

# Основы объектно—ориентированного программирования. Лабораторные

Александр Панов

Московский физико-технический институт

февраль 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 задач.
- 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).

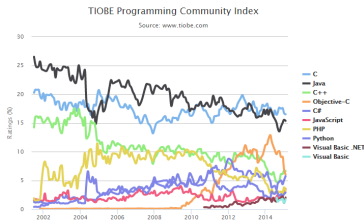
Среда разработки и система контроля версий — по своему усмотрению.

# 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			CF	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	1.035%	+0.39%
18	44		▲	R	0.963%	+0.71%
19	17		▼	Pascal	0.960%	+0.41%
20	12		▼	Ruby	0.873%	-0.05%

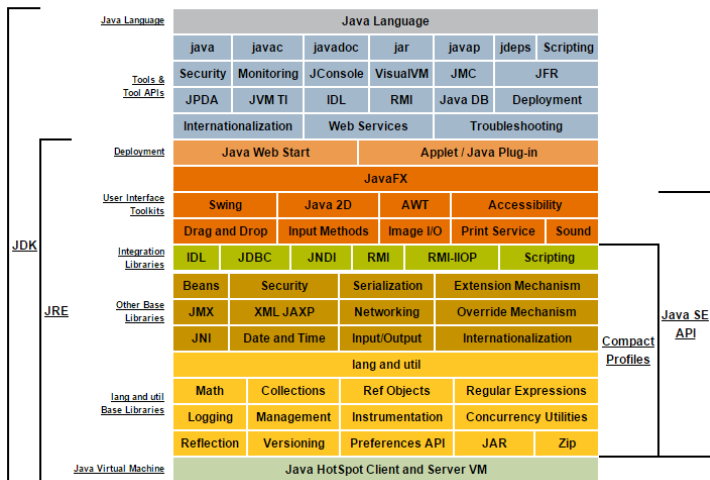
# ООП на примере языка C++

- 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++

- STandard 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 — арифметических, логических, битовых, операциях 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 ( $\lambda$ -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.

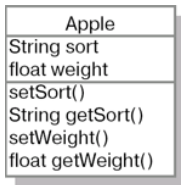
**Уникальность:** в машинном представлении под параметром уникальности объекта чаще всего понимается адрес размещения объекта в памяти; уникальность объекта состоит в том, что всегда можно определить, указывают две ссылки на один и тот же объект или на разные объекты. Даже одинаковые монеты (абсолютно 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).

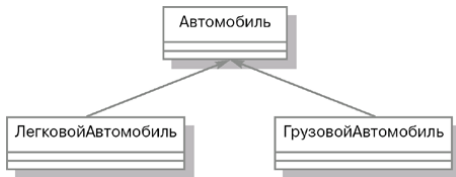
Внутри объекта данные и методы могут обладать различной степенью открытости (или доступности).

- 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:

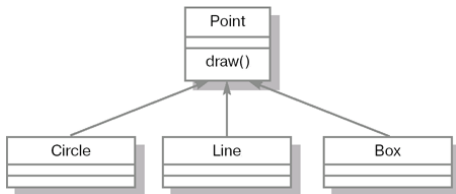
Написать код, который при необходимости отобразить рисунок будет последовательно перебирать все примитивы, на момент отрисовки находящиеся на экране, и вызывать метод draw у каждого из них.



# 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++) {
    if(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  $\text{\LaTeX}$  и MathType,
- Реактор — моделирование работы гомогенного ураново-графитового ядерного реактора,
- Столкновение тел — молекулярное моделирование столкновения малых тел с учётом различных взаимодействий,
- Графы и сети — программа для работы с сетями и 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 вариант 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.



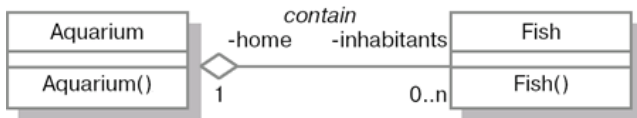
## Требования к проекту. Технические

- 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 обеих 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 src/HelloWorld.java`
- `java -classpath ./bin HelloWorld`

Помещаем исходный класс в пакет `ru.mipt.cs`.

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

Несколько файлов в проекте.

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