ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Лекция № 1 / **10**
15.04.2019 г.

ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ КЛАССАМИ

- Наследование
- Композиция
- Агрегация
- Ассоциация

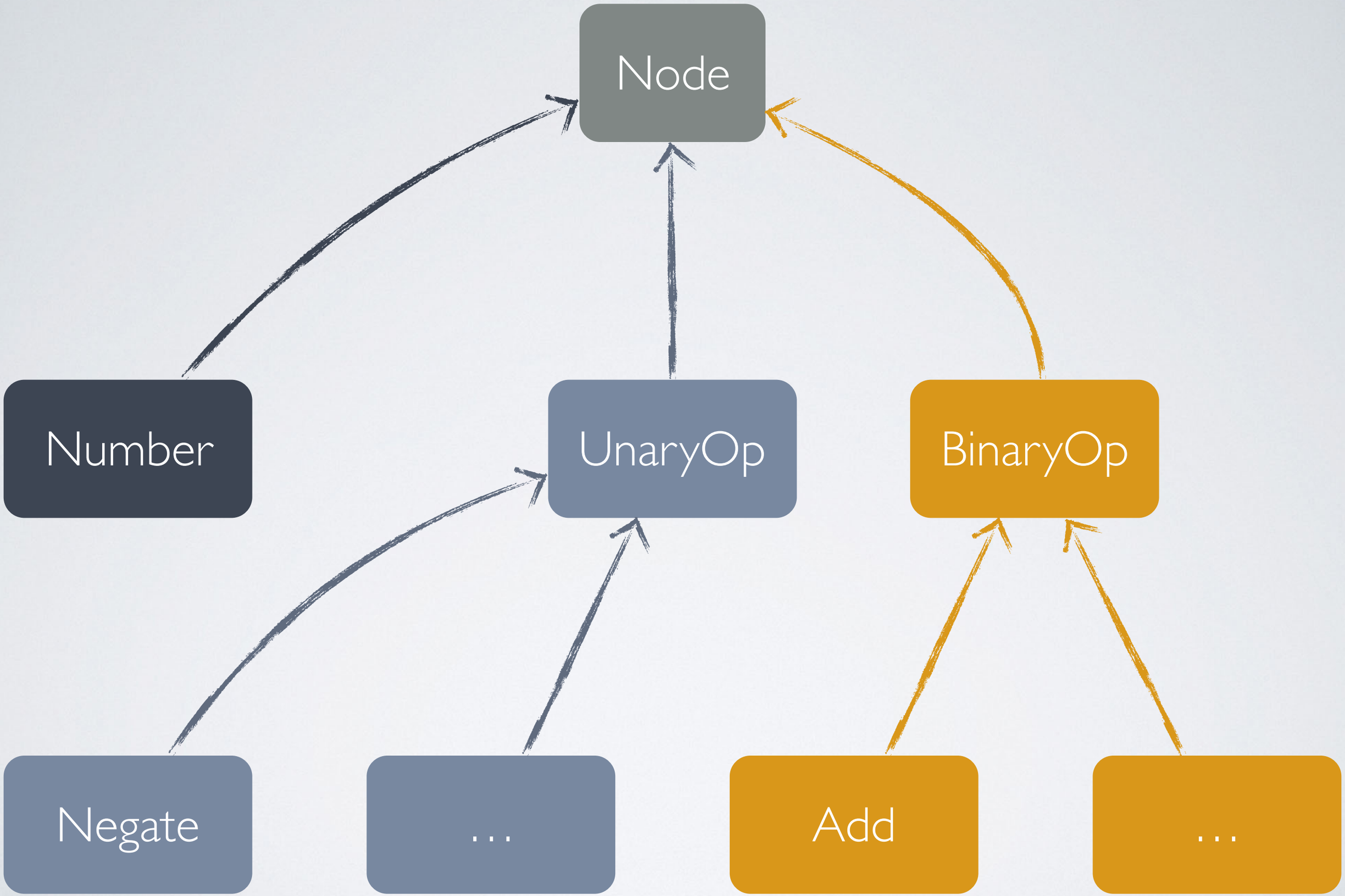
```
namespace Expression {
    class Node {
    public:
        virtual double evaluate() const = 0;
    };

    class Number: public Node {
        double number;
    public:
        virtual double evaluate() const { return number; }
    };

    class UnaryOp:  public Node { Node *arg; /* ... */ };
    class BinaryOp: public Node { Node *left, *right; /* ... */ };

    class Negate: public UnaryOp { /* ... */ };
    class Add:    public BinaryOp { /* ... */ };
}
```

Наследование


Node
Number
UnaryOp
BinaryOp
Negate
…
Add
…

ЧЕМ ХОРОШО НАСЛЕДОВАНИЕ?

- Расширяемость. Полиморфизм. Имея указатель на объект базового класса, код может работать с любым его наследником.

- Отсутствие дублирования. В идеале:

  Новый функционал = Старый функционал + Переопределение некоторых методов

ПРОБЛЕМНЫЕ ТОЧКИ НАСЛЕДОВАНИЯ

- Нельзя отказаться от «наследства». Нельзя нарушать «контракт» базового класса.
- Неудачный интерфейс базового класса делает переопределение неудобным или невозможным.
- В большой и развесистой иерархии сложно разобраться.
- Трудности с наследованием сразу от нескольких классов из одной иерархии.

```
class Text {
public:
    virtual void draw() = 0;
};

class BoldText:          public Text { /* ... */ };
class ItalicText:        public Text { /* ... */ };
class UnderlinedText: public Text { /* ... */ };
class StrikeText:        public Text { /* ... */ };
class BorderedText:    public Text { /* ... */ };
class BigText:           public Text { /* ... */ };
class SmallText:         public Text { /* ... */ };
```

Иллюстрация трудностей с наследованием

```
class BoldItalicUnderlinedBorderedBigText; // WTF?
```

```
class InternalFrameInternalFrameTitlePaneInternalFrameTitlePaneMaximizeButtonWindowNotFocusedState extends State {
    // ...
};
```

Это не шутка ☹️

КОМПОЗИЦИЯ

- Членами одного класса *(хозяина)* являются объекты других классов (*рабы?*).

- Класс-хозяин управляет порождением и уничтожением этих объектов.

```
class GuiRectangle {
public:
    // нарисовать прямоугольник
    void draw();

private:
    Rectangle rect;
};
```

Уже знакомый пример

Попытка наследования

```
class Object {
public:
    virtual void update() {}
    virtual void draw()   {}
    virtual void collide(vector<Object *> const &) {}
};

class Visible : public Object {
public:
    virtual void draw() { /* нарисовать модель на месте объекта */ };
private:
    Model *model;
};

class Solid : public Object {
public:
    virtual void collide
    (vector<Object *> const &)
    { /* обработка столкновений */ }
};

class Movable : public Object {
public:
    virtual void update()
    { /* изменение положения */ };
};
```

- **Player:** Visible, Solid, Movable.
- **Cloud:** Movable, Visible, но не Solid.
- **Building:** Solid, Visible, но не Movable.

Композиция

```
class Object {
    VisibilityDelegate *_v;
    UpdateDelegate     *_u;
    CollisionDelegate  *_c;
public:
    Object(VisibilityDelegate *v, UpdateDelegate *u, CollisionDelegate *c)
            : _v(v), _u(u), _c(c) {}

    void update() { _u->update(); }
    void draw()   { _v->draw(); }
    void collide(vector<Object *> const &objects) {
        _c->collide(objects);
    }
};
```

```
class VisibilityDelegate {
public:
    virtual void draw() = 0;
};

class Invisible : public VisibilityDelegate {
public:
    virtual void draw() {}
};

class Visible: public VisibilityDelegate {
public:
    virtual void draw() { /* отрисовка модели */ }
};
```

```
class CollisionDelegate {
public:
    virtual void collide(vector<Object *> const &) = 0;
};

class Solid : public CollisionDelegate {
public:
    virtual void collide(vector<Object *> const &) { /* ... */ }
};

class NotSolid : public CollisionDelegate {
public:
    virtual void collide(vector<Object *> const &) {}
};
```

```
class UpdateDelegate {
public:
    virtual void update() = 0;
};

class Movable : public UpdateDelegate {
public:
    virtual void update() { /* перемещаем объект */ };
};

class NotMovable : public UpdateDelegate {
public:
    virtual void update() {}
};
```

```
class Player : public Object {
public:
    Player() : Object(new Visible(), new Movable(), new Solid()) {}
    // ...
};
```

«Набираем» объект из делегатов

ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПОЗИЦИИ

- Одна большая иерархия заменяется на несколько меньших, не связанных между собой иерархий. Более простая система!
- Не нужно тянуть всё из базового класса. Объект-делегат вообще можно создавать при необходимости.
- Интерфейс класса-хозяина независим.

ПРОБЛЕМНЫЕ ТОЧКИ КОМПОЗИЦИИ

- Объект-хозяин не входит в иерархию классов делегатов — полиморфизм не работает.

- Нужно явно добавлять методы, вызывающие методы делегатов.

- Наследование: **A** является **B** *(**A** is a **B**)*.
- Композиция: **A** содержит **B** *(**A** has a **B**)*.
- **Apple** и **Fruit**. Яблоко является фруктом. Наследование уместно.
- **Employee** и **Person**. Вроде бы сотрудник является человеком. Но в действительности сотрудник — это должность, замещаемая человеком *(который может вообще потерять работу или совмещать несколько должностей)*. Лучше использовать композицию.

АГРЕГАЦИЯ

- Аналог композиции, но без *владения*.

```
class Professor;

class Department {
    // ...
private:
    // Агрегация
    std::vector<Professor *> members;
    // ...
};

class University {
    // ...
private:
    // Композиция
    std::vector<Department> faculty;
    // ...

    void create_dept() {
        // ...
        faculty.push_back(Department(/* ... */));
        faculty.push_back(Department(/* ... */));
        // ...
    }
};

// Если университет (University) уничтожается, то факультеты (Department) тоже
// должны быть уничтожены. Но профессора (Professor) останутся! Кроме того,
// один профессор может работать на нескольких факультетах, но факультет не может
// принадлежать нескольким университетам.
```

В ЧЁМ РАЗНИЦА МЕЖДУ

`vector<Object>` и `vector<Object *>` ?

- Композиция
- Хранятся сами объекты
- Никакого полиморфизма

- Агрегация
- Объекты хранятся где-то ещё (где?)
- Возможен полиморфизм по **Object**.

АССОЦИАЦИЯ

- Самая свободная форма связи между классами.
- Один класс содержит указатель или ссылку на объект другого класса и вызывает его методы.
- Порождение и уничтожение объекта происходит где-то вовне.

```
class Lamp {
public:
    void on();
    void off();
};

class ToggleButton {
    Lamp lamp;
    bool is_on;
public:
    ToggleButton() : is_on(false) {}

    void toggle() {
        is_on = !is_on;

        if (is_on)
            lamp.on();
        else
            lamp.off();
    }
};
```

Композиция (бессмысленная притом)

```
class Switchable {
public:
    virtual void on() {}
    virtual void off() {}
};

class Lamp: public Switchable { /* ... */ };

class ToggleButton {
    Switchable *object;
    bool is_on;
public:
    ToggleButton(Switchable *o)
        : object(o), is_on(false) {}

    void toggle() {
        is_on = !is_on;

        if (is_on)
            object->on();
        else
            object->off();
    }
};
```

Ассоциация

```
class MultiSwitch : public Switchable {
    vector<Switchable *> objects;
public:
    MultiSwitch(const vector<Switchable *> &objs)
        : objects(objs) {}

    void on()  {
        for (auto object: objects)
            object->on();
    }

    void off() {
        for (auto object: objects)
            object->off();
    }
};
```

Вот что можно делать, когда нет жёстких связей

СИЛА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

Композиция

Агрегация

Ассоциация

Обычно чем слабее, тем лучше!

ПРИНЦИП ОТКРЫТИЯ-ЗАКРЫТИЯ
(OPEN-CLOSED PRINCIPLE)

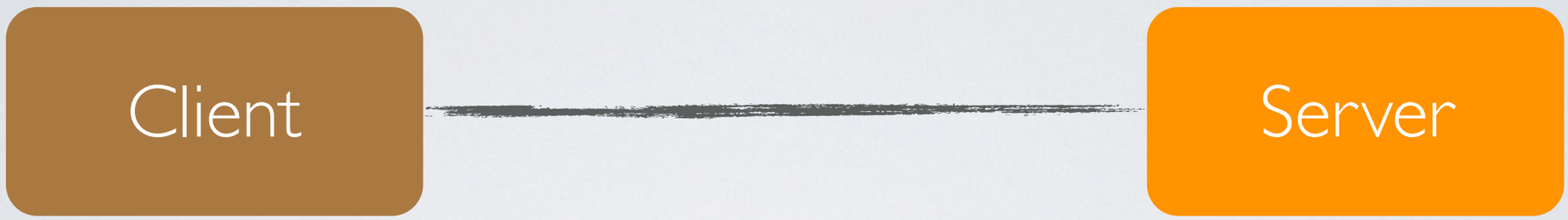
Программные объекты:
(классы, модули, методы, …)

Открыты для
расширения

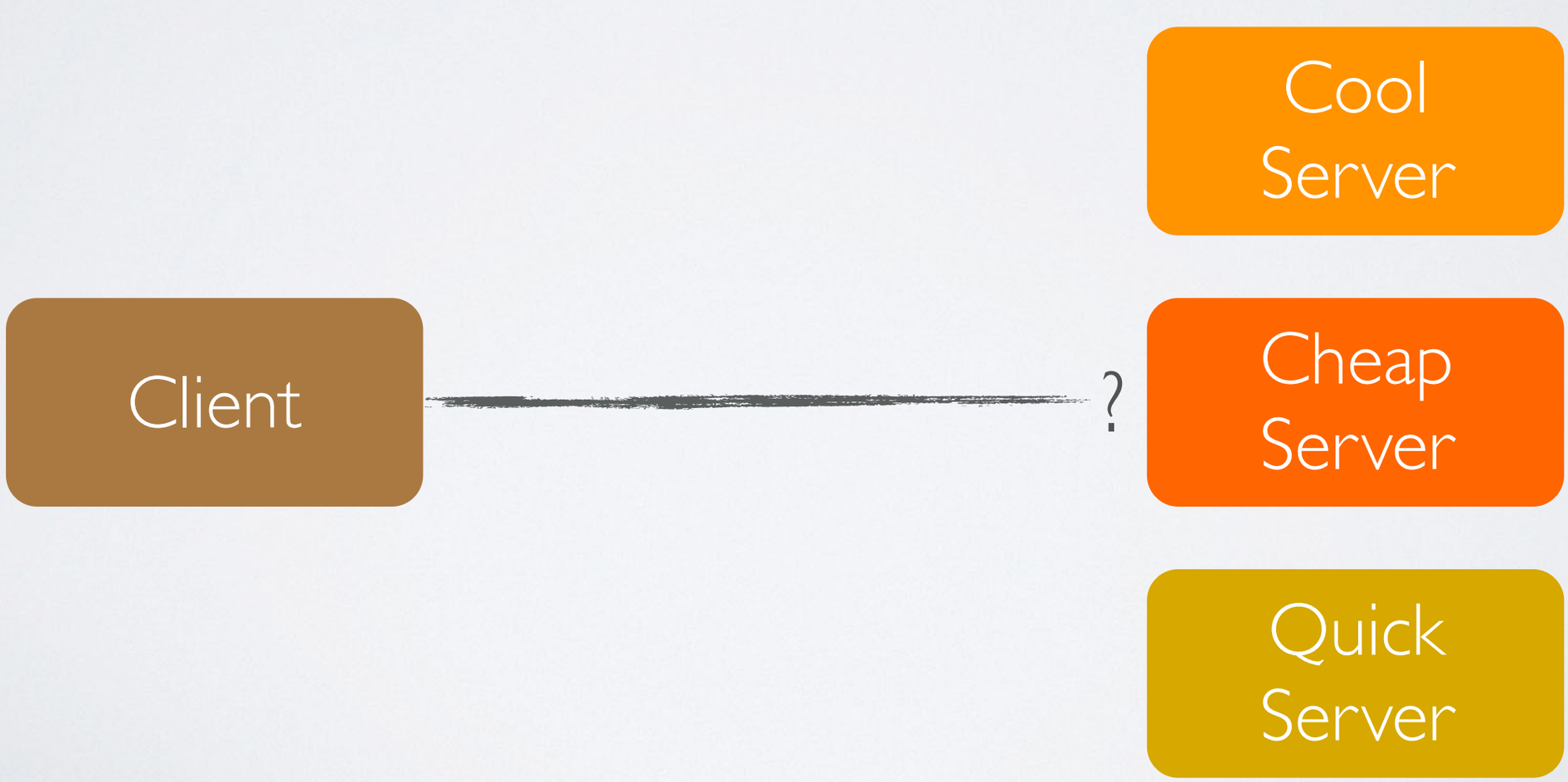
НО …

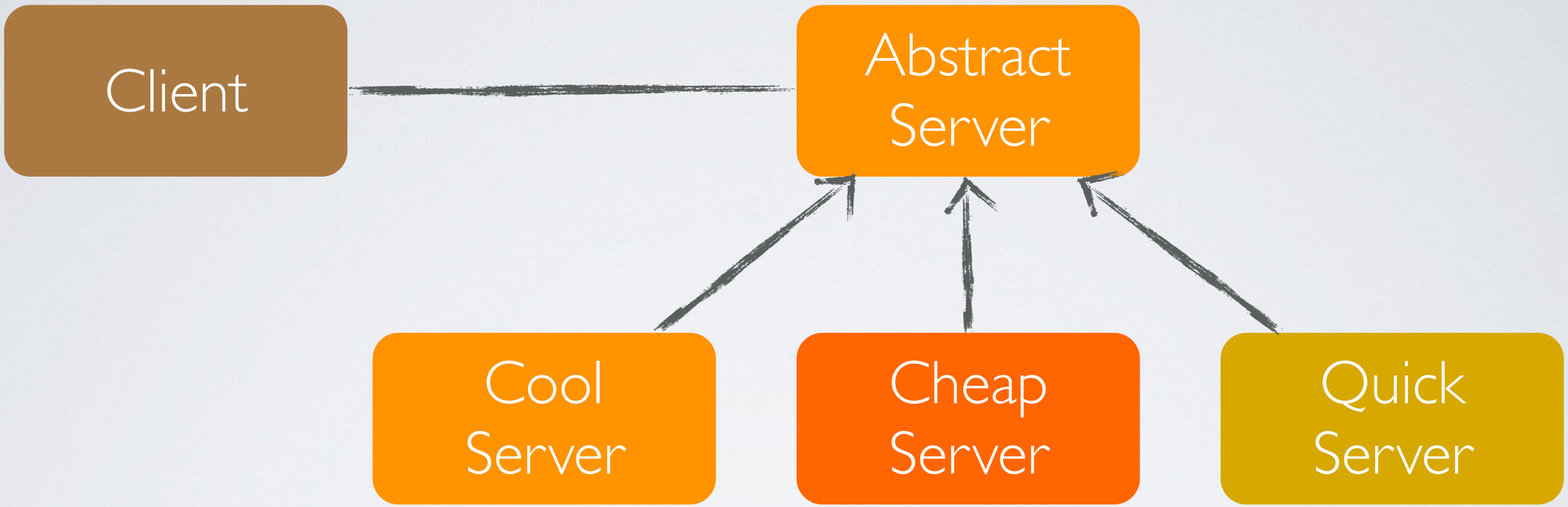
Закрыты
для модификации

Было:



Теперь хочется так:





Конечно же, выносим абстракцию в базовый класс!

Мега-задача

Есть набор объектов (круги и квадраты),
нужно уметь отрисовать этот набор

```c
/* shape.h */
enum ShapeType { CIRCLE, SQUARE };

struct Shape {
   ShapeType type;
};

/* circle.h */
struct Circle {
   ShapeType type;
   double radius;
   Point center;
};

void drawCircle(struct Circle *);

/* square.h */
struct Square {
   ShapeType type;
   double side;
   Point topLeft;
};

void drawSquare(struct Square *);
```

Процедурный style

```c
/* drawallshapes.c */
typedef struct Shape *ShapePointer;

void drawAllShapes(ShapePointer *list, int n) {
   int i;
   for (i = 0; i < n; ++i) {
      ShapePointer *s = list[i];
      switch (s->type) {
         case SQUARE: drawSquare((struct Square *)s); break;
         case CIRCLE: drawCircle((struct Circle *)s); break;
      }
   }
}
```

```
class Shape {
public:
   virtual void draw() const = 0;
};

class Square : public Shape {
public:
   // ...
   virtual void draw() const;
};
```

```
class Circle : public Shape {
public:
   // ...
   virtual void draw() const;
};

void drawAllShapes(Shape **list, int n) {
   for (int i = 0; i < n; ++i)
      list[n]->draw();
}
```

OO style

Закрытость для расширения

```
switch (s->type) {
    case SQUARE: drawSquare((struct Square *)s); break;
    case CIRCLE: drawCircle((struct Circle *)s); break;
}
```

Открытость для расширения

```
class MyNewLovelyShape : public Shape {
public:
    // ...
    virtual void draw() const;
};
```

Усложнение

Сначала рисовать все окружности, а **затем** все квадраты

КАК ВООБЩЕ МОЖНО ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ?

Способ первый

Состояние системы

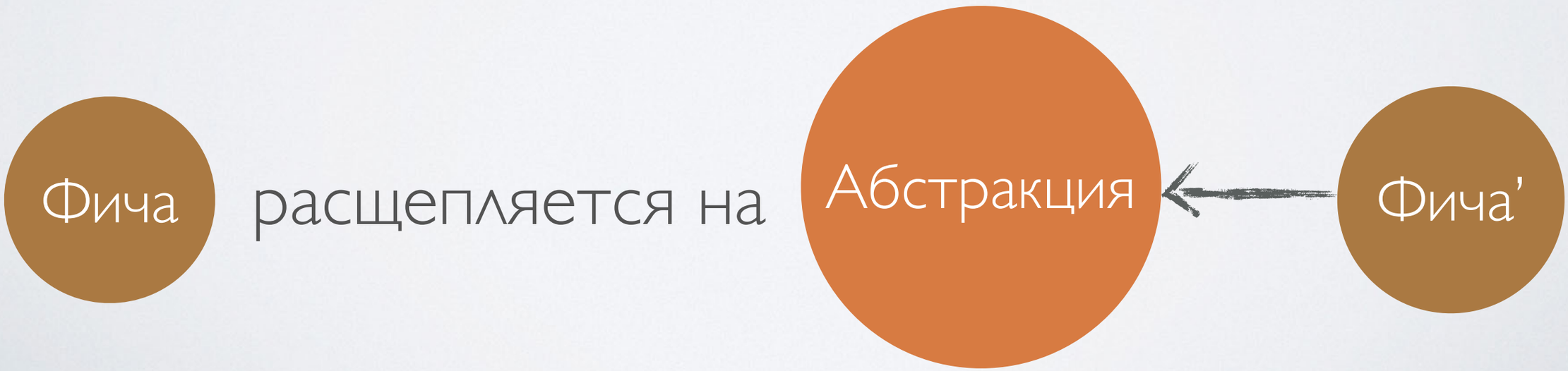
\+ ещё фича + ещё фича +

\+ ещё фича + ещё фича =

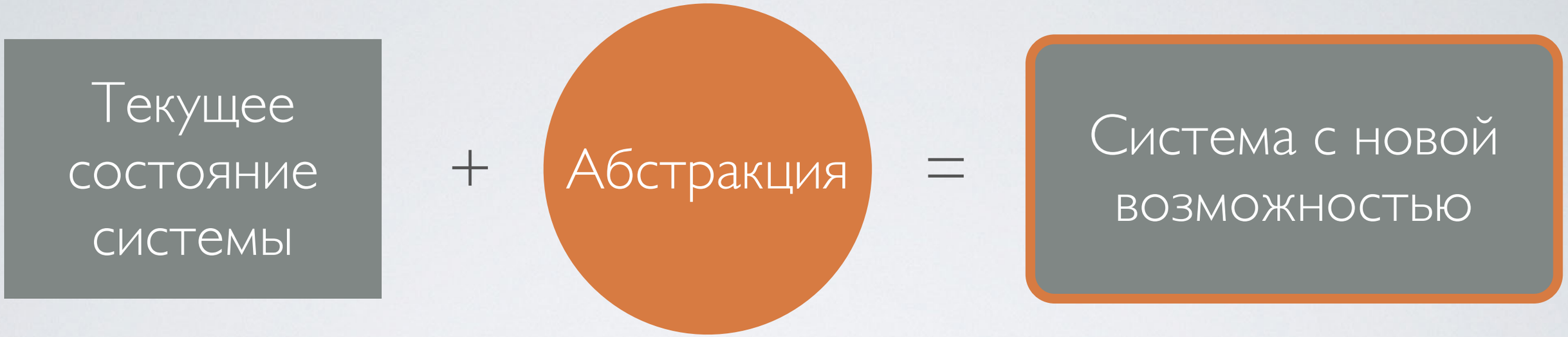
ИНОЙ СПОСОБ

Дано: Текущее состояние системы и Фича

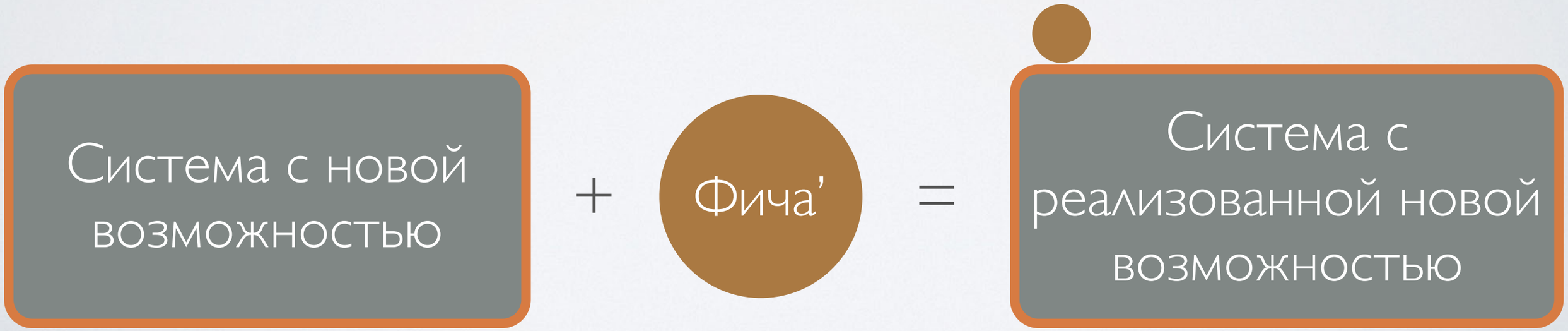
Шаг первый



Шаг второй



Шаг третий



Какая абстракция соответствует тому,
чтобы рисовать сначала окружности,
а потом квадраты?

```
class Shape {
public:
    virtual void draw() const = 0;
    virtual bool precedes(const Shape &another) const = 0;
};
```

Задание порядка

КОНЕЦ ДЕСЯТОЙ ЛЕКЦИИ