d bin HelloWorld.java
- java -classpath ./bin HelloWorld

Помещаем исходный класс в пакет ru.mipt.cs.

- javac -d bin ru/mipt/cs/helloworld/HelloWorld.java
- java -classpath ./bin ru.mipt.cs.helloworld.HelloWorld

Несколько файлов в проекте.

- javac -d ../bin ru/mipt/cs/helloworld/HelloWorld.java
- java -classpath ./bin ru.mipt.cs.helloworld.HelloWorld

Пакеты

- Пакеты (packages) в Java — это способ логически группировать классы.
- В файловой системе они представлены директориями.
- Аналогично директории, пакет может внутри кроме классов содержать и другие пакеты — свои элементы.
- Примеры: java.lang, com.sun.misc, ru.mipt.dgap.cs025.project.

Простые и составные имена

- Простое имя классов, полей и методов дается при объявлении: Object, String, Point, toString(), PI, InnerClass.
- Чтобы получить составное имя, надо к имени родителя, в котором находится элемент, через точку добавить простое имя элемента:
  java.lang.Object,
  java.lang.reflect.Method,
  com.myfirm.MainClass,
  ref.toString(),
  java.lang.Math.PI,
  OuterClass.InnerClass

Область видимости

У каждого имени есть область видимости (scope).

```
class Pointer {
    int x, y;

    int getX() {
        return x; // simple name
    }
}

class Test {
    void main() {
        Pointer p = new Pointer();
        p.x = 3; // complex name
    }
}
```

Classpath

- Не всегда удобно хранить все файлы в одном каталоге
- Удобно распространять классы в виде JAR (Java ARchive) или ZIP архивов, для ускорения загрузки через сеть.
- Существует специальная переменная окружения classpath (по аналогии с path) — её значение должно состоять из путей к каталогам или архивам, разделённых точкой с запятой .;C:/java/classes;D:/lib/3Dengine.zip;D:/lib/fire.jar

Модуль компиляции

- Модуль компиляции (compilation unit) хранится в текстовом .java-файле и является единичной порцией входных данных для компилятора. Он состоит из трёх частей:
  - объявление пакета;
  - import-выражения;
  - объявления верхнего уровня.
- Порядок работы import:
  - сначала просматриваются выражения, импортирующие типы;
  - затем другие типы, объявленные в текущем пакете, в том числе в текущем модуле компиляции;
  - наконец, просматриваются выражения, импортирующие пакеты.
- Область видимости объявления верхнего уровня по умолчанию — пакет.

Области видимости

- Область видимости доступного пакета — вся программа.
- Областью видимости импортированного типа являются все объявления верхнего уровня в этом модуле компиляции.
- Областью видимости класса верхнего уровня является пакет, в котором он объявлен.
- Область видимости элементов классов — это все тело типа, в котором они объявлены, доступ через имя класса или зарезервированные слова **this** и **super**.
- Аргументы метода, конструктора или обработчика ошибок видны только внутри этих конструкций и не могут быть доступны извне.
- Область видимости локальных переменных начинается с момента их инициализации и до конца блока, в котором они объявлены.

Перекрытие областей видимости

- Затеняющее объявление (shadowing)

```
class Human {
    int age;
    void setAge(int age) {
        this.age = age; // OK
    }
}
```

Перекрытие областей видимости

- Заслоняющее объявление (obscuring)

```
public class Obscuring {
    static Point Test = new Point(3, 2);
    public static void main(String s[]) {
        System.out.print(Test.x);
    }
}

class Test {
    static int x = -5;
}
```

Соглашения по именованию

- Имя каждого пакета начинается с маленькой буквы и представляет собой, как правило, одно недлинное слово, возможно с подчеркиванием (com.sun.image.codec.jpeg, org.omg.CORBA.ORBPackage, oracle.jdbc.driver).
- Имена типов начинаются с большой буквы и могут состоять из нескольких слов, каждое следующее слово также начинается с большой буквы (Human, HighGreenOak, ArrayIndexOutOfBoundsException, Runnable, Serializable, Cloneable).
- Имена методов должны быть глаголами и обозначать действия, которые совершает данный метод. Имя должно начинаться с маленькой буквы, но может состоять из нескольких слов, причём каждое следующее слово начинается с заглавной буквы.

Соглашения по именованию

- Поля класса имеют имена, записываемые в том же стиле, что и для методов, начинаются с маленькой буквы, могут состоять из нескольких слов, каждое следующее слово начинается с заглавной буквы. Имена должны быть существительными, например, поле name в классе Human, или size в классе Planet.
- Имена констант состоят из последовательности слов, сокращений, аббревиатур. Записываются они только большими буквами, слова разделяются знаками подчеркивания (PI, MIN_VALUE, MAX_VALUE, COLOR_RED, COLOR_GREEN, COLOR_BLUE).
- Имена локальных переменных, параметров методов и обработчиков ошибок, как правило, довольно короткие, но, тем не менее, должны быть осмыслены. Например, можно использовать аббревиатуру (имя cp для ссылки на экземпляр класса ColorPoint) или сокращение (buf для buffer).

CVS — Control Version Systems

Система контроля версий — комплекс программного обеспечения для обеспечения коллективной работы с исходным кодом, а так же отслеживания изменений в нем.
Типичные задачи, которые позволяет решить система контроля версий:

- Узнать, что я поменял с момента последней «живой» копии?
- Получить исходник установленной месяц назад системы.
- Параллельная работа 2-х и более человек над одним исходником.

Выбираем из двух систем контроля версий:

- Subversion.
- GIT/GitHub.

Сокрытие реализации

Модификаторы доступа вводятся для защиты, или избавления, пользователя от излишних зависимостей от деталей внутренней реализации.

```
public class Human {
    public int age;
}

Human h = new Human();
int i=h.age;
```

Сокрытие реализации

Модификаторы доступа вводятся для защиты, или избавления, пользователя от излишних зависимостей от деталей внутренней реализации.

```
public class Human {
    private int age;

    public int getAge() {
        return age;
    }

    public void setAge(int a) {
        age=a;
    }
}

Human h = new Human();
int i=h.getAge();
```

Изменение реализации

```
public class Human {
    private/* int */double age;

    public int getAge() {
        return (int) Math.round(age);
    }
    public void setAge(int a) {
        age = a;
    }

    public double getExactAge() {
        return age;
    }
    public void setExactAge(double a) {
        age = a;
    }
}
```

Уровни доступа

В Java модификаторы доступа указываются для:

- классов объявления верхнего уровня,
- элементов класса (полей, методов, внутренних типов),
- конструкторов классов.

Все четыре уровня доступа имеют только элементы типов и конструкторы. Это:

- public,
- private,
- protected,
- если не указан ни один из этих трёх типов, то уровень доступа определяется по умолчанию (default).

Шаблон объявления класса

```
[public] [final] class ValidClassName [extends ParentClassName] {
    [public,private,protected] [static] [final] int valName [=0];
    [public,private,protected] [static] [final] MyType valName2 [=null];

    [public,private,protected] ValidClassName([int paramName][, [final] MyType
     paramName2][...]) [throws ExceptionName]{
        [super(...);]...
    }

    [public,private,protected] [static] [final] [void, int, MyType]
     methodName([int paramName][, [final] MyType paramName2][...]) [throws
     ExceptionName]{
        [super. methodName(...);]...
    }
}
```

Контекст выполнения

К статическому контексту выполнения относятся:

- статические методы,
- статические поля.

Остальные части кода относятся к динамическому контексту:

- обычные методы,
- обычные поля,
- конструкторы.

Статический контекст

```
class Test {
    public void process() {
    }

    public static void main(String s[]) {
        // process(); - error!

        Test test = new Test();
        test.process(); // OK!
    }
}
```

Абстрактные классы

```
// Base operation
public abstract class Operation {
    public int calculate(int a, int b){}
}

class Addition extends Operation {
    public int calculate(int a, int b) {
        return a+b;
    }
}

class Subtraction extends Operation {
    public int calculate(int a, int b) {
        return a-b;
    }
}
```

Абстрактный метод

```
// Base operation
public abstract class Operation {
    public abstract int calculate(int a, int b);
}

class Addition extends Operation {
    public int calculate(int a, int b) {
        return a+b;
    }
}

class Subtraction extends Operation {
    public int calculate(int a, int b) {
        return a-b;
    }
}
```

Пример использования абстрактного класса

```
class Test {
    public static void main(String s[]) {
        Operation o1 = new Addition();
        Operation o2 = new Subtraction();

        o1.calculate(2, 3);
        o2.calculate(3, 5);
    }
}
```

Интерфейс

```
public interface Drawable extends Colorable, Resizable {
    public final static int RIGHT = 1;
    int LEFT = 2;
    int UP = 3;
    int DOWN = 4;

    public abstract void moveRight();
    void moveLeft();
    void moveUp();
    void moveDown();
}
```

Использование интерфейсов

```
public interface InsectConsumer {
    void consumeInsect(Insect i);
}
// Rosianka
class Sundew extends Plant implements InsectConsumer {
    public void consumeInsect(Insect i) {
        // ...
    }
}
// Lastochka
class Swallow extends Bird implements InsectConsumer {
    public void consumeInsect(Insect i) {
        // ...
    }
}
```

Использование интерфейсов

```
// Muravied
class AntEater extends Mammal implements InsectConsumer {
    public void consumeInsect(Insect i) {
        // ...
    }
}

class FeedWorker extends Worker {
    public void feedOnInsects(InsectConsumer consumer) {
        consumer.consumeInsect(new Insect());
    }
}
```

Автоматическое преобразование

Тип устанавливается на основе структуры применяемых выражений и типов литералов, переменных и методов, используемых в этих выражениях.

```
long a = 3;
a = 5 + 'A' + a;
print("a=" + Math.round(a / 2F));
int b=1;
byte c=(byte)-b;
int i=c;
```

Примитивные типы

- **Расширение примитивного типа** (widening primitive) — автоматическое.
- **сужение примитивного типа** (narrowing primitive) — явно, т. к. можно потерять данные.

```
long d=111111111111L;
float f = d;
a = (long) f;
print(d);

print((byte)383);
print((byte)384);
print((byte)-384);
char ch=40000;
print((short)ch);
```

Объектные типы. Пример

```
class Parent {
    int x;
}

class Child extends Parent {
    int y;
}

class Child2 extends Parent {
    int z;
}
```

Преобразование объектных типов

- **Расширение объектного типа** (widening reference) — автоматическое.
- **Сужение объектного типа** (narrowing reference) — явно, т. к. может быть ClassCastException.

```
Parent p1=new Child();
Parent p2=new Child2();
Parent p3=null;

Parent p = new Child();
Child c = (Child) p; // OK!
Parent p2 = new Child2();
Child c2 = (Child) p2; // Error!
if (p2 instanceof Child) {
    Child c3 = (Child) p2;
}
```

Оставшиеся случаи

- **Преобразование к строке** (String) — автоматически любые типы.
- **Запрещенные преобразования** (forbidden):
  - переходы от любого ссылочного типа к примитивному, от примитивного — к ссылочному (кроме преобразований к строке);
  - тип boolean нельзя привести ни к какому другому типу, кроме boolean (за исключением приведения к строке);
  - невозможно привести друг к другу типы, находящиеся не на одной, а на соседних ветвях дерева наследования и др.

Исключительные ситуации

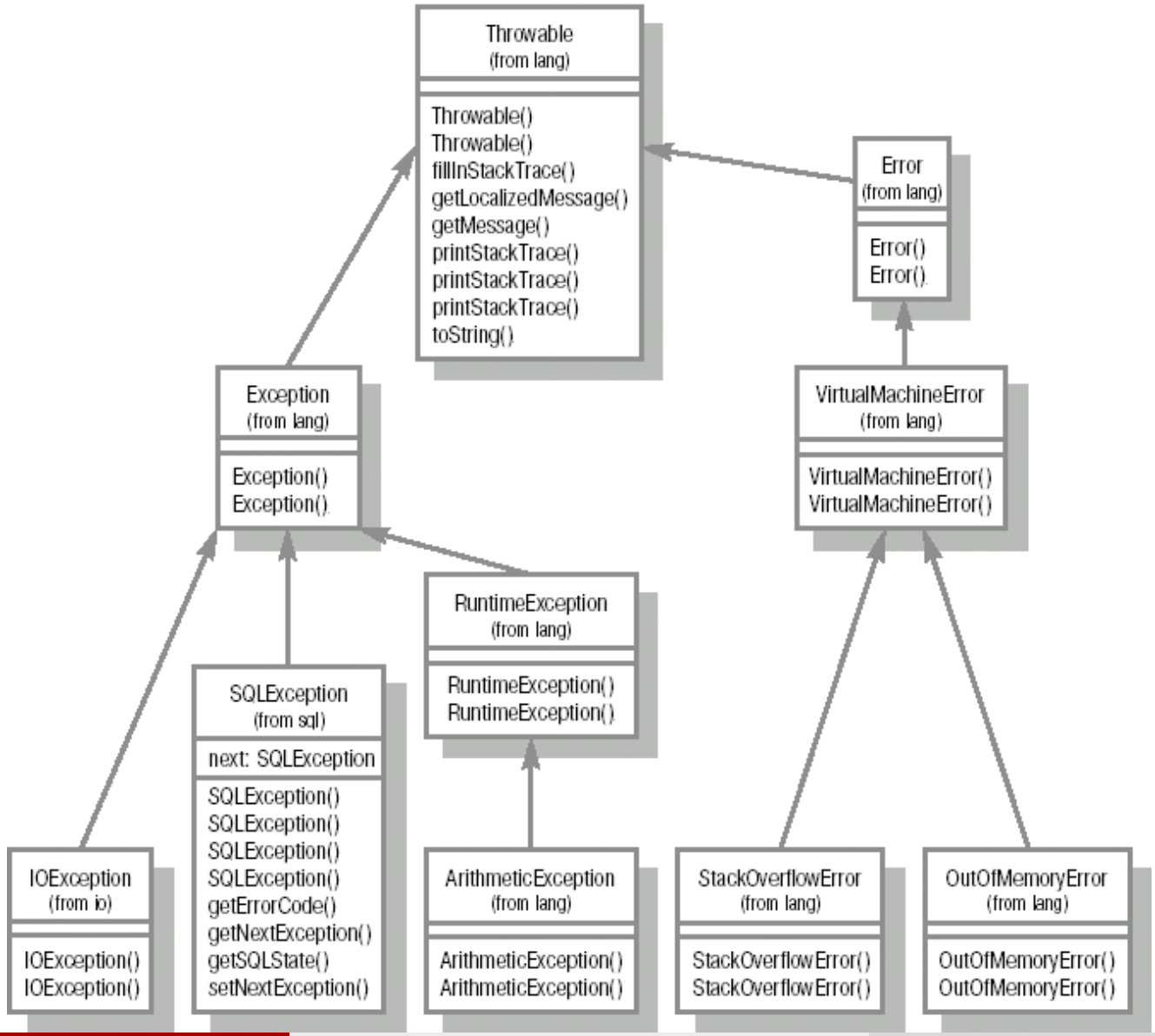
Ошибки могут возникать как по причине недостаточной внимательности программиста (отсутствует нужный класс, или индекс массива вышел за допустимые границы), так и по независящим от него причинам (произошел разрыв сетевого соединения, сбой аппаратного обеспечения, например, жесткого диска и др.).

При возникновении исключительной ситуации управление передается от кода, вызвавшего исключительную ситуацию, на ближайший блок **catch** (или вверх по стеку) и создается объект, унаследованный от класса **Throwable**, или его потомков, который содержит информацию об исключительной ситуации и используется при ее обработке.

Обработка исключений

```
try {
    if (p.x == 0) {
        throw new SomeExceptionClass();
    } else {
        throw new AnotherExceptionClass();
    }
    // ...
} catch (SomeExceptionClass e) { // from common to special
    types
    // ...
} catch (AnotherExceptionClass e) {
    // ...
} finally {
}
```

Проверяемые и непроверяемые исключения



Зачем нужно организовывать потоки

- Выполнение задач, где действительно требуется выполнять несколько действий одновременно: сервер общего пользования, активные игры (опрашивание клавиатуры и других устройства ввода) и т.д.
- Вычислительное устройство — лишь один из ресурсов, необходимых для выполнения задач. Всегда есть оперативная память, дисковая подсистема, сетевые подключения, периферия и т. д., которые необходимо делить. Пример: пользователю требуется распечатать большой документ и скачать большой файл из сети.
- Более гибко управлять выполнением задач: реализация кнопки Cancel, регулирование приоритетами и т. п.
- Обслуживающие потоки: автоматический сборщик мусора в Java запускается в виде фонового (низкоприоритетного) процесса — демон (daemon).

Создание Thread

```
public class MyThread extends Thread {
    public void run() {
        // long calculation
        long sum = 0;
        for (int i = 0; i < 1000; i++) {
            sum += i;
        }
        System.out.println(sum);
    }
}

MyThread t = new MyThread();
t.start();
```

Создание Runnable

```
public class MyRunnable implements Runnable {
    public void run() {
        // long calculation
        long sum = 0;
        for (int i = 0; i < 1000; i++) {
            sum += i;
        }
        System.out.println(sum);
    }
}

Runnable r = new MyRunnable();
Thread t = new Thread(r);
t.start();
```

Именованные потоки

```
public class ThreadTest implements Runnable {
    public void run() {
        double calc;
        for (int i = 0; i < 50000; i++) {
            calc = Math.sin(i * i);
            if (i % 10000 == 0) {
                System.out.println(getName() + " counts " + i / 10000);
            }
        }
    }

    public String getName() {
        return Thread.currentThread().getName();
    }

    public static void main(String s[]) {
        Thread t[] = new Thread[3];
        for (int i = 0; i < t.length; i++) {
            t[i] = new Thread(new ThreadTest(), "Thread " + i);
        }

        for (int i = 0; i < t.length; i++) {
            t[i].start();
            System.out.println(t[i].getName() + " started");
        }
    }
}
```

Приоритеты

```
public static void main(String s[]) {
    Thread t[] = new Thread[3];
    for (int i = 0; i < t.length; i++) {
        t[i] = new Thread(new ThreadTest(), "Thread " + i);
        t[i].setPriority(Thread.MIN_PRIORITY +
    (Thread.MAX_PRIORITY - Thread.MIN_PRIORITY) / t.length*
    i);
    }

    for (int i = 0; i < t.length; i++) {
        t[i].start();
        System.out.println(t[i].getName() + " started");
    }
}
```

Поток—демон

```
class ThreadTest implements Runnable {

    public final static ThreadGroup GROUP = new
    ThreadGroup("Daemon demo");
    private int start;

    public ThreadTest(int s) {
        start = (s % 2 == 0) ? s : s + 1;
        new Thread(GROUP, this, "Thread " + start).start();
    }

    public static void main(String s[]) {
        new ThreadTest(16);
        new DaemonDemo();
    }
```

Поток—демон

```
    public void run() {
        for (int i = start; i > 0; i--) {
            try {
                Thread.sleep(300);
            } catch (InterruptedException e) {
            }

            if (start > 2 && i == start / 2) {
                new ThreadTest(i);
            }
        }
    }
}
```

Поток—демон

```
class DaemonDemo extends Thread {
    public DaemonDemo() {
        super("Daemon demo thread");
        setDaemon(true);
        start();
    }

    public void run() {
        Thread threads[] = new Thread[10];
        while (true) {
```

Поток—демон

```
            int count = ThreadTest.GROUP.activeCount();
                if (threads.length < count)
                    threads = new Thread[count + 10];
                    count =
    ThreadTest.GROUP.enumerate(threads);

                    for (int i = 0; i < count; i++) {

    System.out.print(threads[i].getName() + ", ");
                    }
                    System.out.println();

                    try {
                        Thread.sleep(300);
                    } catch (InterruptedException e) {}
        }
    }
}
```

Работа с памятью

Основные операции, доступные для потоков при работе с памятью:

- **use** — чтение значения переменной из рабочей памяти потока;
- **assign** — запись значения переменной в рабочую память потока;
- **read** — получение значения переменной из основного хранилища;
- **load** — сохранение значения переменной, прочитанного из основного хранилища, в рабочей памяти;
- **store** — передача значения переменной из рабочей памяти в основное хранилище для дальнейшего хранения;
- write — сохраняет в основном хранилище значение переменной, переданной командой store.

Последовательность команд подчиняется следующим правилам:

- все действия, выполняемые одним потоком, строго упорядочены, т.е. выполняются одно за другим;
- все действия, выполняемые с одной переменной в основном хранилище памяти, строго упорядочены, т.е. следуют одно за другим.

Volatile

Модификатор поля **volatile** устанавливает более строгие правила работы со значениями переменных, чтобы обеспечить всегда актуальное значение переменной и главного хранилища:

- перед **use** — всегда **load** и наоборот,
- перед set — всегда assign и наоборот,
- порядок работы с несколькими volatile переменными сохраняется и в передаче изменений в главное хранилище.

Блокировки

Операции блокировки объекта в хранилище:

- **lock** — установить блокировку, только один поток в один момент времени может установить блокировку на некоторый объект;
- **unlock** — снять блокировку, если до того, как этот поток выполнит операцию unlock, другой поток попытается установить блокировку, его выполнение будет приостановлено до тех пор, пока первый поток не отпустит ее.

После успешно выполненного lock рабочая память очищается и все переменные необходимо заново считывать из основного хранилища. Аналогично, перед операцией unlock необходимо все переменные сохранить в основном хранилище.

Synchronized

```
public class ThreadTest implements Runnable {
    private static ThreadTest shared = new ThreadTest();

    public void process() {
        for (int i = 0; i < 3; i++) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " " + i);
            Thread.yield();
        }
    }

    public void run() {
        shared.process();
    }

    public static void main(String s[]) {
        for (int i = 0; i < 3; i++) {
            new Thread(new ThreadTest(), "Thread-" + i).start();
        }
    }
}
```

Synchronized

```
public void run() {
    synchronized (shared) {
        shared.process();
    }
}
```

```
Thread-0 0
Thread-0 1
Thread-0 2
Thread-1 0
Thread-1 1
Thread-1 2
Thread-2 0
Thread-2 1
Thread-2 2
```

Deadlock

```
public class DeadlockDemo {
    public final static Object one = new Object(), two = new
    Object();
    public static void main(String s[]) {
        Thread t1 = new Thread() {\\...};
        Thread t2 = new Thread() {\\...};

        t1.start();
        t2.start();
    }
}
```

Deadlock

```
Thread t1 = new Thread() {
    public void run() {
        synchronized (one) {
            Thread.yield();
            synchronized (two) {
                System.out.println("Success!");
            }
        }
    }
};
```

Deadlock

```
Thread t2 = new Thread() {
    public void run() {
        synchronized (two) {
            Thread.yield();
            synchronized (one) {
                System.out.println("Success!");
            }
        }
    }
};
```

Wait-set

Каждый объект в Java имеет wait-set — набор потоков исполнения:

- Любой поток может вызвать метод **wait()** любого объекта и таким образом попасть в его wait-set.
- Выполнение такого потока приостанавливается до тех пор, пока другой поток не вызовет у этого же объекта метод **notifyAll()**, который пробуждает все потоки из wait-set.
- Метод **notify()** пробуждает один случайно выбранный поток из данного набора.

Любой из них может быть вызван потоком у объекта только после установления блокировки на этот объект. То есть либо внутри synchronized-блока с ссылкой на этот объект в качестве аргумента, либо обращения к методам должны быть в синхронизированных методах класса самого объекта.

Пример wait-set

```
public class WaitThread implements Runnable {
    private Object shared;
    public WaitThread(Object o) {
        shared = o;
    }

    public void run() {
        synchronized (shared) {
            try {
                shared.wait();
            } catch (InterruptedException e) {
            }
            System.out.println("after wait");
        }
    }
    \\...
}
```

Пример wait-set

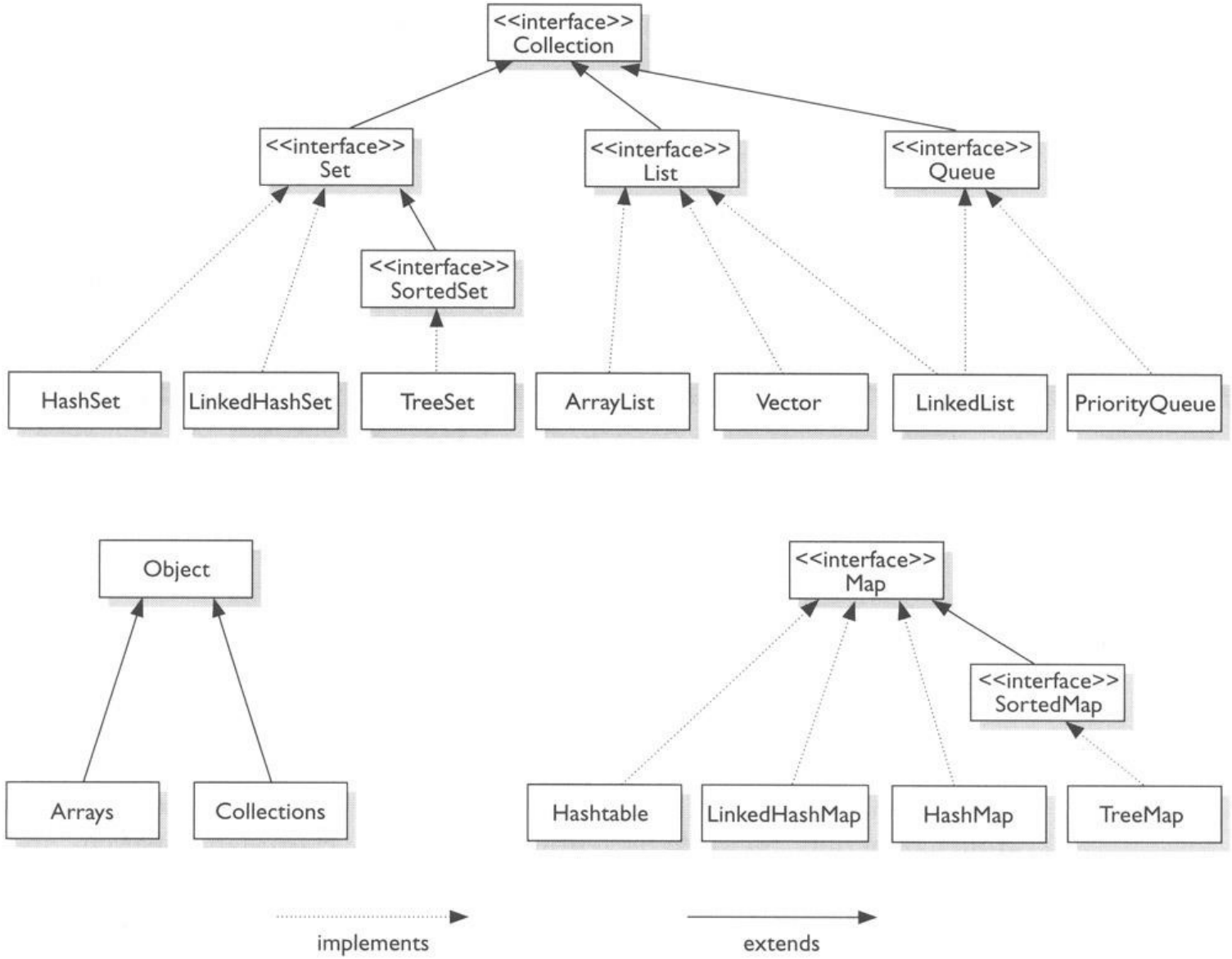
```
public static void main(String s[]) {
    Object o = new Object();
    WaitThread w = new WaitThread(o);
    new Thread(w).start();
    try {
        Thread.sleep(100);
    } catch (InterruptedException e) {
    }
    System.out.println("before notify");
    synchronized (o) {
        o.notifyAll();
    }
}
```

Интерфейсы коллекций

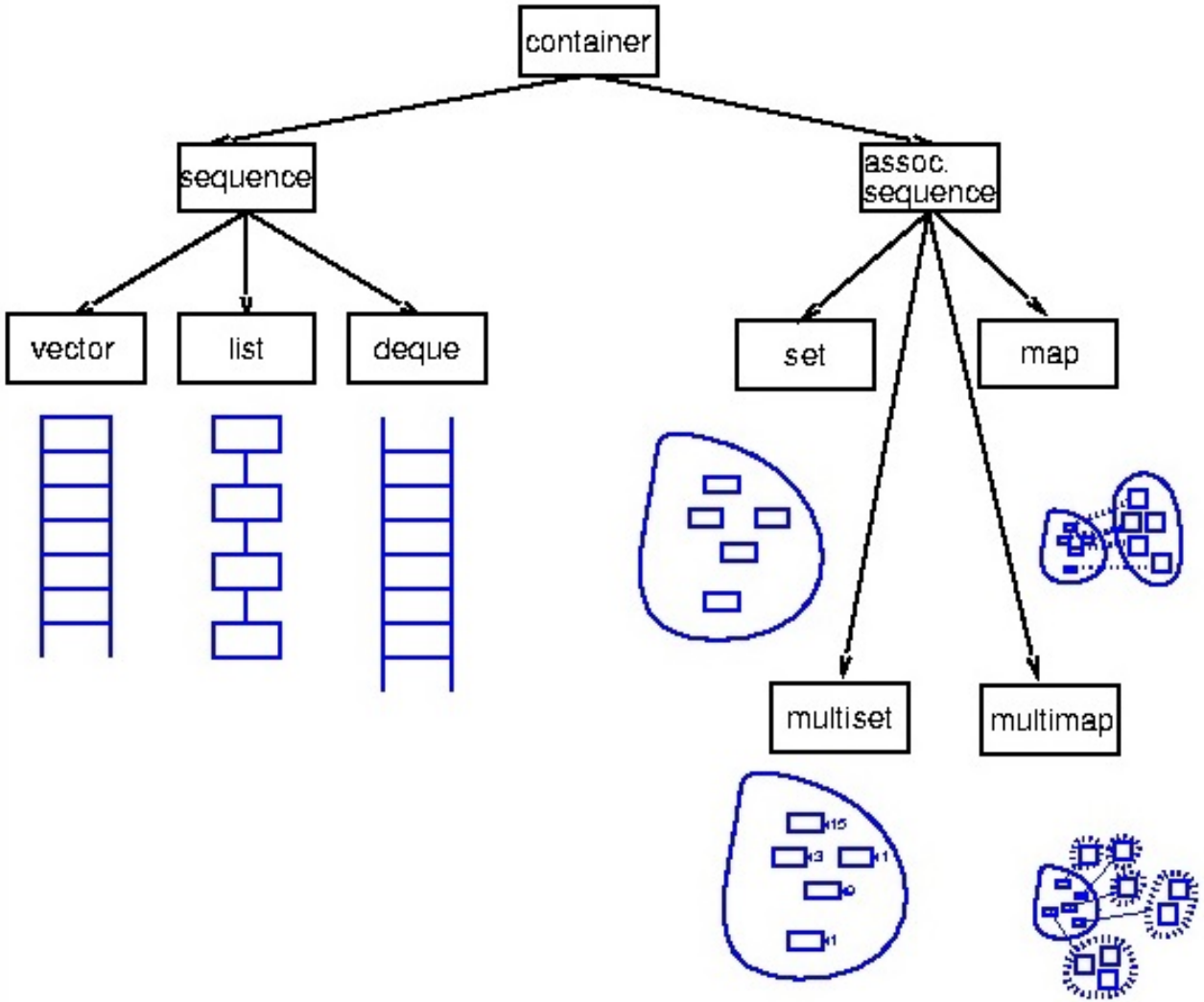
Все классы коллекций унаследованы от различных интерфейсов, которые определяют поведение коллекции.
Иными словами интерфейс определяет «что делает коллекция», а конкретная реализация «как коллекция делает то что определяет интерфейс».
При разработке приложений рекомендуется, там где это возможного, использовать интерфейсы, т. к. это:

- позволяет легко заменять реализацию интерфейса, с целью повышения производительности, например,
- позволяет разработчику сконцентрироваться на задаче, а не на особенностях реализации.

Обзор коллекций в Java



Обзор коллекций в C++



Пример использования коллекций

```
import java.util.*;
public class CollectionTest {
    public static void main(String[] args){
        List<String> list = new LinkedList<String>();
        list.add("bgsd");
        list.add("asdf");
        Collections.sort(list);

        for(String element : list){
            System.out.println(element);
        }

        System.out.println(list.get(1));
        System.out.println(list.indexOf("asdf"));
        System.out.println(list.contains("acf"));
        System.out.println(list.size());
        System.out.println(list.remove(0));
    }
}
```

Пример использования коллекций

```
#include <string.h>
#include <algo.h>
#include <vector.h>
#include <stdlib.h>
#include <iostream.h>

main ()
{
    std::vector<int> v;
    int input;
    while (std::cin >> input)
        v.push_back (input);

    std::sort(v.begin(), v.end());

    int n = v.size();
    for (int i = 0; i < n; i++)
        std::cout << v[i] << "\n";
}
```