

## Лабораторная работа №4

**Тема:** «Объектно-ориентированное программирование на языке Python. Инкапсуляция данных, наследование, полиморфизм. Создание экземпляров объектов».

Python поддерживает объектно-ориентированную парадигму программирования, а это значит, что мы можем определить компоненты программы в виде классов.

### Классы и объекты

Класс является шаблоном или формальным описанием объекта, а объект представляет экземпляр этого класса, его реальное воплощение. Можно провести следующую аналогию: у всех у нас есть некоторое представление о человеке – наличие двух рук, двух ног, головы, пищеварительной, нервной системы, головного мозга и т.д. Есть некоторый шаблон – этот шаблон можно назвать классом. Реально же существующий человек (фактически экземпляр данного класса) является объектом этого класса.

С точки зрения кода класс объединяет набор функций и переменных, которые выполняют определенную задачу. Функции класса еще называют методами. Они определяют поведение класса. А переменные класса называют атрибутами – они хранят состояние класса

Класс определяется с помощью ключевого слова ***class***:

```
class название_класса:  
    методы_класса
```

Для создания объекта класса используется следующий синтаксис:

```
название_объекта = название_класса([параметры])
```

Например, определим простейший класс *Person*, который будет представлять человека:

```
class Person:
    name = "Tom"

    def display_info(self):
        print("Привет, меня зовут", self.name)

person1 = Person()
person1.display_info()           # Привет, меня зовут Tom

person2 = Person()
person2.name = "Sam"
person2.display_info()          # Привет, меня зовут Sam
```

Класс *Person* определяет атрибут *name*, который хранит имя человека, и метод *display\_info*, с помощью которого выводится информация о человеке.

При определении методов любого класса следует учитывать, что все они должны принимать в качестве первого параметра ссылку на текущий объект, который, согласно условностям, называется *self* (в ряде языков программирования есть своего рода аналог – ключевое слово *this*). Через эту ссылку внутри класса мы можем обратиться к методам или атрибутам этого же класса. В частности, через выражение *self.name* можно получить имя пользователя.

После определения класса *Person* создаем пару его объектов – *person1* и *person2*. Используя имя объекта, мы можем обратиться к его методам и атрибутам. В данном случае у каждого из объектов вызываем метод *display\_info()*, который выводит строку на консоль, и у второго объекта также изменяем атрибут *name*. При этом при вызове метода *display\_info* не надо передавать значение для параметра *self*.

### Конструкторы

Для создания объекта класса используется конструктор. Так, выше, когда мы создавали объекты класса *Person*, мы использовали конструктор по умолчанию, который неявно имеют все классы:

```
person1 = Person()
person2 = Person()
```

Однако мы можем явным образом определить в классах конструктор с помощью специального метода, который называется `__init__()`. К примеру, изменим класс *Person*, добавив в него конструктор:

```
class Person:
    # конструктор
    def __init__(self, name):
        self.name = name # устанавливаем имя

    def display_info(self):
        print("Привет, меня зовут", self.name)

person1 = Person("Tom")
person1.display_info() # Привет, меня зовут Tom
person2 = Person("Sam")
person2.display_info() # Привет, меня зовут Sam
```

В качестве первого параметра конструктор также принимает ссылку на текущий объект – *self*. Нередко в конструкторах устанавливаются атрибуты класса. Так, в данном случае в качестве второго параметра в конструктор передается имя пользователя, которое устанавливается для атрибута *self.name*. Причем для атрибута необязательно определять в классе переменную *name*, как это было в предыдущей версии класса *Person*. Установка значения *self.name = name* уже неявно создает атрибут *name*.

```
person1 = Person("Tom")
person2 = Person("Sam")
```

## Деструктор

После окончания работы с объектом мы можем использовать оператор *del* для удаления его из памяти:

```
person1 = Person("Tom")
del person1 # удаление из памяти
# person1.display_info() # Этот метод работать не будет, так как
person1 уже удален из памяти
```

Стоит отметить, что после окончания работы скрипта все объекты автоматически удаляются из памяти.

Кроме того, мы можем определить в классе деструктор, реализовав встроенную функцию `__del__`, который будет вызываться либо в результате вызова оператора *del*, либо при автоматическом удалении объекта.

Например:

```
class Person:
    # конструктор
    def __init__(self, name):
        self.name = name # устанавливаем имя

    def __del__(self):
        print(self.name, "удален из памяти")
    def display_info(self):
        print("Привет, меня зовут", self.name)

person1 = Person("Tom")
person1.display_info() # Привет, меня зовут Tom
del person1           # удаление из памяти
person2 = Person("Sam")
person2.display_info() # Привет, меня зовут Sam
```

Консольный вывод:

```
Привет, меня зовут Tom
Tom удален из памяти
Привет, меня зовут Sam
Sam удален из памяти
```

### Определение классов в модулях и подключение

Как правило, классы размещаются в отдельных модулях и затем уже импортируются в основной скрипт программы. Пусть у нас будет в проекте два файла: файл *main.py* (основной скрипт программы) и *classes.py* (скрипт с определением классов).

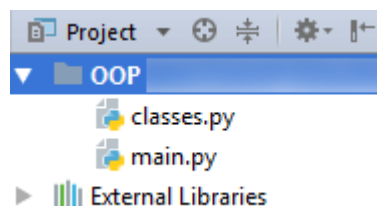


Рис. 1. Модули

В файле *classes.py* определим два класса:

```
class Person:
    # конструктор
    def __init__(self, name):
        self.name = name # устанавливаем имя

    def display_info(self):
        print("Привет, меня зовут", self.name)

class Auto:
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def move(self, speed):
        print(self.name, "едет со скоростью", speed, "км/ч")
```

В дополнение к классу *Person* здесь также определен класс *Auto*, который представляет машину и который имеет метод *move* и атрибут *name*. Подключим эти классы и используем их в скрипте *main.py*:

```
from classes import Person, Auto

tom = Person("Tom")
tom.display_info()

bmw = Auto("BMW")
bmw.move(120)
```

Подключение классов происходит точно также, как и функций из модуля. Мы можем подключить весь модуль выражением:

```
import classes
```

Либо подключить отдельные классы, как в примере выше.

В итоге мы получим следующий консольный вывод:

```
Привет, меня зовут Tom
BMW едет со скоростью 120 км/ч
```

## Инкапсуляция

По умолчанию атрибуты в классах являются общедоступными, а это значит, что из любого места программы мы можем получить атрибут объекта и изменить его.

Например:

```
class Person:
    def __init__(self, name):
        self.name = name      # устанавливаем имя
        self.age = 1          # устанавливаем возраст

    def display_info(self):
        print("Имя:", self.name, "\tВозраст:", self.age)

tom = Person("Tom")
tom.name = "Человек-паук"    # изменяем атрибут name
tom.age = -129                # изменяем атрибут age
tom.display_info()           # Имя: Человек-паук      Возраст: -129
```

Но в данном случае мы можем, к примеру, присвоить возрасту или имени человека некорректное значение, например, указать отрицательный возраст. Подобное поведение нежелательно, поэтому встает вопрос о контроле за доступом к атрибутам объекта.

С данной проблемой тесно связано понятие инкапсуляции. Инкапсуляция является фундаментальной концепцией объектно-ориентированного программирования. Она предотвращает прямой доступ к атрибутам объекта из вызывающего кода.

Касательно инкапсуляции непосредственно в языке программирования Python, скрыть атрибуты класса можно, сделав их приватными или закрытыми и ограничив доступ к ним через специальные методы, которые еще называются свойствами.

Изменим выше определенный класс, определив в нем свойства:

```
class Person:
    def __init__(self, name):
        self.__name = name    # устанавливаем имя
        self.__age = 1         # устанавливаем возраст

    def set_age(self, age):
        if age in range(1, 100):
            self.__age = age
        else:
            print("Недопустимый возраст")

    def get_age(self):
        return self.__age
```

```

def get_name(self):
    return self.__name

def display_info(self):
    print("Имя:", self.__name, "\tВозраст:", self.__age)

tom = Person("Tom")

tom.__age = 43          # Атрибут age не изменится
tom.display_info()     # Имя: Том  Возраст: 1
tom.set_age(-3486)     # Недопустимый возраст
tom.set_age(25)
tom.display_info()     # Имя: Том  Возраст: 25

```

Для создания приватного атрибута в начале его наименования ставится двойной прочерк: `self.__name`. К такому атрибуту мы сможем обратиться только из того же класса. Но не сможем обратиться вне этого класса. Например, присвоение значения этому атрибуту ничего не даст:

```
tom.__age = 43
```

А попытка получить его значение приведет к ошибке выполнения:

```
print(tom.__age)
```

Однако все же нам может потребоваться устанавливать возраст пользователя из вне. Для этого создаются свойства. Используя одно свойство, мы можем получить значение атрибута:

```
def get_age(self):
    return self.__age
```

Данный метод еще часто называют геттер или аксессор.

Для изменения возраста определено другое свойство:

```
def set_age(self, value):
    if value in range(1, 100):
        self.__age = value
    else:
        print("Недопустимый возраст")

```

Здесь мы уже можем решить в зависимости от условий, надо ли переустанавливать возраст. Данный метод еще называют сеттер или мутатор (*mutator*).

Необязательно создавать для каждого приватного атрибута подобную пару свойств. Так, в примере выше имя человека мы можем установить только из конструктора. А для получения определен метод *get\_name*.

### Аннотации свойств

Выше мы рассмотрели, как создавать свойства. Но Python имеет также еще один – более элегантный способ определения свойств. Этот способ предполагает использование аннотаций, которые предваряются символом @.

Для создания свойства-геттера над свойством ставится аннотация **@property**.

Для создания свойства-сеттера над свойством устанавливается аннотация *имя\_свойства\_сеттера.setter*.

Перепишем класс Person с использованием аннотаций:

```
class Person:
    def __init__(self, name):
        self.__name = name # устанавливаем имя
        self.__age = 1     # устанавливаем возраст

    @property
    def age(self):
        return self.__age

    @age.setter
    def age(self, age):
        if age in range(1, 100):
            self.__age = age
        else:
            print("Недопустимый возраст")

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    def display_info(self):
        print("Имя:", self.__name, "\tВозраст:", self.__age)

tom = Person("Tom")

tom.display_info()      # Имя: Tom  Возраст: 1
tom.age = -3486         # Недопустимый возраст
print(tom.age)          # 1
tom.age = 36
tom.display_info()      # Имя: Tom  Возраст: 36
```



Во-первых, стоит обратить внимание, что свойство-сеттер определяется после свойства-геттера.

Во-вторых, и сеттер, и геттер называются одинаково – *age*. И поскольку геттер называется *age*, то над сеттером устанавливается аннотация *@age.setter*.

После этого, что к геттеру, что к сеттеру, мы обращаемся через выражение *tom.age*.

## Наследование

Наследование позволяет создавать новый класс на основе уже существующего класса. Наряду с инкапсуляцией наследование является одним из краеугольных камней объектно-ориентированного дизайна.

Ключевыми понятиями наследования являются подкласс и суперкласс. Подкласс наследует от суперкласса все публичные атрибуты и методы. Суперкласс еще называется базовым (*base class*) или родительским (*parent class*), а подкласс – производным (*derived class*) или дочерним (*child class*).

Синтаксис для наследования классов выглядит следующим образом:

```
class подкласс (суперкласс):  
    методы_подкласса
```

Например, в прошлых разделах был создан класс *Person*, который представляет человека. Предположим, нам необходим класс работника, который работает на некотором предприятии. Мы могли бы создать с нуля новый класс, к примеру, класс *Employee*. Однако он может иметь те же атрибуты и методы, что и класс *Person*, так как сотрудник – это человек. Поэтому нет смысла определять в классе тот же функционал, что и в классе *Person*. И в этом случае лучше применить наследование.

Итак, унаследуем класс *Employee* от класса *Person*:

```
class Person:  
    def __init__(self, name, age):  
        self.__name = name # устанавливаем имя  
        self.__age = age # устанавливаем возраст  
  
    @property  
    def age(self):  
        return self.__age  
  
    @age.setter
```

```

def age(self, age):
    if age in range(1, 100):
        self.__age = age
    else:
        print("Недопустимый возраст")

@property
def name(self):
    return self.__name

def display_info(self):
    print("Имя:", self.__name, "\tВозраст:", self.__age)

class Employee(Person):

    def details(self, company):
        # print(self.__name, "работает в компании", company) # так
        # нельзя, self.__name - приватный атрибут
        print(self.name, "работает в компании", company)

tom = Employee("Tom", 23)
tom.details("Google")
tom.age = 33
tom.display_info()

```

Класс ***Employee*** полностью перенимает функционал класса ***Person*** и в дополнении к нему добавляет метод ***details()***.

Стоит обратить внимание, что для ***Employee*** доступны через ключевое слово ***self*** все методы и атрибуты класса ***Person***, кроме закрытых атрибутов типа ***\_\_name*** или ***\_\_age***.

При создании объекта ***Employee*** мы фактически используем конструктор класса ***Person***. И кроме того, у этого объекта мы можем вызвать все методы класса ***Person***.

## Полиморфизм

Полиморфизм является еще одним базовым аспектом объектно-ориентированного программирования и предполагает способность к изменению функционала, унаследованного от базового класса.

Например, пусть у нас будет следующая иерархия классов:

```
class Person:
    def __init__(self, name, age):
        self.__name = name # устанавливаем имя
        self.__age = age # устанавливаем возраст

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    @property
    def age(self):
        return self.__age

    @age.setter
    def age(self, age):
        if age in range(1, 100):
            self.__age = age
        else:
            print("Недопустимый возраст")

    def display_info(self):
        print("Имя:", self.__name, "\tВозраст:", self.__age)

class Employee(Person):
    # определение конструктора
    def __init__(self, name, age, company):
        Person.__init__(self, name, age)
        self.company = company

    # переопределение метода display_info
    def display_info(self):
        Person.display_info(self)
        print("Компания:", self.company)

class Student(Person):
    # определение конструктора
    def __init__(self, name, age, university):
        Person.__init__(self, name, age)
        self.university = university

    # переопределение метода display_info
    def display_info(self):
        print("Студент", self.name, "учится в университете",
self.university)

people = [Person("Tom", 23), Student("Bob", 19, "Harvard"),
Employee("Sam", 35, "Google")]
```

```
for person in people:
    person.display_info()
    print()
```

В производном классе *Employee*, который представляет служащего, определяется свой конструктор, так как нам надо устанавливать при создании объекта еще и компанию, где работает сотрудник. Для этого конструктор принимает четыре параметра: стандартный параметр *self*, параметры *name*, *age* и параметр *company*.

В самом конструкторе *Employee* вызывается конструктор базового класса *Person*. Обращение к методам базового класса имеет следующий синтаксис:

```
суперкласс.название_метода(self [, параметры])
```

Поэтому в конструктор базового класса передаются имя и возраст. Сам же класс *Employee* добавляет к функционалу класса *Person* еще один атрибут – *self.company*.

Кроме того, класс *Employee* переопределяет метод *display\_info()* класса *Person*, поскольку кроме имени и возраста необходимо выводить еще и компанию, в которой работает служащий. И чтобы повторно не писать код вывода имени и возраста, здесь также происходит обращение к методу базового класса – методу *get\_info*: *Person.display\_info(self)*.

Похожим образом определен класс *Student*, представляющий студента. Он также переопределяет конструктор и метод *display\_info* за тем исключением, что в методе *display\_info* не вызывается версия этого метода из базового класса.

В основной части программы создается список из трех объектов *Person*, в котором два объекта также представляют классы *Employee* и *Student*. И в цикле этот список перебирается, и для каждого объекта в списке вызывается метод *display\_info*. На этапе выполнения программы Python учитывает иерархию наследования и выбирает нужную версию метода *display\_info()* для каждого объекта. В итоге мы получим следующий консольный вывод:

```
Имя: Tom      Возраст: 23

Студент Bob учится в университете Harvard

Имя: Sam      Возраст: 35
Компания: Google
```

## Проверка типа объекта

При работе с объектами бывает необходимо в зависимости от их типа выполнить те или иные операции. И с помощью встроенной функции *isinstance()* мы можем проверить тип объекта. Эта функция принимает два параметра:

```
isinstance(object, type)
```

Первый параметр представляет объект, а второй – тип, на принадлежность к которому выполняется проверка. Если объект представляет указанный тип, то функция возвращает *True*. Например, возьмем вышеописанную иерархию классов:

```
for person in people:
    if isinstance(person, Student):
        print(person.university)
    elif isinstance(person, Employee):
        print(person.company)
    else:
        print(person.name)
    print()
```

## Класс *object*. Строковое представление объекта

Начиная с 3-й версии Python все классы неявно имеют один общий суперкласс – *object* и все классы по умолчанию наследуют его методы.

Одним из наиболее используемых методов класса *object* является метод *\_\_str\_\_()*. Когда необходимо получить строковое представление объекта или вывести объект в виде строки, то Python как раз вызывает этот метод. И при определении класса хорошей практикой считается переопределение этого метода.

К примеру, возьмем класс *Person* и выведем его строковое представление:

```
class Person:
    def __init__(self, name, age):
        self.__name = name # устанавливаем имя
        self.__age = age # устанавливаем возраст

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    @property
    def age(self):
        return self.__age

    @age.setter
```

```

    def age(self, age):
        if age in range(1, 100):
            self.__age = age
        else:
            print("Недопустимый возраст")

    def display_info(self):
        print("Имя:", self.__name, "\tВозраст:", self.__age)

tom = Person("Tom", 23)
print(tom)

```

При запуске программа выведет что-то наподобие следующего:

```
<__main__.Person object at 0x0000017D2BEBDCF8>
```

Это не очень информативная информация об объекте. Теперь определим в классе *Person* метод `__str__`:

```

class Person:
    def __init__(self, name, age):
        self.__name = name # устанавливаем имя
        self.__age = age # устанавливаем возраст

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    @property
    def age(self):
        return self.__age

    @age.setter
    def age(self, age):
        if age in range(1, 100):
            self.__age = age
        else:
            print("Недопустимый возраст")

    def display_info(self):
        print(self.__str__())

    def __str__(self):
        return "Имя: {} \t Возраст: {}".format(self.__name, self.__age)

tom = Person("Tom", 23)
print(tom)

```

Метод `__str__()` должен возвращать строку. И в данном случае мы возвращаем базовую информацию о человеке. И теперь консольный вывод будет другим:

Имя: Tom      Возраст: 23

## Задания

### Общее задание

1. Изучите теорию и ответьте на вопросы по теме лабораторной работы.
2. Необходимо проверять корректность вводимых данных и выводить соответствующие сообщения об ошибках.
3. Создать класс с полями, указанными в индивидуальном задании.
4. Реализовать в классе методы:
  - a. конструктор по умолчанию;
  - b. деструктор для освобождения памяти (с сообщением об уничтожении объекта);
  - c. функции обработки данных, указанные в индивидуальном задании;
  - d. функцию формирования строки информации об объекте.
5. Создать проект для демонстрации работы: сформировать объекты со значениями-константами и с введенными с клавиатуры значениями полей объекта. В основной ветке программы создайте три объекта класса. Вывести результаты работы на экран.
6. На основании предложенной предметной области спроектировать 3-4 класса, используя механизм наследования. Для каждого класса использовать отдельный модуль.
7. Предусмотреть у класса наличие полей, методов и свойств. Названия членов класса должны быть осмысленны и снабжены комментариями
8. Один из наследников должен перегружать метод родителя.
9. Один из классов должен содержать виртуальный метод, который переопределяется в одном наследнике и не переопределяется в другом.
10. Продемонстрировать работу всех объявленных методов.
11. Продемонстрировать вызов конструктора родительского класса при наследовании.

$$\text{№ Варианта} = (\text{№ПК} + 1) \% 19 + 1$$

### Дополнительное задание

Дополнительное задание выдается преподавателем на лабораторном занятии №4

### Варианты

№	Класс-родитель и его поля	Функция-метод 1 обработки данных	Функция-метод 2 обработки данных
1	<b>Дата</b> (три числа): день, месяц, год	Определить, является ли год високосным (кратным 4)	Увеличить дату на 5 дней
2	<b>Работник</b> : фамилия, оклад, год поступления на работу	Вычислить стаж работы работника на данном предприятии	Сколько дней прошло после года поступления на работу
3	<b>Книга</b> : название, количество страниц, цена	Вычислить среднюю стоимость одной страницы	Увеличить цену книги в два раза, если название начинается со слова «Программирование»
4	<b>Время</b> (три числа): часы, минуты, секунды	Вычислить количество полных минут в указанном времени	Уменьшить время на 10 минут
5	<b>Товар</b> : наименование, цена, год выпуска	Определить, сколько лет назад был выпущен товар	Увеличить цену товара на 20%, если в наименовании товара есть слово «TV»
6	<b>Дата</b> (три числа): день, месяц, год	Увеличить год на 1	Уменьшить дату на 2 дня
7	<b>Работник</b> : фамилия, оклад, дата рождения	Вычислить возраст работника	Сколько календарных дней до исполнения работнику 50 лет



№	Класс-родитель и его поля	Функция-метод 1 обработки данных	Функция-метод 2 обработки данных
8	<b>Книга:</b> название, количество страниц, цена	Вычислить, сколько лет книге	Количество дней, прошедших после года издания книги
9	<b>Время</b> (три числа): часы, минуты, секунды	Вычислить количество секунд в указанном времени	Увеличить время на 5 секунд
10	<b>Работник:</b> фамилия, должность, оклад	Увеличить оклад на 15% (каждому работнику)	Работникам, у которых фамилия начинается с сочетания букв «Иван», присвоить должность «инженер».
11	<b>Книга:</b> название, количество страниц, цена	Увеличить количество страниц на 10	Уменьшить цену в два раза, если количество страниц больше 100 (после увеличения)
12	<b>Дата</b> (три числа): день, месяц, год	Определить, совпадают ли номер месяца и число дня	Увеличить дату на один месяц
13	<b>Товар:</b> наименование, цена в рублях, изготовитель	Пересчитать цену товара в евро	Увеличить цену товара в евро, если название товара содержит слово «Samsung».
14	<b>Время</b> (три числа): часы, минуты, секунды	Определить количество минут до полуночи (24:00:00)	Увеличить время 100 минут
15	<b>Правильная дробь:</b> числитель, знаменатель	Выразить значение дроби в процентах	Найти сумму цифр значения знаменателя
16	<b>Комната:</b> длина, ширина, высота (в метрах)	Площадь стен (вместе с окнами и дверьми)	Площадь стен без окна (размер 2×15 м) и двери (размер 2 ×8 м).

№	Класс-родитель и его поля	Функция-метод 1 обработки данных	Функция-метод 2 обработки данных
17	<b>Комплексное число:</b> действительная (a1) и мнимая (b1) части числа	Вычислить модуль комплексного числа	Вычислить аргумент комплексного числа в градусах
18	<b>Координаты изображения прямоугольника:</b> x1, y1, x2, y2	Вычислить площадь прямоугольника в пикселях	Вычислить длину диагонали прямоугольника в пикселях
19	<b>Параллелепипед:</b> длины сторон	Вычислить площадь поверхности	Вычислить объем параллелепипеда