



Лабораторная работа #3 (13)

Python и ООП. Скрытие реализации (инкапсуляция)



© 2015-2016. Department: Software of Computer Technology
and Automated Systems, FITR BNTU
by Viktor Ivanchenko

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА #3

Python и ООП. Соккрытие реализации (инкапсуляция)

Цель работы

Изучить механизмы и способы соккрытия реализации, а также научиться отделять внутреннее представление объекта (класса, модуля, пакета) от внешнего (интерфейса) на примере проектирования и реализации ООП-программ в Python.

Основное задание

Произвести рефакторинг программной системы, созданной в предыдущей лабораторной работе, следующим образом:

- ✓ объекты системы (бизнес объекты), созданные на базе соответствующих классов предметной области, скрывали свою реализацию и предоставляли только внешний интерфейс для взаимодействия с ними (реализовать инкапсуляцию данных и поведения);
- ✓ объекты содержали свойства: только для чтения, для чтения и записи, только для записи – при необходимости (определяется предметной областью);
- ✓ классы системы содержали конструктор `__init__()` для первоначальной инициализации состояния объектов;
- ✓ классы системы содержали метод `__str__()`, который служит для автоматического строкового представления состояния объекта, на который указывает ссылочная переменная;
- ✓ классы содержали собственные атрибуты и статические методы, которые актуальны для всего класса в целом, а не отдельного экземпляра.

Требования к выполнению

- 1) Программа должна обязательно быть снабжена комментариями на английском языке, в которых необходимо указать краткое предназначение программы, номер лабораторной работы и её название, версию программы, ФИО разработчика, номер группы и дату разработки.
- 2) Исходный текст классов и демонстрационной программы рекомендуется снабжать комментариями.
- 3) В отчёте **ОБЯЗАТЕЛЬНО** привести UML-диаграмму классов, которая демонстрирует классы и объекты приложения, их атрибуты и методы, а также взаимосвязь между ними.
- 4) Каждый класс необходимо разместить в отдельном модуле, который затем подключается в другом модуле, где происходит создание объекта данного класса и его использование.
- 5) При проектировании классов необходимо придерживаться принципа единственной ответственности (Single Responsibility Principle), т.е. классы должны проектироваться и реализовываться таким образом, чтобы они были менее завязаны с другими классами при своей работе – они должны быть самодостаточными.
- 6) Программа для демонстрации работоспособности разработанных классов должна быть снабжена дружелюбным и интуитивно понятным интерфейсом.

Best of LUCK with it, and remember to HAVE FUN while you're learning :)
Victor Ivanchenko



Что нужно запомнить (краткие тезисы)

1. **Инкапсуляция (encapsulation)** – это соккрытие реализации класса и отделение его внутреннего представления от внешнего (интерфейса). При использовании ООП не принято использовать прямой доступ к состоянию какого-либо класса их методов других классов.
2. **Очень важно!** Все объекты системы должны взаимодействовать как **чёрные ящики**. У каждого объекта (компонента) системы должен быть свой личный открытый интерфейс, посредством которого он общается (взаимодействует) с другими объектами системы, а вся его внутренняя реализация скрыта.
3. **Преимущества инкапсуляции:**
 - можно легко вносить изменения или менять внутреннюю логику отдельного класса, не меняя код остальных компонентов системы;
 - обеспечивает согласованность и целостность данных какого-нибудь объекта или класса в целом;
 - гораздо проще контролировать корректные значения полей путём полного контроля над входящими и исходящими данными;
 - не составит труда изменить способ хранения данных объекта (если информация станет храниться не в памяти, а в долговременном хранилище, такой как файловая система или база данных, то потребуется изменить лишь ряд методов одного класса, а не вводить эту функциональность во все части системы;
 - облегчает поиск ошибок, а также программный код легче отлаживать (для того, чтобы узнать, в какой момент времени и кто изменил свойство интересующего объекта, достаточно добавить вывод отладочной информации в тот метод объекта, посредством которого осуществляется доступ к состоянию этого объекта.
4. **Недостатки инкапсуляции:**
 - сложность исправлять ошибки сторонних библиотек;
 - снижается скорость работы приложения.

5. В языке Python в классе можно описать несколько типов методов:
 - **динамические методы** (обычно вызываются на ссылочных переменных, т.е. на экземплярах класса, но могут быть вызваны и непосредственно на ссылке класса);
 - **статические методы** и **методы класса** (обычно вызываются на ссылке класса, но могут вызываться и через ссылочную переменную);
 - **обычные функции** (вызываются только на ссылке класса).
6. Динамический метод используется в тех случаях, если его реализация на прямую или косвенно связано с состоянием объекта и их правильный вызов должен происходить на ссылочной переменной, т.е. на самом экземпляре.
7. Статические методы описывают общий функционал, который никак не связан с состоянием объекта, т.е. в метод не используется никакого обращения к полям объекта, а следовательно, для вызова такого метода и его нормального выполнения

Пример выполнения задания

Произведём рефакторинг программной системы «Университет» («University»), которая была создана на предыдущей лабораторной работе.

Пункты решения поставленной задачи:

- 1) Инкапсулируем (скроем) состояние (характеристики) будущих объектов классов *Teacher* и *Student*. Доступ к ним предоставим через специальные методы (или свойства), а также, где это необходимо, добавим в них логику, которая предотвращает присвоение противоречивых значений объектам, т.е. защитим объекты от присвоения им неверных данных (см. рис. 1 и 2).

```

import random
from student import Student

class Teacher:
    """class define teacher's information and logic"""

    def __init__(self, name, experience=1):
        self.__name = name
        self.__experience = experience

    def get_name(self):
        return self.__name

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

    def get_experience(self):
        return self.__experience

    def set_experience(self, experience):
        if experience >= 0:
            self.__experience = experience

    def __str__(self):
        return (self.__name + "("
                + str(self.__experience) + ")")

    def grade(self, list_of_student):
        MIN_MARK = 4
        MAX_MARK = (100 - self.__experience) // 10
        for st in list_of_student:
            if isinstance(st, Student):
                st.mark = random.randint(MIN_MARK, MAX_MARK)

```

Чтобы сделать поля объекта скрытыми, необходимо каждое из полей предварить двумя знаками нижнего подчёркивания!

Динамические методы для чтения и записи атрибута `__name` будущих объектов класса

Динамические методы для записи атрибута `experience` будущих объектов класса с проверкой на присвоение непротиворечивых данных

Переопределённый метод базового класса для вывода строкового эквивалента состояния объекта «Преподаватель»

Рисунок 1 – Обновлённый исходный код класса *Teacher*

```

import datetime

class Student:
    """ class defines student's information """

    def __init__(self, name, birthday, mark=0):
        self.__name = name
        self.__mark = mark
        self.set_birthday(birthday)

    def get_name(self):
        return self.__name

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

    def get_birthday(self):
        return self.__birthday

    def set_birthday(self, birthday):
        if isinstance(birthday, str):
            lst = birthday.split(sep='.')
            self.__birthday = datetime.date(year=int(lst[0]),
                                             month=int(lst[1]),
                                             day=int(lst[2]))

    def get_mark(self):
        return self.__mark

    def set_mark(self, mark):
        if 0 <= mark <= 10:
            self.__mark = mark

    @property
    def age(self):
        age = datetime.date.today().year - self.__birthday.year

        if (datetime.date.today().month < self.__birthday.month or
            datetime.date.today().day < self.__birthday.day and
            datetime.date.today().month == self.__birthday.month):
            age -= 1

        return age

    def __str__(self):
        return (self.__name +
                "(birthday = " + str(self.__birthday) +
                ", age = " + str(self.age) +
                ", mark = " + str(self.__mark) + ")")

```

Чтобы сделать поля объекта скрытыми, необходимо каждое из полей предварить двумя знаками нижнего подчёркивания!

Динамические методы для чтения и записи атрибута `__name` будущих объектов класса

Динамический метод для записи даты рождения с небольшой проверкой и преобразованием строки в объект типа `date` из стандартного модуля `datetime`

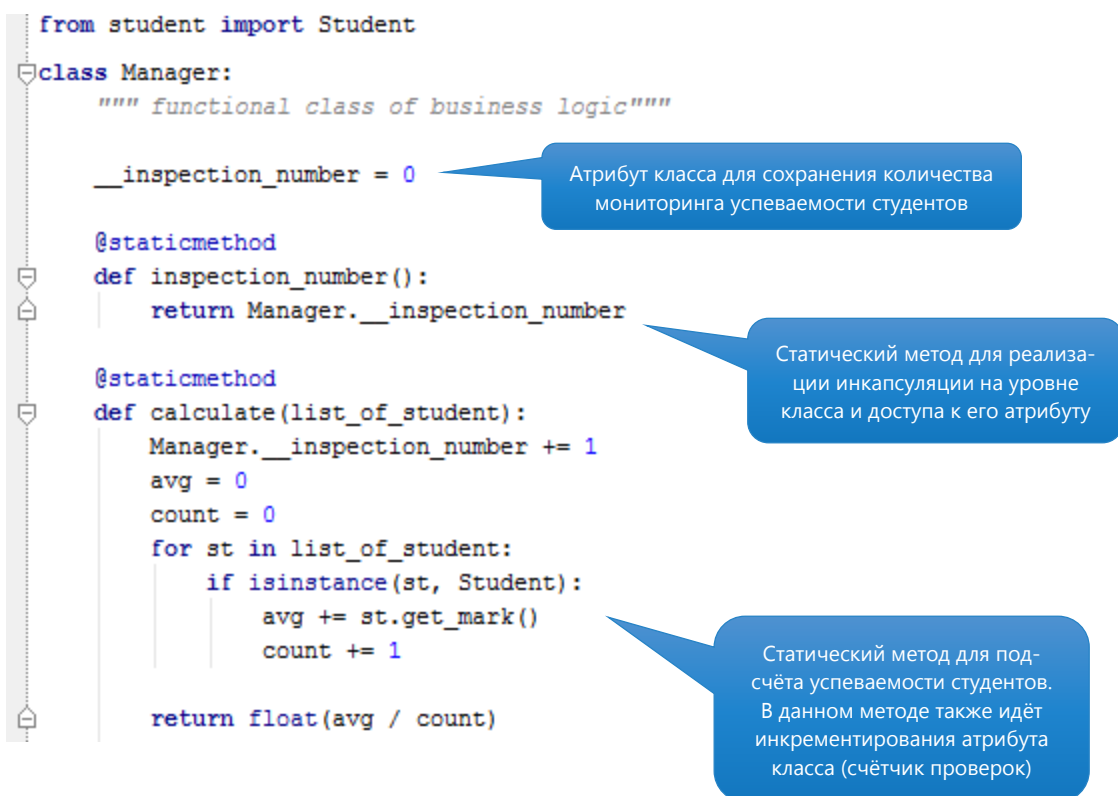
Динамический метод для записи значения атрибута `mark` будущих объектов класса с проверкой на присвоение непротиворечивых данных

Свойство «только для чтения», которое высчитывает возраст студента

Переопределённый метод базового класса для вывода строкового эквивалента состояния объекта «Студент»

Рисунок 2 – Обновлённый исходный код класса-сущности *Student*

- 2) Дополнительно введём в класс *Student* новое поле «*birthday*» (*дата рождения*), а вместо поля «*age*» (*возраст*) создадим свойство «только для чтения», которое будет вычислять возраст студента на базе текущей даты и даты рождения студента. Для вычисления возраста студента воспользуемся встроенным типом ***date***, который описан в стандартном модуле ***datetime*** (см. рис. 2).
- 3) Т.к. поведение (действие), которое сосредоточено (описано) в функциональных классах *God* и *Manager* никак не зависит от состояния объектов данных классов, то вынесем данное поведение в статические методы соответствующих классов (см. рис. 3 и 4).
- 4) Для демонстрации использования **атрибутов** самого **класса** в классе *Manager* введём специальную переменную, в которой будет храниться информация о том, сколько раз осуществлялся мониторинг успеваемости студентов, а для того, чтобы можно было прочитать её, опишем в данном классе ещё один статический метод (см. рис. 4).

Рисунок 3 – Обновлённый исходный код функционального класса *Manager*


```

import random
from student import Student

class God:
    """ functional class for working with list of students """

    START_ALPHABET_WITH_UPPER_LETTER = 65
    END_ALPHABET_WITH_UPPER_LETTER = 91

    @staticmethod
    def create(count):
        names = ["Alexander", "Pavel", "Artyom", "Michael",
                 "Olya", "Nastya", "Kirill", "Stas", "Nikita",
                 "Oleg", "Max", "Ilya", "Sergey", "Alexey"]

        list_of_student = []

        for i in range(count + 1):
            name = random.choice(names)

            name += " " + chr(random.randint(
                God.START_ALPHABET_WITH_UPPER_LETTER,
                God.END_ALPHABET_WITH_UPPER_LETTER)) + "."

            age = random.randint(17, 19)

            student = Student(name, age)

            list_of_student.append(student)

        return list_of_student

    @staticmethod
    def convert_to_string(list_of_student):
        string = "List of student:\n"

        for student in list_of_student:
            if isinstance(student, Student):
                string += str(student) + "\n"

        return string

```

Статический метод для создания списка студентов. Данный метод можно теперь вызывать на самом классе без создания объекта (экземпляра) данного класса

Статический метод для формирования строкового представления списка студентов

При вызове строенной функции `str()` на ссылочной переменной `student` будет неявно вызываться метод `__str__()`, который был описан в классе `Student`

Рисунок 4 – Обновлённый исходный код утилитного (дополнительного) класса `God`

- 5) Также в классах `Student` и `Teacher` произвели замену соответствующих методов вывода информации об объекте на специальный **переопределяемый** метод `__str__(self)`, который мы наследуем по умолчанию от базового класса **object**. Данный метод будет вызываться автоматически на ссылке соответствующих объектов классов, когда требуется их строковый эквивалент (см. рис. 1 и 2).
- 6) Общая UML-диаграмма классов программной реализации системы заданной предметной (проблемной) области «University» приведена ниже на рисунке 5.

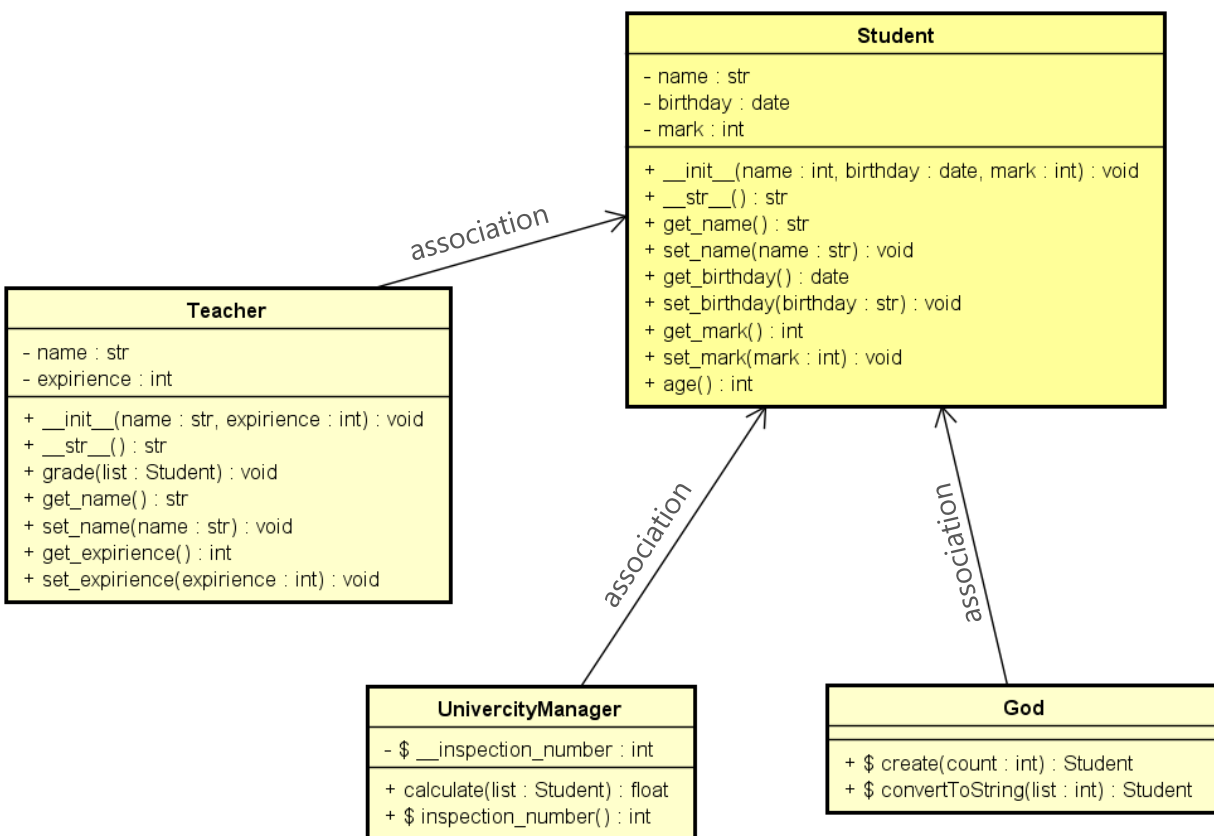


Рисунок 5 – Обновлённая UML-диаграмма классов заданной предметной (проблемной) области «University»

- 7) Для тестирования разработанной модели поведения системы создадим ещё один модуль `main` (см. рис. 6). В нём опишем функцию `main()`, в которой смоделируем поведения нашей системы в целом. Результат работы функции представлен на рисунке 7.

```
from god import God
from teacher import Teacher
from manager import Manager

def main():

    #генерируем список из десяти студентов
    students_list = God.create(10)

    #выводи список студентов на консоль
    print(God.convert_to_string(students_list))

    # создаём объект-преподаватель
    teacher = Teacher("Victor Victorovich")

    # эмулируем процесс выставления оценок за первый семестр
    term_process(teacher, students_list)

    # эмулируем процесс выставления оценок за второй семестр
    term_process(teacher, students_list)

    print("\nNumber of assessment of academic progress: " + str(Manager.inspection_number()))

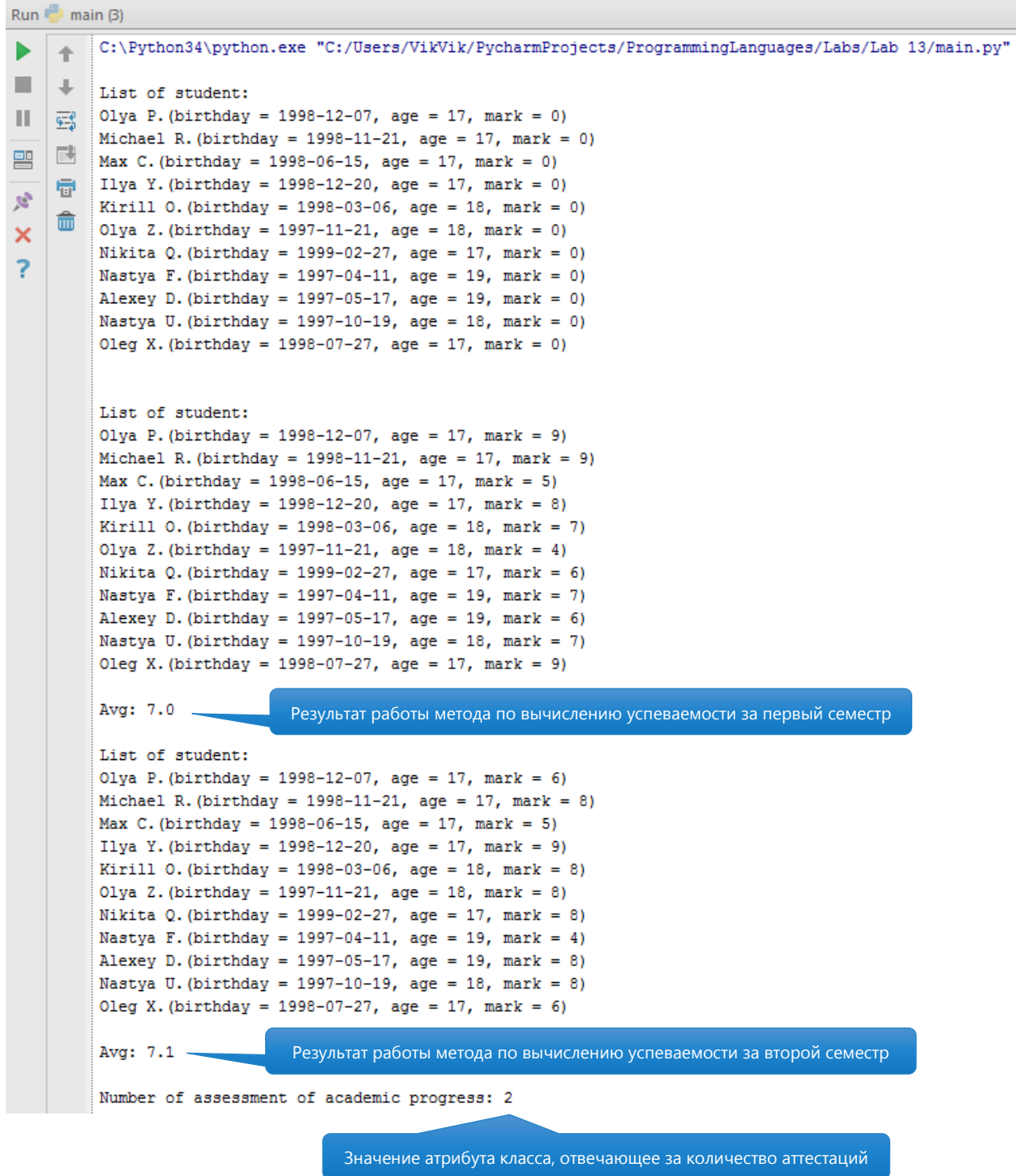
def term_process(teacher, students_list):
    teacher.grade(students_list)

    print(God.convert_to_string(students_list))

    avg = Manager.calculate(students_list)
    print("Avg: %.1f" % avg)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Рисунок 6 – Обновлённый стартовый (тестовый) модуль main



```

Run main (3)
C:\Python34\python.exe "C:/Users/VikVik/PycharmProjects/ProgrammingLanguages/Labs/Lab 13/main.py"

List of student:
Olya P.(birthday = 1998-12-07, age = 17, mark = 0)
Michael R.(birthday = 1998-11-21, age = 17, mark = 0)
Max C.(birthday = 1998-06-15, age = 17, mark = 0)
Ilya Y.(birthday = 1998-12-20, age = 17, mark = 0)
Kirill O.(birthday = 1998-03-06, age = 18, mark = 0)
Olya Z.(birthday = 1997-11-21, age = 18, mark = 0)
Nikita Q.(birthday = 1999-02-27, age = 17, mark = 0)
Nastya F.(birthday = 1997-04-11, age = 19, mark = 0)
Alexey D.(birthday = 1997-05-17, age = 19, mark = 0)
Nastya U.(birthday = 1997-10-19, age = 18, mark = 0)
Oleg X.(birthday = 1998-07-27, age = 17, mark = 0)

List of student:
Olya P.(birthday = 1998-12-07, age = 17, mark = 9)
Michael R.(birthday = 1998-11-21, age = 17, mark = 9)
Max C.(birthday = 1998-06-15, age = 17, mark = 5)
Ilya Y.(birthday = 1998-12-20, age = 17, mark = 8)
Kirill O.(birthday = 1998-03-06, age = 18, mark = 7)
Olya Z.(birthday = 1997-11-21, age = 18, mark = 4)
Nikita Q.(birthday = 1999-02-27, age = 17, mark = 6)
Nastya F.(birthday = 1997-04-11, age = 19, mark = 7)
Alexey D.(birthday = 1997-05-17, age = 19, mark = 6)
Nastya U.(birthday = 1997-10-19, age = 18, mark = 7)
Oleg X.(birthday = 1998-07-27, age = 17, mark = 9)

Avg: 7.0
Result of the method work by calculation of the average mark for the first semester

List of student:
Olya P.(birthday = 1998-12-07, age = 17, mark = 6)
Michael R.(birthday = 1998-11-21, age = 17, mark = 8)
Max C.(birthday = 1998-06-15, age = 17, mark = 5)
Ilya Y.(birthday = 1998-12-20, age = 17, mark = 9)
Kirill O.(birthday = 1998-03-06, age = 18, mark = 8)
Olya Z.(birthday = 1997-11-21, age = 18, mark = 8)
Nikita Q.(birthday = 1999-02-27, age = 17, mark = 8)
Nastya F.(birthday = 1997-04-11, age = 19, mark = 4)
Alexey D.(birthday = 1997-05-17, age = 19, mark = 8)
Nastya U.(birthday = 1997-10-19, age = 18, mark = 8)
Oleg X.(birthday = 1998-07-27, age = 17, mark = 6)

Avg: 7.1
Result of the method work by calculation of the average mark for the second semester

Number of assessment of academic progress: 2
Value of the class attribute, responsible for the number of assessments

```

Рисунок 7 – Результат тестирования работы программной системы «Университет»

Контрольные вопросы

1. Зачем нужна инкапсуляция? Назовите главный козырь инкапсуляции.
2. Где Вы в реальной жизни встречаете инкапсуляцию и на что она влияет?
3. Является ли инкапсуляция только прерогативой ООП или где-то она уже Вам встречалась при получении опыта программирования?
4. Какими средствами обычно обеспечивается инкапсуляция в ООП мире?
5. Как в Python реализуется инкапсуляция на уровне синтаксиса языка и на уровне методологии программирования?
6. Преимущества и недостатки использования инкапсуляции?
7. Что такое свойства в Python? Как реализовать свойства «только для чтения»? А как реализовать свойство «только для записи»?
8. Что такое атрибуты класса?
9. Зачем нужны статические методы и как их реализовать в Python?
10. В чём концептуальная разница между разными типами методов и функций, которые можно описать внутри класса? Приведите примеры.