Оглавление

Неделя 1

Тестирование и отладка программ

1.1 Знакомство с курсом

Структура курса:

- Неделя 1
  - Культура программирования;
  - Проектирование «сверху-вниз»;
  - Программирование по контракту;
  - Тестирование.
- Неделя 2
  - Объектно-ориентированное мышление;
  - UML-диаграммы.
- Неделя 3
  - Паттерны проектирования;
  - «Декоратор», «Адаптер», «Наблюдатель».
- Неделя 4
  - Паттерн «Цепочка обязанностей»;
  - Паттерн «Абстрактная фабрика»;
  - Конфигурация программ.
- Неделя 5
  - Курсовой проект.

1.2 Структурное программирование

1.2.1 Профессионализм в программировании

Профессиональный программист отличается от любителя тем, что он:

- адекватно оценивает:
  - срок создания программного продукта;
  - необходимые для этого ресурсы.
- хорошо планирует:
  - архитектуру программного продукта;
  - последовательность разработки.
- выполняет работу качественно:
  - ПО надёжно функционирует;
  - программный код легко читать и сопровождать.

Классический процесс это каскадная модель разработки ПО (**Waterfall**):

1. Анализ требований к ПО
2. Разработка архитектуры программы
3. Кодирование
4. Тестирование и отладка
5. Инсталляция и поддержка

Проектирование архитектуры программы помогает понять, что именно надо делать и когда. Профессиональному программисту важно:

- Знать парадигмы программирования:
  - Структурная парадигма (движение «сверху-вниз»);
  - Модульная парадигма (разбиение программы на модули);
  - Объектно-ориентированное проектирование.
- Использовать готовые архитектурные решения - паттерны;
- Уметь визуализировать дизайн программы.

Читабельность кода (**readability**) очень важна, ведь она даёт возможность быстро понимать смысл исходного текста, лучше видеть ошибки, увереннее модифицировать код и уменьшить объём внутренней документации.
Важно и качество работы программы. Она должна делать то, что заявлено в техническом задании (ТЗ) без ошибок и быстро.

1.2.2 Культура программирования

Код читается намного больше раз, чем пишется и поэтому критически важна «читабельность» программного кода. Для этого в Python существует универсальный стиль кода **PEP 8**:

1. Внешний вид кода:
   - Кодировка для файла исходного текста только юникод т.е. **UTF-8**. А идентификаторы, переменные, функции и комментарии **ASCII**;
   - Никогда не смешивать табуляции и пробелы;
   - Желательно 4 пробела на один уровень отступа;
   - Ограничить максимальную длину строки 79-ю символами (для этого можно использовать уже имеющиеся скобки или обратный слэш). Перенос строки делать строго после бинарного оператора.
2. Пробелы в выражениях и инструкциях
   - Окружайте ровно одним пробелом с каждой стороны:
     - операторы присваивания ($=, +=, -=$ и т.п.);
     - операторы сравнения ($==, <, >, !=, <=, >=, in, not\ in, is, is\ not$);
     - логические операторы (and, or, not).
   - Ставьте пробелы вокруг арифметических операций
   - Избегать пробелов:
     - Сразу после или перед скобками $(), [], \{\}$;
     - Перед запятой, точкой с запятой, двоеточием;
     - Перед открывающейся скобкой при вызове функций или скобкой, после которой следует индекс или срез.
3. Пустые строки
   - Используйте пустые строки, чтобы отделить друг от друга логические части функции;
   - Отделять одной пустой строкой определения методов внутри класса;
   - Функции верхнего уровня и определения классов отделять двумя пустыми строчками.
4. Комментарии
   - Не объясняйте очевидное и обновляйте комментарии вместе с кодом;

- Блок комментариев обычно объясняет код, идущий *после* блока, и должен иметь тот же отступ, что и код;
- «Встрочные» комментарии отделяйте хотя бы двумя пробелами от инструкции и начинайте их с символа # и одного пробела;
- Там, где это возможно, вместо комментариев используйте документ-строки;
- Пишите комментарии на грамотном английском языке. Первое слово с большой буквы и в конце ставьте точку. Предложения отделяйте двумя пробелами.

1.2.3 Выбор идентификаторов

Соглашение об именах:

- Модуль (или пакет) должен называться коротко, записываться маленькими буквами и без подчёркиваний. Например, **mymodule**;
- Классы и исключения называются несколькими словами слитно, каждое из которых с большой буквы. Например, **UserClassName**;
- Функции, переменные и методы записываются несколькими словами с маленькой буквы, через знак подчёркивания. Например, **function_name**;
- Иногда функции называют так: **notDesiredFunctionName**, но первая буква - маленькая;
- Глобальные константы пишутся заглавными буквами через подчёркивание: **GLOBAL_CONSTANT**.

Использование символа подчёркивания:

- В начале — функция для внутренних нужд: **_internal_function**;
- В конце — избегание конфликта с зарезервированным словом: **reserve_**;
- Два подчёркивания в начале — скрываемая функция или атрибут: **__hidden**;
- Два в начале, два в конце — функция с особым использованием (согласно документации). **__magic_method__**.

Глобальные переменные:

- Это плохой стиль. Их надо избегать везде, где возможно;
- Поведение функций начинает зависеть от неявно заданных обстоятельств;
- Мешают распараллеливать код.

Рассмотрим пример использования PEP 8:

```
class MyClass:
    """
    Use PEP 8 to be a Master of Code!
    """
    def __init__(self, class_):
        self._internal = class_
    def public_method(self, x: int):
        """
        some document string here
        """
        if x > 0:
            return x + 1
    return x
```

Видим, что здесь соблюдаются все вышеперечисленные рекомендации. Замечания:

- В случае конфликта стилей, если имя — часть API, то оно должно быть согласовано со стилем кода интерфейса, а не реализации;
- Имена должны содержать только символы ASCII и означать только английские слова;
- Имена должны отражать смысл объекта.

Краткая версия PEP 8 на русском
Полная версия PEP 8 на английском языке

1.2.4 Структурное программирование

Структурное программирование — это методология, облегчающая создание больших программ. У начинающих программистов проблема в том, что они сконцентрированы на синтаксисе языка. А методология это то, что помогает приподняться над синтаксисом. Рассмотрим аналогию с водителями:

Начинающий водитель думает о мелких технических моментах:

- Как не врезаться?
- Разрешён ли обгон?
- Можно ли тут останавливаться?

Опытный водитель задаёт глобальные вопросы:

- Какая цель у поездки?
- Каков оптимальный маршрут?
- Как объехать нужные места?

Аналогично, начинающий программист думает о синтаксисе и деталях. Может быть, этот кусок программы вообще не надо писать.

Опытные программисты думают о безопасности, комфорте и надежности.
Принципы структурного программирования:

- Откажитесь от использования goto;
- Стройте программу из вложенных конструкций: последовательность, ветвление, циклы;
- Оформляйте повторяющиеся фрагменты программы в виде функций;
- Разработка программы ведётся пошагово, методом «сверху вниз».

1.2.5 Проектирование приложения «сверху вниз»

Главная задача разработки сверху вниз состоит в том, чтобы управлять концентрацией внимания программиста. Чтобы не теряться в большом количестве программного кода и разбить исходную задачу на подзадачи.

Рассмотрим проектирование приложения «сверху вниз» на примере создания графического приложения с библиотекой графики Джона Зелли. Импортируем библиотеку graphics. Напишем функцию main и пропишем краткое рисование окна

```
import graphics as gr #импорт библиотеки

def main():
    window = gr.GraphWin("My Image", 600, 600)
    draw_image(window)  # здесь должно быть содержимое
    window.getMouse()

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

Пишем в нём вызов функции draw_image(), в которой всё будет отрисовываться. И в этот момент можно пойти по неправильному пути — сразу начать реализовывать эти функции. А подход «сверху вниз» говорит нам выделять подзадачи и отбрасывать их (реализовать позднее). Поскольку функции нет, то интерпретатор не даст нам запустить программу. Внутри функции draw_image() не нужно задумываться как устроено окно window. Поэтому мы прописываем её заготовку:

```
def draw_image(window):
    pass    # TODO
```

И в этом состоянии программа уже может быть запущена и мы увидим окошко. Теперь будем её прописывать из соображения, что пейзаж будет состоять из фона и домика. Мы делегируем выполнение двух подзадач в отдельные функции. Это и называется **декомпозицией**:

```
def draw_image(window):
    house_x, house_y = window.width // 2, \
```

```
                        window.height * 2 // 3
    house_width = window.width // 3
    house_height = house_width * 4 // 3

    draw_background(window)
    draw_house(window, house_x, house_y,
               house_width, house_height)
```

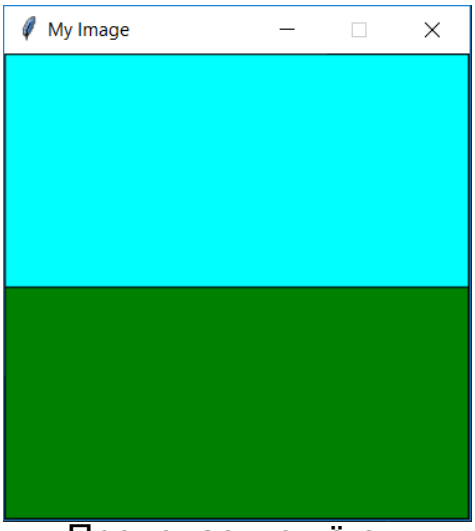
В данном случае названия функций говорят сами за себя, но старайтесь везде писать документ строки. Мы параметризовали рисование домика. И чтобы всё снова запускалось, пропишем функции-заглушки:

```
def draw_background(window):
    pass    # TODO
def draw_house(window, house_x, house_y,
               house_width, house_height):
    pass    # TODO
```

Такие функции-заглушки (и документ-строки к ним) надо прописывать в моменты концентрации, до отхода от компьютера. Всё снова будет работать и мы в любой момент можем их заполнить.

Теперь реализуем функции и посмотрим на результат.

```
def draw_background(window):
    earth = gr.Rectangle(gr.Point(0, window.height // 2),
                         gr.Point(window.width - 1,
                         window.height - 1))
    earth.setFill("green")
    earth.draw(window)
    sci = gr.Rectangle(gr.Point(0, 0),
    gr.Point(window.width - 1, window.height // 2))
    sci.setFill("cyan")
    sci.draw(window)
```



Запустив программу видим, нарисованный фон, потому что эта функция уже вызвана. При движении снизу вверх мы бы вначале написали эту функцию, а потом бы придумывали, как ее использовать. Аналогия: можно делать велосипед, начиная с деталей, но не продумав, как их собирать. А мы делаем, спускаясь сверху вниз. Сначала вызвали функцию и поставили на неё заглушку, а потом, спустившись вниз, сделали бэкграунд чтобы он отвечал требованию — залить всё окно.

Проделаем ещё одну итерацию проектирования «сверху вниз» на функции рисования домика. Дом будет состоять из трёх частей: цоколь, стены и крыша. Это и будут три подзадачи. В начале пишем:

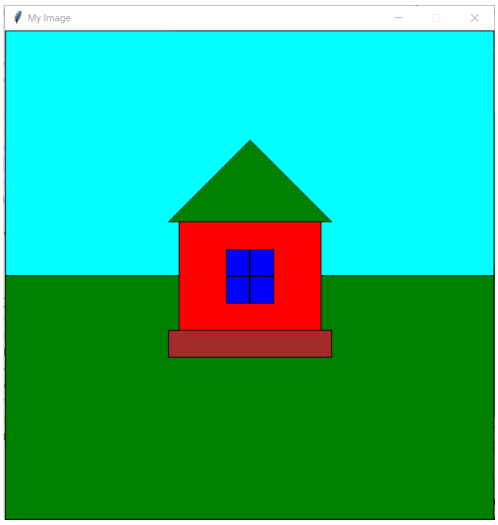
```
def draw_house(window, x, y, width, height):

    foundation_height = height // 8
    walls_height = height // 2
    walls_width = 7 * width // 8
    roof_height = height - walls_height - \
                  foundation_height

    draw_house_foundation(window, x, y, width,
                          foundation_height)
    draw_house_walls(window, x, y - foundation_height,
                     walls_width, walls_height)
    draw_house_roof(window, x,
                    y - foundation_height - walls_height,
                    width, roof_height)

# обязательно создаём функции-заглушки перед переключением
def draw_house_foundation(window, x, y, width, height):
    pass # TODO

def draw_house_walls(window, x, y, width, height):
    pass # TODO

def draw_house_window(window, x, y, width, height):
    pass # TODO
```

У нас есть три функции с прописанным интерфейсом. Мы можем делегиро-

вать их реализацию трём программистам, чтобы они независимо реализовывали каждый свою функцию. А потом всё сливается в репозиторий и работает. Каждый из них может выполнить работу как хочет, но соблюдая контракт. Итоговая реализация функций независимо друг от друга:

```
def draw_house_foundation(window, x, y, width, height):

    foundation = gr.Rectangle(gr.Point(x - width // 2,y),
                              gr.Point(x + width // 2,
                                       y - height))
    foundation.setFill("brown")
    foundation.draw(window)


def draw_house_walls(window, x, y, width, height):
    walls = gr.Rectangle(gr.Point(x - width // 2, y),
                         gr.Point(x + width // 2,
                                  y - height))
    walls.setFill("red")
    walls.draw(window)
    draw_house_window(window, x, y - height // 4,
                      width // 3, height // 2)



def draw_house_window(window, x, y, width, height):
    glass = gr.Rectangle(gr.Point(x - width // 2, y),
                         gr.Point(x + width // 2,
                                  y - height))
    glass.setFill("blue")
    line1 = gr.Line(gr.Point(x, y),
                    gr.Point(x, y - height))
    line2 = gr.Line(gr.Point(x - width // 2,
                             y - height // 2),
                    gr.Point(x + width // 2,
                             y - height // 2))
    glass.draw(window)
    line1.draw(window)
    line2.draw(window)
    line1.setOutline("black")
    line2.setOutline("black")
    line1.setWidth(2)
    line2.setWidth(2)
```

```
def draw_house_roof(window, x, y, width, height):
    roof = gr.Polygon(gr.Point(x - width // 2, y),
                      gr.Point(x + width // 2, y),
                      gr.Point(x, y - height))
    roof.setFill("green")
    roof.draw(window)
```



Итоговый код программы

Таким образом, мы получили готовый домик с окошком и крышей. Структурное программирование прекрасно ложится на групповую работу программистов, когда подзадача делегирована. И она не просто делегирована в отдельную функцию, она еще и передана конкретному программисту, который может рисовать окно как угодно, но не вылезая за x и y. Это очень удобно с точки зрения дальнейшей модификации и работы — если захочется нарисовать ещё три таких домика, можно просто из главной функции сделать пару вызовов с другими параметрами.

1.3 Тестирование и отладка

1.3.1 Зачем нужно тестировать программу

Обратная связь — это данные, которые с выхода поступают на вход. Её типы:

- Положительная обратная связь усиливает сигнал на выходе. В случае разработки это:
  - положительные отзывы конечных пользователей;
  - запросы пользователей на новую функциональность;
  - увеличение объема продаж.
- Отрицательная обратная связь гасит сигнал
  - негативные отзывы конечных пользователей;
  - отсутствие интереса к программному продукту;
  - падение объёма продаж.

К сожалению, отрицательная обратная связь обычно поступает слишком поздно. Тут-то и нужен **тестировщик —** человек, который даёт участникам проекта по разработке ПО отрицательную обратную связь о качестве программного продукта на самой ранней стадии, когда ещё не поздно всё исправить.

Тестирование (Quality Control) — это проверка соответствия между реальным и ожидаемым поведением программы, которая проводится на конечном наборе специально выбранных тестов.

Обязанности тестировщика:

- находить дефекты («баги»);
- вносить описание найденного дефекта в систему отслеживания ошибок (Bug tracking system);
- описывать способы воспроизведения ошибок;
- создавать отчёты о тестировании для каждой версии продукта;
- (дополнительно) читать и исправлять документацию;
- (дополнительно) анализировать и уточнять требования к программе;
- (дополнительно) создавать ПО для автоматизации процесса тестирования.

Главный результат работы тестировщика - повышение качества ПО.
Аспекты качества программы:

1. Функциональность:
    - пригодность к использованию;
    - правильность выполнения задачи;
    - поддержка стандартов;
    - защищенность (security).
2. Надёжность:
    - низкая частота отказов;
    - отказоустойчивость;
    - способность к восстановлению.
3. Практичность (user-friendly):
    - понятность в использовании;
    - управляемость;
    - привлекательность.
4. Эффективность:
    - время отклика программы;
    - объём использования ресурсов ПК.
5. Сопровождаемость;
6. Переносимость.

И для каждого аспекта качества программы есть соответствующий вид тестирования. Например, функциональное тестирование проверяет пригодность к использованию, правильность работы и защищенность программы.
Классификация тестирования по масштабу (как их видит тестировщик):

1. Модульное тестирование (unit testing) — тестирование отдельных операций, методов и функций;
2. Интеграционное тестирование — проверка корректности взаимодействия модулей между собой;
3. Системное тестирование — тестирование на уровне пользовательского интерфейса.

С технической точки зрения эти три вида тестирования похожи друг на друга: если у вас есть какой-то инструмент, например, модульного тестирования, то его иногда можно применить и к системному тестированию.
Крайне желательно иметь тестировщика у себя в команде, когда проект разрастётся, но кто может быть тестировщиком на начальных этапах?

- Программист или Старший программист (Team Leader) не могут быть тестировщиками. Они ходят только «по протоптанному», жалеют собственный код и не сильно придираются к нему;
- Менеджер проекта, технический писатель, эксперт предметной области или представитель заказчика могут, потому что тестировщик должен не знать деталей реализации, воспринимать программу как чёрный ящик и не быть слишком привязанным к ней;
- Методика **test-driven development (TDD)** позволяет программисту быть самому себе эффективным тестировщиком.

Когда ошибка найдена (самостоятельно или с помощью тестировщика), необходимо **отладить** программу:

1. Понять суть ошибки и обнаружить её причину;
2. Локализовать её в исходном тексте программы;
3. Устранить ошибку.

Типичные задачи отладки: узнать текущие значения переменных и выяснить, по какому пути выполнялась программа.
Существуют два пути отладки:

- Использование отладчиков («дебаггеров»);
- Логгирование (вывод отладочных сведений в файл).

1.3.2 Контрактное программирование

Поиск ошибок в программе — это очень дорогостоящее, неприятное и утомительное занятие. Поэтому есть методики, уменьшающие количество ошибок и позволяющие избежать их еще на этапе создания программы. Одна из них — это **проектирование по контракту**. **Design by contract —** это метод проектирования программ, основанный на идее взаимных обязательств и преимуществ взаимодействующих элементов программы. Так же называется «контрактное программирование». Автор — Бертран Мейер.

- Взаимодействующие элементы программы:
  - «клиент» — это вызывающая функция, объект или модуль;
  - «поставщик» — это вызываемая функция, объект или модуль.
- «Контракт» между ними — это взаимные
  - обязательства — то, что требуется каждой стороне соблюсти при взаимодействии;

  - преимущества — та выгода, которая получается при соблюдении обязательств другой стороной.

- Архитектор программы определяет **формальные**, **точные** и **верифицируемые** спецификации интерфейсов.

Как и в бизнесе, клиент и поставщик действуют в соответствии с определенным контрактом. Архитектор программы должен определить формальные, точные и верифицируемые спецификации интерфейсов для функций и методов.

Содержание контракта:

- Предусловия — обязательства клиента перед вызовом функции-поставщика услуги;
- Постусловия — обязательства функции-поставщика, которые обязаны быть выполнены в итоге её работы;
- Инварианты — условия, которые должны выполняться как при вызове функции-поставщика, так и при окончании его работы.

Предусловия, постусловия, инварианты записываются через **формальные утверждения корректности — assertions**:

- Синтаксис: assertion, ”Сообщение об ошибке!” ;
- Пример: assert 0 <= hour <= 23, ”Hours should be in range of 0..23” ;
- Жёсткое падение облегчает проверку выполнения контрактов во время отладки программы;
- Проверка assert работает только в режиме отладки (__debug__ is True)

Библиотека **PyContracts** позволяет элегантно ввести в Python элементы проектирования по контракту (в том числе и проверку типов).
Способы описания предусловий:

1. Через параметры декоратора:

```
@contract(a='int,>0',
          b='list[N],N>0',
          returns='list[N]')
def my_function(a, b):
    pass
```

2. Через аннотации типов

```
@contract
def my_function(a: 'int,>0',
                b: 'list[N],N>0) -> 'list[N]':
    pass
```

3. Через документ-строки

```
@contract
def my_function(a, b):
    """ Function description.
        :type a: int,>0
        :type b: list[N], N>0
        :rtype: list[N]
    """
    pass
```

Пример контракта для функции умножения матриц:

```
@contract
def matrix_multiply(a, b):
    """ Multiplies two matrices together.

        :param a: The first matrix. 2D array.
        :type a: array[MxN],M>0,N>0

        :param b: The second matrix. 2D array
              of compatible dimensions.
        :type b: array[NxP],P>0

        :rtype: array[MxP]
    """
    return numpy.dot(a, b)
```

Обратите внимание: можно потребовать не только положительного значения ширины или высоты матрицы, но и того, чтобы у матриц a и b соответствующие размеры были равны друг другу.
Библиотека PyContracts позволяет еще и отключить все проверки, когда ваша программа будет отлажена и отправлена в релиз. Это делается вызовом функции:

```
contracts.disable_all()
```

Или установкой переменной окружения

```
DISABLE_CONTRACTS
```

Плюсы контрактного программирования:

- улучшает дизайн программы;
- повышает надёжность работы программы;
- повышает читаемость кода, поскольку контракт документирует обязательства функций и объектов;
- увеличивает шанс повторного использования кода;
- актуализирует документацию программного продукта.

1.3.3 Модульное тесирование и Test-Driven Development

Декомпозиция программы на функции, классы и модули позволяет осуществлять модульное или компонентное тестирование (unit testing). Юнит-тесты — это способ проверить работу функции или метода отдельно от всей программы, вместе взятой. Рассмотрим юнит тестинг пузырьковой сортировки:

```
def bubble_sort(A):
    """
    Sort on plase with Bubblesort algorithm
    :type A:list
    """
    for bypass in range(1, len(A)):
        for k in range(0, len(A) - bypass):
            if A[k] > A[k+1]:
                A[k], A[k+1] = A[k+1], A[k]

def main():
    A = input("Enter some words:").split()
    bubble_sort(A)
    print("Sorted words:", ' '.join(A))

main()
```

Поскольку тестирование вручную:

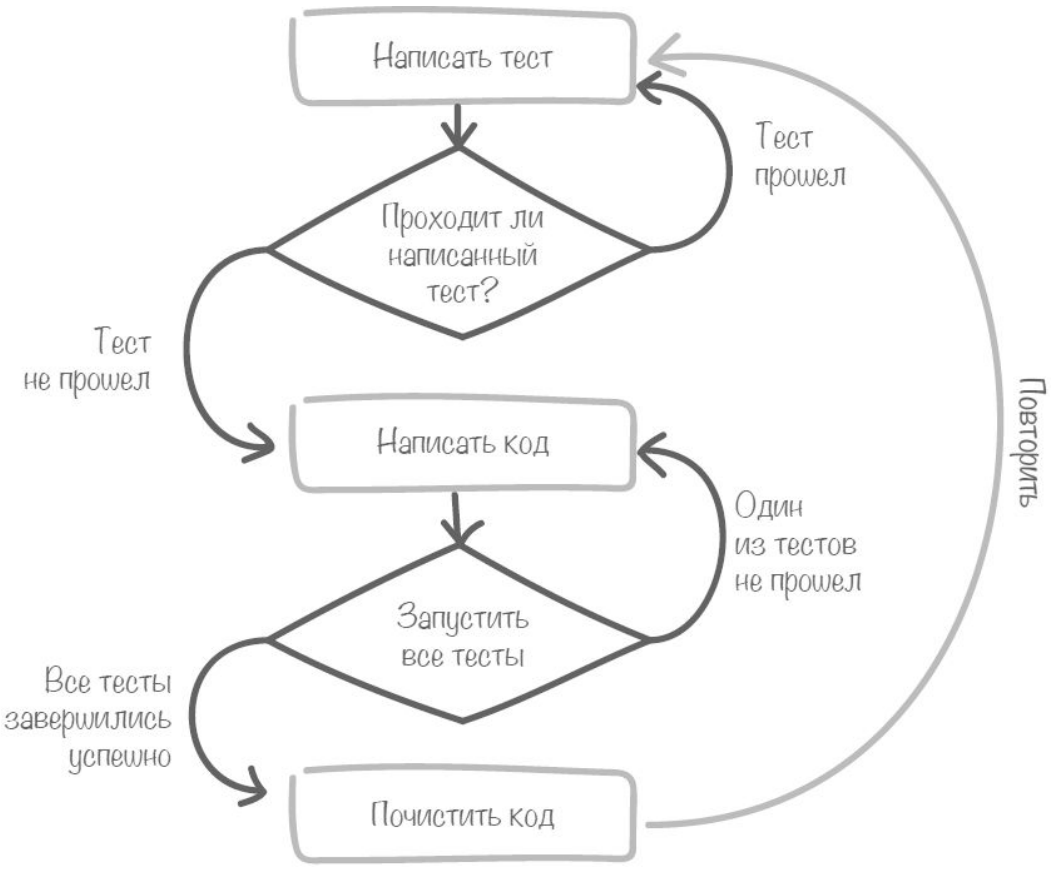
1. Займёт время;
2. Придётся делать вручную каждый раз;
3. И при этом основная часть программы может ещё не работать.

Нам будет удобнее проверять работу функции отдельно от основного кода и автоматизировать это тестирование. Напишем юнит тест для сортировки:

```
def test_sort():
    A = [4, 2, 5, 1, 3]
    B = [1, 2, 3, 4, 5]
    bubble_sort(A)
    print("#1:" , "Ok" if A == B else "Fail")

test_sort()
```

Для большей гарантии стоит добавить несколько различных тестов, которых достаточно для проверки работоспособности функции.

```
def test_sort():
    A = [4, 2, 5, 1, 3]
    B = [1, 2, 3, 4, 5]
    bubble_sort(A)
    print("#1:" , "Ok" if A == B else "Fail")

    A = list(range(40,80)) + list(range(40))
    B = list(range(80))
    bubble_sort(A)
    print("#2:" , "Ok" if A == B else "Fail")

    A = [4, 2, 4, 2, 1]
    B = [1, 2, 2, 4, 4]
    bubble_sort(A)
    print("#3:" , "Ok" if A == B else "Fail")

test_sort()
```



Опережающее тестирование — способ совмещения роли тестировщика и программиста, при котором сначала пишутся unit-тесты, а потом уже пишется код согласно техническому заданию.

Разработка через тестирование или Test-Driven Development (TDD) — это итеративная методика разработки программ, в которой (опережающее) тестирование ставится во главу угла. И оно управляет процессом дизайна программного продукта. Если существующие тесты проходят нормально, значит, в коде нет известных проблем. Создав тест для выявления недостающего функционала, мы чётко выявляем задачу, которую собираемся решить. И вот такими циклами разработки мы двигаем проект вперёд, создавая новую и новую функциональность программы, которая всегда гарантированно покрыта модульными тестами.

Кроме этого, разработка тестов выявляет **дефекты дизайна приложений**:

- Каковы обязанности тестируемой системы?
- Что и когда она должна делать?
- Какой API удобен для того, чтобы тестируемый код выполнял задуманное?
- Что нужно тестируемой системе для выполнения своих обязательств?
- Что мы имеем на выходе?

- Какие есть побочные эффекты работы?
- Как узнать, что система работает правильно?
- Достаточно ли хорошо определена эта правильность?

Преимущества TDD:

1. Эффективное совмещение ролей (тестирование собственного кода);
2. Рефракторинг без риска испортить код;
3. Реже нужно использовать отладчик;
4. Повышает уверенность в качестве программного кода.

Но работы станет больше: вместо одной функции, придётся писать две (саму функцию и её юнит-тест). Зато будет затрачено меньше времени на поиск ошибок.

Пример разработки через тестирование

1.3.4 Библиотека doctest

Разберём быстрый и удобный способ тестирования программы на примере функции проверки корректности скобочной структуры. Допустим, интерфейс уже проработан. С помощью библиотеки **doctest** мы можем сделать примеры из документ-строки действующими (выполняться как юнит-тесты). Добавим несколько примеров корректных и некорректных скобочных последовательностей. И оформим это как если бы мы вызывали это в интерпретаторе:

```
import stack


def is_braces_sequence_correct(seq: str) -> bool:
    """
    Check correctness of braces sequence in statement
    >>> is_braces_sequence_correct("(()(()))")
    True
    >>> is_braces_sequence_correct("()[()]")
    True
    >>> is_braces_sequence_correct(")")
    False
    >>> is_braces_sequence_correct("[()")
    False
    >>> is_braces_sequence_correct("[(])")
    False
```

```
    """

if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

Подключили библиотеку doctest и вызвали оттуда функцию testmod:

```
Got nothing
**********************************************************************
File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/braces.py",
Failed example:
    is_braces_sequence_correct("()[()]")
Expected:
    True
Got nothing
**********************************************************************
File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/braces.py",
Failed example:
    is_braces_sequence_correct(")")
Expected:
    False
Got nothing
**********************************************************************
File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/braces.py",
Failed example:
```

В результате для каждого завалившегося теста мы получили отчёт о выполнении этих комментариев. Пока реализации нет, для всех видим ”Expected: ... Got nothing” Допишем реализацию:

```
import stack


    def is_braces_sequence_correct(seq: str) -> bool:
    """
    Check correctness of braces sequence in statement
    >>> is_braces_sequence_correct("(()(()))")
    True
    >>> is_braces_sequence_correct("()[()]")
    True
    >>> is_braces_sequence_correct(")")
    False
    >>> is_braces_sequence_correct("[()")
    False
    >>> is_braces_sequence_correct("[(])")
    False
    """
```

```
    correspondent = dict(zip("([{", ")]}"))
    for brace in seq:
        if brace in "([{":
            stack.push(brace)
            continue
        elif brace in ")]}":
            if stack.is_empty():
                return False
            left = stack.pop()
            if correspondent[left] != brace:
                return False

return stack.is_empty()
if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

При запуске тестов мы увидим только: "Process finished with exit code 0" . Тестирование производится, но мы не видим ошибок и всё работает хорошо. Мы прямо в процессе программирования, еще разрабатывая интерфейс функции и прописывая документ-строку, уже написали тесты простым и естественным способом.

1.3.5 Библиотека unittest

Рассмотрим более сложное тестирование при помощи библиотеки **unittest** на примере функции, вычисляющей числа Фибоначчи.

```
def fib(n: int) -> int:
    """
    Calculates fibonacci number by it's index
    """
    pass
```

Покроем эту функцию модульными тестами в отдельном файле, каждый из которых будет вызовом специального метода.
Для этого создадим тестирующий модуль, который будет содержать тестирующий класс, наследующийся от unnittest.TestCase. И все методы, начинающиеся со слова test, будут тестирующими.

```
import unittest
from fibonacci import fib

class TestFibonacciNumbers(unittest.TestCase):
    def test_zero(self):
        self.assertEqual(fib(0), 0)
```

Простой юнит тест, проверяющий что число Фибоначчи от 0 это действительно 0 (мы так захотели). assertEqual проверяет равенство своих параметров. Модуль unittest автоматически запустит этот test_zero и оформит результат красиво, если тест будет заваливаться.
Другой вариант использования библиотеки unittest: если в вашем модуле достаточно много микротестов(подслучаев), и если у вас произойдет заваливание на одном подслучае, то весь этот маленький тест-кейс просто будет выброшен. А можно было бы протестировать их все, чтобы даже было видно, с каким номером это происходило. Это делается при помощи вызова функции subTest с указанием некоторого индекса. Проверим первые 1-5 и 10-ое числа Фибоначчи:

```
...
    def test_simple(self):
        for n, fib_n in (1, 1), (2, 1), (3, 2), \
                        (4, 3), (5, 5):
            with self.subTest(i=n):
                self.assertEqual(fib(n), fib_n)

    def test_positive(self):
        self.assertEqual(fib(10), 55)
```

Когда производится анализ тестовых случаев, мы должны задуматься, а не могут ли нашу функцию вызвать с какими-то некорректными параметрами, например, для отрицательных чисел.
Давайте в этом случае выбрасывать исключение. Библиотека unittest позволяет перехватить это исключение. Добавим таким образом тесты на отрицательные и дробные числа.

```
...
    def test_negative(self):
        with self.subTest(i=1):
            self.assertRaises(ArithmeticError, fib, -1)
        with self.subTest(i=1):
            self.assertRaises(ArithmeticError, fib, -10)

    def test_fractional(self):
        self.assertRaises(ArithmeticError, fib, 2.5)
```

Отличие assert-ов в 1 случае (test_simple) и во 2 (test_negative) в том, что в test_simple мы вызываем функцию самостоятельно, а во втором передаём функцию и список её аргументов.
Если сейчас запустить программу, возникнет целый отчёт, где, что и почему упало:

```
======================================================================
FAIL: test_simple (__main__.TestFibonacciNumbers) (i=3)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/fibonacci_test.py", line 13, in test_simple
    self.assertEqual(fib(n), fib_n)
AssertionError: None != 2

======================================================================
FAIL: test_simple (__main__.TestFibonacciNumbers) (i=4)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/fibonacci_test.py", line 13, in test_simple
    self.assertEqual(fib(n), fib_n)
AssertionError: None != 3

======================================================================
FAIL: test_simple (__main__.TestFibonacciNumbers) (i=5)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "D:/Google Drive/Документы/Tex/Python/1 неделя (Хирьянов)/исходные коды/fibonacci_test.py", line 13, in test_simple
    self.assertEqual(fib(n), fib_n)
AssertionError: None != 5

======================================================================
FAIL: test_zero (__main__.TestFibonacciNumbers)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
```

В результате он сообщает, что пять тестов прошло и десять ошибок найдено. Анализ этих ошибок позволит найти необходимые поправки.
Напишем нашу функцию правильно:

```
def fib(n: int) -> int:
    """
    Calculates fibonacci number by it's index
    """
    f = [0, 1] + [0] * (n - 1)
    for i in range(2, n + 1):
        f[i] = f[i - 1] + f[i - 2]
    return f[n]
```

Теперь при запуске тестирующего модуля мы поймаем ошибки test_negative и test_fractional. Допишем в начале строчки:

```
def fib(n: int) -> int:
    """
    Calculates fibonacci number by it's index
    """
    if not isinstance(n, int) or n < 0:
        raise ArithmeticError
    f = [0, 1] + [0] * (n - 1)
    for i in range(2, n + 1):
        f[i] = f[i - 1] + f[i - 2]
```

```
    return f[n]
```

После исправления все тесты проходят и мы получаем короткий отчёт:

```
.....
----------------------------------------------------------------------
Ran 5 tests in 0.000s

OK

Process finished with exit code 0
```

Еще пример покрытия функции юнит-тестами