Объектно-ориентированное программирование на Python

Курс

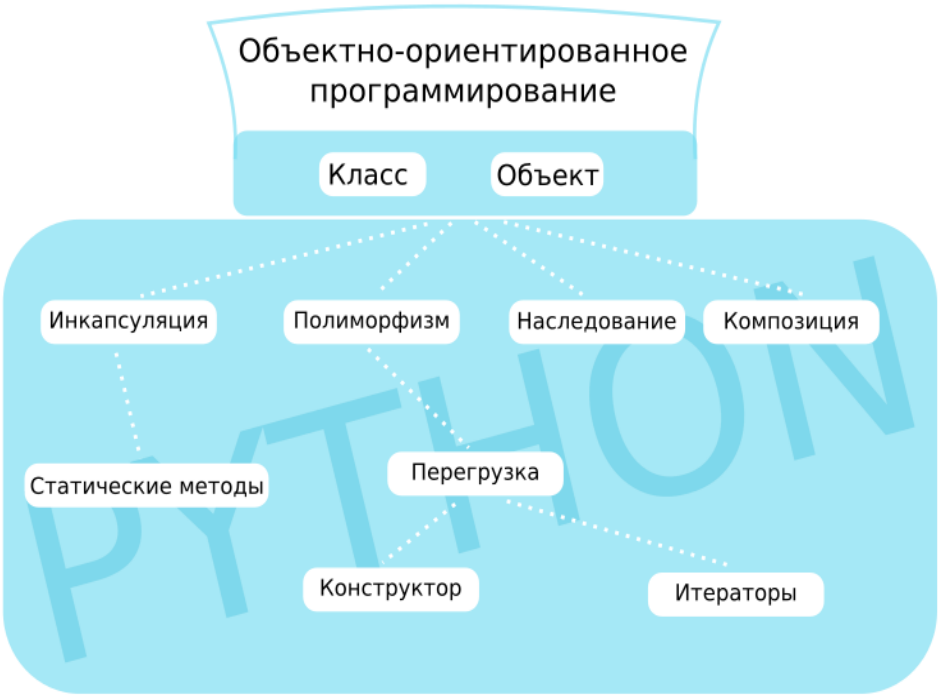
Опубликован: https://younglinux.info/oopython.php

Автор: Светлана Шапошникова (plustilino)

Версия: октябрь 2020 года

PDF-версия содержит текст уроков курса и решения с пояснениями к практическим работам + два дополнительных урока

Курс "Объектно-ориентированное программирование на Python" знакомит с особенностями ООП в общем и его реализацией в языке Python. Предполагается, что вы знакомы с Python на уровне структурного программирования (основные типы данных, ветвления, циклы, функции).



Ключевыми понятиями объектно-ориентированного программирования являются "класс" и "объект". Это реально существующие в программном коде единицы, а не только обобщающие понятия. Объекты порождаются от своих классов. В языке программирования Python такие объекты принято называть экземплярами.

Наследование, полиморфизм и инкапсуляция – основные принципы, столпы объектно-ориентированного программирования. Наследование предполагает возможность определения дочерних классов, полиморфизм – разный способ реализации одного и того же, инкапсуляция – сокрытие и объединение данных и методов. Композиция реализуется реже, означает возможность создания объектов, составными частями которых являются объекты других классов.

Конструктором в ООП называют метод класса, который вызывается автоматически при создании объекта от этого класса. В то же время конструктор относится к методам перегрузки операторов. Имена таких методов регламентированы самим языком программирования, а их вызов происходит автоматически при участии объекта в тех или иных операциях. Например, сложении, извлечении элемента и др.

Итераторы – это особая разновидность объектов подобных коллекциям вроде списка, но которые не хранят в себе весь набор элементов, а генерируют только один при каждом обращении. В Python есть встроенные классы-типы данных, от которых создаются итераторы. Однако также можно определять собственные классы, чьи экземпляры будут обладать возможностями итераторов.

Урок 1. Что такое объектно-ориентированное программирование

Циклы, ветвления и функции – все это элементы структурного программирования. Его возможностей вполне хватает для написания небольших, простых программ и сценариев. Однако крупные проекты часто реализуют, используя парадигму объектно-ориентированного программирования (ООП). Что оно из себя представляет и какие преимущества дает?

Истоки ООП берут начало с 60-х годов XX века. Однако окончательное формирование основополагающих принципов и популяризацию идеи следует отнести к 80-м годам. Большой вклад внес Алан Кей.

Следует отметить, не все современные языки поддерживают объектно-ориентированное программирование. Так язык C, обычно используемый в системном программировании (создание операционных систем, драйверов, утилит), не поддерживает ООП.

В языке Python ООП играет ключевую роль. Даже программируя в рамках структурной парадигмы, вы все равно пользуетесь объектами и классами, пусть даже встроенными в язык, а не созданными лично вами.

Итак, что же такое объектно-ориентированное программирование? Судя по названию, ключевую роль здесь играют некие объекты, на которые ориентируется весь процесс программирования.

Если мы взглянем на реальный мир под тем углом, под которым привыкли на него смотреть, то для нас он предстанет в виде множества объектов, обладающих определенными свойствами, взаимодействующих между собой и вследствие этого изменяющимися. Эта привычная для взгляда человека картина мира была перенесена в программирование.

Она потребовала более высокого уровня абстракции от того, как вычислительная машина хранит и обрабатывает данные, потребовала от программистов умения конструировать своего рода "виртуальные миры", распределять между собой задачи. Однако дала возможность более легкой и продуктивной разработки больших программ.

Допустим, команда программистов занимается разработкой игры. Программу-игру можно представить как систему, состоящую из цифровых героев и среды их обитания, включающей множество предметов. Каждый воин, оружие, дерево, дом – это цифровой объект, в котором "упакованы" его свойства и действия, с помощью которых он может изменять свои свойства и свойства других объектов.

Каждый программист может разрабатывать свою группу объектов. Разработчикам достаточно договориться между собой только о том, как объекты будут взаимодействовать между собой, то есть об их интерфейсах. Пете не надо знать, как Вася реализует рост коровы в результате поедания травы. Ему, как разработчику лужайки, достаточно знать, что когда корова прикасается к траве, последней на лужайке должно стать меньше.

Ключевую разницу между программой, написанной с структурном стиле, и объектно-ориентированной программой можно выразить так. В первом случае, на первый план выходит

логика, понимание последовательности выполнения действий для достижения поставленной цели. Во-втором – важнее представить программу как систему взаимодействующих объектов.

Понятия объектно-ориентированного программирования

Основными понятиями, используемыми в ООП, являются класс, объект, наследование, инкапсуляция и полиморфизм. В языке Python класс равносилен понятию тип данных.

Что такое **класс** или тип? Проведем аналогию с реальным миром. Если мы возьмем конкретный стол, то это **объект**, но не класс. А вот общее представление о столах, их назначении – это класс. Ему принадлежат все реальные объекты столов, какими бы они ни были. Класс столов дает общую характеристику всем столам в мире, он их обобщает.

То же самое с целыми числами в Python. Тип int – это класс целых чисел. Числа 5, 100134, -10 и т. д. – это конкретные объекты этого класса.

В языке программирования Python объекты принято называть также экземплярами. Это связано с тем, что в нем все классы сами являются объектами класса type. Точно также как все модули являются объектами класса module.

```
>>> type(list), type(int)
(<class 'type'>, <class 'type'>)
>>> import math
>>> type(math)
<class 'module'>
```

Поэтому во избежании путаницы объекты, созданные на основе обычных классов, называют экземплярами. В этом курсе мы чаще будем такие объекты называть объектами, так как данная терминология более универсальная и используется в других языках.

Следующее по важности понятие объектно-ориентированного программирования – **наследование**. Вернемся к столам. Пусть есть класс столов, описывающий общие свойства всех столов. Однако можно разделить все столы на письменные, обеденные и журнальные и для каждой группы создать свой класс, который будет наследником общего класса, но также вносить ряд своих особенностей. Таким образом, общий класс будет родительским, а классы групп – дочерними, производными.

Дочерние классы наследуют особенности родительских, однако дополняют или в определенной степени модифицируют их характеристики. Когда мы создаем конкретный экземпляр стола, то должны выбрать, какому классу столов он будет принадлежать. Если он принадлежит классу журнальных столов, то получит все характеристики общего класса столов и класса журнальных столов. Но не особенности письменных и обеденных.

Инкапсуляция в ООП понимается двояко. Во многих языках этот термин обозначает сокрытие данных, то есть невозможность напрямую получить доступ к внутренней структуре объекта, так как это небезопасно. Например, наполнить желудок едой можно напрямую, положив еду в желудок. Но это опасно. Поэтому прямой доступ к желудку закрыт. Чтобы наполнить его едой, надо совершить ритуал, через элемент интерфейса под названием рот.

В Python нет такой инкапсуляции, хотя она является одним из стандартов ООП. В Python можно получить доступ к любому атрибуту объекта и изменить его. Однако в Питоне есть механизм, позволяющий имитировать сокрытие данных, если это так уж необходимо.

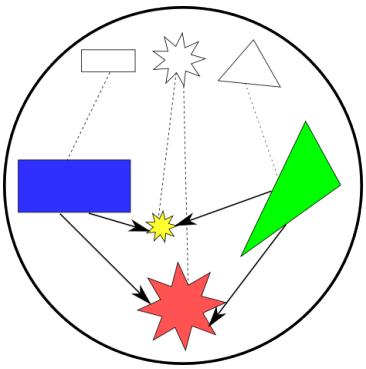
Отсутствие сокрытия данных в Python делает программирование на нем более легким и понятным, но привносит ряд особенностей, связанных с пространствами имен.

Второй смысл инкапсуляции – объединение свойств и поведения в единое целое, т. е. в класс. Инкапсуляция в этом смысле подразумевается самим определением объектно-ориентированного программирования и есть во всех ОО-языках.

Полиморфизм – это множество форм. Однако в понятиях ООП имеется в виду скорее обратное. Объекты разных классов, с разной внутренней реализацией, то есть программным кодом, могут иметь одинаковые интерфейсы. Например, для чисел есть операция сложения, обозначаемая знаком +. Однако мы можем определить класс, объекты которого также будут поддерживать операцию, обозначаемую этим знаком. Но это вовсе не значит, что объекты должны быть числами, и будет получаться какая-то сумма. Операция + для объектов нашего класса может значить что-то иное. Но интерфейс, в данном случае это знак +, у чисел и нашего класса будет одинаков. Полиморфность же проявляется во внутренней реализации и результате операции.

Вы уже сталкивались с полиморфизмом операции +. Для чисел она обозначает сложение, а для строк – конкатенацию. Внутренняя реализация кода для этой операции у чисел отличается от реализации таковой для строк.

Практическая работа



Рассмотрите схему. Подумайте над следующими вопросами:

1. Какие фигуры на ней вы бы назвали классами, а какие – объектами? Что обозначают пунктирные линии?
2. Может ли объект принадлежать множеству классов? Может ли у класса быть множество объектов?
3. Звезды скорее обладают разными свойствами или разным поведением? Могут ли свойства оказывать влияние на поведение?
4. Что могли бы обозначать стрелки?

Урок 2. Создание классов и объектов

В языке программирования Python классы создаются с помощью инструкции class, за которой следует произвольное имя класса, после которого ставится двоеточие, далее с новой строки и с отступом реализуется тело класса:

```
class ИмяКласса:
    код_тела_класса
```

Если класс является дочерним, то родительские классы перечисляются в круглых скобках после имени класса.

Объект создается путем вызова класса по его имени. При этом после имени класса обязательно ставятся скобки:

```
ИмяКласса()
```

То есть класс вызывается подобно функции. Однако в случае вызова класса происходит не выполнение его тела, как это происходило бы при вызове функции, а создается объект. Поскольку в программном коде важно не потерять ссылку на только что созданный объект, то обычно его связывают с переменной. Поэтому создание объекта чаще всего выглядит так:

```
имя_переменной = ИмяКласса()
```

В последствии к объекту обращаются через связанную с ним переменную.

Пример "пустого" класса и двух созданных на его основе объектов:

```
>>> class A:
...     pass
...
>>> a = A()
>>> b = A()
```

Класс как модуль

В языке программирования Python класс можно представить подобным модулю. Также как в модуле в нем могут быть свои переменные со значениями и функции. Также как в модуле у класса есть собственное пространство имен, доступ к которым возможен через имя класса:

```
>>> class B:
...     n = 5
...     def adder(v):
...             return v + B.n
...
>>> B.n
5
>>> B.adder(4)
9
```

Однако в случае классов используется немного иная терминология. Пусть имена, определенные в классе, называются атрибутами этого класса. В примере имена `n` и `adder` – это атрибуты

класса B. Атрибуты-переменные часто называют полями или свойствами. Свойством является n. Атрибуты-функции называются **методами**. Методом в классе B является adder. Количество свойств и методов в классе может быть любым.

Класс как создатель объектов

Приведенный выше класс позволяет создавать объекты, но мы не можем применить к объекту метод adder():

```
>>> l = B()
>>> l.n
5
>>> l.adder(100)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: adder() takes 1 positional argument but 2 were given
```

В сообщении об ошибке говорится, что adder() принимает только один аргумент, а было передано два. Откуда мог взяться второй аргумент, если в скобках было указано только одно число 100?

На самом деле классы – это не модули. Они обладают своими особенностями. Класс создает объекты, которые являются его наследниками. Это значит, что если у объекта нет собственного поля n, то интерпретатор ищет его уровнем выше, то есть в классе. Таким образом, если мы добавляем объекту поле с таким же именем как в классе, то оно перекрывает, то есть **переопределяет**, поле класса:

```
>>> l.n = 10
>>> l.n
10
>>> B.n
5
```

Здесь l.n и B.n – это разные переменные. Первая находится в пространстве имен объекта l. Вторая – в пространстве класса B. Если бы мы не добавили поле n к объекту l, то интерпретатор бы поднялся выше по дереву наследования и пришел бы в класс, где бы и нашел это поле.

Что касается методов, то они также наследуются объектами класса. В данном случае у объекта l нет своего собственного метода adder, значит, он ищется в классе B.

Однако в случае с методами не так все просто, как с полями. В Python по умолчанию один и тот же метод, вызванный от имени класса (например, B.meth()) и от экземпляра этого класса (например, l.meth()), вызывается по-разному. В последнем случае l.meth() невидимо для нас преобразуется в B.meth(l).

Но если метод meth() определен как непринимающий никаких аргументов, а они в него передаются, это приводит к ошибке:

```
>>> class A:
...     def meth():
```

```
...             print(1)
...
>>> a = A()
>>> a.meth()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: meth() takes 0 positional arguments but 1 was given
>>> A.meth()
1
```

Зачем в методы передают экземпляры? Потому что методы обычно для этого и предназначены – для изменения свойств конкретных объектов. А все экземпляры даже одного класса – это разные объекты, со своими свойствами, и метод должен иметь ссылку на конкретный экземпляр, с которым ему придется работать.

Понятно, что передаваемый экземпляр, это объект, к которому применяется метод. Выражение l.adder(100) выполняется интерпретатором следующим образом:

1. Ищу атрибут adder() у объекта `l`. Не нахожу.
2. Тогда иду искать в класс `B`, так как он создал объект `l`.
3. Здесь нахожу искомый метод. Передаю ему объект, к которому этот метод надо применить, и аргумент, указанный в скобках.

Другими словами, выражение `l.adder(100)` преобразуется в выражение `B.adder(l, 100)`.

Таким образом, интерпретатор попытался передать в метод adder() класса `B` два параметра – объект `l` и число 100. Но мы запрограммировали метод adder() так, что он принимает только один параметр. В Python определения методов не предполагают принятие объекта как само собой подразумеваемое. Принимаемый объект надо указывать явно.

По соглашению в Python для ссылки на объект используется имя self. Вот так должен выглядеть метод adder(), если мы планируем вызывать его через объекты:

```
>>> class B:
...     n = 5
...     def adder(self, v):
...             return v + self.n
...
```

Переменная self связывается с объектом, к которому был применен данный метод, и через эту переменную мы получаем доступ к атрибутам объекта. Когда этот же метод применяется к другому объекту, то self свяжется уже с этим другим объектом, и через эту переменную будут извлекаться только его свойства.

Протестируем обновленный метод:

```
>>> l = B()
>>> m = B()
>>> l.n = 10
>>> l.adder(3)
13
```

```
>>> m.adder(4)
9
```

Здесь от класса `B` создаются два объекта – `l` и `m`. Для объекта `l` заводится собственное поле `n`. Объект `m`, за неимением собственного, наследует `n` от класса `B`. Можно в этом убедиться, проверив соответствие:

```
>>> m.n is B.n
True
>>> l.n is B.n
False
```

В методе adder() выражение `self.n` – это обращение к свойству `n`, переданного объекта, и не важно, на каком уровне наследования оно будет найдено.

Если метод не принимает объект, к которому применяется, в качестве первого параметра, то такие методы в других языках программирования называются статическими. Они имеют особый модификатор и могут вызываться как через класс, так и через объект этого класса. В Python для имитации статических методов используется специальный декоратор, после чего метод можно вызывать не только через класс, но и через объект, не передавая сам объект.

Изменение полей объекта

В Python объекту можно не только переопределять поля и методы, унаследованные от класса, также можно добавить новые, которых нет в классе:

```
>>> l.test = "hi"
>>> B.test
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: type object 'B' has no attribute 'test'
>>> l.test
'hi'
```

Однако в программировании так делать не принято, потому что тогда объекты одного класса будут отличаться между собой по набору атрибутов. Это затруднит автоматизацию их обработки, внесет в программу хаос.

Поэтому принято присваивать полям, а также получать их значения, путем вызова методов:

```
>>> class User:
...     def setName(self, n):
...             self.name = n
...     def getName(self):
...             try:
...                     return self.name
...             except:
...                     print("No name")
...
>>> first = User()
>>> second = User()
>>> first.setName("Bob")
>>> first.getName()
'Bob'
```

```
>>> second.getName()
No name
```

Подобные методы называют сеттерами (set – установить) и геттерами (get – получить).

Атрибут __dict__

В Python у объектов есть встроенные специальные атрибуты. Мы их не определяем, но они есть. Одним из таких атрибутов объекта является свойство __dict__. Его значением является словарь, в котором ключи – это имена свойств экземпляра, а значения – текущие значения свойств.

```
>>> class B:
...     n = 5
...     def adder(self, v):
...             return v + self.n
...
>>> w = B()
>>> w.__dict__
{}
>>> w.n = 8
>>> w.__dict__
{'n': 8}
```

В примере у экземпляра класса B сначала нет собственных атрибутов. Свойство `n` и метод `adder` – это атрибуты объекта-класса, а не объекта-экземпляра, созданного от этого класса. Лишь когда мы выполняем присваивание новому полю `n` экземпляра, у него появляется собственное свойство, что мы наблюдаем через словарь __dict__.

В следующем уроке мы увидим, что свойства экземпляра обычно не назначаются за пределами класса. Это происходит в методах классах путем присваивание через self. Например, `self.n = 10`.

Атрибут __dict__ используется для просмотра всех текущих свойств объекта. С его помощью можно удалять, добавлять свойства, а также изменять их значения.

```
>>> w.__dict__['m'] = 100
>>> w.__dict__
{'n': 8, 'm': 100}
>>> w.m
100
```

Практическая работа

Напишите программу по следующему описанию. Есть класс "Воин". От него создаются два экземпляра-юнита. Каждому устанавливается здоровье в 100 очков. В случайном порядке они бьют друг друга. Тот, кто бьет, здоровья не теряет. У того, кого бьют, оно уменьшается на 20 очков от одного удара. После каждого удара надо выводить сообщение, какой юнит атаковал, и сколько у противника осталось здоровья. Как только у кого-то заканчивается ресурс здоровья, программа завершается сообщением о том, кто одержал победу.

Урок 3. Конструктор класса – метод __init__()

В объектно-ориентированном программировании конструктором класса называют метод, который автоматически вызывается при создании объектов. Его также можно назвать конструктором объектов класса. Имя такого метода обычно регламентируется синтаксисом конкретного языка программирования. Так в Java имя конструктора класса совпадает с именем самого класса. В Python же роль конструктора играет метод __init__().

В Python наличие пар знаков подчеркивания спереди и сзади в имени метода говорит о том, что он принадлежит к группе методов перегрузки операторов. Если подобные методы определены в классе, то объекты могут участвовать в таких операциях как сложение, вычитание, вызываться как функции и др.

При этом методы перегрузки операторов не надо вызывать по имени. Вызовом для них является сам факт участия объекта в определенной операции. В случае конструктора класса – это операция создания объекта. Так как объект создается в момент вызова класса по имени, то в этот момент вызывается метод __init__(), если он определен в классе.

Необходимость конструкторов связана с тем, что нередко объекты должны иметь собственные свойства сразу. Пусть имеется класс Person, объекты которого обязательно должны иметь имя и фамилию. Если класс будет описан подобным образом

```
class Person:
    def setName(self, n, s):
        self.name = n
        self.surname = s
```

то создание объекта возможно без полей. Для установки имени и фамилии метод setName() нужно вызывать отдельно:

```
>>> from test import Person
>>> p1 = Person()
>>> p1.setName("Bill", "Ross")
>>> p1.name, p1.surname
('Bill', 'Ross')
```

В свою очередь, конструктор класса не позволит создать объект без обязательных полей:

```
class Person:
    def __init__(self, n, s):
        self.name = n
        self.surname = s

p1 = Person("Sam", "Baker")
print(p1.name, p1.surname)
```

Здесь при вызове класса в круглых скобках передаются значения, которые будут присвоены параметрам метода __init__(). Первый его параметр – self – ссылка на сам только что созданный объект.

Теперь, если мы попытаемся создать объект, не передав ничего в конструктор, то будет возбуждено исключение, и объект не будет создан:

```
>>> p1 = Person()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: __init__() missing 2 required positional arguments: 'n' and 's'
```

Однако бывает, что надо допустить создание объекта, даже если никакие данные в конструктор не передаются. В таком случае параметрам конструктора класса задаются значения по умолчанию:

```
class Rectangle:
    def __init__(self, w = 0.5, h = 1):
        self.width = w
        self.height = h
    def square(self):
        return self.width * self.height

rec1 = Rectangle(5, 2)
rec2 = Rectangle()
rec3 = Rectangle(3)
rec4 = Rectangle(h = 4)
print(rec1.square())
print(rec2.square())
print(rec3.square())
print(rec4.square())
```

Вывод:

```
10
0.5
3
2.0
```

Если класс вызывается без значений в скобках, то для параметров будут использованы их значения по умолчанию. Однако поля width и height будут у всех объектов.

Кроме того, конструктору вовсе не обязательно принимать какие-либо параметры, не считая self. Значения полям могут назначаться как угодно. Также не обязательно, чтобы в конструкторе происходила установка атрибутов объекта. Там может быть, например, код, который порождает создание объектов других классов.

В других языка программирования, например в Java, классы могут содержать несколько конструкторов, которые между собой отличаются количеством параметром, а также, возможно, их типом. При создании объекта срабатывает тот конструктор, количество и типы параметров которого совпали с количеством и типами переданных в конструктор аргументов.

В Python создать несколько методов __init__() в классе можно, однако "рабочим" останется только последний. Он переопределит ранее определенные. Поэтому в Python в классах используется только один конструктор, а изменчивость количества передаваемых аргументов настраивается через назначение значений по-умолчанию.

Практическая работа. Конструктор и деструктор

Помимо конструктора объектов в языках программирования есть обратный ему метод – деструктор. Он вызывается, когда объект не создается, а уничтожается.

В языке программирования Python объект уничтожается, когда исчезают все связанные с ним переменные или им присваивается другое значение, в результате чего связь со старым объектом теряется. Удалить переменную можно с помощью команды языка del.

В классах Python функцию деструктора выполняет метод __del__().

Напишите программу по следующему описанию:

1. Есть класс Person, конструктор которого принимает три параметра (не учитывая self) – имя, фамилию и квалификацию специалиста. Квалификация имеет значение заданное по умолчанию, равное единице.
2. У класса Person есть метод, который возвращает строку, включающую в себя всю информацию о сотруднике.
3. Класс Person содержит деструктор, который выводит на экран фразу "До свидания, мистер …" (вместо троеточия должны выводиться имя и фамилия объекта).
4. В основной ветке программы создайте три объекта класса Person. Посмотрите информацию о сотрудниках и увольте самое слабое звено.
5. В конце программы добавьте функцию input(), чтобы скрипт не завершился сам, пока не будет нажат Enter. Иначе вы сразу увидите как удаляются все объекты при завершении работы программы.

В Python деструктор используется редко, так как интерпретатор и без него хорошо убирает "мусор".

Урок 4. Наследование

Наследование – важная составляющая объектно-ориентированного программирования. Так или иначе мы уже сталкивались с ним, ведь объекты наследуют атрибуты своих классов. Однако обычно под наследованием в ООП понимается наличие классов и подклассов. Также их называют супер- или надклассами и классами, а также родительскими и дочерними классами.

Суть наследования здесь схожа с наследованием объектами от классов. Дочерние классы наследуют атрибуты родительских, а также могут переопределять атрибуты и добавлять свои.

Простое наследование методов родительского класса

В качестве примера рассмотрим разработку класса столов и его двух подклассов – кухонных и письменных столов. Все столы, независимо от своего типа, имеют длину, ширину и высоту. Пусть для письменных столов важна площадь поверхности, а для кухонных – количество посадочных мест. Общее вынесем в класс, частное – в подклассы.

Связь между родительским и дочерним классом устанавливается через дочерний: родительские классы перечисляются в скобках после его имени.

```
class Table:
    def __init__(self, l, w, h):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h

class KitchenTable(Table):
    def setPlaces(self, p):
        self.places = p

class DeskTable(Table):
    def square(self):
        return self.width * self.length
```

В данном случае классы KitchenTable и DeskTable не имеют своих собственных конструкторов, поэтому наследуют его от родительского класса. При создании экземпляров этих столов, передавать аргументы для __init__() обязательно, иначе возникнет ошибка:

```
>>> from test import *
>>> t1 = KitchenTable()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: __init__() missing 3 required positional arguments: 'l', 'w', and 'h'
>>> t1 = KitchenTable(2, 2, 0.7)
>>> t2 = DeskTable(1.5, 0.8, 0.75)
>>> t3 = KitchenTable(1, 1.2, 0.8)
```

Несомненно можно создавать столы и от родительского класса Table. Однако он не будет, согласно неким родственным связям, иметь доступ к методам setPlaces() и square(). Точно также как объект класса KitchenTable не имеет доступа к единоличным атрибутам сестринского класса DeskTable.

```
>>> t4 = Table(1, 1, 0.5)
>>> t2.square()
1.2000000000000002
>>> t4.square()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Table' object has no attribute 'square'
>>> t3.square()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'KitchenTable' object has no attribute 'square'
```

В этом смысле терминология "родительский и дочерний класс" не совсем верна. Наследование в ООП – это скорее аналог систематизации и классификации наподобие той, что есть в живой природе. Все млекопитающие имеют четырехкамерное сердце, но только носороги – рог.

Полное переопределение метода надкласса

Что если в подклассе нам не подходит код метода его надкласса. Допустим, мы вводим еще один класс столов, который является дочерним по отношению к DeskTable. Пусть это будут компьютерные столы, при вычислении рабочей поверхности которых надо отнимать заданную величину. Имеет смысл внести в этот новый подкласс его собственный метод square():

```
class ComputerTable(DeskTable):
    def square(self, e):
        return self.width * self.length - e
```

При создании объекта типа ComputerTable по-прежнему требуется указывать параметры, так как интерпретатор в поисках конструктора пойдет по дереву наследования сначала в родителя, а потом в прародителя и найдет там метод __init__().

Однако когда будет вызываться метод square(), то поскольку он будет обнаружен в самом ComputerTable, то метод square() из DeskTable останется невидимым, т. е. для объектов класса ComputerTable он окажется переопределенным.

```
>>> from test import ComputerTable
>>> ct = ComputerTable(2, 1, 1)
>>> ct.square(0.3)
1.7
```

Дополнение, оно же расширение, метода

Если посмотреть на вычисление площади, то часть кода надкласса дублируется в подклассе. Этого можно избежать, если вызвать родительский метод, а потом дополнить его:

```
class ComputerTable(DeskTable):
    def square(self, e):
        return DeskTable.square(self) - e
```

Здесь вызывается метод другого класса, а потом дополняется своими выражениями. В данном случае вычитанием.

Рассмотрим другой пример. Допустим, в классе KitchenTable нам не нужен метод, поле places должно устанавливаться при создании объекта в конструкторе. В классе можно создать собственный конструктор с чистого листа, чем переопределить родительский:

```
class KitchenTable(Table):
    def __init__(self, l, w, h, p):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h
        self.places = p
```

Однако это не лучший способ, если дублируется почти весь конструктор надкласса. Проще вызвать родительский конструктор, после чего дополнить своим кодом:

```
class KitchenTable(Table):
    def __init__(self, l, w, h, p):
        Table.__init__(self, l, w, h)
        self.places = p
```

Теперь при создании объекта типа KitchenTable надо указывать в конструкторе четыре аргумента. Три из них будут переданы выше по лестнице наследования, а четвертый оприходован на месте.

```
>>> tk = KitchenTable(2, 1.5, 0.7, 10)
>>> tk.places
10
>>> tk.width
1.5
```

Параметры со значениями по умолчанию у родительского класса

Рассмотрим случай, когда родительский класс имеет параметры со значениями по умолчанию, а дочерний – нет:

```
class Table:
    def __init__(self, l=1, w=1, h=1):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h


class KitchenTable(Table):
    def __init__(self, p, l, w, h):
        Table.__init__(self, l, w, h)
        self.places = p
```

При таком определении классов можно создать экземпляр от Table без передачи аргументов для конструктора:

```
t = Table()
```

Можем ли мы создать экземпляр от KitchenTable, передав значение только для параметра p? Например, вот так:

```
k = KitchenTable(10)
```

Возможно ли, что p будет присвоено число 10, а l, w и h получат по единице от родительского класса? Невозможно, будет выброшено исключение по причине несоответствия количества переданных аргументов количеству требуемых конструктором:

```
...
    k = KitchenTable(10)
TypeError: __init__() missing 3 required
 positional arguments: 'l', 'w', and 'h'
```

Когда создается объект от дочернего класса, сначала вызывается его конструктор, если он есть. Интерпретатор еще не знает, что в теле этого конструктора будет вызван конструктор родительского класса. Ведь это не обязательно. Значит, если все параметры дочернего конструктора не имеют значений по умолчанию, при построении объекта все значения должны передаваться.

Поэтому, если требуется допустить создание объектов от дочернего класса без передачи аргументов, придется назначить значения по умолчанию также в конструкторе дочернего класса.

```
class Table:
    def __init__(self, l=1, w=1, h=1):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h


class KitchenTable(Table):
    def __init__(self, l=1, w=1, h=0.7, p=4):
        Table.__init__(self, l, w, h)
        self.places = p
```

Параметр p, которого нет у родительского класса, мы делаем последним не просто так. Бывает, объекты разных родственных классов создаются или обрабатываются в одном цикле, то есть по одному алгоритму. При этом у них должны быть одинаковые "интерфейсы", то есть одинаковое количество передаваемых в конструктор аргументов.

Поэтому лучше, когда методы родственных классов принимают одинаковое число параметров. А если разное, то у "лишних" должны быть значения по-умолчанию, чтобы при вызове конструктора их можно было бы не передавать. Если такие параметры находятся еще и в конце, передачу аргументов для предстоящих параметров можно выполнять без ключей.

Другой вариант – отказаться от конструктора в дочернем классе, а значение для поля places устанавливать отдельным вызовом метода:

```
class Table:
    def __init__(self, l=1, w=1, h=1):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h
```

```
class KitchenTable(Table):
    places = 4

    def set_places(self, p):
        self.places = p
```

Здесь у всех кухонных столов по-умолчанию будет 4 места. Если мы хотим изменить значение поля places, можем вызвать метод set_places(). Хотя в случае Python можем сделать это напрямую, присвоив полю. При этом у экземпляра появится собственное поле places.

```
k = KitchenTable()
k.places = 6
```

Поэтому метод set_places() в общем-то не нужен.

В любом случае произвольное количество мест будет устанавливаться не в конструкторе, а отдельно. Если все же требуется указывать места при создании объекта, это можно сделать и в конструкторе родителя:

```
class Table:
    def __init__(self, l=1, w=1, h=1):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h
        if isinstance(self, KitchenTable):
            p = int(input("Сколько мест: "))
            self.places = p
```

С помощью функции isinstance() проверяется, что создаваемый объект имеет тип KitchenTable. Если это так, то у него появляется поле places.

Мы не используем параметр p со значением по умолчанию в заголовке конструктора потому, что, если объектам других родственных классов он не нужен, не происходило путаницы и сложностей с документированием кода.

Практическая работа

Разработайте программу по следующему описанию.

В некой игре-стратегии есть солдаты и герои. У всех есть свойство, содержащее уникальный номер объекта, и свойство, в котором хранится принадлежность команде. У солдат есть метод "иду за героем", который в качестве аргумента принимает объект типа "герой". У героев есть метод увеличения собственного уровня.

В основной ветке программы создается по одному герою для каждой команды. В цикле генерируются объекты-солдаты. Их принадлежность команде определяется случайно. Солдаты разных команд добавляются в разные списки.

Измеряется длина списков солдат противоборствующих команд и выводится на экран. У героя, принадлежащего команде с более длинным списком, увеличивается уровень.

Отправьте одного из солдат первого героя следовать за ним. Выведите на экран идентификационные номера этих двух юнитов.

Урок 5. Полиморфизм

Полиморфизм в объектно-ориентированном программировании – это возможность обработки разных типов данных, т. е. принадлежащих к разным классам, с помощью "одно и той же" функции, или метода. На самом деле одинаковым является только имя метода, его исходный код зависит от класса. Кроме того, результаты работы одноименных методов могут существенно различаться. Поэтому в данном контексте под полиморфизмом понимается множество форм одного и того же слова – имени метода.

Например, два разных класса содержат метод total, однако инструкции каждого предусматривают совершенно разные операции. Так в классе T1 – это прибавление 10 к аргументу, в T2 – подсчет длины строки символов. В зависимости от того, к объекту какого класса применяется метод total, выполняются те или иные инструкции.

```
class T1:
    def __init__(self):
        self.n = 10

    def total(self, a):
        return self.n + int(a)


class T2:
    def __init__(self):
        self.string = 'Hi'

    def total(self, a):
        return len(self.string + str(a))


t1 = T1()
t2 = T2()

print(t1.total(35))  # Вывод: 45
print(t2.total(35))  # Вывод: 4
```

В предыдущем уроке мы уже наблюдали полиморфизм между классами, связанными наследованием. У каждого может быть свой метод __init__() или square() или какой-нибудь другой. Какой именно из методов square() вызывается, и что он делает, зависит от принадлежности объекта к тому или иному классу.

Однако классы не обязательно должны быть связанны наследованием. Полиморфизм как один из ключевых элементов ООП существует независимо от наследования. Классы могут быть не родственными, но иметь одинаковые методы, как в примере выше.

Полиморфизм дает возможность реализовывать так называемые единые интерфейсы для объектов различных классов. Например, разные классы могут предусматривать различный способ вывода той или иной информации объектов. Однако одинаковое название метода вывода позволит не запутать программу, сделать код более ясным.

В Python среди прочего полиморфизм находит отражение в методах перегрузки операторов. Два из них мы уже рассмотрели. Это __init__() и __del__(), которые вызываются при создании объекта и его удалении. Полиморфизм у методов перегрузки операторов проявляется в том, что

независимо от типа объекта, его участие в определенной операции, вызывает метод с конкретным именем. В случае __init()__ операцией является создание объекта.

Рассмотрим пример полиморфизма на еще одном методе, который перегружает функцию str(), которую автоматически вызывает функция print().

Если вы создадите объект собственного класса, а потом попробуете вывести его на экран, то получите информацию о классе объекта и его адрес в памяти. Такое поведение функции str() по-умолчанию по отношению к пользовательским классам запрограммировано на самом верхнем уровне иерархии, где-то в суперклассе, от которого неявно наследуются все остальные.

```
class A:
    def __init__(self, v1, v2):
        self.field1 = v1
        self.field2 = v2


a = A(3, 4)
b = str(a)
print(a)
print(b)
```

Вывод:

```
<__main__.A object at 0x7f251ac2f8d0>
<__main__.A object at 0x7f251ac2f8d0>
```

Здесь мы используем переменную b, чтобы показать, что функция print() вызывает str() неявным образом, так как вывод значений обоих переменных одинаков.

Если же мы хотим, чтобы, когда объект передается функции print(), выводилась какая-нибудь другая более полезная информация, то в класс надо добавить специальный метод __str__(). Этот метод должен обязательно возвращать строку, которую будет в свою очередь возвращать функция str(), вызываемая функций print():

```
class A:
    def __init__(self, v1, v2):
        self.field1 = v1
        self.field2 = v2

    def __str__(self):
        return str(self.field1) + " " + str(self.field2)


a = A(3, 4)
b = str(a)
print(a)
print(b)
```

Вывод:

```
3 4
3 4
```

Какую именно строку возвращает метод __str__(), дело десятое. Он вполне может строить квадратик из символов:

```
class Rectangle:
    def __init__(self, width, height, sign):
        self.w = int(width)
        self.h = int(height)
        self.s = str(sign)
    def __str__(self):
        rect = []
        for i in range(self.h): # количество строк
            rect.append(self.s * self.w) # знак повторяется w раз
        rect = '\n'.join(rect) # превращаем список в строку
        return rect

b = Rectangle(10, 3, '*')
print(b)
```

Вывод:

```
**********
**********
**********
```

Практическая работа. Метод перегрузки оператора сложения

В качестве практической работы попробуйте самостоятельно перегрузить оператор сложения. Для его перегрузки используется метод __add__(). Он вызывается, когда объекты класса, имеющего данный метод, фигурируют в операции сложения, причем с левой стороны. Это значит, что в выражении `a + b` у объекта `a` должен быть метод __add__(). Объект `b` может быть чем угодно, но чаще всего он бывает объектом того же класса. Объект `b` будет автоматически передаваться в метод __add__() в качестве второго аргумента (первый – self).

Отметим, в Python также есть правосторонний метод перегрузки сложения – __radd__().

Согласно полиморфизму ООП, возвращать метод __add__() может что угодно. Может вообще ничего не возвращать, а "молча" вносить изменения в какие-то уже существующие объекты. Допустим, в вашей программе метод перегрузки сложения будет возвращать новый объект того же класса.

Урок 6. Инкапсуляция

Под инкапсуляцией в объектно-ориентированном программировании понимается упаковка данных и методов для их обработки вместе, т. е. в классе. В Python инкапсуляция реализуется как на уровне классов, так и объектов. В ряде других языков, например в Java, под инкапсуляцией также понимают сокрытие свойств и методов, в результате чего они становятся приватными. Это значит, что доступ к ним ограничен либо пределами класса, либо модуля.

В Python подобной инкапсуляции нет, хотя существует способ ее имитировать. Перед тем как выяснять, как это делается, надо понять, зачем вообще что-то скрывать.

Дело в том, что классы бывают большими и сложными. В них может быть множество вспомогательных полей и методов, которые не должны использоваться за его пределами. Они просто для этого не предназначены. Они своего рода внутренние шестеренки, обеспечивающие нормальную работу класса.

Кроме того, в других языках программирования хорошей практикой считается сокрытие всех полей объектов, чтобы уберечь их от прямого присвоения значений из основной ветки программы. Их значения можно изменять и получать только через вызовы методов, специально определенных для этих целей.

Например, если надо проверять присваиваемое полю значение на корректность, то делать это каждый раз в основном коде программы будет неправильным. Проверочный код должен быть помещен в метод, который получает данные для присвоения полю. А само поле должно быть закрыто для доступа из вне класса. В этом случае ему невозможно будет присвоить недопустимое значение.

Часто намеренно скрываются поля самого класса, а не его объектов. Например, если класс имеет счетчик своих объектов, то необходимо исключить возможность его случайного изменения из вне. Рассмотрим пример с таким счетчиком на языке Python.

```
class B:
    count = 0
    def __init__(self):
        B.count += 1
    def __del__(self):
        B.count -= 1

a = B()
b = B()
print(B.count) # выведет 2
del a
print(B.count) # выведет 1
```

Все работает. В чем тут может быть проблема? Проблема в том, что если в основной ветке где-то по ошибке или случайно произойдет присвоение полю B.count, то счетчик будет испорчен:

```
…
B.count -= 1
print(B.count) # будет выведен 0, хотя остался объект b
```

Для имитации сокрытия атрибутов в Python используется соглашение (соглашение – это не синтаксическое правило языка, при желании его можно нарушить), согласно которому, если поле или метод имеют два знака подчеркивания впереди имени, но не сзади, то этот атрибут предусмотрен исключительно для внутреннего пользования:

```
class B:
    __count = 0
    def __init__(self):
        B.__count += 1
    def __del__(self):
        B.__count -= 1

a = B()
print(B.__count)
```

Попытка выполнить этот код приведет к выбросу исключения:

```
  File "test.py", line 9, in <module>
    print(B.__count)
AttributeError: type object 'B' has no attribute '__count'
```

То есть атрибут __count за пределами класса становится невидимым, хотя внутри класса он вполне себе видимый. Понятно, если мы не можем даже получить значение поля за пределами класса, то присвоить ему значение – тем более.

На самом деле сокрытие в Python не настоящее и доступ к счетчику мы получить все же можем. Но для этого надо написать B._B__count:

```
…
print(B._B__count)
```

Таково соглашение. Если в классе есть атрибут с двумя первыми подчеркиваниями, то для доступа извне к имени атрибута добавляется имя класса с одним впереди стоящим подчеркиванием. В результате атрибут как он есть (в данном случае __count) оказывается замаскированным. Вне класса такого атрибута просто не существует. Для программиста же наличие двух подчеркиваний перед атрибутом должно сигнализировать, что трогать его вне класса не стоит вообще, даже через _B__count, разве что при крайней необходимости.

Хорошо, мы защитили поле от случайных изменений. Но как теперь получить его значение? Сделать это можно с помощью добавления метода:

```
class B:
    __count = 0
    def __init__(self):
        B.__count += 1
    def __del__(self):
        B.__count -= 1
    def qtyObject():
        return B.__count

a = B()
b = B()
print(B.qtyObject()) # будет выведено 2
```

В данном случае метод qtyObject() не принимает объект (нет self'a), поэтому вызывать его надо через класс.

То же самое с методами. Их можно сделать "приватными" с помощью двойного подчеркивания:

```
class DoubleList:
    def __init__(self, l):
        self.double = DoubleList.__makeDouble(l)
    def __makeDouble(old):
        new = []
        for i in old:
            new.append(i)
            new.append(i)
        return new

nums = DoubleList([1, 3, 4, 6, 12])
print(nums.double)
print(DoubleList.__makeDouble([1,2]))
```

Результат:

```
[1, 1, 3, 3, 4, 4, 6, 6, 12, 12]
Traceback (most recent call last):
  File "test.py", line 13, in <module>
    print(DoubleList.__makeDouble([1,2]))
AttributeError: type object 'DoubleList' has no attribute '__makeDouble'
```

В одном из комментариев к предыдущим версиям данного курса был приведен пример, согласно которому скрытые поля при присваивании им становятся открытыми:

```
class Full:
    def __init__(self, field):
        self.__field = field

    def setField(self, field):
        self.__field = field

    def getField(self):
        return self.__field


obj = Full(8)
obj.setField(3)
print(obj.getField())

try:
    print(obj.__field)
except AttributeError:
    print("Нет атрибута __field")

obj.__field = 5
print(obj.__field)
```

Результат выполнения:

```
3
Нет атрибута __field
5
```

На самом деле в данном примере поле экземпляра __field, определенное за пределами класса, – это совсем другое поле. Не тот __field, который находится в классе и обращаться к которому из вне надо с помощью _Full__field. В этом можно убедиться, если вывести на экран содержимое атрибута __dict__:

```
...
print(obj.__dict__)
obj.__field = 5
print(obj.__dict__)
print(obj.__field is obj._Full__field)
```

Результат:

```
...
{'_Full__field': 3}
{'_Full__field': 3, '__field': 5}
False
```

Поэтому в коде выше выражение `obj.__field` в блоке try приводит к выбросу исключения, так как происходит обращение к еще несуществующему полю, а не потому, что это поле скрыто. Когда же этому полю присваивается значение 5, то у объекта появляется новое поле.

Метод __setattr__()

В Python атрибуты объекту можно назначать за пределами класса:

```
>>> class A:
...     def __init__(self, v):
...             self.field1 = v
...
>>> a = A(10)
>>> a.field2 = 20
>>> a.field1, a.field2
(10, 20)
```

Если такое поведение нежелательно, его можно запретить с помощью метода перегрузки оператора присваивания атрибуту __setattr__():

```
>>> class A:
...     def __init__(self, v):
...             self.field1 = v
...     def __setattr__(self, attr, value):
...             if attr == 'field1':
...                     self.__dict__[attr] = value
...             else:
...                     raise AttributeError
...
>>> a = A(15)
>>> a.field1
15
>>> a.field2 = 30
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 8, in __setattr__
AttributeError
>>> a.field2
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'A' object has no attribute 'field2'
>>> a.__dict__
{'field1': 15}
```

Поясним, что здесь происходит. Метод __setattr__(), если он присутствует в классе, вызывается всегда, когда какому-либо атрибуту выполняется присваивание. Обратите внимание, что присвоение несуществующему атрибуту также обозначает его добавление к объекту.

Когда создается объект a, в конструктор передается число 15. Здесь для объекта заводится атрибут field1. Факт попытки присвоения ему значения тут же отправляет интерпретатор в метод __setattr__(), где проверяется соответствует ли имя атрибута строке 'field1'. Если так, то атрибут и соответствующее ему значение добавляется в словарь атрибутов объекта.

Нельзя в __setattr__() написать просто `self.field1 = value`, так как это приведет к новому рекурсивному вызову метода __setattr__(). Поэтому поле назначается через словарь __dict__, который есть у всех объектов, и в котором хранятся их атрибуты со значениями.

Если параметр attr не соответствует допустимым полям, то искусственно возбуждается исключение AttributeError. Мы это видим, когда в основной ветке пытаемся обзавестись полем field2.

Если объект содержит скрытые поля и к ним происходит обращение из __setattr__(), то делать это надо так, как будто обращение происходит не из класса. Следующий код приведет к генерации исключения:

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.__x = x

    def __setattr__(self, attr, value):
        if attr == "__x":
            self.__dict__[attr] = value
        else:
            raise AttributeError


a = A(5)
```

Результат:

```
Traceback (most recent call last):
  File "...2.py", line 12, in <module>
    a = A(5)
  File "...2.py", line 3, in __init__
    self.__x = x
  File "...2.py", line 9, in __setattr__
    raise AttributeError
AttributeError
```

В методе __setattr__() параметр attr – это имя свойства экземпляра в том виде, в котором оно находится в словаре __dict__. Если свойство скрытое, то в __dict__ оно будет записано через имя класса. Поэтому в данном случае правильный код будет таким:

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.__x = x

    def __setattr__(self, attr, value):
        if attr == "_A__x":
            self.__dict__[attr] = value
        else:
            raise AttributeError
```

Практическая работа

Разработайте класс с "полной инкапсуляцией", доступ к атрибутам которого и изменение данных реализуются через вызовы методов. В объектно-ориентированном программировании принято имена методов для извлечения данных начинать со слова get (взять), а имена методов, в которых свойствам присваиваются значения, – со слова set (установить). Например, getField, setField.

Урок 7. Композиция

Еще одной особенностью объектно-ориентированного программирования является возможность реализовывать так называемый композиционный подход. Заключается он в том, что есть класс-контейнер, он же агрегатор, который включает в себя вызовы других классов. В результате получается, что при создании объекта класса-контейнера, также создаются объекты включенных в него классов.

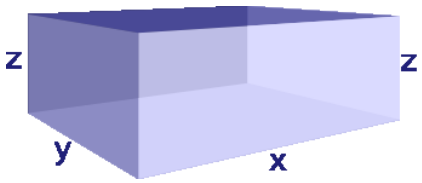
Чтобы понять, зачем нужна композиция в программировании, проведем аналогию с реальным миром. Большинство биологических и технических объектов состоят из более простых частей, также являющихся объектами. Например, животное состоит из различный органов (сердце, желудок), компьютер — из различного "железа" (процессор, память).

Композицию обычно не выделят как основное свойство ООП наряду с наследованием, инкапсуляцией и полиморфизмом, так как она используется сравнительно реже.

Не следует путать композицию с наследованием, в том числе множественным. Наследование предполагает принадлежность к какой-то общности (похожесть), а композиция — формирование целого из частей. Наследуются атрибуты, т. е. возможности, другого класса, при этом объектов непосредственно родительского класса не создается. При композиции же класс-агрегатор создает объекты других классов.

Рассмотрим на примере реализацию композиции в Python. Пусть, требуется написать программу, которая вычисляет площадь обоев для оклеивания помещения. При этом окна, двери, пол и потолок оклеивать не надо.

Прежде, чем писать программу, займемся объектно-ориентированным проектированием. То есть разберемся, что к чему. Комната – это прямоугольный параллелепипед, состоящий из шести прямоугольников. Его площадь представляет собой сумму площадей составляющих его прямоугольников. Площадь прямоугольника равна произведению его длины на ширину.



По условию задачи обои клеятся только на стены, следовательно площади верхнего и нижнего прямоугольников нам не нужны. Из рисунка видно, что площадь одной стены равна xz, второй – yz. Противоположные прямоугольники равны, значит общая площадь четырех прямоугольников равна S = 2xz + 2yz = 2z(x+y). Потом из этой площади надо будет вычесть общую площадь дверей и окон, поскольку они не оклеиваются.

Можно выделить три типа объектов – окна, двери и комнаты. Получается три класса. Окна и двери являются частями комнаты, поэтому пусть они входят в состав объекта-помещения.

Для данной задачи существенное значение имеют только два свойства – длина и ширина. Поэтому классы «окна» и «двери» можно объединить в один. Если бы были важны другие свойства (например, толщина стекла, материал двери), то следовало бы для окон создать один

класс, а для дверей – другой. Пока обойдемся одним, и все что нам нужно от него – площадь объекта:

```
class WinDoor:
     def __init__(self, x, y):
          self.square = x * y
```

Класс "комната" – это класс-контейнер для окон и дверей. Он должен содержать вызовы класса "окно_дверь".

Хотя помещение не может быть совсем без окон и дверей, но может быть чуланом, дверь которого также оклеивается обоями. Поэтому имеет смысл в конструктор класса вынести только размеры самого помещения, без учета элементов "дизайна", а последние добавлять вызовом специально предназначенного для этого метода, который будет добавлять объекты-компоненты в список.

```
class Room:
    def __init__(self, x, y, z):
        self.square = 2 * z * (x + y)
        self.wd = []
    def addWD(self, w, h):
        self.wd.append(WinDoor(w, h))
    def workSurface(self):
        new_square = self.square
        for i in self.wd:
            new_square -= i.square
        return new_square

r1 = Room(6, 3, 2.7)
print(r1.square) # выведет 48.6
r1.addWD(1, 1)
r1.addWD(1, 1)
r1.addWD(1, 2)
print(r1.workSurface()) # выведет 44.6
```

Практическая работа

Приведенная выше программа имеет ряд недочетов и недоработок. Требуется исправить и доработать, согласно следующему плану.

При вычислении оклеиваемой поверхности мы не "портим" поле self.square. В нем так и остается полная площадь стен. Ведь она может понадобиться, если состав списка wd изменится, и придется заново вычислять оклеиваемую площадь.

Однако в классе не предусмотрено сохранение длин сторон, хотя они тоже могут понадобиться. Например, если потребуется изменить одну из величин у уже существующего объекта. Площадь же помещения всегда можно вычислить, если хранить исходные параметры. Поэтому сохранять саму площадь в поле не обязательно.

Исправьте код так, чтобы у объектов Room были только четыре поля – width, lenght, height и wd. Площади (полная и оклеиваемая) должны вычислять лишь при необходимости путем вызова методов.

Программа вычисляет площадь под оклейку, но ничего не говорит о том, сколько потребуется рулонов обоев. Добавьте метод, который принимает в качестве аргументов длину и ширину одного рулона, а возвращает количество необходимых, исходя из оклеиваемой площади.

Разработайте интерфейс программы. Пусть она запрашивает у пользователя данные и выдает ему площадь оклеиваемой поверхности и количество необходимых рулонов.

Урок 8. Перегрузка операторов

Перегрузка операторов в Python – это возможность с помощью специальных методов в классах переопределять различные операторы языка. Имена таких методов включают двойное подчеркивание спереди и сзади.

Под операторами в данном контексте понимаются ни только знаки +, -, *, /, обеспечивающие операции сложения, вычитания и др., но также специфика синтаксиса языка, обеспечивающая операции создания объекта, вызова объекта как функции, обращение к элементу объекта по индексу, вывод объекта и другое.

Мы уже использовали ряд методов перегрузки операторов. Это

- __init__() – конструктор объектов класса, вызывается при создании объектов
- __del__() – деструктор объектов класса, вызывается при удалении объектов
- __str__() – преобразование объекта к строковому представлению, вызывается, когда объект передается функциям print() и str()
- __add__() – метод перегрузки оператора сложения, вызывается, когда объект участвует в операции сложения будучи операндом с левой стороны
- __setattr__() – вызывается, когда атрибуту объекта выполняется присваивание

В Python много других методов перегрузки операторов. В этом уроке рассмотрим еще несколько.

На самом деле перегрузка операторов в пользовательских классах используется не так часто, если не считать конструктора. Но сам факт наличия такой особенности объектно-ориентированного программирования, требует отдельного рассмотрения темы.

Возможность перегрузки операторов обеспечивает схожесть пользовательского класса со встроенными классами Python. Ведь все встроенные типы данных Питона – это классы. В результате все объекты могут иметь одинаковые интерфейсы. Так если ваш класс предполагает обращение к элементу объекта по индексу, например a[0], то это можно обеспечить.

Пусть будет класс-агрегат B, содержащий в списке объекты класса A:

```
class A:
    def __init__(self, arg):
        self.arg = arg
    def __str__(self):
        return str(self.arg)

class B:
    def __init__(self, *args):
        self.aList = []
        for i in args:
            self.aList.append(A(i))

group = B(5, 10, 'abc')
```

Чтобы получить элемент списка, несомненно, мы можем обратиться по индексу к полю aList:

```
print(group.aList[1])
```

Однако куда интереснее извлекать элемент по индексу из самого объекта, а не из его поля:

```
…
class B:
    def __init__(self, *args):
        self.aList = []
        for i in args:
            self.aList.append(A(i))
    def __getitem__(self, i):
        return self.aList[i]

group = B(5, 10, 'abc')
print(group.aList[1]) # выведет 10
print(group[0]) # 5
print(group[2]) # abc
```

Это делает объекты класса B похожими на объекты встроенных в Python классов-последовательностей (списков, строк, кортежей). Здесь метод __getitem__() перегружает операцию извлечения элемента по индексу. Другими словами, этот метод вызывается, когда к объекту применяется операция извлечения элемента: объект[индекс].

Бывает необходимо, чтобы объект вел себя как функция. Это значит, если у нас есть объект a, то мы можем обращаться к нему в нотации функции, т. е. ставить после него круглые скобки и даже передавать в них аргументы:

```
a = A()
a()
a(3, 4)
```

Метод __call__() автоматически вызывается, когда к объекту обращаются как к функции. Например, здесь во второй строке произойдет вызов метода __call__() некогоКласса:

```
объект = некийКласс()
объект([возможные аргументы])
```

Пример:

```
class Changeable:
     def __init__(self, color):
          self.color = color
     def __call__(self, newcolor):
          self.color = newcolor
     def __str__(self):
          return "%s" % self.color

canvas = Changeable("green")
frame = Changeable("blue")

canvas("red")
frame("yellow")

print (canvas, frame)
```

В этом примере с помощью конструктора класса при создании объектов устанавливается их цвет. Если требуется его поменять, то достаточно обратиться к объекту как к функции и в качестве аргумента передать новый цвет. Такой обращение автоматически вызовет метод __call__(), который, в данном случае, изменит атрибут color объекта.

В Python кроме метода __str__() есть схожий с ним по поведению, но более "низкоуровневый" метод __repr__(). Оба метода должны возвращать строку.

Если в классе есть только метод __str__(), то при обращении к объекту в интерпретаторе без функции print(), он не будет вызываться:

```
>>> class A:
...     def __str__(self):
...             return "This is object of A"
...
>>> a = A()
>>> print(a)
This is object of A
>>> a
<__main__.A instance at 0x7fe964a4cdd0>
>>> str(a)
'This is object of A'
>>> repr(a)
'<__main__.A instance at 0x7fe964a4cdd0>'
```

Попытка преобразования объекта в строку с помощью встроенной функции str() также вызывает метод __str__(). То есть скорее всего метод __str__() перегружает не функцию print(), а функцию str(). Функция же print() так устроена, что сама вызывает str() для своих аргументов.

В Python есть встроенная функция repr(), которая также как str() преобразует объект в строку. Но "сырую" строку. Что это значит, попробуем понять с помощью примера:

```
>>> a = '3 + 2'
>>> b = repr(a)
>>> a
'3 + 2'
>>> b
"'3 + 2'"
>>> eval(a)
5
>>> eval(b)
'3 + 2'
>>> c = "Hello\nWorld"
>>> d = repr(c)
>>> c
'Hello\nWorld'
>>> d
"'Hello\\nWorld'"
>>> print(c)
Hello
World
>>> print(d)
'Hello\nWorld'
```

Функция eval преобразует переданную строку в программный код, который тут же выполняется. Функция print() выполняет переход на новую строку, если встречает символ \n. Функция repr()

выполняет действия, направленные на своего рода защиту строки от интерпретации, оставляет ее "сырой", т. е. в исходном виде. Еще раз:

```
>>> c = "Hello\nWorld"
>>> c # аналог print(repr(c))
'Hello\nWorld'
>>> print(c) # аналог print(str(c))
Hello
World
```

Однако для большинства случаев различия между repr() и str() не важны. Поэтому в классах проще определять один метод __repr__(). Он будет вызываться для всех случаев преобразования к строке:

```
>>> class A:
...     def __repr__(self):
...             return "It's obj of A"
...
>>> a = A()
>>> a
It's obj of A
>>> repr(a)
"It's obj of A"
>>> str(a)
"It's obj of A"
>>> print(a)
It's obj of A
```

Если же нужен различающийся вывод данных, тогда в классе следует определить оба метода перегрузки операторов преобразования к строке.

Практическая работа

Напишите класс Snow по следующему описанию.

В конструкторе класса инициируется поле, содержащее количество снежинок, выраженное целым числом.

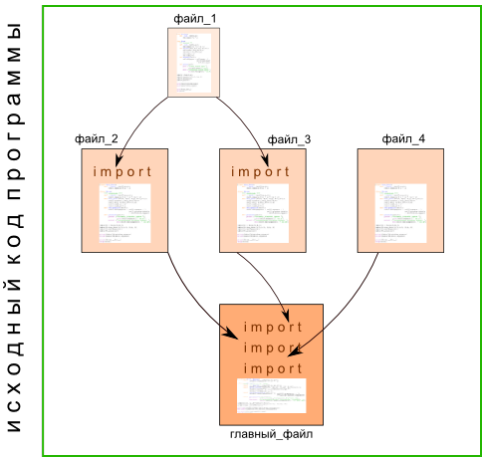
Класс включает методы перегрузки арифметических операторов: __add__() – сложение, __sub__() – вычитание, __mul__() – умножение, __truediv__() – деление. В классе код этих методов должен выполнять увеличение или уменьшение количества снежинок на число n или в n раз. Метод __truediv__() перегружает обычное (/), а не целочисленное (//) деление. Однако пусть в методе происходит округление значения до целого числа.

Класс включает метод makeSnow(), который принимает сам объект и число снежинок в ряду, а возвращает строку вида "*****\n*****\n*****…", где количество снежинок между '\n' равно переданному аргументу, а количество рядов вычисляется, исходя из общего количества снежинок.

Вызов объекта класса Snow в нотации функции с одним аргументом, должен приводить к перезаписи значения поля, в котором хранится количество снежинок, на переданное в качестве аргумента значение.

Урок 9. Модули и пакеты

Что такое модули, как их импортировать в программу, а также как создавать собственные модули, было описано в одном из уроков курса "Python. Введение в программирование". Там модули рассматривались с точки зрения обособления функций, которые потом можно было бы импортировать в разные программы. На самом деле модули содержат не столько функции, сколько классы с их методами.



В этом уроке шагнем дальше и рассмотрим, как несколько модулей-файлов могут быть объединены в пакет. Также выясним, что модули могут исполняться как самостоятельные программы.

Пакеты модулей

В программировании связанные модули принято объединять в пакеты. Пакет представляет собой каталог с файлами-модулями. Кроме того, внутри пакета могут быть вложенные каталоги, а уже в них – файлы.

Допустим, мы пишем пакет модулей для вычисления площадей и периметров фигур. Пакет будет состоять из двух модулей. В одном будут описаны классы двумерных фигур, в другом – трехмерных.

Каталог-пакет назовем geometry. Один модуль – planimetry.py, другой – stereometry.py. Пакет следует разместить в одном из каталогов, содержащихся в списке sys.path. Первым его элементом является домашний каталог, обозначаемый как пустая строка. Таким образом, пакет проще разместить в том же каталоге, где будет основной скрипт.

Если не планируется писать скрипт, а достаточно протестировать пакет в интерактивном режиме, то в Linux будет проще разместить его в домашнем каталоге.

Содержимое файла planimetry.py:

```
from math import pi, pow

class Rectangle:
     def __init__(self, a, b):
           self.width = a
           self.height = b
```

```
      def square(self):
            return round(self.width * self.height, 2)
      def perimeter(self):
            return 2 * (self.width + self.height)

class Circle:
      def __init__(self, radius):
            self.r = radius
      def square(self):
            return round(pi * pow(self.r, 2), 2)
      def length(self):
            return round(2 * pi * self.r)
```

Код файла stereometry.py:

```
from math import pi, pow

class Cuboid:
      def __init__(self, a, b, c):
            self.length = a
            self.width = b
            self.height = c
            self.__squareSurface = 2 * (a*b + a*c + b*c)
            self.__volume = a * b * c
      def S(self):
            return round(self.__squareSurface, 2)
      def V(self):
            return round(self.__volume, 2)

class Ball:
      def __init__(self, radius):
            self.r = radius
      def S(self):
            s = 4 * pi * pow(self.r, 2)
            return round(s, 2)
      def V(self):
            v = (4 / 3) * pi * pow(self.r, 3)
            return round(v, 2)
```

Также в каталоге пакета должен быть файл __init__.py, даже если этот файл будет пустым. Его наличие позволяет интерпретатору понять, что перед ним пакет, а не просто каталог. Файл __init__.py может быть не пустым, а содержать переменную, в которой перечислены модули, которые будут импортироваться командой `from имя_пакета import *`, а также какой-либо инициирующий код, например, подключение к базе данных.

Теперь попробуем импортировать модули пакета:

```
>>> import geometry.planimetry, geometry.stereometry
>>> a = geometry.planimetry.Rectangle(3, 4)
>>> b = geometry.stereometry.Ball(5)
>>> a.square()
12
>>> b.V()
523.6
```

Если сделать импорт только пакета, то мы не сможем обращаться к модулям:

```
pl@pl-desk:~$ python3
```

```
Python 3.5.2 (default, Nov 23 2017, 16:37:01)
[GCC 5.4.0 20160609] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import geometry
>>> b = geometry.stereometry.Ball(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: module 'geometry' has no attribute 'stereometry'
```

Тогда возникает вопрос: в чем выгода пакетов, если все равно приходится импортировать модули индивидуально? Основной смысл заключается в структурировании пространств имен. Представьте, что есть разные пакеты, содержащие одноименные модули и классы. В таком случае точечная нотация через имя пакета, подпакета, модуля дает возможность пользоваться в программе одноименными сущностями из разных пакетов. Например, a.samename и b.samename. Кроме того точечная нотация дает своего рода описание объекту. Например, выражения geometry.planimetry.House() или geometry.stereometry.House() говорят, что в первом случае будет создан двумерный объект-дом, во-втором – трехмерный. Это куда информативней, чем просто House().

Однако в файле __init__.py в переменной __all__ можно перечислить, какие модули будут импортироваться через `from имя_пакета import *`:

```
__all__ = ['planimetry', 'stereometry']
```

После этого можно делать так:

```
>>> from geometry import *
>>> b = stereometry.Ball(5)
>>> a = planimetry.Circle(5)
```

Выполнение модуля как скрипта

В Python обычный файл-скрипт, или файл-программа, не отличается от файла-модуля почти ничем. Нет команд языка, которые бы "говорили", что вот это – модуль, а это – скрипт. Отличие заключается лишь в том, что обычно модули не содержат команды вызова функций и создания экземпляров в основной ветке. В модуле обычно происходит только определение классов и функций.

Однако возможности языка позволяют в модули помещать код, который будет выполняться, когда файл не импортируется, а сам передается интерпретатору как самостоятельная программа. Выглядит это примерно так:

```
class A:
    def __str__(self):
        return "A"

if __name__ == "__main__":
    print(A())
```

То, что находится в теле if, выполнится только в случае исполнения файла как скрипта. Но не при импорте.

```
pl@pl-desk:~$ python3 test.py
A
```

Встроенный атрибут __name__, представляющий собой переменную, есть у каждого файла. При импорте этой переменной присваивается имя модуля:

```
>>> import math
>>> math.__name__
'math'
>>> planimetry.__name__
'geometry.planimetry'
```

Однако когда файл исполняется как скрипт, значение __name__ становится равным строке "__main__". Это можно увидеть, если в код поместить print(__name__) и выполнить файл как скрипт.

Таким образом, если __name__ равен "__main__", то выполняется код, вложенный в тело условного оператора. Обычно сюда помещают код для тестирования модуля в процессе разработки, а в готовый модуль – примеры, как пользоваться определенными здесь сущностями.

Практическая работа

В практической работе урока 7 "Композиция" требовалось разработать интерфейс взаимодействия с пользователем. Разнесите сам класс и интерфейс по разным файлам. Какой из них выполняет роль модуля, а какой – скрипта? Оба файла можно поместить в один каталог.

Урок 10. Документирование кода

Поскольку в языках программирования, в том числе Python, существует большое количество встроенных и предоставляемых третьими сторонами модулей, то помнить их все, в том числе их функционал, невозможно. Поэтому важно документировать код. Под документированием понимаются не комментарии, а так называемые строки документации, которые принято добавлять в начало модуля, класса, метода или функции.

Основное назначение комментариев – пояснить что делает код, как он работает. Основное назначение строк документации – кратко описать в целом для чего предназначен объект, какие аргументы принимает, и что возвращает.

В исходном коде Python строки документации заключаются в тройные кавычки и пишутся сразу под заголовком объекта. Пример документированного модуля:

```
"""Модуль содержит классы плоских фигур."""

from math import pi, pow

class Rectangle:
     """Класс Прямоугольник.
Конструктор принимает длину и ширину."""
     def __init__(self, a, b):
           self.width = a
           self.height = b
     def square(self):
           """Метод для вычисления площади прямоугольника."""
           return round(self.width * self.height, 2)
     def perimeter(self):
           """Метод для вычисления периметра прямоугольника."""
           return 2 * (self.width + self.height)

class Circle:
     """Класс Круг.
Конструктор принимает радиус."""
     def __init__(self, radius):
           self.r = radius
     def square(self):
           """Метод для вычисления площади круга."""
           return round(pi * pow(self.r, 2), 2)
     def length(self):
           """Метод для вычисления длины окружности."""
           return round(2 * pi * self.r)
```

Извлекать строки документации можно двумя способами:

- Через встроенный для каждого объекта атрибут-переменную __doc__.
- С помощью встроенной в Python функции help(), которая запускает интерактивную справочную систему.

```
>>> from geometry import planimetry
>>> planimetry.Rectangle.__doc__
'Класс Прямоугольник.\nКонструктор принимает длину и ширину.'
>>> print(planimetry.Rectangle.__doc__)
Класс Прямоугольник.
```

```
Конструктор принимает длину и ширину.
>>> print(planimetry.__doc__)
Модуль содержит классы плоских фигур.
```

Если дать команду help(planimetry), то будут выведены все строки документации модуля в структурированном виде. Однако можно "заказывать" справку по отдельным объектам:

```
>>> help(planimetry.Circle.length)
Help on function length in module geometry.planimetry:

length(self)
    Метод для вычисления длины окружности.
```

Выход из справки осуществляется с помощью клавиши q.

В Python документированы все встроенные объекты и модули библиотеки.

```
>>> print(str.__doc__)
str(object='') -> str
str(bytes_or_buffer[, encoding[, errors]]) -> str

Create a new string object from the given object. If encoding or
errors is specified, then the object must expose a data buffer
that will be decoded using the given encoding and error handler.
Otherwise, returns the result of object.__str__() (if defined)
or repr(object).
encoding defaults to sys.getdefaultencoding().
errors defaults to 'strict'.
>>> import math
>>> dir(math)
['__doc__', '__loader__', '__name__', '__package__', '__spec__', 'acos',
'acosh', 'asin', 'asinh', 'atan', 'atan2', 'atanh', 'ceil', 'copysign', 'cos',
'cosh', 'degrees', 'e', 'erf', 'erfc', 'exp', 'expm1', 'fabs', 'factorial',
'floor', 'fmod', 'frexp', 'fsum', 'gamma', 'gcd', 'hypot', 'inf', 'isclose',
'isfinite', 'isinf', 'isnan', 'ldexp', 'lgamma', 'log', 'log10', 'log1p',
'log2', 'modf', 'nan', 'pi', 'pow', 'radians', 'sin', 'sinh', 'sqrt', 'tan',
'tanh', 'trunc']
>>> print(math.trunc.__doc__)
trunc(x:Real) -> Integral

Truncates x to the nearest Integral toward 0. Uses the __trunc__ magic method.
```

Таким образом, если вам надо узнать, для чего предназначена та или иная функция, и как она работает, это всегда можно сделать, не выходя из интерпретатора Python. Перечень атрибутов модуля или объекта можно посмотреть с помощью встроенной функции dir().

Следует отметить, документирование модулей принято выполнять на английском языке. Многие проекты имеют открытый код, выкладываются в Веб, их смотрят и дорабатывают программисты из разных стран. Использование одного языка позволяет им понимать друг друга. Поэтому профессиональный программист должен владеть английским хотя бы на начальном уровне. Google Translate – тоже вариант.

Практическая работа

Выполните полное документирование модуля, созданного в практической работе прошлого урока.

Урок 11. Пример объектно-ориентированной программы на Python

В конце курса закрепим пройденный материал, написав еще одну небольшую объектно-ориентированную программу на Python.

В ООП очень важно предварительное проектирование. В общей сложности можно выделить следующие этапы разработки объектно-ориентированной программы:

1. Формулирование задачи.
2. Определение объектов, участвующих в ее решении.
3. Проектирование классов, на основе которых будут создаваться объекты. В случае необходимости установление между классами наследственных связей.
4. Определение ключевых для данной задачи свойств и методов объектов.
5. Создание классов, определение их полей и методов.
6. Создание объектов.
7. Решение задачи путем организации взаимодействия объектов.

Пусть необходимо разработать виртуальную модель процесса обучения. В программе должны быть объекты-ученики, учитель, кладезь знаний.

Потребуется три класса – "учитель", "ученик", "данные". Учитель и ученик во многом похожи, оба – люди. Значит, их классы могут принадлежать одному надклассу "человек". Однако в контексте данной задачи у учителя и ученика вряд ли найдутся общие атрибуты.

Определим, что должны уметь объекты для решения задачи "увеличить знания":

- Ученик должен уметь брать информацию и превращать ее в свои знания.
- Учитель должен уметь учить группу учеников.
- Данные могут представлять собой список знаний. Элементы будут извлекаться по индексу.

```
class Data:
    def __init__(self, *info):
        self.info = list(info)

    def __getitem__(self, i):
        return self.info[i]


class Teacher:
    def __init__(self):
        self.work = 0

    def teach(self, info, *pupil):
        for i in pupil:
            i.take(info)
            self.work += 1
```

```
class Pupil:
    def __init__(self):
        self.knowledge = []

    def take(self, info):
        self.knowledge.append(info)
```

В класс Teacher также добавлено свойство экземпляров work, чтобы подсчитывать количество проделанной учителем работы.

Теперь посмотрим, как объекты этих классов могут взаимодействовать между собой:

```
>>> from test import *
>>> lesson = Data('class', 'object', 'inheritance', 'polymorphism',
'encapsulation')
>>> marIvanna = Teacher()
>>> vasy = Pupil()
>>> pety = Pupil()
>>> marIvanna.teach(lesson[2], vasy, pety)
>>> marIvanna.teach(lesson[0], pety)
>>> vasy.knowledge
['inheritance']
>>> pety.knowledge
['inheritance', 'class']
```

Практическая работа

Может ли в этой программе ученик учиться без учителя? Если да, пусть научится чему-нибудь сам.

Добавьте в класс Pupil метод, позволяющий ученику случайно "забывать" какую-нибудь часть своих знаний.

Урок 12. Особенности объектно-ориентированного программирования

Общее представление об объектно-ориентированном программировании и его особенностях были рассмотрены в первом уроке. Здесь обобщим изученный в этом курсе материал.

В Python все объекты являются производными классов и наследуют от них атрибуты. При этом каждый объект формирует собственное пространство имен. Python поддерживает такие ключевые особенности объектно-ориентированного программирования как наследование, инкапсуляцию и полиморфизм. Однако инкапсуляцию в понимании сокрытия данных Python поддерживает только в рамках соглашения, но не синтаксиса языка.

В курсе не было уделено внимание множественному наследованию, когда дочерний класс наследуется от нескольких родительских. Такое наследование поддерживается в Python в полной мере и дает возможность в производном классе сочетать атрибуты двух и более классов. При множественном наследовании следует учитывать определенные особенности поиска атрибутов.

Полиморфизм позволяет объектам разных классов иметь схожие интерфейсы. Он реализуется путем объявления в них методов с одинаковыми именами. К проявлению полиморфизма как особенности ООП также можно отнести методы перегрузки операторов.

Кроме наследования, инкапсуляции и полиморфизма существуют другие особенности ООП. Таковой является композиция, или агрегирование, когда класс включает в себя вызовы других классов. В результате при создании объекта от класса-агрегата, создаются объекты других классов, являющиеся составными частями первого.

Классы обычно помещают в модули. Каждый модуль может содержать несколько классов. В свою очередь модули могут объединяться в пакеты. Благодаря пакетам в Python организуются пространства имен.

Преимущества ООП

Особенности объектно-ориентированного программирования наделяют его рядом преимуществ.

Так ООП позволяет использовать один и тот же программный код с разными данными. На основе классов создается множество объектов, у каждого из которых могут быть собственные значения полей. Нет необходимости вводить множество переменных, т. к. объекты получают в свое распоряжение индивидуальные пространства имен. В этом смысле объекты похожи на структуры данных. Объект можно представить как некую упаковку данных, к которой присоединены инструменты для их обработки – методы.

Наследование позволяет не писать новый код, а использовать и настраивать уже существующий за счет добавления и переопределения атрибутов.

Недостатки ООП

ООП позволяет сократить время на написание исходного кода, однако предполагает большую роль предварительного анализа предметной области и проектирования. От правильности решений на этом этапе зависит куда больше, чем от непосредственного написания исходного кода.

Следует понимать, что одна и та же задача может быть решена разными объектными моделями, каждая из которых будет иметь свои преимущества и недостатки. Только опытный разработчик может сказать, какую из них будет проще расширять и обслуживать в дальнейшем.

Особенности ООП в Python

По сравнению со многими другими языками в Python объектно-ориентированное программирования обладает рядом особых черт.

Всё является объектом – число, строка, список, функция, экземпляр класса, сам класс, модуль. Так класс – объект, способный порождать другие объекты – экземпляры.

В Python нет просто типов данных. Все типы – это классы.

Инкапсуляции в Python не уделяется особого внимания. В других языках программирования обычно нельзя получить напрямую доступ к свойству, описанному в классе. Для его изменения может быть предусмотрен специальный метод. В Python же не считается предосудительным непосредственное обращение к свойствам.

И напоследок

Python – это все-таки скриптовый интерпретируемый язык. Хотя на нем пишутся в том числе крупные проекты, часто он используется в веб-разработке, системном администрировании для создания небольших программ-сценариев. В этом случае обычно достаточно встроенных средств языка, "изобретать" собственные классы излишне.

Однако, поскольку в Python всё – объект и всё пронизано объектно-ориентированной парадигмой, понимание ООП позволит более полно и грамотно использовать возможности языка как инструмента разработки.

Урок 13. Статические методы

Ранее было сказано, с определенным допущением классы можно рассматривать как модули, содержащие переменные со значениями и функции. Только здесь переменные называются полями или свойствами, а функции – методами. Вместе поля и методы называются атрибутами.

Однако в случае классов, когда метод применяется к объекту, этот экземпляр передается в метод в качестве первого аргумента:

```
>>> class A:
...     def meth(self):
...             print('meth')
...
>>> a = A()
>>> a.meth()
meth
>>> A.meth(a)
meth
```

Вызов a.meth() на самом деле преобразуется к A.meth(a), то есть мы идем к "модулю A" и в его пространстве имен ищем атрибут meth. Там оказывается, что meth это функция, принимающая один обязательный аргумент. Тогда ничего не мешает сделать так:

```
>>> b = 10
>>> A.meth(b)
meth
```

В таком "модульном формате" вызова методов передавать объект-экземпляр именно класса A совсем не обязательно. Однако нельзя сделать так:

```
>>> b = 10
>>> b.meth()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'int' object has no attribute 'meth'
```

Если объект передается методу в нотации через точку, то этот метод должен быть описан в том классе, которому принадлежит объект, или в родительских классах. В данном случае у класса int нет метода meth(). Объект b классу A не принадлежит. Поэтому интерпретатор никогда не найдет метод meth().

Что делать, если возникает необходимость в методе, который не принимал бы объект данного класса в качестве аргумента? Да, мы можем объявить метод вообще без параметров и вызывать его только через класс:

```
>>> class A:
...     def meth():
...             print('meth')
...
>>> A.meth()
meth
>>> a = A()
>>> a.meth()
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: meth() takes 0 positional arguments but 1 was given
```

Получается странная ситуация. Ведь meth() вызывается не только через класса, но и через порожденные от него объекты. Однако в последнем случае всегда будет возникать ошибка. То есть имеется потенциально ошибочный код. Кроме того, может понадобиться метод с параметрами, но которому не надо передавать экземпляр данного класса.

В ряде языков программирования, например в Java, для таких ситуаций предназначены статические методы. При описании этих методов в их заголовке ставится ключевое слово static. Такие методы могут вызываться через объекты данного класса, но сам объект в качестве аргумента в них не передается.

В Python острой необходимости в статических методах нет, так как код может находиться за пределами класса, и программа не начинает выполняться из класса. Если нам нужна просто какая-нибудь функция, мы можем определить ее в основной ветке. В Java это не так. Там, не считая импортов, весь код находится внутри классов. Поэтому методы, не принимающие объект данного класса и играющие роль обычных функций, необходимы. Статические методы решают эту проблему.

Однако в Python тоже можно реализовать подобное, то есть статические методы, с помощью декоратора @staticmethod:

```
>>> class A:
...     @staticmethod
...     def meth():
...             print('meth')
...
>>> a = A()
>>> a.meth()
meth
>>> A.meth()
meth
```

Пример с параметром:

```
>>> class A:
...     @staticmethod
...     def meth(value):
...             print(value)
...
>>> a = A()
>>> a.meth(1)
1
>>> A.meth('hello')
hello
```

Статические методы в Python – по-сути обычные функции, помещенные в класс для удобства и находящиеся в пространстве имен этого класса. Это может быть какой-то вспомогательный код. Вообще, если в теле метода не используется self, то есть ссылка на конкретный объект, следует задуматься, чтобы сделать метод статическим. Если такой метод необходим только для

обеспечения внутренних механизмов работы класса, то возможно его не только надо объявить статическим, но и скрыть от доступа из вне.

Пусть у нас будет класс "Цилиндр". При создании объектов от этого класса у них заводятся поля высота и диаметр, а также площадь поверхности. Вычисление площади можно поместить в отдельную статическую функцию. Она вроде и относится к цилиндрам, но с другой стороны само вычисление объекта не требует и может быть использовано где угодно.

```
from math import pi

class Cylinder:
    @staticmethod
    def make_area(d, h):
        circle = pi * d ** 2 / 4
        side = pi * d * h
        return round(circle*2 + side, 2)

    def __init__(self, diameter, high):
        self.dia = diameter
        self.h = high
        self.area = self.make_area(diameter, high)


a = Cylinder(1, 2)
print(a.area)

print(a.make_area(2, 2))
```

В примере вызов make_area() за пределами класса возможен в том числе через экземпляр. При этом понятно, в данном случае свойство area самого объекта a не меняется. Мы просто вызываем функцию, находящуюся в пространстве имен класса.

Практическая работа

Приведенный в конце урока пример плохой. Мы можем менять значения полей dia и h объекта за пределами класса простым присваиванием (например, a.dia = 10). При этом площадь никак не будет пересчитываться. Также мы можем назначить новое значение для площади, как простым присваиванием, так и вызовом функции make_area() с последующим присваиванием. Например, a.area = a.make_area(2, 3). При этом не меняются высота и диаметр.

Защитите код от возможных логических ошибок следующим образом:

- Свойствам dia и h объекта по-прежнему можно выполнять присваивание за пределами класса. Однако при этом "за кулисами" происходит пересчет площади, т. е. изменение значения area.
- Свойству area нельзя присваивать за пределами класса. Можно только получать его значение.

Подсказка: вспомните про метод __setattr__(), упомянутый в уроке про инкапсуляцию.

Урок 14. Итераторы

В английской документации по Python фигурируют два похожих слова – **iterable** и **iterator**. Обозначают они разное, хотя и имеющее между собой связь.

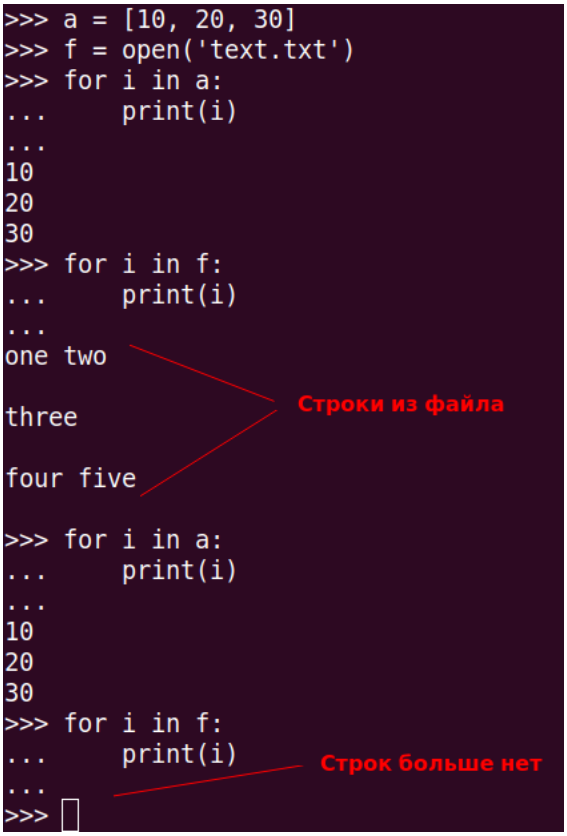
На русский язык iterable обычно переводят как итерируемый объект, а iterator – как итератор, или объект-итератор. С объектами обоих разновидностей мы уже сталкивались в курсе "Python. Введение в программирование", однако не делали на этом акцента.

Iterable и iterator – это не какие-то конкретные классы-типы, наподобие int или list. Это обобщения. Существует ряд встроенных классов, чьи объекты обладают возможностями iterable. Ряд других классов порождают объекты, обладающие свойствами итераторов.

Кроме того, мы можем сами определять классы, создающие итераторы или итерируемые объекты.

Примером итерируемого объекта является список. Примером итератора – файловый объект. Список включает в себя все свои элементы, а файловый объект по-очереди "вынимает" из себя элементы и "забывает" то, что уже вынул. Также не ведает, что в нем содержится еще, так как это "еще" может вычисляться при каждом обращении или поступать извне. Например, файловый объект не знает сколько еще текста в связанном с ним файле.

Из такого описания должно быть понятно, почему один и тот же список мы можем перебирать сколько угодно раз, а с файловым объектом это можно сделать только единожды.



Зачем нужны объекты, элементы которых можно получить только один раз? Представьте, что текстовый файл большой. Если сразу загрузить его содержимое в память, то последней может не хватить. Также бывает удобно генерировать значения на лету, по требованию, если они

нужны в программе только один раз. В противовес тому, как если бы они были получены все сразу и сохранены в списке.

У всех итераторов, но не итерируемых объектов, **есть метод __next__()**. Именно его код обеспечивает выдачу очередного элемента. Каков этот код, зависит от конкретного класса. У файлового объекта это по всей видимости код, читающий очередную строку из связанного файла.

```
>>> f = open('text.txt')
>>> f.__next__()
'one two\n'
>>> f.__next__()
'three \n'
>>> f.__next__()
'four five\n'
>>> f.__next__()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

Когда итератор выдал все свои значения, то очередной вызов __next__() должен возбуждать исключение StopIteration. Почему именно такое исключение? Потому что на него "реагирует" цикл for. Для for это сигнал останова.

Судя по наличию подчеркиваний у __next__(), он относится к методам перегрузки операторов. Он перегружает встроенную функцию next(). То есть когда объект передается в эту функцию, то происходит вызов метода __next__() этого объекта-итератора.

```
>>> f = open('text.txt')
>>> next(f)
'one two\n'
>>> next(f)
'three \n'
>>> next(f)
'four five\n'
>>> next(f)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

Если объект итератором не является, то есть у него нет метода __next__(), то вызов функции next() приведет к ошибке:

```
>>> a = [1, 2]
>>> next(a)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'list' object is not an iterator
```

Внутренний механизм работы цикла for так устроен, что на каждой итерации он вызывает функцию next() и передает ей в качестве аргумента объект, указанный после in в заголовке. Как только next() возвращает StopIteration, цикл for ловит это исключение и завершает свою работу.

Напишем собственный класс с методом __next__():

```
>>> class A:
...     def __init__(self, qty):
...             self.qty = qty
...     def __next__(self):
...             if self.qty > 0:
...                     self.qty -= 1
...                     return '+'
...             else:
...                     raise StopIteration
...
>>> a = A(3)
>>> next(a)
'+'
>>> next(a)
'+'
>>> next(a)
'+'
>>> next(a)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 9, in __next__
StopIteration
```

Вызов next() работает, но если мы попробуем передать объект циклу for, получим ошибку:

```
>>> b = A(5)
>>> for i in b:
...     print(i)
...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'A' object is not iterable
```

Интерпретатор говорит, что объект типа A не является итерируемым объектом. Другими словами, цикл for ожидает, что после in будет стоять итерируемый объект, а не итератор. Как же так, если цикл for потом вызывает метод __next__(), который есть только у итераторов?

На самом деле цикл for ожидает, что у объекта есть не только метод __next__(), но и __iter__(). Задача метода __iter__() – "превращать" итерируемый объект в итератор. Если в цикл for передается уже итератор, то метод __iter__() этого объекта должен возвращать сам объект:

```
>>> class A:
...     def __init__(self, qty):
...             self.qty = qty
...     def __iter__(self):
...             return self
...     def __next__(self):
...             if self.qty > 0:
...                     self.qty -= 1
...                     return '+'
...             else:
...                     raise StopIteration
...
>>> a = A(4)
>>> for i in a:
...     print(i)
...
+
+
```

```
+
+
```

Если циклу for передается не итератор, а итерируемый объект, то его метод __iter__() должен возвращать не сам объект, а какой-то объект-итератор. То есть объект, созданных от другого класса.

Получается, в классах-итераторах метод __iter__() нужен лишь для совместимости. Ведь если for работает как с итераторами, так и итерируемыми объектами, но последние требуют преобразования к итератору, и for вызывает __iter__() без оценки того, что ему передали, то требуется, чтобы оба – iterator и iterable – поддерживали этот метод. С точки зрения наличия в классе метода __iter__() итераторы можно считать подвидом итерируемых объектов.

Очевидно, по аналогии с next(), цикл for вызывает не метод __iter__(), а встроенную в Python функцию iter().

Если список передать функции iter(), получим совсем другой объект:

```
>>> s = [1, 2]
>>> si = iter(s)
>>> type(s)
<class 'list'>
>>> type(si)
<class 'list_iterator'>
>>> si
<list_iterator object at 0x7f217a583320>
>>> next(si)
1
>>> next(si)
2
>>> next(si)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

Как видно, объект класса list_iterator исчерпывается как нормальный итератор. Список `s` при этом никак не меняется. Отсюда понятно, почему после обхода циклом for итерируемые объекты остаются в прежнем составе. От них создается "копия"-итератор, а с ними самими цикл for не работает.

Напишем свой iterable-класс и связанный с ним iterator-класс.

```
class Letters:
    def __init__(self, string):
        self.letters = []
        for i in string:
            self.letters.append(i)

    def __iter__(self):
        return LettersIterator(self.letters)


class LettersIterator:
    def __init__(self, letters):
        self.letters = letters
```

```
    def __iter__(self):
        return self

    def __next__(self):
        if self.letters == []:
            raise StopIteration
        item = self.letters[0]
        del self.letters[0]
        return item


kit = Letters('aeoui')
print(kit.letters)

for i in kit:
    print(i)
```

Результат:

```
['a', 'e', 'o', 'u', 'i']
a
e
o
u
i
```

Заметим, опустошать список как приведено в методе __next__() вовсе не обязательно. Можно было бы извлекать по индексам.

Практическая работа

Напишите класс-итератор, объекты которого генерируют случайные числа в количестве и в диапазоне, которые передаются в конструктор.

Урок 15. Генераторы

Генераторы можно считать подвидом итераторов, а способ их создания – инструментом для создания несложных итераторов.

В отличие от обычных итераторов, генераторы создаются путем вызова функции, а не от класса.

Чтобы функция возвращала объект-генератор, в ее теле должен быть оператор **yield**. Когда любая yield-содержащая функция вызывается, она возвращает объект типа **generator**, а не None или какой-нибудь другой тип данных через оператор return.

У генераторов методы __next__() и __iter__() создаются средствами самого языка, то есть автоматически. Программисту их определять не надо, что упрощает создание пользовательских типов итераторов.

```
>>> def starmaker(n):
...     while n > 0:
...             yield '*'
...             n -= 1
...
>>> type(starmaker)
<class 'function'>
>>> s = starmaker(3)
>>> type(s)
<class 'generator'>
>>> next(s)
'*'
>>> next(s)
'*'
>>> next(s)
'*'
>>> next(s)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

В определенном смысле оператор yield заменяет return с тем исключением, что мы снова возвращаемся в функцию, когда вызывается next(). При этом объект-генератор помнит состояние переменных и место, откуда при прошлом вызове произошел выход из функции.

Если мы сделаем нечто подобное

```
>>> def g():
...     yield 1
...
```

то не получим бесконечный генератор, потому что код тела функции полностью выполнится при первом вызове next():

```
>>> a = g()
>>> next(a)
1
>>> next(a)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

Обратите внимание, что функция starmaker() делает то же самое, что класс, описанный в прошлом уроке:

```
>>> class A:
...     def __init__(self, qty):
...             self.qty = qty
...     def __iter__(self):
...             return self
...     def __next__(self):
...             if self.qty > 0:
...                     self.qty -= 1
...                     return '+'
...             else:
...                     raise StopIteration
...
>>> a = A(3)
>>> for i in a:
...     print(i)
...
+
+
+
```

При этом код функции, создающей итератор, намного короче аналогичного класса. Поэтому классы-итераторы скорее уместны, когда создаются сложные объекты, включающие множество полей и сложную логику их обработки, а не только методы __iter__() и __next__().

Генераторные выражения

Существует еще более простой, чем функция с yield, способ создания итераторов – генераторные выражения. Они подходят, когда код тела функции можно записать в одно выражение.

Синтаксис генераторных выражений подобен генераторам списков, рассматриваемых в курсе "Python. Введение в программирование". Однако, в отличие от списков, в случае генераторов используются круглые скобки.

Напомним, как выглядят генераторы списков и то, что возвращают они списковый тип данных:

```
>>> a = [i+1 for i in range(10)]
>>> a
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> type(a)
<class 'list'>
>>> import random
>>> b = [random.randint(0,9) for i in range(5)]
>>> b
[2, 5, 5, 2, 9]
>>> c = [i for i in b if i % 2 == 0]
>>> c
[2, 2]
```

Результат выражения, стоящего до for, добавляется на каждой итерации цикла в итоговый список. Выполнение выражения генератора списка сразу заполняет список.

В случае генераторных выражений создается объект-генератор, у которого будет вычисляться очередной элемент только при каждом вызове next():

```
>>> a = (i+1 for i in range(10))
>>> a
<generator object <genexpr> at 0x7fa586339f10>
>>> type(a)
<class 'generator'>
>>> next(a)
1
>>> next(a)
2
```

Пример со звездочкой с помощью генераторного выражения будет выглядеть так:

```
>>> d = ('*' for i in range(5))
>>> for i in d:
...     print(i)
...
*
*
*
*
*
```

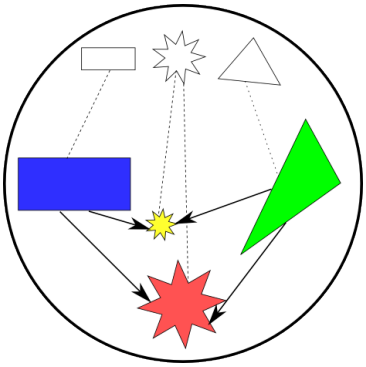
В отличие от генераторных выражений, yield-функции более универсальны не только из-за произвольного количества кода в их теле. В них вы можете передавать разные значения аргументов. А значит, одна и та же функция может использоваться для создания несколько разных генераторов.

Практическая работа

В задании к прошлому уроку требовалось написать класс-итератор, объекты которого генерируют случайные числа в количестве и в диапазоне, которые передаются в конструктор. Напишите выполняющую ту же задачу генераторную функцию. В качестве аргументов она должна принимать количество элементов и диапазон.

Примеры решений практических работ

1. Что такое объектно-ориентированное программирование



Рассмотрите схему. Подумайте над следующими вопросами:

1. Какие фигуры на ней вы бы назвали классами, а какие – объектами? Что обозначают пунктирные линии?
2. Может ли объект принадлежать множеству классов? Может ли у класса быть множество объектов?
3. Звезды скорее обладают разными свойствами или разным поведением? Могут ли свойства оказывать влияние на поведение?
4. Что могли бы обозначать стрелки?

1. Черно-белые фигуры – это классы. Цветные – объекты. Пунктирные линии обозначают принадлежность объекта классу.
2. Обычно в ООП объект не может принадлежать множеству классов. А вот в реальной жизни может. С точки зрения биологии человек принадлежит к классу людей. В системе трудового общества он принадлежит какой-то профессии. В системе развлечений принадлежит к какой-то группе по интересам. Мы могли бы определить один класс, включающий все возможные характеристики человека. Однако это не целесообразно, так как человек может не участвовать, скажем, в трудовой общественной жизни. Кроме того, профессия может быть у робота, а он не биологический вид. Чтобы реализовать подобное в ООП, создается класс, который наследует от множества других классов, а объект порождается от этого класса-коллекции.

   Конечно, можно создать множество объектов одного класса. В этом заключается один из ключевых принципов ООП. Однако в языках программирования нередко используются так называемые абстрактные классы, от которых вообще нельзя создать даже один-единственный объект. Представьте, что нельзя создать просто стол. Можно лишь какого-нибудь типа, т. е. от дочернего класса. Зачем тогда нам общий родительский класс? Чтобы вынести в него общие особенности всех столов и не повторять этот код в каждом дочернем классе.
3. Звезды скорее всего обладают разными свойствами. Возможности же поведения объектов одного класса во многом одинаковы. Люди умеют ходить, говорить, думать, но не летать.

Однако свойства влияют на поведение. Человек с длинными ногами вероятно бегает быстрее и будет вести себя более самоуверенно.

4. Стрелки могут обозначать взаимодействие объектов в программе. Поскольку они направлены на звезды, то вероятно треугольник и прямоугольник совершают с ними какие-то действия.

2. Создание классов и объектов

Напишите программу по следующему описанию. Есть класс "Воин". От него создаются два экземпляра-юнита. Каждому устанавливается здоровье в 100 очков. В случайном порядке они бьют друг друга. Тот, кто бьет, здоровья не теряет. У того, кого бьют, оно уменьшается на 20 очков от одного удара. После каждого удара надо выводить сообщение, какой юнит атаковал, и сколько у противника осталось здоровья. Как только у кого-то заканчивается ресурс здоровья, программа завершается сообщением о том, кто одержал победу.

Пример выполнения программы:

```
Второй бьет первого
У первого осталось 80
Второй бьет первого
У первого осталось 60
Второй бьет первого
У первого осталось 40
Первый бьет второго
У второго осталось 80
Второй бьет первого
У первого осталось 20
Второй бьет первого
У первого осталось 0
ВТОРОЙ ПОБЕДИЛ
```

Рассмотрим такой вариант исходного кода:

```
from random import randint


class Soldier:
    def make_health(self, value):
        self.health = value

    def make_kick(enemy):
        enemy.health -= 20


first = Soldier()
second = Soldier()
first.make_health(100)
second.make_health(100)

while first.health > 0 and second.health > 0:
    n = randint(1, 2)
    if n == 1:
        Soldier.make_kick(second)
        print("Первый бьет второго")
        print("У второго осталось", second.health)
    else:
        Soldier.make_kick(first)
        print("Второй бьет первого")
        print("У первого осталось", first.health)

if first.health > second.health:
    print("ПЕРВЫЙ ПОБЕДИЛ")
elif second.health > first.health:
    print("ВТОРОЙ ПОБЕДИЛ")
```

Здесь класс содержит минимум атрибутов – только установку здоровья и его уменьшение. Обратите внимание, метод `make_kick()` не предполагает принятия самого объекта, который вызывает этот метод. Он принимает другой объект этого же класса. Поэтому мы вызываем его от класса, то есть от Soldier.

Однако мы можем вызвать метод make_kick() и от объекта, не передавая при этом второй объект в скобка. Получается, в нашей программе юнит может наносить урон сам себе.

```
>>> from test import Soldier
>>> a = Soldier()
>>> a.makeHealth(200)
>>> a.health
200
>>> a.makeKick()
>>> a.makeKick()
>>> a.health
160
```

При вызове метода интерпретатор присваивает переменной-параметру `enemy` ссылку на объект `a`. Имя `self` для обозначения объекта, через который произошел вызов метода, – всего лишь соглашение, а не синтаксическое правило языка.

Что делать, если мы хотим вызывать метод make_kick() от экземпляра, который бьет, и передавать в качестве аргумента экземпляр, которому наносится урон? В этом случае метод можно определить с двумя параметрами:

```
from random import randint


class Soldier:
    def make_health(self, value):
        self.health = value

    def make_kick(self, enemy):
        enemy.health -= 20


first = Soldier()
second = Soldier()
first.make_health(100)
second.make_health(100)

while first.health > 0 and second.health > 0:
    n = randint(1, 2)
    if n == 1:
        first.make_kick(second)
        print("Первый бьет второго")
        print("У второго осталось", second.health)
    else:
        second.make_kick(first)
        print("Второй бьет первого")
        print("У первого осталось", first.health)

if first.health > second.health:
    print("ПЕРВЫЙ ПОБЕДИЛ")
elif second.health > first.health:
    print("ВТОРОЙ ПОБЕДИЛ")
```

Однако и это не идеальный вариант кода, поскольку мы никак не используем параметр self в методе make_kick().

Как сделать так, чтобы метод вызывался от экземпляра без передачи методу этого экземпляра в качестве аргумента? Надо объявить метод статическим. В Python это делается с помощью декоратора @staticmethod:

```
    @staticmethod
    def make_kick(enemy):
        enemy.health -= 20
```

В этом случае метод можно вызывать как от класса (`Soldier.make_kick(second)`), так и объекта (`first.make_kick(second)`).

Рассмотрим еще один нюанс. В нашей программе вывод сообщений о том, кто кого ударил и сколько осталось здоровья, вынесен за пределы класса. Однако может оказаться удобнее выводить информацию при выполнении метода make_kick(). В этом случае нам надо как-то обращаться к юнитам, допустим, по именам. Понадобиться поле, хранящее имя. Перепишем программу так:

```
from random import randint


class Soldier:
    health = 100

    def set_name(self, name):
        self.name = name

    def make_kick(self, enemy):
        enemy.health -= 20
        print(self.name, "бьет", enemy.name)
        print('%s = %d' % (enemy.name, enemy.health))


first = Soldier()
second = Soldier()
first.set_name('AAA')
second.set_name('BBB')

while first.health > 0 and second.health > 0:
    n = randint(1, 2)
    if n == 1:
        first.make_kick(second)
    else:
        second.make_kick(first)

print("ПОБЕДИЛ", end=" ")
if first.health > second.health:
    print(first.name)
elif second.health > first.health:
    print(second.name)
```

Мы могли бы не заменять метод make_health() на set_name(), а просто добавить в класс третий метод. Однако мы пошли другим путем и сделали переменную health атрибутом класса, а не объекта. Таким образом, все экземпляры будут иметь здоровье в 100 единиц.

Смущать здесь может следующее. Если поле класса изменяется, то изменения будут видны через все экземпляры. И если мы уменьшим здоровье одного юнита, разве оно не уменьшится у другого? Ведь переменная то общая.

Действительно, переменная класса – общая для всех экземпляров. Однако, когда первый раз выполняется выражение с присваиванием `enemy.health -= 20`, юнит обзаводится собственным индивидуальным полем health.

Данное выражение разворачивается в `enemy.health = enemy.health - 20`. Когда подвыражение `enemy.health - 20` выполняется первый раз, у enemy еще нет собственного поля health, поэтому значение заимствуется из Soldier.health. Однако присваивание переменной enemy.health создает новую переменную – поле только данного экземпляра. До знака равно enemy.health не преобразуется в Soldier.health и присваивания Soldier.health нового значения не происходит.

При последующих выполнениях `enemy.health - 20` у enemy уже есть свое соответствующее поле, и обращаться к значению Soldier.health нет надобности.

Если писать программу совсем в стиле ООП, тогда само сражение следует рассматривать как некую сущность, самодостаточную единицу, то есть объект, порождаемый от своего класса. В этом случае логику сражения можно поместить в отдельный класс.

```
from random import randint


class Soldier:
    health = 100

    def set_name(self, name):
        self.name = name

    def make_kick(self, enemy):
        enemy.health -= 20
        print(self.name, "бьет", enemy.name)
        print('%s = %d' % (enemy.name, enemy.health))


class Battle:
    result = "Сражения не было"

    def battle(self, u1, u2):
        while u1.health > 0 and u2.health > 0:
            n = randint(1, 2)
            if n == 1:
                u1.make_kick(u2)
            else:
                u2.make_kick(u1)
        if u1.health > u2.health:
            self.result = u1.name + " ПОБЕДИЛ"
        elif u2.health > u1.health:
            self.result = u2.name + " ПОБЕДИЛ"

    def who_win(self):
        print(self.result)
```

```
first = Soldier()
second = Soldier()
first.set_name('AAA')
second.set_name('BBB')

b = Battle()
b.battle(first, second)
b.who_win()
```

В этом варианте кода создается три объекта – два солдата и одно сражение. Когда вызывается метод battle() класса Battle, то в качестве аргументов он получает объект типа Battle, который присваивается параметру self, и два объекта типа Soldier.

3. Конструктор класса – метод __init__()

Напишите программу по следующему описанию:

1. Есть класс Person, конструктор которого принимает три параметра (не учитывая self) – имя, фамилию и квалификацию специалиста. Квалификация имеет значение заданное по умолчанию, равное единице.
2. У класса Person есть метод, который возвращает строку, включающую в себя всю информацию о сотруднике.
3. Класс Person содержит деструктор, который выводит на экран фразу "До свидания, мистер …" (вместо троеточия должны выводиться имя и фамилия объекта).
4. В основной ветке программы создайте три объекта класса Person. Посмотрите информацию о сотрудниках и увольте самое слабое звено.
5. В конце программы добавьте функцию input(), чтобы скрипт не завершился сам, пока не будет нажат Enter. Иначе вы сразу увидите как удаляются все объекты при завершении работы программы.

```
class Person:
    def __init__(self, n, s, q=1):
        self.name = n
        self.surname = s
        self.skill = q

    def __del__(self):
        print("До свидания, мистер", self.name, self.surname)

    def info(self):
        return "{} {}, {}".format(self.name, self.surname, self.skill)


worker = Person("И", "Котов", 3)
helper = Person("Д", "Мышев", 1)
maker = Person("О", "Рисов", 2)
print(worker.info())
print(helper.info())
print(maker.info())
del helper
print("Конец программы")
input()
```

Следует иметь в виду, что если в программе будет несколько ссылок-переменных на объект, то удаление одной из них не приведет к удалению объекта и вызову деструктора. Если товарищ Мышев решит спрятаться до своего увольнения, например, так

```
hider = helper
```

то получится, что на один объект ссылаются две переменные. Когда удаляется одна, вторая остается с ним связанной. Это значит, что объект не может быть удален, так как все еще используется в программе. Деструктор также при этом не вызывается.

В нашей программе всего три объекта типа Person. Поэтому, выводя информацию о них на экран, легко увидеть, у какого сотрудника самая низкая квалификация. Если бы персон было больше, был бы смысл переложить на программу вычисление "слабого звена". В таком случае объекты следовало бы поместить в список, а не присваивать отдельным переменным.

```
staff = [Person("И", "Котов", 3),
         Person("Д", "Мышев", 1),
         Person("О", "Рисов", 2)]

for person in staff:
    print(person.info())

staff.sort(key=lambda p: p.skill, reverse=True)

del staff[-1]

print("Конец программы")
input()
```

Здесь мы сортируем список по убыванию скила. После этого удаляем последний элемент списка.

4. Наследование

Разработайте программу по следующему описанию.

В некой игре-стратегии есть солдаты и герои. У всех есть свойство, содержащее уникальный номер объекта, и свойство, в котором хранится принадлежность команде. У солдат есть метод "иду за героем", который в качестве аргумента принимает объект типа "герой". У героев есть метод увеличения собственного уровня.

В основной ветке программы создается по одному герою для каждой команды. В цикле генерируются объекты-солдаты. Их принадлежность команде определяется случайно. Солдаты разных команд добавляются в разные списки.

Измеряется длина списков солдат противоборствующих команд и выводится на экран. У героя, принадлежащего команде с более длинным списком, увеличивается уровень.

Отправьте одного из солдат первого героя следовать за ним. Выведите на экран идентификационные номера этих двух юнитов.

```
from random import randint


class Person:
    count = 0

    def __init__(self, c):
        self.id = Person.count
        Person.count += 1
        self.command = c


class Hero(Person):
    def __init__(self, c):
        Person.__init__(self, c)
        self.level = 1

    def up_level(self):
        self.level += 1


class Soldier(Person):
    def __init__(self, c):
        Person.__init__(self, c)
        self.my_hero = None

    def follow(self, hero):
        self.my_hero = hero.id


h1 = Hero(1)
h2 = Hero(2)

army1 = []
army2 = []

for i in range(20):
    n = randint(1, 2)
    if n == 1:
        army1.append(Soldier(n))
```

```
    else:
        army2.append(Soldier(n))

print(len(army1), len(army2))

if len(army1) > len(army2):
    h1.up_level()
elif len(army1) < len(army2):
    h2.up_level()

army1[0].follow(h1)
print(army1[0].id, h1.id)
```

Чтобы задавать уникальный идентификационный номер объекта, используется поле count, принадлежащее классу Person. Часто словом "count" обозначают счетчик объектов. Однако здесь это не счетчик, так как значение этой переменной не будет уменьшаться при удалении объектов. Здесь count всегда только увеличивается, что позволяет задавать каждому новому объекту уникальный идентификатор.

Чтобы не увеличивать счетчик "вручную" (выражение `Person.count += 1`) можно воспользоваться функцией count() из модуля itertools, которая создает итератор:

```
import itertools


class Person:
    count = itertools.count()

    def __init__(self, c):
        self.id = next(Person.count)
        self.command = c
```

Передавая итератор в функцию next(), мы будем получать следующее целое число. Первое число, которое вернет выражение `next(Person.count)` будет нулем.

В подклассах Hero и Soldier в конструкторе вводятся дополнительные поля. Хотя их можно было бы не вводить и, следовательно, не создавать здесь конструкторов. Однако тогда бы получилось, если, например, солдат не следует за героем, то у него нет поля my_hero. Если бы потребовалось проверить, какие солдаты имеют привязку, а какие свободны, то это было бы сделать сложнее, чем просто проверить значение свойства my_hero у всех экземпляров.

Объекты-солдаты не присваиваются переменным, а добавляются в списки. В последствии обращение к ним происходит через индексы списка. В данном случае первый солдат первой армии извлекается как `army1[0]`.

При выполнении данного задания может возникнуть соблазн вычислять принадлежность юнита к той или иной команде в самом классе, когда эту принадлежность надо задать случайным образом. Рассмотрим такой вариант кода (сокращен с целью удобства):

```
from random import randint
import itertools


class Person:
```

```
    count = itertools.count()

    def __init__(self, c=randint(1, 2)):
        self.id = next(Person.count)
        self.command = c


class Hero(Person):
    pass


class Soldier(Person):
    pass


h1 = Hero(1)
h2 = Hero(2)

army1 = []
army2 = []

for i in range(20):
    s = Soldier()
    if s.command == 1:
        army1.append(s)
    else:
        army2.append(s)

print(len(army1), len(army2))
```

Когда создаются герои, номер их команды передается в конструктор и подменяет собой значение по-умолчанию. Когда же создаются солдаты, то по-идее номер команды должен вычисляться в заголовке конструктора и присваиваться как значение по-умолчанию параметру `c`.

Номер команды действительно вычисляется случайным образом, но это происходит всего один раз. Поэтому вышеприведенный код содержит логическую ошибку, – все солдаты будут принадлежать либо первой, либо второй команде.

По всей видимости выражение `random.randint(1, 2)` при использовании его в качестве аргумента метода вычисляется единожды, когда интерпретатор первый раз читает класс. Это происходит до вызова класса. Потом когда создаются объекты используется вычисленное значение. То есть на момент вызова имеем, например, `def __init__(self, c=1)`. Когда создаются герои, то значение заменяется на переданное. Когда ничего не передается (в случае солдат), берется по умолчанию, то есть то, которое было вычислено на момент "компиляции" класса.

Подобное поведение касается не только методов классов, но и всех функций в Python. Нижеприведенный код выведет на экран либо только единицы, либо только двойки.

```
from random import randint


def func(c=randint(1, 2)):
    return c
```

```
for i in range(10):
    print(func())
```

Похожая логическая ошибка может возникнуть, если вы попытаетесь создать список в заголовке метода. Рассмотрим код (мы опустили элемент наследования с целью сокращения кода):

```
from random import randint


class Hero:
    def __init__(self, a=[]):
        self.level = 1
        self.army = a

    def add_soldier(self, s):
        self.army.append(s)


class Soldier:
    pass


h1 = Hero()
h2 = Hero()

for i in range(6):
    n = randint(1, 2)
    if n == 1:
        h1.add_soldier(Soldier())
    else:
        h2.add_soldier(Soldier())

print(len(h1.army))
print(len(h2.army))
print(h1.army is h2.army)
```

Здесь список солдат одной команды определен как одно из свойств героя, что может быть более логичным и верным решением. Солдат добавляется в список героя путем вызова соответствующего метода.

Результат выполнения программы:

```
6
6
True
```

Это может значить только одно, – обе переменные ссылаются на один список.

Спецэффект связан с особенностями Питона при работе с изменяемыми типами данных. Список к таковым относится. Суть: при связывании списка с новой переменной, он не копируется, а на один и тот же список начинают указывать множество переменных.

Когда аргумент не передается в метод, а используется список [] по-умолчанию, то получается, что он создается единожды (когда класс первый раз читается интерпретатором). Ссылка на него присваивается переменной a. Позже при создании экземпляров ссылка на этот же список

присваивается переменной `self.army`. Когда создается новый объект, то новая локальная переменная `a` связывается с уже существующим списком, который уже не пуст.

В данном случае правильным решением будет отказаться от параметра `a`:

```
class Hero:
    def __init__(self):
        self.level = 1
        self.army = []
```

Если же по логике программы надо обработать две ситуации, – когда список передается и когда он не передается, параметру можно присвоить неизменяемый тип, а в теле метода проверять его значение:

```
class Hero:
    def __init__(self, a=None):
        self.level = 1
        if a is None:
            self.army = []
        else:
            self.army = a

    def add_soldier(self, s):
        self.army.append(s)


class Soldier:
    pass


h1 = Hero()
h2 = Hero([Soldier(), Soldier()])

print(len(h1.army))  # 0
print(len(h2.army))  # 2
print(h1.army is h2.army)  # False
```

5. Полиморфизм

В качестве практической работы попробуйте самостоятельно перегрузить оператор сложения. Для его перегрузки используется метод __add__(). Он вызывается, когда объекты класса, имеющего данный метод, фигурируют в операции сложения, причем с левой стороны. Это значит, что в выражении `a + b` у объекта `a` должен быть метод __add__(). Объект `b` может быть чем угодно, но чаще всего он бывает объектом того же класса. Объект `b` будет автоматически передаваться в метод __add__() в качестве второго аргумента (первый – self).

Отметим, в Python также есть правосторонний метод перегрузки сложения – __radd__().

Согласно полиморфизму ООП, возвращать метод __add__() может что угодно. Может вообще ничего не возвращать, а "молча" вносить изменения в какие-то уже существующие объекты. Допустим, в вашей программе метод перегрузки сложения будет возвращать новый объект того же класса.

Здесь метод __add__() добавлен к классу Rectangle, который фигурировал в уроке:

```
class Rectangle:
    def __init__(self, width, height, sign):
        self.w = int(width)
        self.h = int(height)
        self.s = str(sign)
    def __str__(self):
        rect = []
        for i in range(self.h):
            rect.append(self.s * self.w)
        rect = '\n'.join(rect)
        return rect
    def __add__(self, other):
        return Rectangle(self.w + other.w, self.h + other.h, self.s)

a = Rectangle(4, 2, 'w')
print(a)
b = Rectangle(8, 3, 'z')
print(b)
print(a + b)
print(b + a)
```

Вывод:

```
wwww
wwww
zzzzzzzz
zzzzzzzz
zzzzzzzz
wwwwwwwwwwww
wwwwwwwwwwww
wwwwwwwwwwww
wwwwwwwwwwww
wwwwwwwwwwww
zzzzzzzzzzzz
zzzzzzzzzzzz
zzzzzzzzzzzz
zzzzzzzzzzzz
zzzzzzzzzzzz
```

В __add__() создается новый объект того же класса Rectangle. Это нормально для ООП на Python. Новый объект не присваивается переменной, а сразу возвращается в основную ветку программы. Здесь он также не присваивается переменной (хотя можно было бы сделать так: `c = a + b`), а сразу передается в функцию print(), после чего уничтожается сборщиком мусора, так как с этим объектом не связана ни одна переменная.

Выражения `a + b` и `b + a` дают разные результаты, так как вызывается метод перегрузки только первого операнда, а в __add__() используется только его значение поля `s`. Мы не заметили бы разницы, если у объектов `a` и `b` были бы, например, одинаковые символы в качестве значений поля `s`.

Еще один пример программы. Допустим, в некой игре виртуальные животные могут "скрещиваться" и порождать новую "особь". Случайным образом часть признаков она берет от одного родителя, часть – от другого. Упростим ситуацию до двух признаков. В программном коде скрещивание будем обозначать знаком плюса.

```
from random import randint


class Animal:
    def __init__(self, a, b):
        self.prop1 = a
        self.prop2 = b

    def __add__(self, other):
        n = randint(1, 2)
        if n == 1:
            return Animal(self.prop1, other.prop2)
        else:
            return Animal(other.prop1, self.prop2)

    def __str__(self):
        return f'{self.prop2} {self.prop1}'


unit1 = Animal('dog', 'black')
unit2 = Animal('cat', 'white')
unit3 = unit1 + unit2
print(unit3)
```

На экран будет выведено либо "black cat", либо "white dog".

6. Инкапсуляция

Разработайте класс с "полной инкапсуляцией", доступ к атрибутам которого и изменение данных реализуются через вызовы методов. В объектно-ориентированном программировании принято имена методов для извлечения данных начинать со слова get (взять), а имена методов, в которых свойствам присваиваются значения, – со слова set (установить). Например, getField, setField.

Пример класса, включающего геттеры и сеттеры, а также "скрытый" метод проверки значения и метод __str__():

```
class Rectangle:
    def __init__(self, width, height):
        self.__w = Rectangle.__test(width)
        self.__h = Rectangle.__test(height)
        print(self)
    def setWidth(self, width):
        self.__w = Rectangle.__test(width)
    def setHeight(self, height):
        self.__h = Rectangle.__test(height)
    def getWidth(self):
        return self.__w
    def getHeight(self):
        return self.__h
    def __test(value):
        if value < 0:
            return abs(value)
        else:
            return value
    def __str__(self):
        return "Rectangle {0}x{1}".format(self.__w, self.__h)

a = Rectangle(3, 4)
print(a.getWidth())
a.setWidth(5)
print(a)

b = Rectangle(-2, 4)
```

Вывод:

```
Rectangle 3x4
3
Rectangle 5x4
Rectangle 2x4
```

Хотелось бы отметить, что успешное развитие языка Python, в котором нет настоящего сокрытия данных, а имитация используется относительно редко, показывает, что необходимость в сокрытии в ООП может быть преувеличена. Можно жить и без нее.

В этом свете писать код так, чтобы в глазах рябило от двойных подчеркиваний, а весь класс был "загажен" геттерами и сеттерами, не стоит. Ограничивать доступ к данным надо только тогда, когда в этом действительно есть необходимость.

7. Композиция

Приведенная в уроке программа имеет ряд недочетов и недоработок. Требуется исправить и доработать, согласно следующему плану.

При вычислении оклеиваемой поверхности мы не "портим" поле self.square. В нем так и остается полная площадь стен. Ведь она может понадобиться, если состав списка wd изменится, и придется заново вычислять оклеиваемую площадь.

Однако в классе не предусмотрено сохранение длин сторон, хотя они тоже могут понадобиться. Например, если потребуется изменить одну из величин у уже существующего объекта. Площадь же помещения всегда можно вычислить, если хранить исходные параметры. Поэтому сохранять саму площадь в поле не обязательно.

Исправьте код так, чтобы у объектов Room были только четыре поля – width, lenght, height и wd. Площади (полная и оклеиваемая) должны вычислять лишь при необходимости путем вызова методов.

Программа вычисляет площадь под оклейку, но ничего не говорит о том, сколько потребуется рулонов обоев. Добавьте метод, который принимает в качестве аргументов длину и ширину одного рулона, а возвращает количество необходимых, исходя из оклеиваемой площади.

Разработайте интерфейс программы. Пусть она запрашивает у пользователя данные и выдает ему площадь оклеиваемой поверхности и количество необходимых рулонов.

```
import math


class WinDoor:
    def __init__(self, w, h):
        self.square = w * h


class Room:
    def __init__(self, l, w, h):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h
        self.wd = []

    def addWD(self, w, h):
        self.wd.append(WinDoor(w, h))

    def fullSerface(self):
        return 2 * self.height * (self.length + self.width)

    def workSurface(self):
        new_square = self.fullSerface()
        for i in self.wd:
            new_square -= i.square
        return new_square

    def wallpapers(self, l, w):
        return math.ceil(self.workSurface() / (w * l))


print("Размеры помещения:")
l = float(input("Длина - "))
w = float(input("Ширина - "))
```

```
h = float(input("Высота - "))
r1 = Room(l, w, h)

flag = input("Есть неоклеиваемая поверхность? (1 - да, 2 - нет) ")
while flag == '1':
    w = float(input("Ширина - "))
    h = float(input("Высота - "))
    r1.addWD(w, h)
    flag = input("Добавить еще? (1 - да, 2 - нет) ")

print("Размеры рулона:")
l = float(input("Длина - "))
w = float(input("Ширина - "))

print("Площадь оклейки", r1.workSurface())
print("Количество рулонов", r1.wallpapers(l, w))
```

Пример выполнения программы:

```
Размеры помещения:
Длина - 3
Ширина - 3.5
Высота - 2.7
Есть неоклеиваемая поверхность? (1 - да, 2 - нет) 1
Ширина - 0.7
Высота - 2
Добавить еще? (1 - да, 2 - нет) 1
Ширина - 1.5
Высота - 1.6
Добавить еще? (1 - да, 2 - нет) 2
Размеры рулона:
Длина - 10
Ширина - 0.53
Площадь оклейки 31.300000000000004
Количество рулонов 6
```

При вычислении количества рулонов с помощью функции math.ceil() выполнятся округление до целого в большую сторону. Например, независимо от того, будет получено 6.1 или 6.9, округление с помощью ceil() даст 7. Если же округляемое вещественное 6.0, то ceil() вернет 6.

8. Перегрузка операторов

Напишите класс Snow по следующему описанию.

В конструкторе класса инициируется поле, содержащее количество снежинок, выраженное целым числом.

Класс включает методы перегрузки арифметических операторов: __add__() – сложение, __sub__() – вычитание, __mul__() – умножение, __truediv__() – деление. В классе код этих методов должен выполнять увеличение или уменьшение количества снежинок на число n или в n раз. Метод __truediv__() перегружает обычное (/), а не целочисленное (//) деление. Однако пусть в методе происходит округление значения до целого числа.

Класс включает метод makeSnow(), который принимает сам объект и число снежинок в ряду, а возвращает строку вида "*****\n*****\n*****…", где количество снежинок между '\n' равно переданному аргументу, а количество рядов вычисляется, исходя из общего количества снежинок.

Вызов объекта класса Snow в нотации функции с одним аргументом, должен приводить к перезаписи значения поля, в котором хранится количество снежинок, на переданное в качестве аргумента значение.

```
class Snow:
    def __init__(self, qty):
        self.snow = qty
    def __call__(self, qty):
        self.snow = qty
    def __add__(self, n):
        self.snow += n
    def __sub__(self, n):
        self.snow -= n
    def __mul__(self, n):
        self.snow *= n
    def __truediv__(self, n):
        self.snow = round(self.snow / n)
    def makeSnow(self, row):
        qty_row = int(self.snow / row) # количество целых строк
        s = ''
        for i in range(qty_row):
            s += '*' * row + '\n' # добавляется очередная строка
        s += (self.snow - qty_row * row) * '*' # добавляются оставшиеся символы
        if s[-1] == '\n': # если количество снежинок кратно row,
            s = s[:-1] # надо удалить последний переход на новую строку
        return s
```

Пример работы с объектом класса:

```
>>> from test import Snow
>>> a = Snow(23)
>>> print(a.makeSnow(10))
**********
**********
***
>>> a + 42
>>> print(a.makeSnow(20))
********************
********************
********************
*****
>>> a / 2
>>> print(a.makeSnow(15))
```

```
***************
***************
**
>>> a(100)
>>> print(a.makeSnow(25))
************************
************************
************************
************************
```

9. Модули и пакеты

В практической работе урока 7 "Композиция" требовалось разработать интерфейс взаимодействия с пользователем. Разнесите сам класс и интерфейс по разным файлам. Какой из них выполняет роль модуля, а какой – скрипта? Оба файла можно поместить в один каталог.

Модуль:

```
class WinDoor:
    def __init__(self, w, h):
        self.square = w * h

class Room:
    def __init__(self, l, w, h):
        self.length = l
        self.width = w
        self.height = h
        self.wd = []
    def addWD(self, w, h):
        self.wd.append(WinDoor(w, h))
    def fullSerface(self):
        return 2 * self.height * (self.length + self.width)
    def workSurface(self):
        new_square = self.fullSerface()
        for i in self.wd:
            new_square -= i.square
        return new_square
    def wallpapers(self, l, w):
        return int(self.workSurface() / (w * l)) + 1
```

Основной файл:

```
from room import Room

print("Размеры помещения:")
l = float(input("Длина - "))
w = float(input("Ширина - "))
h = float(input("Высота - "))
r1 = Room(l, w, h)

flag = input("Есть неоклеиваемая поверхность? (1 - да, 2 - нет) ")
while flag == '1':
    w = float(input("Ширина - "))
    h = float(input("Высота - "))
    r1.addWD(w, h)
    flag = input("Добавить еще? (1 - да, 2 - нет) ")

print("Размеры рулона:")
l = float(input("Длина - "))
w = float(input("Ширина - "))

print("Площадь оклейки", r1.workSurface())
print("Количество рулонов", r1.wallpapers(l, w))
```

10. Документирование кода

Выполните полное документирование модуля, созданного в практической работе прошлого урока.

```
"""This module is designed to calculate the surface area
of the treated surface and
the number of necessary rolls of wallpaper."""

class WinDoor:
     """The class for storing the square of a rectangle that is not being
processed.
The constructor takes the length and width, the object is assigned "square"
field."""
     def __init__(self, w, h):
           self.square = w * h

class Room:
     """This class creates rooms."""
     def __init__(self, l, w, h):
           """The constructor takes the dimensions of the room."""
           self.length = l
           self.width = w
           self.height = h
           self.wd = []
     def addWD(self, w, h):
           """The method adds an object of WinDoor."""
           self.wd.append(WinDoor(w, h))
     def fullSerface(self):
           """The method calculates the full square of walls."""
           return 2 * self.height * (self.length + self.width)
     def workSurface(self):
           """The method calculates the square of the walls that being
procecced."""
           new_square = self.fullSerface()
           for i in self.wd:
                 new_square -= i.square
           return new_square
     def wallpapers(self, l, w):
           """The method determines the number of required rolls."""
           return int(self.workSurface() / (w * l)) + 1
```

11. Пример объектно-ориентированной программы на Python

Может ли в этой программе ученик учиться без учителя? Если да, пусть научится чему-нибудь сам.

Добавьте в класс Pupil метод, позволяющий ученику случайно "забывать" какую-нибудь часть своих знаний.

Конечно, ученик может учиться сам:

```
>>> pety.take(lesson[1])
```

Класс Pupil после добавления способности "непроизвольно забывать":

```
class Pupil:
    def __init__(self):
        self.knowledge = []

    def take(self, info):
        self.knowledge.append(info)

    def lose(self):
        from random import randrange
        if self.knowledge:
            i = randrange(len(self.knowledge))
            del self.knowledge[i]
```

Здесь импорт функции randrange() добавлен внутри метода. Правильнее его размещать в начале модуля. Перед тем, как удалять элемент списка, мы должны проверить, что он не пуст, иначе будет выброшено исключение.

Метод lose() можно реализовать и по-другому:

```
    def lose(self):
        import random
        if self.knowledge:
            self.knowledge.remove(random.choice(self.knowledge))
```

Тестирование метода:

```
>>> from test import *
>>> lesson = Data('class', 'object', 'inheritance', 'polymorphism',
'encapsulation')
>>> pupil = Pupil()
>>> for i in lesson:
...     pupil.take(i)
...
>>> pupil.knowledge
['class', 'object', 'inheritance', 'polymorphism', 'encapsulation']
>>> pupil.lose()
>>> pupil.knowledge
['class', 'inheritance', 'polymorphism', 'encapsulation']
>>> pupil.lose()
>>> pupil.knowledge
['class', 'inheritance', 'polymorphism']
```

13. Статические методы

Приведенный в конце урока пример плохой. Мы можем менять значения полей dia и h объекта за пределами класса простым присваиванием (например, a.dia = 10). При этом площадь никак не будет пересчитываться. Также мы можем назначить новое значение для площади, как простым присваиванием, так и вызовом функции make_area() с последующим присваиванием. Например, a.area = a.make_area(2, 3). При этом не меняются высота и диаметр.

Защитите код от возможных логических ошибок следующим образом:

* Свойствам dia и h объекта по-прежнему можно выполнять присваивание за пределами класса. Однако при этом "за кулисами" происходит пересчет площади, т. е. изменение значения area.

* Свойству area нельзя присваивать за пределами класса. Можно только получать его значение.

Подсказка: вспомните про метод __setattr__(), упомянутый в уроке про инкапсуляцию.

```
from math import pi


class Cylinder:
    @staticmethod
    def make_area(d, h):
        circle = pi * d ** 2 / 4
        side = pi * d * h
        return round(circle*2 + side, 2)

    def __init__(self, diameter, high):
        self.__dict__['dia'] = diameter
        self.__dict__['h'] = high
        self.__dict__['area'] = self.make_area(diameter, high)

    def __setattr__(self, key, value):
        if key == 'dia':
            self.__dict__['dia'] = value
            self.__dict__['area'] = self.make_area(
                self.__dict__['dia'], self.__dict__['h'])
        elif key == 'h':
            self.__dict__['h'] = value
            self.__dict__['area'] = self.make_area(
                self.__dict__['dia'], self.__dict__['h'])
        elif key == 'area':
            print('Нельзя изменять площадь напрямую!')


a = Cylinder(1, 2)
print(a.dia, a.h, a.area)

a.dia = 4.5
a.h = 3.3
print(a.dia, a.h, a.area)

# Не позволено
a.area = 100
print(a.area)
```

Результат:

```
1 2 7.85
4.5 3.3 78.46
Нельзя изменять площадь напрямую!
78.46
```

Во встроенном свойстве __dict__ содержатся поля объекта:

```
print(a.__dict__)
```

Результат:

```
{'dia': 4.5, 'h': 3.3, 'area': 78.46}
```

Через этот словарь мы можем менять значения свойств объекта, избегая вызова __setattr__(). Напомним, __setattr__() вызывается, когда атрибуту присваивается значение в нотации `объект.свойство = значение`.

В данном случае в __init__() мы не можем присваивать стандартным способом, так как уже присвоение первому свойству dia вызовет __setattr__(), но поскольку объект еще не обзавелся свойством h, которое нужно для передачи в make_area(), будет генерироваться исключение.

Иной способ – использовать функцию hasattr(), которая проверяет наличие у объекта атрибута:

```
class Cylinder:
    @staticmethod
    def make_area(d, h):
        circle = pi * d ** 2 / 4
        side = pi * d * h
        return round(circle*2 + side, 2)

    def __init__(self, diameter, high):
        self.dia = diameter
        self.h = high
        self.area = self.make_area(diameter, high)

    def __setattr__(self, key, value):
        if key == 'dia':
            self.__dict__['dia'] = value
            if hasattr(self, 'h'):
                self.__dict__['area'] = self.make_area(self.dia, self.h)
        elif key == 'h':
            self.__dict__['h'] = value
            if hasattr(self, 'dia'):
                self.__dict__['area'] = self.make_area(self.dia, self.h)
        elif key == 'area':
            print('Нельзя изменять площадь напрямую!')
```

14. Итераторы

Напишите класс-итератор, объекты которого генерируют случайные числа в количестве и в диапазоне, которые передаются в конструктор.

```
from random import random


class RandomIterator:
    def __init__(self, quantity, minimum, maximum):
        self.qty = quantity
        self.low = minimum
        self.high = maximum

    def __iter__(self):
        return self

    def __next__(self):
        if self.qty == 0:
            raise StopIteration
        self.qty -= 1
        return random() * (self.high - self.low) + self.low


rand = RandomIterator(5, 0, 3)

for i in rand:
    print(round(i, 2))
```

Пример выполнения:

```
1.54
2.81
1.9
2.69
0.74
```

Если потребуется сто чисел, они не будут занимать память. По-сути объект rand хранит только значения полей qty, low и high. И лишь при вызове next() происходит генерация одного случайного числа.

15. Генераторы

В задании к прошлому уроку требовалось написать класс-итератор, объекты которого генерируют случайные числа в количестве и в диапазоне, которые передаются в конструктор. Напишите выполняющую ту же задачу генераторную функцию. В качестве аргументов она должна принимать количество элементов и диапазон.

```
from random import random


def ranrator(qty, minimum, maximum):
    while qty > 0:
        yield random() * (maximum - minimum) + minimum
        qty -= 1


a = ranrator(5, -2, 2)
for i in a:
    print(round(i, 2))
```

Пример выполнения:

```
-1.63
0.63
0.35
0.26
1.64
```