# Лекция 11. Полиморфизм. Статическое и динамическое связывание.

Евгений Линский

# Постановка задачи

- Необходимо написать программу для бухгалтера в небольшом стартапе.
- Программа должна хранить информацию о сотрудниках и расчитывать суммарный объем заработной платы (ЗП). На данный момент есть две должности:
  - Программист: имя, возраст, ставка, категория, премия за релиз.
  - Продавец: имя, возраст, город, цена продукта, процент с продажи, объем.
- Необходимо написать программу так, чтобы когда стартап вырастет и наймет сотрудников на другие должности (тестер, маркетолог и т.д.) со своими алгоритмами расчета ЗП, то программу не пришлось бы сильно менять.

# main

На основе требований попробуем продумать main.

```
main() {
  WorkerDB db; // stores info about workers
  Delevloper d1("Masha", 20, 2000, 1, false);
  Delevloper d2("Kolya", 21, 2000, 1, false);
  Sale s("Marina", 25, "Spb", 500, 20, 100);
  db.add(d1);
  db.add(d2);
  db.add(s);
  int total = db.getTotalSalary();

}
```

- Необходимо защитить WorkerDB от изменений, т.е. когда появятся Marketing и Tester этот класс не пришлось бы переделывать!
- Полиморфный код может работать с разными типами данных (в C++ с наследниками некоторого базового класса).

# Базовый класс

- Вспомним лекцию про *LinkedList* и его наследника *DoubleList*.
- В функцию *fill(LinkedList &l, int value, int count)* можно передать объекты обоих классов, потому что *DoubleList* "умеет" все (поддерживает те же публичные методы), что умеет *LinkedList*.
- Воспользуемся этой идей. Зададим базовый класс *Worker*, который будет описывать "контракт" (набор публичных методов), который должен выполнить любой класс, чтобы *WorkerDB* смог с ним работать.

```
class Worker {
protected:
  char *name;
  int age;
public:
  Worker(const char *n, ...) {
    name = new char [strlen(n)+1]; strcpy(name, n);
  }
  ~Worker() { delete [] name; }
  // dummy implementation
  virtual int getSalary() const { return 0; }
};
```

# Developer

```
class Developer: public Worker {
protected:
  int base;
  int level;
  bool isBonus;
public:
  Developer(const char* n, ...) : Worker(n, ...) { ... }
  //destructor is not required
  virtual int getSalary() const {
    int res = isBonus ? base * level + 500 : base * level;
    return res;
  }
};
```

# Sale

```
class Sale: public Worker {
protected:
  char *city;
  int price;
  int num;
  float percent;
public:
  Sale(const char* n, const char *c ...) : Worker(n, ...) {
    city = new char [strlen(c) + 1];
    strcpy(city, c);
  }
  ~Sale() { delete [] city; }
  ...
  virtual int getSalary() const {
    int res = price * num * percent;
    return res;
  }
};
```

# WorkerDB

```
class WorkerDB {
private:
  // don't forget to add default constructor to Worker
  Worker workers[100];
  int size;
public:
  void addWorker(Worker& w) {
    workers[size++] = w;
  }

  int getTotalSalary() const {
    int sum = 0;
    for(int i = 0; i < size; i++) {
      sum += workers[i].getSalary();
    } }
};
```

main: *db.add(d1); db.add(d2); db.add(s);*
Для *worker[0]* вызовется *getSalary()* из *Developer*.
Для *worker[2]* вызовется *getSalary()* из *Sale*.

# Ошибки и неточности - I

Можно забыть в производном классе (например, в Sale) перекрыть метод *getSalary()*, тогда будет использован метод заглушка (dummy из Worker) и зарплата будет 0.
Решение:

```
class Worker {
  ...
  virtual int getSalary() = 0 const;
};
```

- *getSalary()* — чисто (pure) виртуальная функция, класс *Worker* — абстрактный, т.е. объект такого класса создать нельзя (не скомпилируется), но можно использовать этот класс при наследовании.
- Если наследник (например, Sale) не перекроет *getSalary()*, то тоже станет абстрактным.

# Ошибки и неточности - II

Скопируем в массив только часть объекта. Ничего работать не будет!

```
// sizeof(Developer) > sizeof(Worker)
workers[size++] = w;
```

Решение:

```
class WorkerDB {
  Worker* workers[100]; size_t size;
  void addWorker(const Worker* w) { workers[size++] = w;}
  ~WorkerDB() {
    for(int i = 0; i < size; i++) {
      delete workers[i];
    }
  }
};
main() {
  WorkerDb db;   Developer *d1 = new Developer(...);
  db.addPerson(d1)
}
```

# Ошибки и неточности - III

Деструктор Sale из деструктора WorkerDB не вызовется.

```
class Sale {
  ~Sale() { ... }
};

class WorkerDB {
  ~WorkerDB() {
    for(int i = 0; i < size; i++) {
      delete workers[i];
    }
  }
};
```

# Ошибки и неточности - III

```
Developer *d = new Developer(...);
//destructor Worker called, destructor Developer called
delete d;

Worker *w = new Developer(...);
//destructor Worker called, destructor Developer not called
delete w;
```

Решение:

```
class Worker {
  virtual ~Worker() { ... }
};
```

Подробности в рассказе про связывание (static/dynamic binding).

# Статическое и динамическое связывание

В данном контексте “связывание” — сопоставление имени функции и ее адреса в памяти.
Статическое связывание — имя можно заменить на адрес на этапе построения программы.

```
Sale s(...);
int r = s.getSalary();
```

Динамическое связывание — имя можно заменить на адрес только на этапе выполнения программы.

```
Worker *w;
int d;
scanf("%d", &d);
if(d > 0) {
  w = new Developer(...);
}
else {
  w = new Sale(...);
}
w->getSalary();
```

# Статическое и динамическое связывание

- По умолчанию в C++ используется статическое связывание.
- Если у метода задано ключевое слово virtual, то для него используется динамическое связывание.

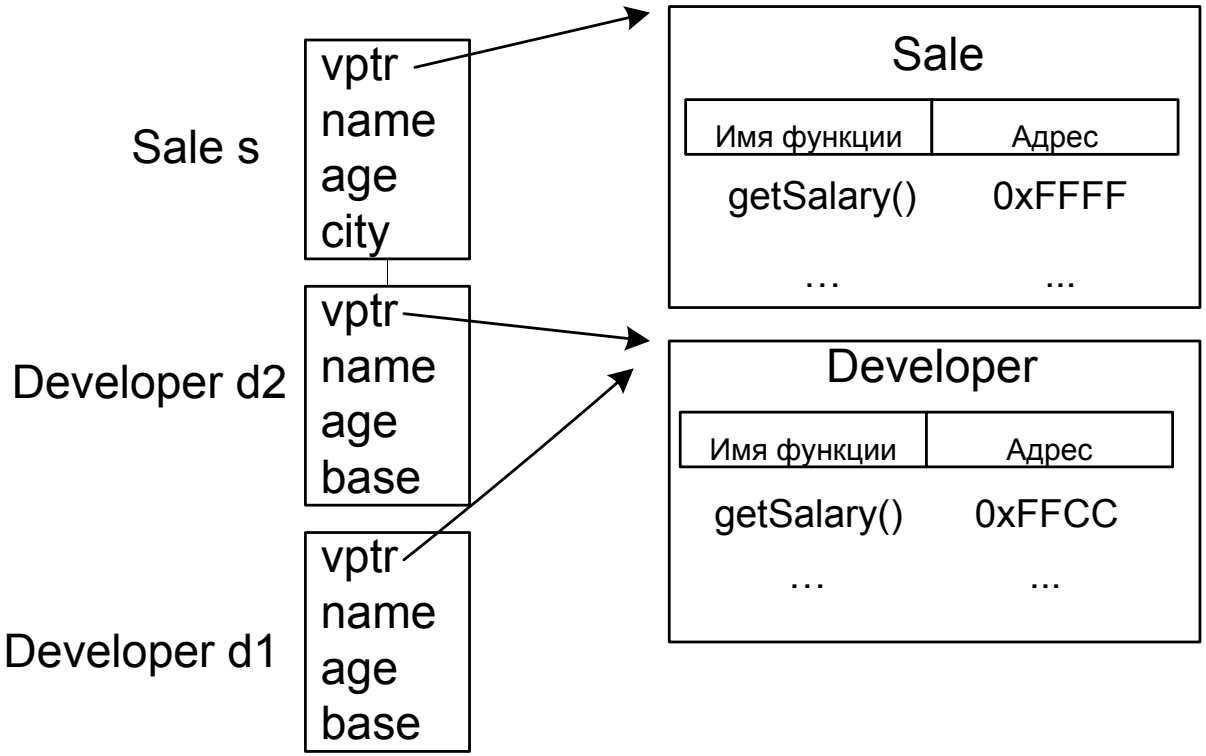
```
class Worker {
  ...
  virtual int getSalary() = 0 const;
  virtual ~Sale() { ... }
};
```

# Таблица виртуальных функций

- Как при динамическом связывание происходит выбор нужной функции? С помощью таблицы виртуальных функций!
- При старте программы для каждого класса с виртуальными методами создается таблица, в которой задано соответствие между именем функции и ее адресом в памяти (указатель на функцию).
- Каждый объект класса с виртуальными функциями хранит указатель (скрытое поле *vptr*) на начало таблицы виртуальных функций своего класса.
- В месте вызова виртуальной функции компилятор генерирует следующий код:
  1. Пойди по адресу vptr.
  2. Найди в таблице функцию с нужным именем.
  3. Считай из таблицы адрес функции и перейди на нее.

Вызов какой функции происходит быстрее: обычной или виртуальной?

# Таблица виртуальных функций




На самом деле:

- Имя функции в виде строки ни в коде программы, ни в таблице не хранится.
- Просмотр все строк таблицы для поиска не производится.

Придумайте способ ускорения описанного алгоритма вызова виртуальной функции. Hint: относительные адреса в памяти.