Пример №1 - Рациональные числа

- Сделать набор функций для работы с простыми дробями.
- Дробь хранится в виде тройки r_type, numer, denom
- r_type - тип дроби: "basic" или "auto_simpl"
- При операциях с "auto_simpl" в отличии от "basic" нужно сокращать числитель и знаменатель на НОД (наибольший общий делитель)
- Сделать поддержку функций add, sub, mul, tostr

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{bd} \; ; \quad \frac{a}{b} * \frac{c}{d} = \frac{ab}{cd}$$

Алгоритм евклида : $a \geq b, \boldsymbol{НОД}(a, b) = \begin{cases} b, a \div b = 0 \\ \boldsymbol{НОД}(b, a \div b) \end{cases}$

Рациональные числа - API

```
1       r1 = ('basic', 1, 3)
2       r2 = ('basic', 1, 2)
3
4       print tostr(r1) # 1/3
5
6       r3 = sub(r2, r1)
7       print tostr(r3) # 1/6
8
9       r4 = add(r1, r1)
10      print tostr(r4) # 2/6
11
12      r5 = ('auto_simpl', r1[1], r1[2])
13      r6 = add(r5, r5)
14      print tostr(r6) # 1/3
```

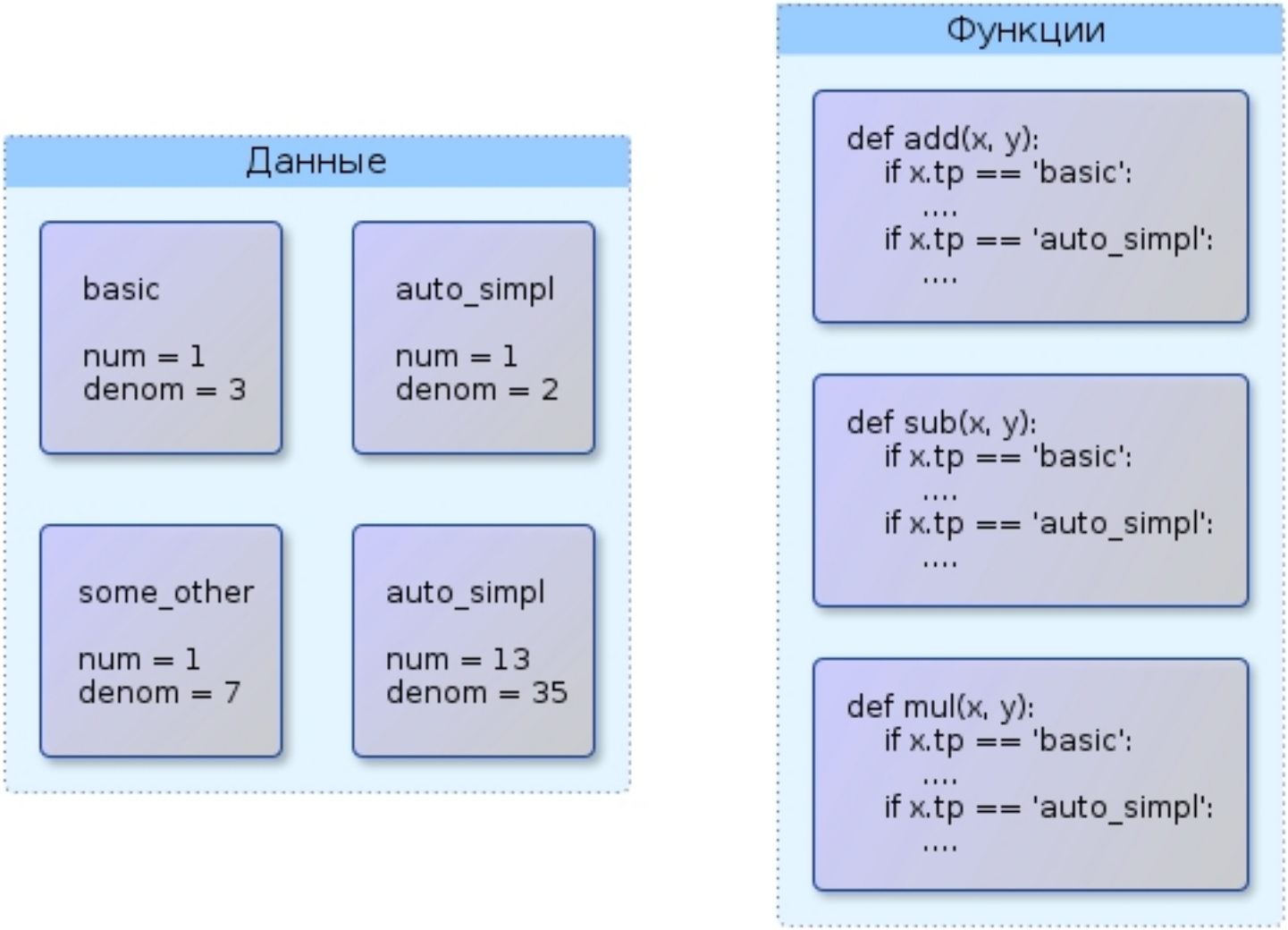
НОД

```
1       def gcd(x, y):
2           x = abs(x)
3           y = abs(y)
4           return _gcd(max(x, y), min(x, y))
5
6       def _gcd(x, y):
7           if y == 0:
8               return x
9           return gcd(y, x % y)
```

Рациональные числа - процедурный стиль

```
1       def add(x, y):
2           xtp, xnum, xdenom = x
3           ytp, ynum, ydenom = y
4           ndenom = xdenom * ydenom
5           nnum = xnum * ydenom + xdenom * ynum
6           if xtp == 'basic':
7               return ('basic', nnum, ndenom)
8           elif xtp == 'auto_simpl':
9               cur_gcd = gcd(nnum, ndenom)
10              return ('auto_simpl',
11                      nnum / cur_gcd,
12                      ndenom / cur_gcd)
13          assert False, "Unsupported␣␣rational␣type" + \
14                        "␣for␣add" + xtp
```

```
    def tostr(x):
        return "{0[1]}/{0[2]}".format(x)

    def sub(x, y):
        ytp, ynum, ydenom = y
        return add(x, (ytp, -ynum, ydenom))
```


Данные
basic
num = 1
denom = 3
auto_simpl
num = 1
denom = 2
some_other
num = 1
denom = 7
auto_simpl
num = 13
denom = 35
Функции
def add(x, y):
if x.tp == 'basic':
....
if x.tp == 'auto_simpl':
....
def sub(x, y):
if x.tp == 'basic':
....
if x.tp == 'auto_simpl':
....
def mul(x, y):
if x.tp == 'basic':
....
if x.tp == 'auto_simpl':
....

Процедурный стиль - анализ

- `if xtp == 'basic'` : - ужасно
- Декомпозиция логики затруднена
- Добавление новых типов требует изменения функции add
- Перегрузка функций решает часть проблем, но только часть

Перегрузка функции

```
1       BasicRN add(BasicRN v1, BasicRN v2)
2       {
3           ....
4       }
5
6       SimplifiedRN add(SimplifiedRN v1, SimplifiedRN v2)
7       {
8           ....
9       }
```

- (+) Одно имя для всех функций
- (+) Перегрузка по двум и более параметрам параметрам и хитрым правилам
- (+) Статическая перегрузка - никаких накладных расходов
- (-) Нужна перекомпиляция
- (-) Нужно явно знать типы во время компиляции
- (-) Все прототипы должны быть видны в точке компиляции

Еще решение

```
1       def add_2(x, y):
2           xtp, xnum, xdenom = x
3           if xtp == 'polynom':
4               # add polynoms
5           else:
6               return add(x, y)
```

Проблема

Весь код должен вызывать add_2.

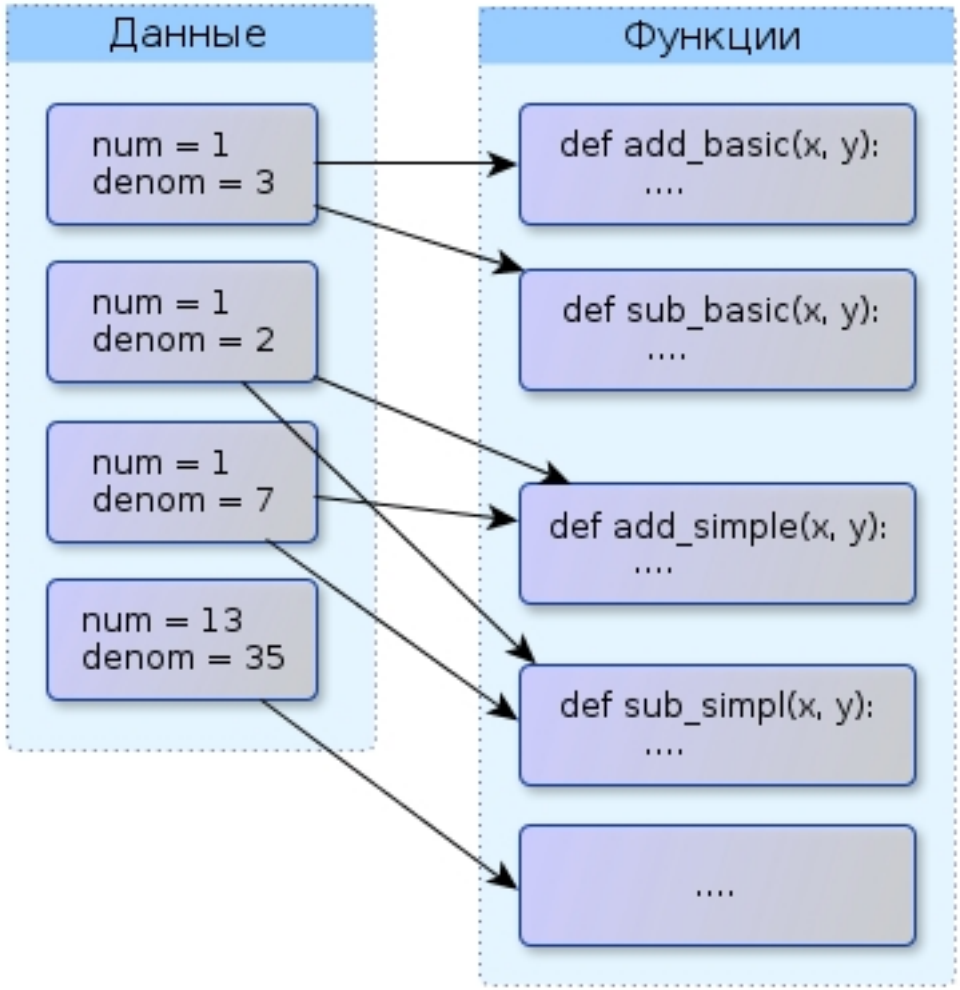
Рациональные числа - не совсем процедурный стиль

Один из вариантов решения - привязать функции к данным.

```
1       x = {'num':1,
2            'denom':3,
3            'add':add_simplified,
4            'sub':sub}
5
6       def add(x, y):
7           return x['add'](x,y)
```

Рациональные числа - не совсем процедурный стиль

```
1       def mk_basic(num, denom):
2           return {'num':num, 'denom':denom, 'add':add_basic, 'sub'
3
4       def mk_simpl(num, denom):
5           return {'num':num, 'denom':denom, 'add':add_simplified,
6
7       r1 = mk_basic(1, 3)
8       r2 = mk_basic(1, 2)
9       r3 = sub(r2, r1)
10
11      r5 = mk_simpl(1, 3)
12      r6 = add(r5, r5)
```


Данные
num = 1
denom = 3
num = 1
denom = 2
num = 1
denom = 7
num = 13
denom = 35
Функции
def add_basic(x, y):
....
def sub_basic(x, y):
....
def add_simple(x, y):
....
def sub_simpl(x, y):
....
....

Не совсем процедурный стиль - анализ

- Кода стало больше
- Его расширение упростилось - не нужно модифицировать функцию add, при добавлении нового типа
- Типовые теги стали менее нужны - тип это операции, которые есть у него
- Вместо `func(x)` теперь `x['func'](x)`. Для упрощения вызова старая процедурная семантика оставлена, но внутри нее перенаправление на новый вызов

Не совсем процедурный стиль - анализ

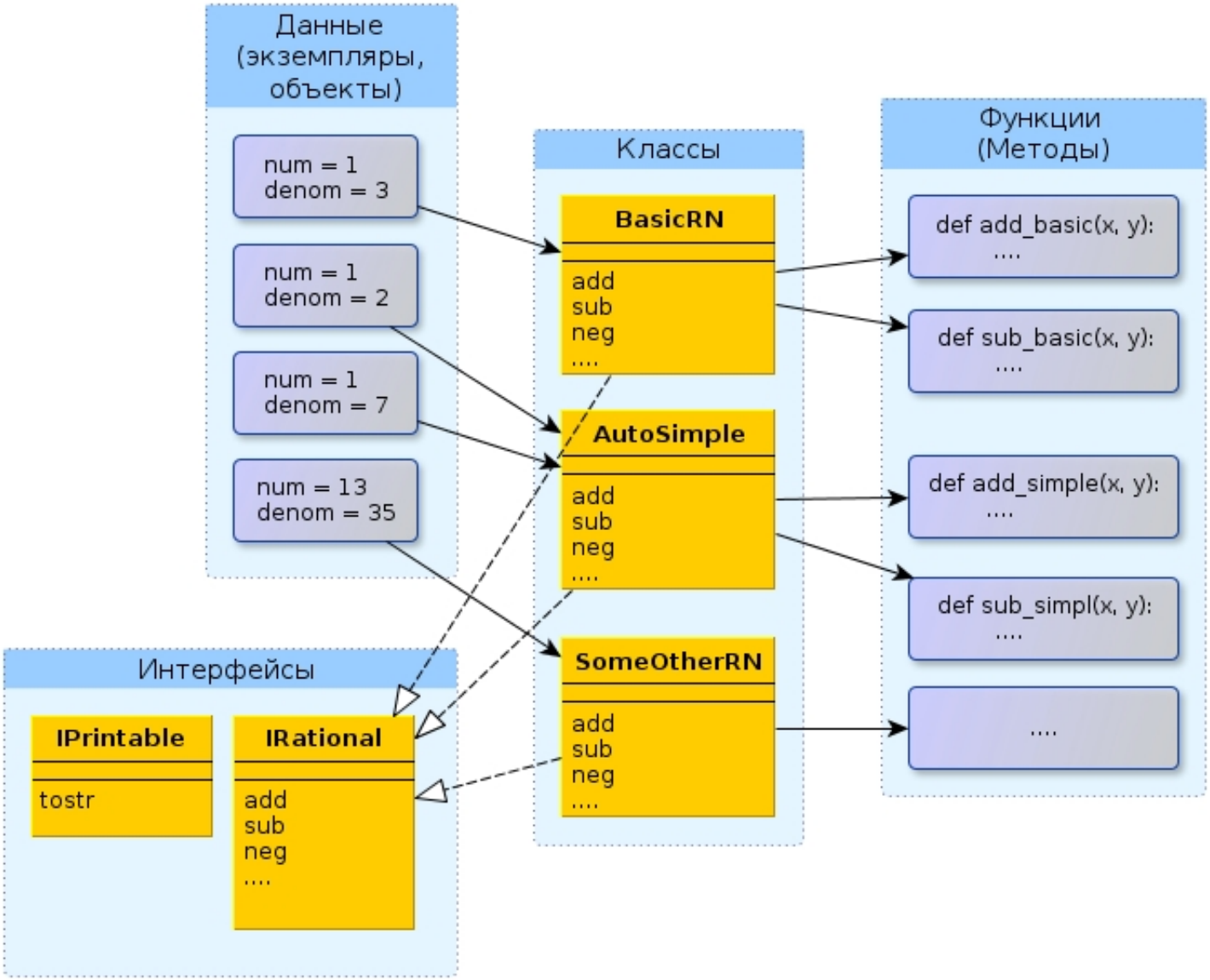
- Типовые теги иногда нужны.
- Каждый экземпляр содержит большое количество ссылок на одни и те же функции.
- Решение - вынесение всех методов в отдельный словарь, который все переменные данного типа используют совместно. Одновременно этот словарь становится типовым тегом.

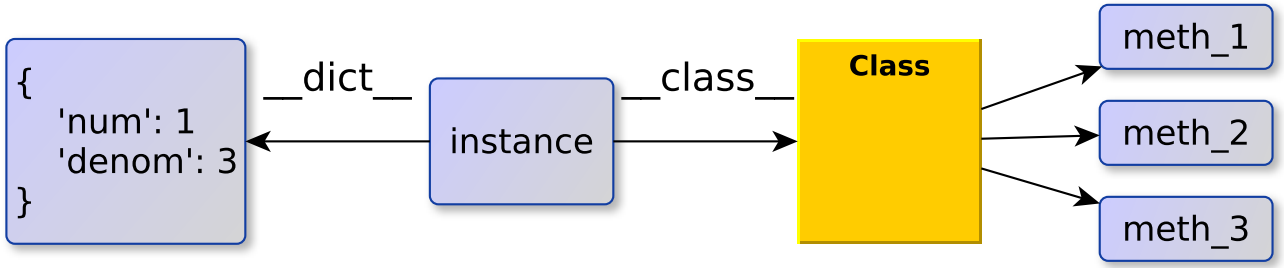
Рациональные числа - совсем не процедурный стиль

```
BasicRN = {'add': add_basic,
           'sub': sub_basic,
           '__init__': mk_basic}

ASRN = {'add': add_simplified,
        'sub': sub_simplified,
        '__init__': mk_simple}

def new(tp):
    def closure(*args, **kwargs):
        return tp['__init__'](*args, **kwargs)
    return closure

x1 = new(BasicRN)(1, 2)
x2 = new(ASRN)(1, 2)

def add(x, y):
    return x['__class__']['add'](x, y)
```

Рациональные числа - совсем не процедурный стиль

- Шаблон, использованный в функции add часто используется в python и позволяет имитировать перегрузку функций
- Почти так устроено ООП в питоне внутри


Данные
(экземпляры,
объекты)
num = 1
denom = 3
num = 1
denom = 2
num = 1
denom = 7
num = 13
denom = 35
Классы
BasicRN
add
sub
neg
....
AutoSimple
add
sub
neg
....
SomeOtherRN
add
sub
neg
....
Функции
(Методы)
def add_basic(x, y):
....
def sub_basic(x, y):
....
def add_simple(x, y):
....
def sub_simpl(x, y):
....
....
Интерфейсы
IPrintable
tostr
IRational
add
sub
neg
....



obj.__class__ == type(obj) - класс объекта

obj.__dict__ - словарь, содержащий атрибуты объекта

Рациональные числа - классы

```
1   class BasicRational(object):
2       "basic rational number"
3
4       def __init__(self, num, denom):
5           self.num = num
6           self.denom = denom
7
8       def add(self, y):
9           nd = self.denom * y.denom
10          nn = self.num * y.denom + y.num * self.denom
11          return BasicRational(nn, nd)
12
13      def neg(self):
14          return BasicRational(-self.num, self.denom)
15
16      def sub(self, y):
17          return self.add(y.neg())
18
```

```
19          def tostr(self):
20              return "{0.num}/{0.denom}".format(self)
```

Рациональные числа - классы

```
x['add'](x, y) == x.add(y)
x['num'] == x.num
x['add'](x, ...) == x.add
```

Рациональные числа - классы

```
class AutoSimpl(BasicRational):
    "Auto simplified rational number"

    def add(self, y):
        res = BasicRational.add(self, y)
        cur_gcd = gcd(res.num, res.denom)
        res.num /= cur_gcd
        res.denom /= cur_gcd
        return res
```

```
1       class AutoSimpl(BasicRational):
2           "Auto␣simplified␣rational␣number"
3
4           def __init__(self, num, denom):
5               cur_gcd = gcd(num, denom)
6               self.num = num / cur_gcd
7               self.denom = denom / cur_gcd
```

ООП

- Шаблон проектирования, в котором данные имеют ссылки на функции их обработки
- Позволяет писать код, который сохраняет работоспособность при изменении данных в некоторых границах

ООП - в чем причина?

- Везде есть закон сохранения

ООП - в чем причина?

- Дополнительный уровень косвенности
- Написав add таким образом мы получили возможность менять ее работу не трогая код
- Код, который создает новую дробь знает подробности того, как с ней работать.
- Код, который ее использует - не всегда.

Проблема

x.add(y) = y.add(x)!, а может и вообще не сработать

В чем проблема? Как решать?

Проблема

x.add(y) = y.add(x)!, а может и вообще не сработать
В чем проблема? Как решать?

Нужна перегрузка add по обеим параметрам, что-то типа (x,y).add(x,y).
Классическое ООП не предлагает решения.

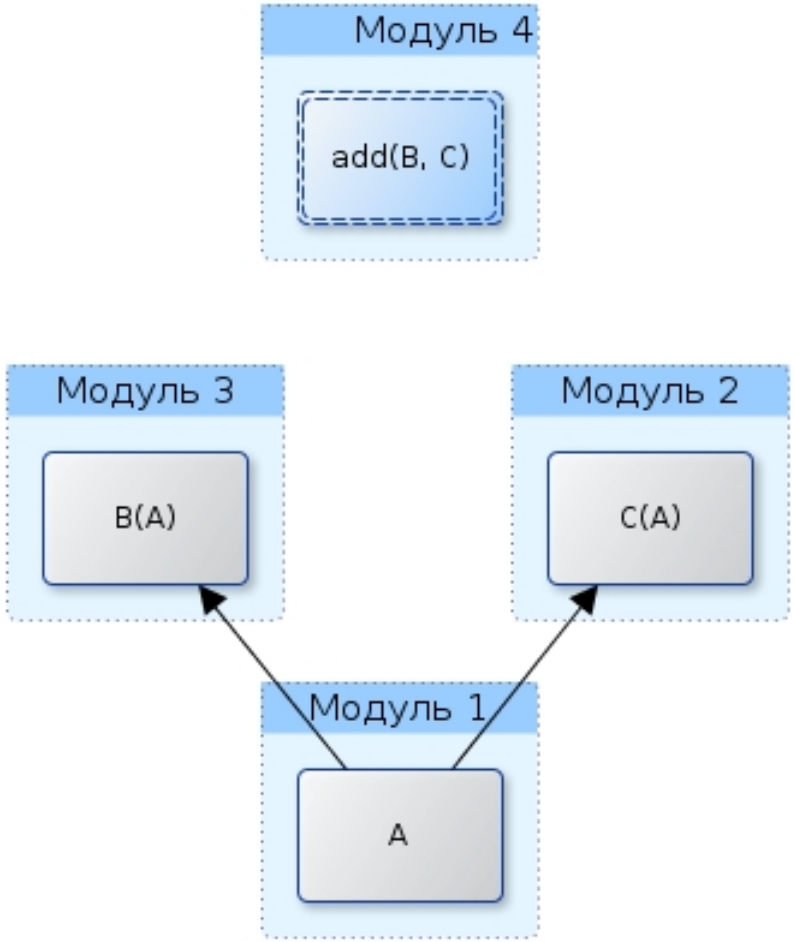
Вариант 1

```
1       class X(Y):
2           def add(self, y):
3               if isinstance(y, Y):
4                   self.do_add_Y(y)
5               elif isinstance(y, X):
6                   self.do_add_X(y)
7               else:
8                   return y.add(self)
```

Вариант 2

```
1       class X(Y):
2           def add(self, y, final=False):
3               if isinstance(y, Y):
4                   self.do_add_Y(y)
5               elif isinstance(y, X):
6                   self.do_add_X(y)
7               else:
8                   return y.add(self, True)
```

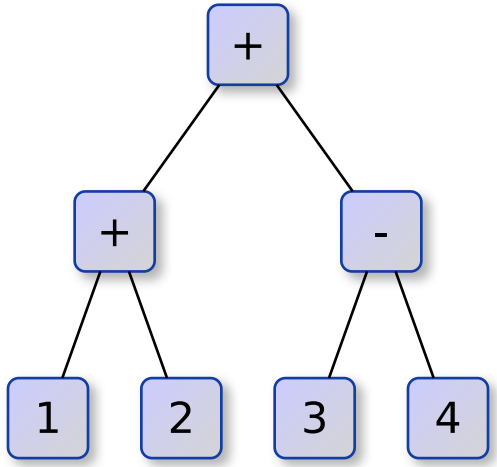
Опять проблема



Пример №2

Написать обработчик выражения, состоящего из -, +, скобок и чисел. В первую очередь нас интересует вычислитель. (Пусть у нас уже есть синтаксический анализатор выражения - функция parse).

```
1  expression = "1 + 2 + ( 4 - 3 )"
2  pexpr = parse(expression)
3  print pexpr # ('+', ('+', 1, 2), ('-', 3 , 4))
```



Решение 1

```
1       def evaluate(val):
2           if isinstance(val, int):
3               res = val
4           else:
5               operator, oper1, oper2 = val
6               assert operator in "+-", \
7                   "Unknown operator " + operator
8
9               v1 = evaluate(oper1)
10              v2 = evaluate(oper2)
11
12              if operator == '+':
13                  res = v1 + v2
14              elif operator == '-':
15                  res = v1 - v2
16
17          return res
```

Задача 2

Добавить в выражение поддержку * и /

Решение 2

```
class Operator(object):
    def evaluate(self, op1, op2):
        pass

class Add(object):
    def evaluate(self, op1, op2):
        return op1 + op2

class Mul(object):
    def evaluate(self, op1, op2):
        return op1 * op2

expr = (Add(), (Add(), 1, 2), (Sub(), 3 , 4))
```

Решение 2

```
1       def evaluate_add(op1, op2):
2           return op1 + op2
3
4       def evaluate_mul(op1, op2):
5           return op1 * op2
6
7       expr = (evaluate_add,
8                   (evaluate_add, 1, 2),
9                   (evaluate_mul, 3 , 4))
```

Решение 2

```
1       def evaluate(val):
2           if isinstance(val, int):
3               res = val
4           else:
5               operator, oper1, oper2 = val
6
7               v1 = evaluate(oper1)
8               v2 = evaluate(oper2)
9
10              res = operator(v1, v2)
11              #res = operator.evaluate(v1, v2)
12
13          return res
```

Задача 3

Добавить в выражение поддержку строк

Решение 2

```
1       class Value(object):
2           def add(self, v2):
3               pass
4
5       class Int(Value):
6           def __init__(self, val):
7               self.val = val
8
9           def add(self, v2):
10              if isinstance(v2, int):
11                  return v2 + self.val
12              else:
13                  return v2.add(self.val)
```

Решение 2

```
1       def evaluate_add(op1, op2):
2           return op1.add(op2)
```

Проблемы?

Проблемы?

Фукция parse. Почему?

parse

- Ооп решает проблему передавая функции в код снаружи, привязанными к данным.
- Это не может решить проблему конструктора
- Нужно передвать parse снаружи
- Не нужно без существенных причин делать из parse класс, можно просто передать функцию

Когда ООП

- Если если участок кода, требующий определенного ограниченного набора операций над входными данными
- Одновременно в программе могут быть несколько видов подходящих данных, с различной функциональностью для реализации этого интерфейса
- Или группировки функций с общим глобальным состоянием

Классы не предназначен для

- Группировки функций
- Группировки одной функции
- Если вы, ессно, используете нормальный ЯП

ООП vs Процедурный стиль

- (-) Часто больше кода
- (-) Добавление нового метода требует нелокальных изменений
- (-) Работает только если функция выбирается по типу одного параметра
- (-) Замедляет работу
- (-) Усложняет язык
- (-) Логика размазывается
- (-) Разработка ООП дизайна требует больших навыков и времени, чем процедурного

ООП vs Процедурный стиль

- (+) Уменьшает пересечение имен
- (+) Код лучше структурирован
- (+) Избавляет от ручной проверки типов
- (+) Избавляет от знания конкретного типа данных
- (+) Во многих случаях значительно упрощает расширение Позволяя корректно написанному коду работать с новыми типами данных
- (+) Более высокий уровень абстракции упрощает построение программы путем выделения стандартных шаблонов проектирования
- (+) Многие из идей ООП имеют прямую поддержку в языке

Добавление нового метода требует нелокальных изменений

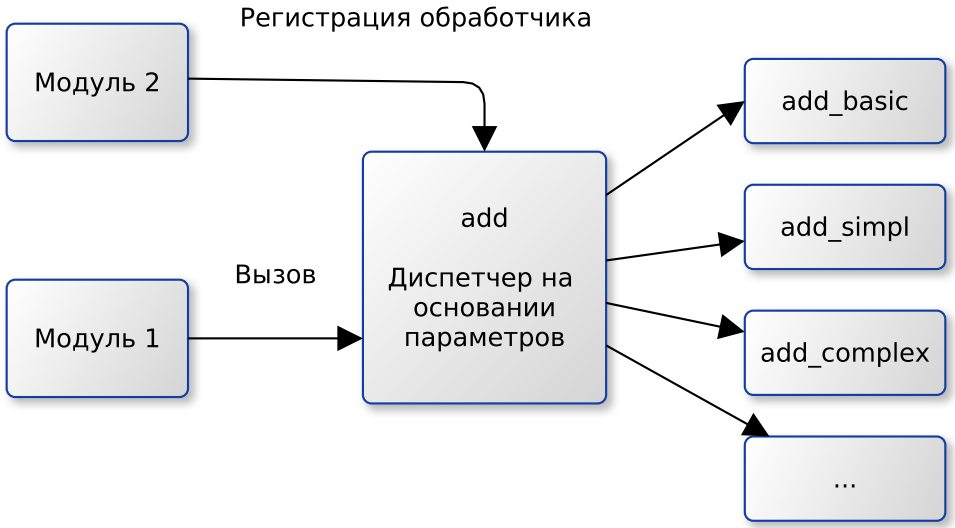
```
1       def to_xml(obj):
2           if isinstance(obj, int):
3               ...
4           elif isinstance(obj, str):
5               ...
6           else:
7               res = obj.to_xml()
8           return res
```

Альтернативы

- ?

Альтернативы

- CLOS - возможность расширять работу функции после ее создания, динамически подключая новые реализации
- Функция превращается в объект-хранилище шаблонов со ссылками на реализации
- Позволяет перегружать поведение не только по одному параметру
- Замедляет работу



Альтернативы

- Аспектное программирование
- PEAK-Rules

Python ООП vs Процедурный стиль

- Возможность перегрузки функций
- Возможность перегрузки операторов
- x.y => x.__dict__['y']
- x.func(...) => x.__class__.func(x, ...)
- x + y => x.__add__(y)
- -x => x.__neg__()

Добавление метода ко всем классам сразу требует нелокальных изменений

Один из вариантов решения - совместить стили.

```
1       def some_new_method(obj):
2           if isinstance(obj, ClS1):
3               # code for CLS1
4           elif isinstance(obj, ClS2):
5               # code for CLS2
6           else:
7               return obj.some_new_method()
```

Рациональные числа - python way

```
1   class BasicRational(object):
2       "basic rational number"
3
4       def __init__(self, num, denom):
5           self.num = num
6           self.denom = denom
7
8       def __add__(self, y):
9           nd = x.denom * y.denom
10          nn = x.num * y.denom + x.denom * y.num
11          return self.__class__(nn, nd)
12
13      def __neg__(self):
14          return self.__class__(-nn, nd)
15
16      def __sub__(self, y):
17          return self.add(y.neg())
18
```

```
19          def __str__(self):
20              return "{0.num}/{0.denom}".format(self)
21
22          def __repr__(self):
23              return str(self)
24
25      b1 = AutoSimpl(1, 2)
26      b2 = AutoSimpl(1, 3)
27      b3 = b2 - b1 - b1
28      print b1, b2, b3
```