

Язык Java

Глава III. Основы объектно-ориентированного программирования

Виталий Витальевич Перевощиков

Осенний семестр 2022

Содержание

1. Понятие ООП
2. Классы и объекты
3. Инкапсуляция
4. Статические поля и методы
5. Наследование и композиция
6. Полиморфизм
7. Ключевое слово `final`
8. Перечисления `enum`
9. Абстрактные классы и интерфейсы

Объектно-ориентированное программирование

- Объектно-ориентированное программирование (ООП):
 - Представление программы в виде совокупности объектов
 - Объект включает в себя:
 - данные (поля)
 - программный код (методы)
 - Объекты взаимодействуют друг с другом (посредством обмена сообщениями)
- Виды ООП:
 - Прототипное программирование (JavaScript)
 - Класс-ориентированное программирование (Java, C++, C#):
 - **Класс** - шаблон для создания объектов

Принципы ООП

- **Абстракция**

- Использование только тех свойств объекта, которые нужны для решения поставленной задачи
- Пример: объект "студент":
 - Важные свойства: имя, специальность, СНИЛС, ...
 - Игнорируемые свойства: любимая еда, хобби, ...

- **Инкапсуляция**

- Ограничение доступа одних компонентов программы к другим
- Пример: приватные поля и методы

- **Наследование**

- Построение новых подклассов из существующих классов за счет расширения их функциональности
- Пример: класс "студент"
 - Подкласс: "студент-программист"(профиль на Github, знание Git, C, Java, ...)
 - Подкласс: "студент-математик"(знание дифф. геометрии)

- **Полиморфизм**

- Способность метода обрабатывать разные типы данных

Классы и объекты в Java

- Определение класса

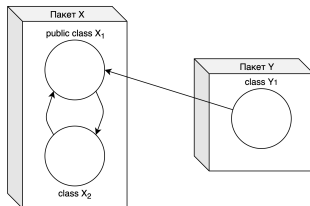
```
class Student {  
    // статические поля (не привязаны к конкретному объекту)  
    static String role = "Student";  
  
    // поля конкретного объекта  
    String name;           // Иванов Иван Иванович  
    String studyProgram;   // математическое обеспечение  
  
    // конструкторы  
    Student() {} // пустой конструктор  
    Student(String name, String studyProgram) { // конструктор с параметрами  
        this.name = name;  
        this.studyProgram = studyProgram;  
    }  
  
    // статические методы (не привязаны к конкретному объекту)  
    static void printRole() {  
        System.out.println(role);  
    }  
  
    // методы конкретного объекта  
    String getInfo() {  
        return name + ", " + studyProgram;  
    }  
    void setName(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
}
```

- Работа с объектами

```
// создание экземпляра класса  
Student student = new Student("Иванов И.И.", "МО");  
  
String info = student.getInfo(); // "Иванов И.И., МО"  
student.setName("Петров И.И.");  
String infoAfterChange = student.getInfo(); // "Петров И.И., МО"
```

Инкапсуляция: доступ к классам

- Модификаторы доступа:
 - public**: доступен из всех классов
 - по умолчанию (без ключевого слова): доступен только из классов своего пакета



- Пример:

```
package com.company;

import ru.bfu.ipmit.Student;

class ExternalStudentService {

    Student getStudent() {
        // "ru.bfu.ipmit.Student" is not public in "ru.bfu.ipmit". Cannot be accessed from outside package
    }
}
```

Инкапсуляция: доступ к полям, конструкторам и методам

```
package ru.bfu.ipmit;

public class Teacher {

    // поля
    public String name;           // доступно для всех классов
    Student[] students;          // доступно только внутри пакета ru.bfu.ipmit
    protected String[] examTasks; // доступно только для подклассов Teacher, например, Docent
    private double salary;        // доступно только внутри класса Teacher

    // конструкторы
    public Teacher(String name) {}
    Teacher(String name, Student[] students) {}
    protected Teacher(String name, Student[] students, String[] examTasks) {}
    private Teacher(String name, Student[] students, String[] examTasks, double salary) {}

    // методы
    public String getName() { return name; }
    Student[] getStudents() { return students; }
    protected String[] getExamTasks() { return examTasks; }
    private double getSalary() { return salary; }

}
```

Статические поля и методы

```
package ru.bfu.ipmit;

public class Course {
    // статические поля
    private static int count; // общее количество курсов

    // поля экземпляра класса
    private String title;

    public Course(String title) {
        this.title = title;
        count++;
    }

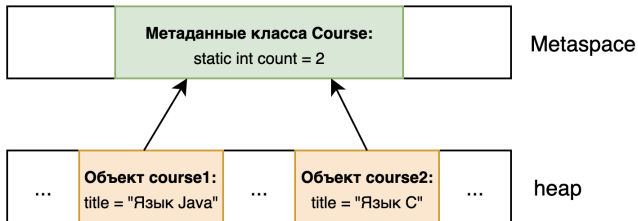
    // 2 способа доступа к статическому полю
    public static int getStaticCount() { return count; } // статический метод
    public int getInstanceCount() { return count; } // метод экземпляра класса

    public String getTitle() { return title; }
}
```

```
Course courseInstance = new Course("Язык Java");
int staticCount = Course.getStaticCount(); // 1
int instanceCount = courseInstance.getInstanceCount(); // 1
```


Статические поля и методы

- Хранятся в области памяти "Metaspace":



Наследование

```
// класс-родитель
class Student {
    private String name;
    private String studyProgram;

    public Student(String name, String studyProgram) {
        this.name = name;
        this.studyProgram = studyProgram;
    }

    public String getInfo() {
        return name + ", " + studyProgram;
    }
}
```

```
// класс-потомок
class ProgrammingStudent extends Student {
    private String githubLink;

    public ProgrammingStudent(String name, String githubLink) {
        // вызов конструктора класса-родителя Student
        super(name, "Программирование");
        // определение собственных методов класса-потомка
        this.githubLink = githubLink;
    }

    public String getGithubLink() { return githubLink; }
}
```

```
ProgrammingStudent student = new ProgrammingStudent("Иванов И.И.", "github.com/ivanov");
// Метод класса-родителя
String info = student.getInfo(); // "Иванов И.И., Программирование"
String link = student.getGithubLink(); // "github.com/ivanov"
```

```
ProgrammingStudent progStudent = new ProgrammingStudent("Иванов И.И.", "github.com/ivanov");

Student student = progStudent; // неявное преобразование к классу-предку
String githubLink = student.getGithubLink(); // метод недоступен

progStudent = student; // неявное преобразование невозможно
progStudent = (ProgrammingStudent)student; // явное преобразование к классу-потомку
githubLink = progStudent.getGithubLink();
```

Композиция

- Композиция - альтернатива наследованию:
 - один класс включает в себя другой в качестве одного из полей

```
// наследование
class ProgrammingStudent extends Student {
    private String githubLink;

    public ProgrammingStudent(String name, String githubLink) {
        super(name, "Программирование");
        this.githubLink = githubLink;
    }

    // переопределение метода getInfo
    @Override
    public String getInfo() { return super.getInfo() + ", " + githubLink; }
}
```

```
// композиция
public class ProgrammingStudent {

    private Student student;
    private String githubLink;

    public ProgrammingStudent(String name, String githubLink) {
        this.student = new Student(name, "Programming");
        this.githubLink = githubLink;
    }

    public String getInfo() { return student.getInfo() + ", " + githubLink; }
}
```

Класс Object

- Все пользовательские классы в Java являются потомками класса `java.lang.Object`

```
class Empty /* extends Object */{  
}
```

```
// Методы toString, hashCode и equals наследуются от класса Object  
Empty empty = new Empty();  
String toString = empty.toString(); // "ru.bfu.ipmit.Empty@4617c264"  
int hash = empty.hashCode(); // 1175962212  
  
Empty anotherEmpty = new Empty();  
boolean equals = empty.equals(anotherEmpty); // false, т.к. сравнение ссылок
```

Полиморфизм: переопределение метода

```
// класс-родитель
class Student {
    private String name;
    private String studyProgram;

    public Student(String name, String studyProgram) {
        this.name = name;
        this.studyProgram = studyProgram;
    }

    public String getInfo() {
        return name + ", " + studyProgram;
    }
}
```

```
// класс-потомок
class ProgrammingStudent extends Student {
    private String githubLink;

    public ProgrammingStudent(String name, String githubLink) {
        super(name, "Программирование");
        this.githubLink = githubLink;
    }

    // переопределение метода getInfo
    @Override
    public String getInfo() {
        return super.getInfo() + ", " + githubLink;
    }
}
```

```
ProgrammingStudent student = new ProgrammingStudent("Иванов И.И.", "github.com/ivanov");
// Вызывается переопределенный метод класса-потомка
String info = student.getInfo(); // "Иванов И.И., Программирование, github.com/ivanov"
```

"Магия" полиморфизма

- Полиморфизм позволяет использовать экземпляр класса-потомка вместо экземпляра класса-предка

```
public class StudentService {  
  
    public static String getStudentInfo(Student student) {  
        return student.getInfo();  
    }  
  
}
```

```
Student mathStudent = new Student("Петров П.П.", "Математика");  
ProgrammingStudent progStudent = new ProgrammingStudent("Иванов И.И.", "github.com/ivanov");
```

```
String mathStudentInfo = StudentService.getStudentInfo(mathStudent); // "Петров П.П., Математика"  
String progStudentInfo = StudentService.getStudentInfo(progStudent); // Иванов И.И., Программирование, github.com/ivanov
```

Статический полиморфизм: перегрузка метода

- Возможность определения нескольких методов с одинаковым именем, но разными параметрами

```
class Student {  
    private String name;  
    private String studyProgram;  
  
    public void initialize() {  
        initialize("", "");  
    }  
  
    public void initialize(String name) {  
        initialize(name, "");  
    }  
  
    public void initialize(String name, String studyProgram) {  
        this.name = name;  
        this.studyProgram = studyProgram;  
    }  
}
```

- Перегрузка невозможна, если методы отличаются только типом возвращаемого значения:

```
public boolean initialize() {  
    initialize("initialize") is already defined in 'ru.bfu.ipmit.Student'  
    return true;  
}
```

Ключевое слово final

- Для классов: запрещено наследование

```
class MyString extends String {  
    char[] myChars;  
}
```

Cannot inherit from final 'java.lang.String'

- Для методов: запрещено переопределение

```
class Student {  
    final String getInfo() { return "Student"; }  
}  
  
class MathStudent extends Student {  
    * String getInfo() { return "Math Student"; }  
}
```

'getInfo()' cannot override 'getInfo()' in 'com.Student'; overridden method is final
Make 'Student.getInfo()' not final. | Cancel | More actions... | Cut

Ключевое слово final

- Для переменных:
 - Для переменных **примитивного** типа: нельзя изменить значение после инициализации

```
class Student {  
    final int age;  
  
    Student(int age) {  
        this.age = age; // инициализация переменной  
    }  
  
    void updateAge(int age) {  
        this.age = age; // изменение переменной  
    }  
}
```

Cannot assign a value to final variable 'age'
Make 'Student.age' not final | Show actions...

- Для переменных **ссылочного** типа:
 - нельзя изменить ссылку на объект
 - можно изменить состояние объекта

```
class Student {  
    // инициализация переменной ссылочного типа  
    final String[] courseNames = new String[10];  
  
    void changeCourses() {  
        courseNames[0] = "Язык Java"; // МОЖНО изменять состояние  
        courseNames = new String[20]; // НЕЛЬЗЯ изменять ссылку  
    }  
}
```

Хранение констант

- Пример использования `final`: “статический” класс для хранения констант:

```
// final для запрета наследования
final class Languages {
    public static final String JAVA = "Java";
    public static final String C_PLUS_PLUS = "C++";
    public static final String PYTHON = "Python";
    public static final String JAVA_SCRIPT = "JavaScript";

    // скрытый конструктор для запрета создания экземпляров класса
    private Languages() {
    }
}
```

```
String java = Languages.JAVA;
String javaScript = Languages.JAVA_SCRIPT;

Languages.JAVA = "C++"; // нельзя изменить значение константы
Languages instance = new Languages(); // нельзя создать экземпляр класса
```

- Внимание: соглашение для имен констант: `JAVA_SCRIPT`

Перечисления enum

- “Усовершенствованный” вариант хранения констант:

```
enum Language {  
    JAVA,  
    C_PLUS_PLUS,  
    PYTHON,  
    JAVA_SCRIPT  
}
```

- Пример использования перечислений:

```
Language java = Language.JAVA;  
int ordinal = java.ordinal(); // 0 (индекс в списке констант)  
String name = java.name(); // "JAVA" (имя элемента перечисления)  
  
// обход элементов перечисления  
for (Language language : Language.values()) {  
    System.out.println(language);  
}
```

- **Рекомендация:** если известно, что переменная типа String принимает всего несколько значений, то следует использовать enum вместо String

Абстрактный класс



- Нельзя создать экземпляр абстрактного класса
- Экземпляр можно создать только в классах-наследниках
- Абстрактный класс может (но не обязан) иметь **абстрактные методы**:
 - объявленные, но не реализованные методы
 - реализация производится в классах-потомках

```
abstract class Student {  
    public String name;  
  
    Student(String name) { this.name = name; }  
    // объявление абстрактного метода  
    abstract String getInfo();  
}
```

```
class ProgrammingStudent extends Student {  
    ProgrammingStudent(String name) { super(name); }  
  
    String getInfo() {  
        return name + ", студент-программист";  
    }  
}
```

```
class MathStudent extends Student {  
    MathStudent(String name) { super(name); }  
  
    String getInfo() {  
        return name + ", студент-математик";  
    }  
}
```

```
Student mathStudent = new MathStudent("Иванов И.И.");  
String mathStudentInfo = mathStudent.getInfo(); // "Иванов И.И., студент-программист"  
  
Student progStudent = new ProgrammingStudent("Петров П.П.");  
String progStudentInfo = progStudent.getInfo(); // "Петров П.П., студент-математик"  
  
Student student = new Student("Сидоров С.С.");
```

'Student' is abstract; cannot be instantiated
Implement methods  More actions... 

Интерфейс

- Ссылочный тип данных
- Содержит только абстрактные (нереализованные методы)
- Может также содержать константы и статические методы

```
interface FileStorage {  
    // абстрактные методы  
    void uploadFile(String fileName, String fileContent);  
}  
  
class LocalStorage implements FileStorage {  
    @Override  
    public void uploadFile(String fileName, String fileContent) {  
        // Сохранение файла на локальном компьютере  
    }  
}  
  
class CloudStorage implements FileStorage {  
    @Override  
    public void uploadFile(String fileName, String fileContent) {  
        // загрузка файла в облачное хранилище  
    }  
}
```

```
// чтение флага из конфигурационного файла  
boolean isCloudStorage = readFromConfiguration("cloudStorage");  
  
FileStorage storage = isCloudStorage ? new LocalStorage() : new CloudStorage();  
storage.uploadFile("hello.txt", "hello");
```

Реализация нескольких интерфейсов

- Классы могут реализовывать несколько интерфейсов:

```
interface Student {  
    String getStudyProgram();  
}  
  
interface Teacher {  
    String[] getCourses();  
}  
  
class TeachingStudent implements Student, Teacher {  
    @Override  
    public String getStudyProgram() {  
        return "Программирование";  
    }  
  
    @Override  
    public String[] getCourses() {  
        return new String[]{ "Практикум по программированию" };  
    }  
}  
  
TeachingStudent teachingStudent = new TeachingStudent();  
Student student = teachingStudent;  
Teacher teacher = teachingStudent;
```

- Внимание:** множественное наследование (**extends**) классов в Java не поддерживается

Вопрос для самопроверки

Является ли следующая программа корректной?

```
class A {}

class B extends A {}

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        A a = new B();
        B b = new A();
    }
}
```

Варианты ответа:

- да, конечно
- нет, произойдет ошибка компиляции
- нет, произойдет ошибка времени выполнения