

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«Программирование на языке Python»
для студентов направления подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы
связи» направленность (профиль) «Интеллектуальная обработка
данных в инфокоммуникационных системах и сетях»

Ставрополь,
2026 г.

Содержание

Введение	4
Порядок выполнения работы	5
Лабораторная работа №1: «Линейные программы»	8
Задания к лабораторной работе №1 «Линейные программы»	13
Лабораторная работа №2: «Разветвляющиеся вычислительные процессы», Задание 1	16
Задание к лабораторной работе №2 «Разветвляющиеся вычислительные процессы». Задание 1	23
Лабораторная работа №2: «Разветвляющиеся вычислительные процессы». Задание 2	31
Задание к лабораторной работе №2 «Разветвляющиеся вычислительные процессы». Задание 2	34
Лабораторная работа №3: «Организация циклов». Задание 1	44
Задания к лабораторной работе №3 «Организация циклов». Задание 1	47
Лабораторная работа №3: «Организация циклов». Задание 2	48
Задания к лабораторной работе №3 «Организация циклов». Задание	50
Лабораторная работа №3: «Организация циклов». Задание 3	51
Задание к лабораторной работе №3 "Организация циклов". Задание 3	54
Лабораторная работа №4: «Одномерные массивы»	57
Задание к лабораторной работе №4 «Одномерные массивы»	62
Лабораторная работа №5: «Двумерные массивы и функции»	68
Задание к лабораторной работе №5 «Двумерные массивы и функции»	76
Лабораторная работа №6: «Файлы»	83
Задание к лабораторной работе №6 «Файлы»	94
Лабораторная работа №7: «Программирование графики». Модуль turtle	95
Задание к лабораторной работе №7 "Программирование графики". Модуль turtle	114
Лабораторная работа №8: «GUI, модуль Tkinter»	115
Задание к лабораторной работе №8 «GUI, модуль Tkinter»	135
Заключение	139
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	140
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	142
Список литературы	143

Введение

В пособии приведены задания к лабораторным работам и требования к их оформлению. Задания предназначены для выполнения практических работ, которые студенты выполняют в процессе прохождения материала по теме "Программирование на языке Python".

Лабораторные работы снабжены методическими указаниями по их решению и примерами программного кода с комментариями. В теоретической части каждой лабораторной работы рассматриваются основы применения языка Python, а так же алгоритмы, использованные в решениях.

Часть лабораторных работ построена по принципу последовательного развития решения. Так, решения заданий лабораторной работы 2 использованы при выполнении лабораторных работ 3, 6 и 7 (циклы, файлы, графика), а результаты лабораторных работ 1, 4 и 5 использованы в лабораторной работе 6.

Лабораторные работы должны выполняться последовательно и в полном объёме.

В приложениях к пособию дан справочный материал по функциям модулей Math и Sys, а так же приведены обозначения, используемые для построения блок-схем алгоритмов.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно прочитать и уяснить условие задачи, которую предстоит решить.
2. Ознакомиться с необходимым теоретическим материалом, используя литературу, указанную в пособии. В качестве основного источника теоретического и практического материала рекомендуется использовать книги [1] и [2] (см. список литературы).
3. Разработать алгоритм решения задачи. Уточнить последовательность выполнения его пунктов.
4. Изучить примеры, приведенные в литературе, в том числе и в этом пособии. При необходимости выполнить их на компьютере, а в дальнейшем использовать фрагменты для написания собственного решения.
5. Подготовить свой вариант решения и отладить его с помощью компьютера.
6. *Подготовить отчёт.*

Форма отчёта

Каждый отчёт оформляется в виде пояснительной записки и должен содержать следующие элементы:

- титульный лист;
- текст пояснительной записки в машинописном или рукописном виде;
- список использованной литературы или сайтов Интернет;
- листинг программы на языке Python, результат работы программы - в виде приложения. Допускается приводить результат работы программы в виде фрагмента (не полное решение).

С примером оформления отчёта по лабораторной работе можно ознакомиться в материале для лабораторной работы №2, задание 1.

Требования к оформлению

Данные требования относятся к машинописному варианту оформления отчёта текстовым процессором Word. При оформлении другими программными средствами следует использовать режимы, которые в максимальной степени приближают оформление к настоящим требованиям. Рукописный вариант должен быть оформлен аккуратно и читаемо.

Графические изображения (рисунки, блок-схемы) можно оформлять карандашом. При наличии навыков, графические изображения могут быть оформлены в Word'e или с использованием возможностей электронного табличного процессора Excel, графического редактора Paint, офисного приложения Visio.

Отчёт должен быть оформлен на бумаге формата **A4**. Основной текст, кроме титульного листа, выполняется шрифтом **Times New Roman** размером **12** с одиночным или полуторным интервалом.

В параметрах страницы следует использовать поля следующих размеров:

- Отступ сверху - 1.5;
- Отступ снизу - 2.5;
- Отступ слева - 2.5;
- Отступ справа - 1.0.

Листинг программы оформляется равноширинным шрифтом **Courier New** размером **10-:-12**.

Длинные инструкции можно записать на нескольких строках. Это можно сделать двумя способами:

- в конце строки пометить символ обратного слэш - \. За символом должен следовать символ перевода строки (Enter). Это устаревшая форма;
- поместить выражение в круглые скобки (рекомендуется) или, при определении списка или словаря – квадратные и фигурные скобки.

Подробности можно найти в примерах к лабораторным работам.

Содержание пояснительной записки

1. Постановка задачи.
2. Краткие теоретические сведения об особенностях применяемых операторов и методов (теоретическое введение).
3. Описание программы:
 - общие сведения (язык программирования, операционная система, тип процессора);
 - описание логической структуры программы;
 - описание алгоритма решения задачи (в виде блок-схемы);
 - описание входных и выходных данных программы;
 - описание подпрограмм;
 - тестовые примеры, перечень аномальных и допустимых значений входных данных.

Перечень лабораторных работ

В процессе прохождения материала по теме "Программирование на языке высокого уровня. Python" студенты выполняют следующие лабораторные работы:

Тема: Структурное программирование

1. Линейные программы.
2. Разветвляющиеся вычислительные процессы: Задание 1, Задание 2.
3. Организация циклов: Задание 1, Задание 2, Задание 3.
4. Одномерные массивы.
5. Двумерные массивы и функции.
6. Файлы.
7. Программирование графики. Модуль turtle.
8. GUI, модуль Tkinter.

Выбор варианта

Лабораторные работы могут иметь несколько заданий, как, например, лабораторные работы № 2 и №3, и множество вариантов. Студент выполняет, для каждой лабораторной работы (задания), свой вариант, который связан с номером зачетки:

- две последние цифры зачетки **nm** разделить на число вариантов в задании **z**.

$$N = nm \% z + 1,$$

где % - получение остатка при целочисленном делении, а N – номер варианта задания.

Пример: В лабораторной работе предложено 24 варианта. Последние номера в зачетках студентов А и Б соответственно 30 и 47.

Студент А выполняет задание $30 \% 24 + 1 = 7$, а студент Б: $47 \% 24 + 1 = 24$.

Задания к лабораторным работам могут изменяться преподавателем. Актуальные задания в электронном виде можно получить на кафедре или у преподавателя. Объем электронной версии лабораторных работ в формате pdf составляет около 4-х Мб.

Студент, по согласованию с преподавателем, может выбрать другой свободный номер лабораторной работы.

Лабораторная работа №1: «Линейные программы»

Цель работы:

Дать студентам практический навык в подготовке простой программы и в записи математических выражений на языке программирования Python.

Постановка задачи

Напишите программу для расчета по заданным формулам. Предварительно подготовьте тестовые примеры с помощью калькулятора или электронной таблицы Excel.

$$1) y = tg^2\left(\frac{x^2}{2} - 1\right) + \frac{2\cos(x - \pi/6)}{1/2 + \sin^2 \alpha}; \quad 2) y = 2 \frac{\log_{(3+\sin(x))}(3 - \cos(\pi/4 + 2x))}{1 + tg^2(2x/\pi)}.$$

Теоретическое введение

При вычислении подобных выражений необходимо анализировать область допустимых значений аргументов, которые используются в выражении. Так, например, знаменатель дроби может получить нулевое значение и программа прервется по ошибке деления на ноль. Необходимо учитывать и допустимый диапазон аргументов используемых функций. Так, основание логарифма должно быть больше нуля и не равняться единице, а логарифмируемая функция должна быть больше нуля.

Внимательно следует относиться к выражению, в котором, например, выполняется извлечение квадратного корня или, в общем случае, возведение в степень, показатель которой является не целым числом. В этом случае может быть получен результат в виде комплексного числа или возникнет ошибка, которая приведёт к прерыванию работы программы.

В наших примерах знаменатели $1/2 + \sin^2 \alpha$ и $1 + tg^2(2x/\pi)$ всегда неравны нулю. Кроме этого, во втором примере, основание логарифма $3 + \sin(x)$ не отрицательно и не равно единице, а логарифмируемая функция $3 - \cos(\pi/4 + 2x)$ всегда больше нуля.

Для математических вычислений в Python имеются как встроенные, так и дополнительные функции и методы. Применить дополнительные математические функций можно после подключения модуля `math`:

```
import math
```

либо

```
from math import *
```

В первом случае функции рассматриваются как методы объекта `math` и должны записываться так:

```
import math
print(math.sin(math.pi/4))
```

```
print(math.sqrt(2)/2)
```

Во втором случае вызов функции может быть сделан в более привычной для нас форме:

```
from math import *  
print(sin(pi/4))  
print(sqrt(2)/2)
```

Вместе с тем, такой способ импорта может нарушить пространство имен программы, поскольку может возникнуть конфликт между именами переменных, которые использует программист и именами импортируемых функций. При импорте можно ограничиться только необходимыми функциями, например:

```
from math import (pi, sin, cos,  
                  tan, log)
```

В этом примере демонстрируется способ импорта необходимых функций, и способ размещения инструкции на нескольких строках. Такие функции так же можно использовать в привычной для нас манере.

Набор функций и методов модуля `math` приводится в Таблице 1, см. Приложение 1. Больше информации о функциях модуля `math` можно получить из документации или в сети Интернет.

В тех случаях, когда в языке программирования нужна функция отсутствует, ее можно написать, либо вычислить, используя известные формулы. Например,

$$\text{ctg}(x) = 1/\tan(x) = \cos(x)/\sin(x).$$

Имена переменных следует выбирать тщательнее и использовать либо принятые в математике или физике символы, либо фразы, отражающие назначение переменной.

Например, символ α можно заменить на `a`, или `alpha`. Значение цвета можно хранить в переменной `Color`, а объема в переменной `Volume` или `Capacity`.

Обращайте внимание на цветовую раскраску переменной при наборе в редакторе IDLE. Она должна быть черной.

Для решения задания потребуется вводить и выводить данные. В нашем случае это числа целого или вещественного типа.

Ввод данных

Ввод данных можно выполнить с клавиатуры функцией `input()`:

```
m = input([str])
```

При этом на экран будет выведена строка `str`, а переменная `m` получит значение строкового типа, введенное пользователем. Строковый тип может быть преобразован, например, к типу `int` или `float`, если введенное значение – число.

Для ввода нескольких значений можно воспользоваться методом `split()`, который позволяет разбить строку на подстроки (*split* – расщеплять).

Например, для ввода значений параметра α и переменной x можно поступить так:

```
a, x = input('Введите данные (a, x): ').split()
a = float(a)
x = float(x)
```

Используемый разделитель указывается в качестве параметра метода `split()`. Если разделитель не указан, то им будет пробел. При вводе вещественного числа целая часть отделяется от десятичной дроби точкой.

Если пользователь не ввел данные (просто нажал Enter) или вместо цифр и точки ввел недопустимые символы, например буквы, программа завершится аварийно на шаге приведения к типу – `float()`. Исключительная ситуация, которая при этом возникает, может быть обработана с помощью инструкции `try`. Более подробно об этом следует прочитать, например, в [1].

В следующем примере пользователь должен ввести первое число целого типа, а второе – вещественного. Если ввод будет неправильным, то возникнет исключительная ситуация `ValueError` и управление программой будет передано в блок `except`. В этом блоке можно предусмотреть возможные ситуации и принять необходимое решение, например, заставить пользователя правильно ввести данные.

```
import sys, traceback
while True:
    a = x = ""
    try:
        a,x= (input('Введите [a: int, x: float]:').split())
        a = int(a)
        x = float(x)
        break
    except ValueError:
        if a == "" and x == "":
            a = x = 0
            continue
        print("a – int, x – float. Пример: 3 4.5")
print(a, x,)
```

В теле "вечного" цикла `while True:`, в блоке `try`, инициализируются две переменные, а затем следует инструкция для ввода данных. При ошибочном вводе числа, например, вместо целого – вещественное, или вместо цифры – буква, возникнет исключительная

ситуация `ValueError`. Управление будет передано в модуль `except`, где, в условном операторе, проверяется, были ли введены данные. Если был нажат `Enter`, то переменные получают нулевое значение и управление будет передано инструкции, которая следует за циклом. Если ввод данных был сделан, то исключительная ситуация возникла при преобразовании типов данных. В этом случае выдается предупреждающее сообщение, и управление передается в начало цикла (ввод должен быть повторен).

Замечание: Если не выполнить инициализацию переменных перед инструкцией `input()`, то при возникновении исключительной ситуации (при вводе нажат только `Enter`), управление будет передано в модуль `except`, где возникнет новая исключительная ситуация в условном операторе `if`: переменная `a` не определена.

Вывод данных

Вывод данных на экран монитора может быть выполнен функцией `print()`. Эта функция позволяет выполнять форматированный вывод, как с использованием Си-подобного форматирования, так и с использованием форматной строки Python.

Следующие строки демонстрируют, как можно форматировать вывод.

```
for x in range(1,11):
    print('%2d %3d %7.2f' % (x, x*x, x*x*x))
print("{0:.2f} {1:.2f} {2:.4f}".format(a, x, y))
```

Буква в формате числа определяет тип выводимого числа. Так, `d` – это целый тип, `f` – вещественное число. Число в формате означает то число позиций, которое будет использовано для вывода числа. Для вещественного числа указывается, после точки, количество выводимых десятичных знаков.

Во второй строке использован Си-подобный формат, в котором формат числа начинается с процента `"%"`. В этом формате аргументы отделяются от форматной части строки так же символом `%` – процент. В третьей строке используется форматная строка Python, в которой в форматной строке позиции для значений аргументов выделяются фигурными скобками.

Обратите внимание на то, что сами форматные строки начинаются и завершаются одиночной или двойной кавычкой. В Python допускаются оба вида кавычек для выделения строки. Важно только что бы начало и конец были одинаковыми.

Так же следует понимать, что в промежутках между символами форматирования могут находиться и другие символы или слова:

```
print('x=%2d x^2=%3d x^3=%7.2f'
      % (x, x*x, x*x*x))
print("a={0:.2f} x={1:.2f} y={2:.4f}"
      .format(a, x, y))
```

Использование форматных строк делает вывод данных более внятным. За более подробной информацией обращайтесь к учебникам или Интернет.

Решение задания

Вернемся к нашим примерам и запишем их, используя правила языка Python. Первое выражение примет вид:

```
1. y = tan(x**2/2-1)**2+2*cos(x-pi/6)/(1/2+sin(a)**2)
```

Второе выражение представим в виде двух:

```
2. tmp=log(3-cos(pi/4+2*x),  
          3+sin(x))/(1+tan(2*x/pi)**2)  
   y = pow(2, tmp)
```

Описание алгоритма

Для вычислений необходимо обеспечить ввод двух переменных x и a . Поскольку по условиям задачи их тип и точность представления не заданы, выберем для них вещественный тип (`float`). Для оптимизации записи выражения используем промежуточную переменную `tmp`.

1. Ввести значения a и x , преобразовать к типу `float`.
2. Вычислить выражение 1.
3. Вывести результат вычисления.
4. Вычислить значение переменной `tmp`;
5. Вычислить выражение 2.
6. Вывести результат вычисления.

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-  
from math import *  
a = float(input('Введите параметр a: '))  
x = float(input('Введите значение x: '))  
y=tan(x**2/2-1)**2+(2*cos(x-pi/6))/(1/2+sin(a)**2)  
print("{0:.2f} {1:.2f} {2:.4f}".format(a, x, y))  
tmp=log(3-cos(pi/4+2*x),  
        3+sin(x))/(1+tan(2*x/pi)**2)  
y=pow(2,tmp)  
print("{0:.2f} {1:.4f}".format(x, y))
```

Результаты тестирования программы

a	x	Первое выражение		Второе выражение
		Калькулятор	Программа	
-2	-2	1.196954	1.1970	1.1184
0	-2	-0.834654	-0.8347	1.1184
0	0	5.889618	5.8896	1.6880
2	0	3.730931	3.7309	1.6880
1.5	0.5	2.771242	2.7712	1.7955
4	3	-1.326566	-1.3266	1.0517

Примечание: Эта таблица оформлялась в текстовом редакторе вручную.

Задания к лабораторной работе №1 «Линейные программы»

Напишите программу для расчета по двум формулам. Подготовьте не менее пяти тестовых примеров. Предварительно выполните вычисления с использованием калькулятора или офисного приложения, например Excel или Calc. Результаты вычисления по обеим формулам должны совпадать. Отсутствующие в языке функции выразите через имеющиеся.

$$1. \quad z_1 = 2\sin^2(3\pi - 2\alpha) \cdot \cos^2(5\pi + 2\alpha); \quad z_2 = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}\sin\left(\frac{5}{2}\pi - 8\alpha\right).$$

$$2. \quad z_1 = \cos \alpha + \sin \alpha + \cos 3\alpha + \sin 3\alpha; \quad z_2 = 2\sqrt{2} \cos \alpha \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} + 2\alpha\right).$$

$$3. \quad z_1 = \frac{\sin 2\alpha + \sin 5\alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha + 1 - 2\sin^2 2\alpha}; \quad z_2 = 2\sin \alpha.$$

$$4. \quad z_1 = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin 2\alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha - 2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha}; \quad z_2 = \operatorname{tg} 3\alpha.$$

$$5. \quad z_1 = 1 - \frac{1}{4}\sin^2 2\alpha + \cos 2\alpha; \quad z_2 = \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha.$$

$$6. \quad z_1 = \cos \alpha + \cos 2\alpha + \cos 6\alpha + \cos 7\alpha;$$

$$z_2 = 4\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{5}{2}\alpha \cdot \cos 4\alpha.$$

$$7. \quad z_1 = \cos^2\left(\frac{3}{8}\pi - \frac{\alpha}{4}\right) - \cos^2\left(\frac{11}{8}\pi + \frac{\alpha}{4}\right); \quad z_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}\sin \frac{\alpha}{2}.$$

$$8. \quad z_1 = \cos^4 x + \sin^2 y + \frac{1}{4}\sin^2 2x - 1; \quad z_2 = \sin(y+x) \cdot \sin(y-x).$$

$$9. \quad z_1 = (\cos \alpha - \cos \beta)^2 - (\sin \alpha - \sin \beta)^2;$$

$$z_2 = -4\sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos(\alpha + \beta).$$

$$10. \quad z_1 = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + 3\alpha\right)}{1 - \sin(3\alpha - \pi)}; \quad z_2 = \operatorname{ctg}\left(\frac{5}{4}\pi + \frac{3}{2}\alpha\right).$$

$$11. \quad z_1 = \frac{1 - 2\sin^2 \alpha}{1 + \sin 2\alpha}; \quad z_2 = \frac{1 - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha}.$$

$$12. \quad z_1 = \frac{\sin 4\alpha}{1 + \cos 4\alpha} \cdot \frac{\cos 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha}; \quad z_2 = \operatorname{ctg}\left(\frac{3}{2}\pi - \alpha\right).$$

$$13. \quad z_1 = \frac{\sin \alpha + \cos(2\beta - \alpha)}{\cos \alpha - \sin(2\beta - \alpha)}; \quad z_2 = \frac{1 + \sin 2\beta}{\cos 2\beta}.$$

14. $z_1 = \frac{\cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - \sin \alpha}; \quad z_2 = \operatorname{tg} 2\alpha + \sec 2\alpha.$
15. $z_1 = \frac{\sqrt{2b+2\sqrt{b^2-4}}}{\sqrt{b^2-4}+b+2}; \quad z_2 = \frac{1}{\sqrt{b+2}}.$
16. $z_1 = \frac{x^2+2x-3+(x+1)\cdot\sqrt{x^2-9}}{x^2-2x-3+(x-1)\cdot\sqrt{x^2-9}}; \quad z_2 = \sqrt{\frac{x+3}{x-3}}.$
17. $z_1 = \frac{\sqrt{(3m+2)^2-24m}}{3\sqrt{m}-\frac{2}{\sqrt{m}}}; \quad z_2 = \sqrt{m}.$
18. $z_2 = \left(\frac{a+2}{\sqrt{2a}} - \frac{a}{\sqrt{2a}+2} + \frac{2}{a-\sqrt{2a}} \right) \cdot \frac{\sqrt{a}-\sqrt{2}}{a+2}; \quad z_2 = \frac{1}{\sqrt{a}+\sqrt{2}}.$
19. $z_1 = \left(\frac{1+a+a^2}{2a+a^2} + 2 - \frac{1-a+a^2}{2a-a^2} \right) \cdot (5-2a^2); \quad z_2 = \frac{4-a^2}{2}.$
20. $z_1 = \frac{(m-1)\sqrt{m}-(n-1)\sqrt{n}}{\sqrt{m^3n+nm+m^2-m}}; \quad z_2 = \frac{\sqrt{m}-\sqrt{n}}{m}.$
21. $z_1 = \frac{1+\sin^4(-a)-\cos^4(-a)}{\cos^2 a}; \quad z_2 = 2\operatorname{tg}^2 a.$
22. $z_1 = \sqrt{\frac{1-\sin(\frac{\pi}{2}-a)}{2}} + \sqrt{\frac{1+\cos(2\pi-a)}{2}}; \quad \pi < a < \frac{3\pi}{2}.$
- $z_2 = \sin \frac{a}{2} - \cos \frac{a}{2}; \quad \pi < a < \frac{3\pi}{2}.$
23. $z_1 = \left(\frac{1+6ac}{a^3-8c^3} - \frac{1}{a-2c} \right) : \left(\frac{1}{a^3-8c^3} - \frac{1}{a^2+2ac+4c^2} \right);$
 $z_2 = 1-2c+a.$
24. $z_1 = \frac{\frac{1}{a} - \frac{1}{b+c}}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b+c}} \cdot \left(1 + \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc} \right) : \frac{a-b-c}{abc}; \quad z_2 = \frac{a-b-c}{2} \cdot a.$
25. $z_1 = \frac{\sin^2(\pi+a) + \sin^2(\frac{\pi}{2}+a)}{\cos(\frac{3\pi}{2}+a)} \operatorname{ctg}(1.5\pi-a); \quad z_2 = \frac{1}{\cos a}.$

26. $z_1 = \frac{\operatorname{tg}(x - \frac{\pi}{2})\cos(\frac{3\pi}{2} + x) - \sin^3(3.5\pi - x)}{\cos(x - 0.5\pi)\operatorname{tg}(1.5\pi + x)};$ $z_2 = \sin^2 x.$
27. $z_1 = a^{\sqrt{\log_b b}} - b^{\sqrt{\log_b a}} + \operatorname{tg}(ab + 3\pi/2);$ $z_2 = \operatorname{tg}(ab + \frac{3}{2}\pi);$
28. $z_1 = \frac{\sin^2 a - \operatorname{tg}^2 a}{\cos^2 a - \operatorname{ctg}^2 a};$ $z_2 = \operatorname{tg}^6 a;$
29. $z_1 = \frac{1 - 2\sin^2 a}{2\operatorname{ctg}(\frac{\pi}{4} + a)\cos^2(\frac{\pi}{4} - a)} + e^a;$ $z_2 = 1 + e^a;$
30. $z_1 = \frac{\sin^4 a + 2\sin a \cos a - \cos^4}{\operatorname{tg} 2a - 1};$ $z_2 = \cos 2a;$

Лабораторная работа №2: «Разветвляющиеся вычислительные процессы», Задание 1

Цель работы:

Дать студентам практический навык в использовании условных операторов ветвления на языке программирования Python. Работа состоит из двух заданий.

Следующий материал представлен в виде оформленной лабораторной работы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Лабораторная работа №2

Разветвляющиеся вычислительные процессы

Задание 1

Вариант № 1

по дисциплине:
«Программирование на языке Python»

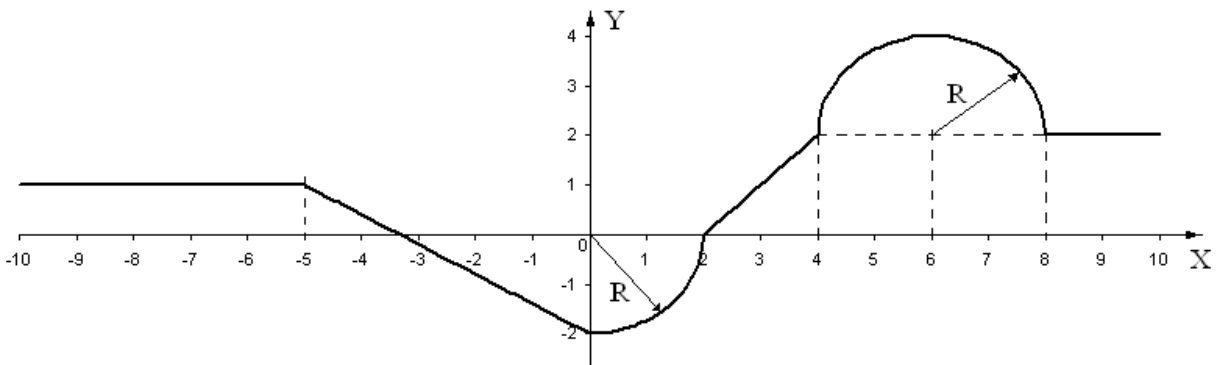
Выполнил
Студент __ курса
группа _____
Иванов И.И.

Оценка _____

_____ О.Х. Шаяхметов
" ____ " _____ 202__ год

Постановка задачи

Написать программу, которая по введённому значению аргумента вычисляет значение функции, заданной в виде графика.



Теоретическая часть

Для решения задачи использован оператор ветвления, который в языке Python имеет следующий вид:

```
if <Логическое выражение>:  
    <Блок – выполняется, если условие истинно>  
[elif <Логическое выражение>:  
    <Блок – выполняется, если условие истинно>  
]  
[else:  
    <Блок – выполняется, если все условия ложны>  
]
```

<Блок> – это набор вложенных инструкций, которые выделяются одинаковым количеством пробелов (обычно четырьмя).

Для ввода данных используется инструкция `input()`, которая возвращает строку. Введённые значения, перед использованием в арифметических выражениях, должны быть преобразованы к числовому формату.

Вывод данных выполняется инструкцией `print()`, в которой использован форматированный вывод данных.

График функции представлен фрагментами прямых линий, описываемых уравнением $y = kx + b$ и дугами кругов. В общем случае уравнение круга может быть представлено так: $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$.

Неизвестные параметры, угол наклона и смещение прямой, а так же координаты центра дуг, определим, используя данные из графика.

Для прямой на интервале $(-5, 0)$ можем записать следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} 1 = k \cdot (-5) + b \\ -2 = k \cdot 0 + b \end{cases}$$

Из второго уравнения следует, что $b = -2$, а из первого $k = -3/5$.

Для полукруга с центром (6, 2) уравнение круга примет вид:
 $(x - 6)^2 + (y - 2)^2 = 2^2$

Перепишем уравнение так:

$$(y - 2)^2 = 2^2 - (x - 6)^2$$

$(y - 2)^2 = 4 - (x - 6)^2$ отсюда следует, что $y = 2 + \sqrt{4 - (x - 6)^2}$. Знак перед корнем выбран для случая, когда рассматривается верхняя часть полукруга.

Выполнив необходимые вычисления для всех фрагментов функции, мы получим систему уравнений, которую запишем в следующем виде:

$$y = \begin{cases} 1 & x < -5 \\ -\frac{3}{5}x - 2 & -5 \leq x < 0 \\ -\sqrt{4 - x^2} & 0 \leq x < 2 \\ \frac{x - 2}{2 + \sqrt{4 - (x - 6)^2}} & 2 \leq x < 4 \\ 2 + \sqrt{4 - (x - 6)^2} & 4 \leq x < 8 \\ 2 & x \geq 8 \end{cases}$$

Функция определена на всём диапазоне $x \in (-\infty; +\infty)$. При этом, особых точек у неё нет.

Описание программы

Программа написана на алгоритмическом языке Python 3.6, реализована в среде ОС Windows 10 и состоит из частей, отвечающих за ввод данных, вычисление и представление данных на экране монитора.

Описание алгоритма

1. Ввести значение аргумента x и преобразовать его к типу `float`.
2. Определить, к какому интервалу из области определения функции оно принадлежит, и вычислить значение функции y по соответствующей формуле.
3. Вывести значение x и y .

Описание входных и выходных данных

Входные данные поступают с клавиатуры, а выходные - выводятся на монитор для просмотра. Входные и выходные данные имеют тип `float`.

Листинг программы (вариант 1)

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import * # теперь можно так:
                    # print(sin(pi/4))
x = float(input('Введите значение x='))
if x < -5: y = 1
if x >= -5 and x < 0: y = -(3/5)*x-2
if x >= 0 and x < 2: y = -sqrt(4-x**2)
if x >= 2 and x < 4: y = x-2
```

```

if x >= 4 and x<8: y = 2+sqrt(4-(x-6)**2)
if x >= 8: y = 2
print("X={0:.2f}      Y={1:.2f}".format(x, y))

```

Блок-схема алгоритма этого решения приведена в Приложении 1 (рис.1) к лабораторной работе.

Следует отметить, что в такой записи алгоритма проверка выполняется для всех условных операторов, в том числе и тех, которые следуют за вычисленным. Так, например, если x равно -3, то выполнится второй оператор, но и во всех последующих операторах операция сравнения будет проведена. Число проверок можно сократить, если написать программу с использованием вложенных условных операторов.

Листинг программы (вариант 2)

```

# -*- coding: cp1251 -*-
from math import * # теперь можно так:
                        # print sin(pi/4)
x = float(input('Введите значение x='))
if x < -5:
    y = 1
elif x >=-5 and x<0:
    y = -(3/5)*x-2
elif x >= 0 and x<2:
    y = -sqrt(4-x**2)
elif x >= 2 and x<4:
    y = x-2
elif x >= 4 and x<8:
    y = 2+sqrt(4-(x-6)**2)
else: y = 2
print("X={0:.2f}      Y={1:.2f}".format(x, y))

```

Блок-схема алгоритма решения приведена в Приложении 2 (рис.2) к лабораторной работе.

Результат работы программы

```

Введите значение аргумента: -6
X= -6.00      Y= 1
Введите значение аргумента: -3.33
X= -3.33      Y= -0.00
Введите значение аргумента: 6
X= 6.00      Y= 4.00

```

Список используемой литературы

1. Н.А. Прохоренок, В.А. Дронов, Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений: СПб.: БХВ-Петербург, 2017

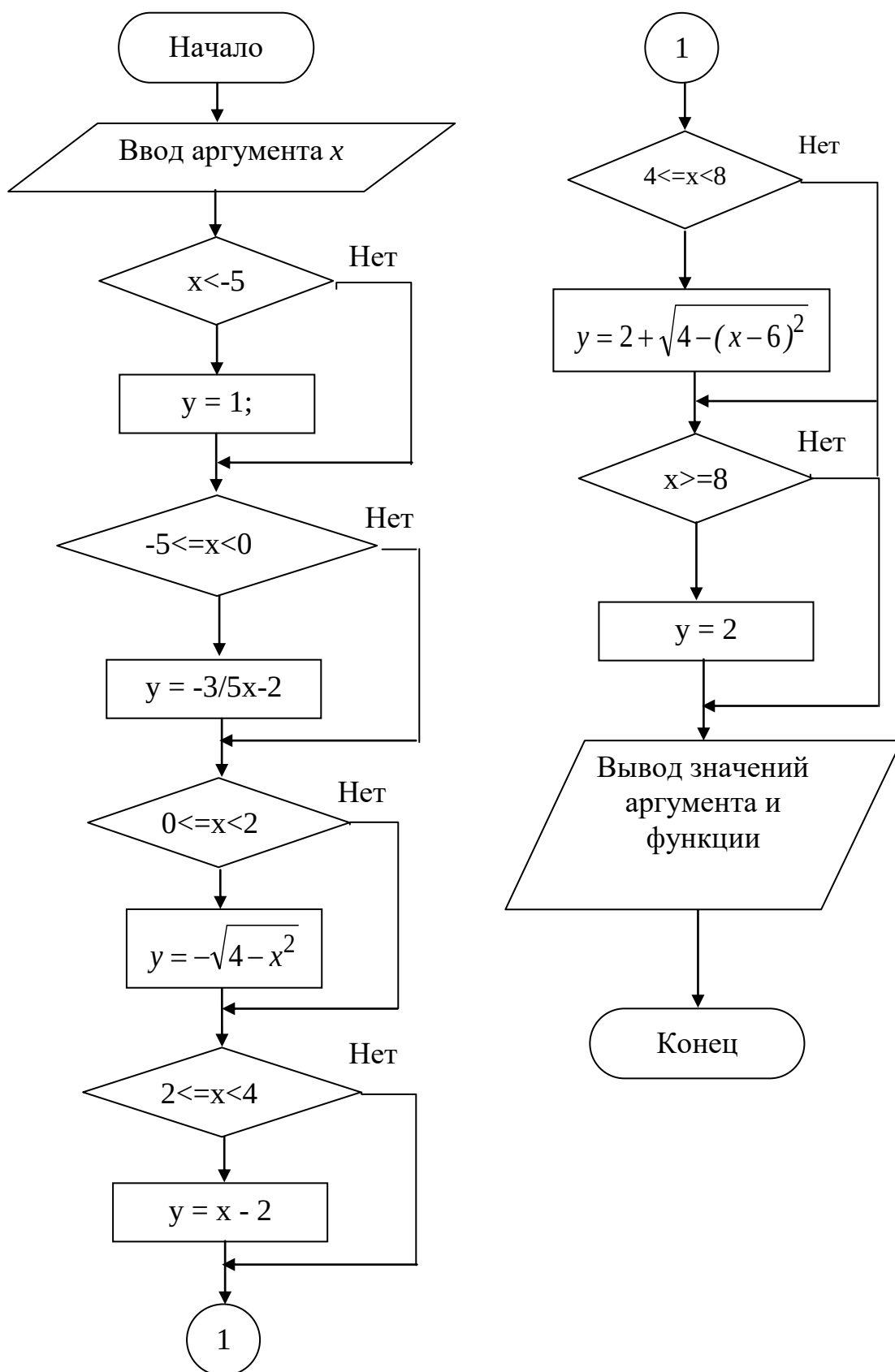


Рис.1 – Блок-схема алгоритма программы Lab2_1a

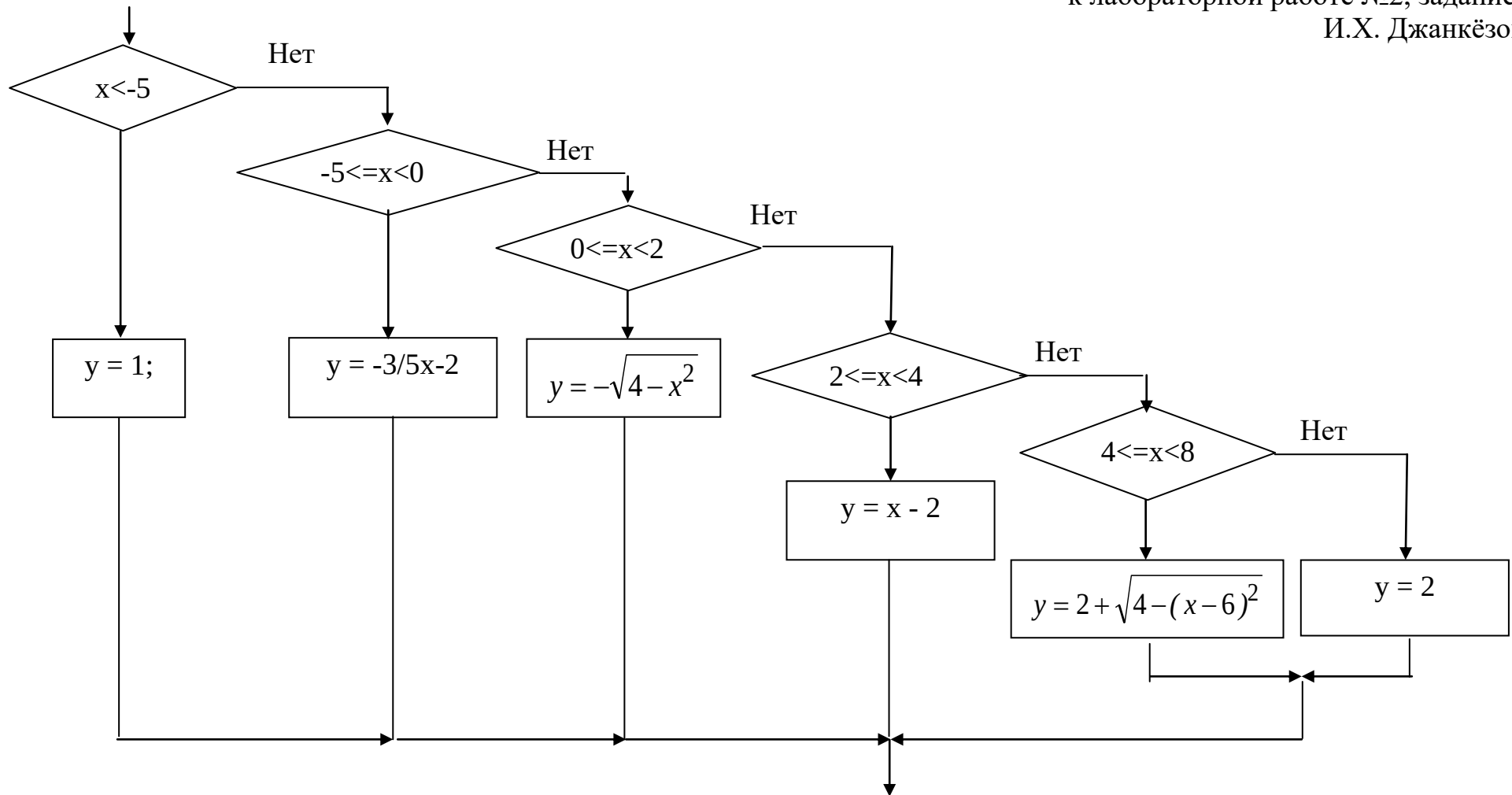


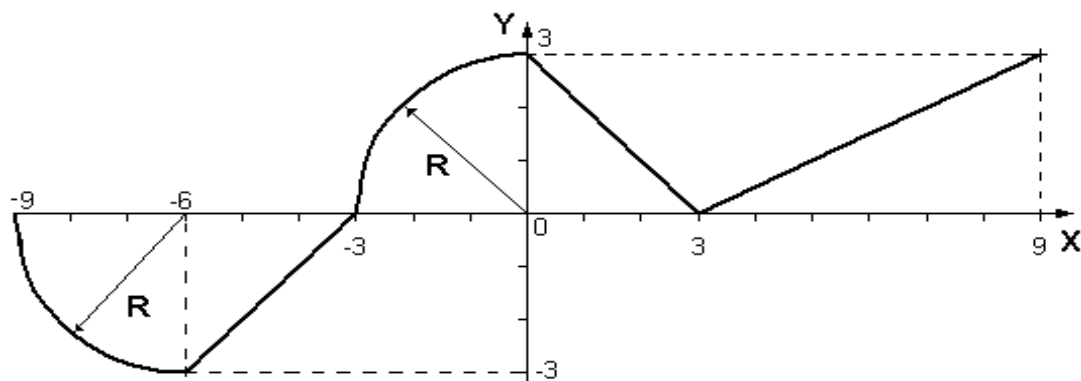
Рис.2 – Блок-схема алгоритма программы Lab2_1b (показана только логическая часть)

Задание к лабораторной работе №2 «Разветвляющиеся вычислительные процессы».

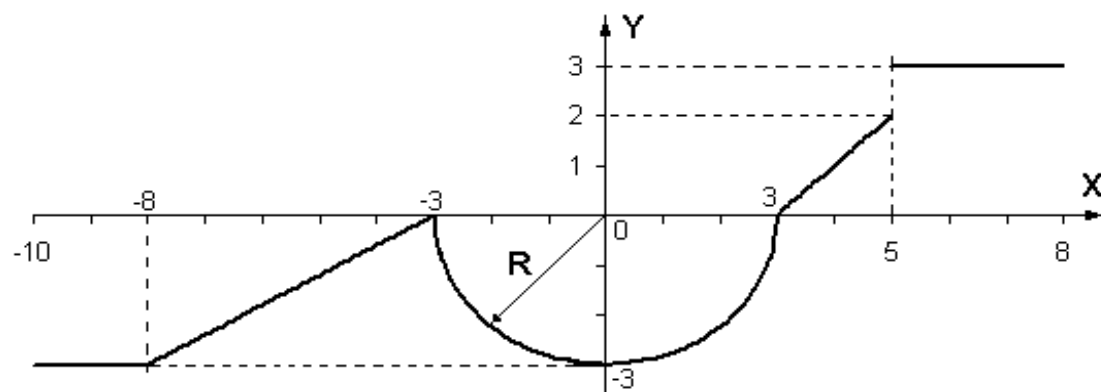
Задание 1

Написать программу, которая по введенному значению аргумента вычисляет значение функции, заданной в виде графика. Параметры, необходимые для решения задания следует получить из графика и определить в программе.

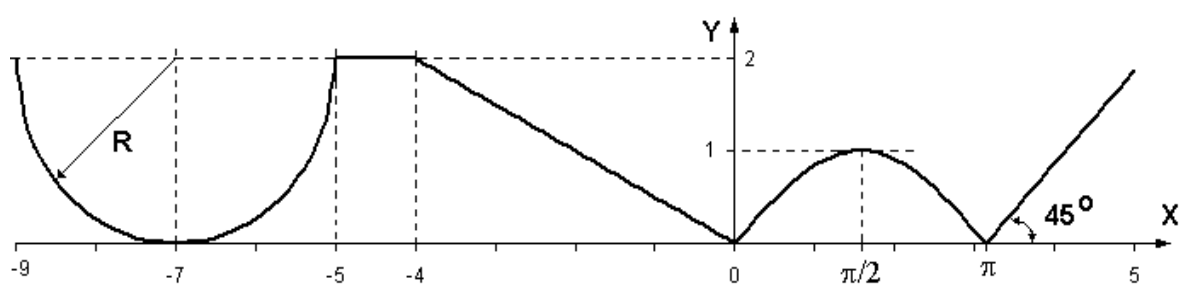
1)



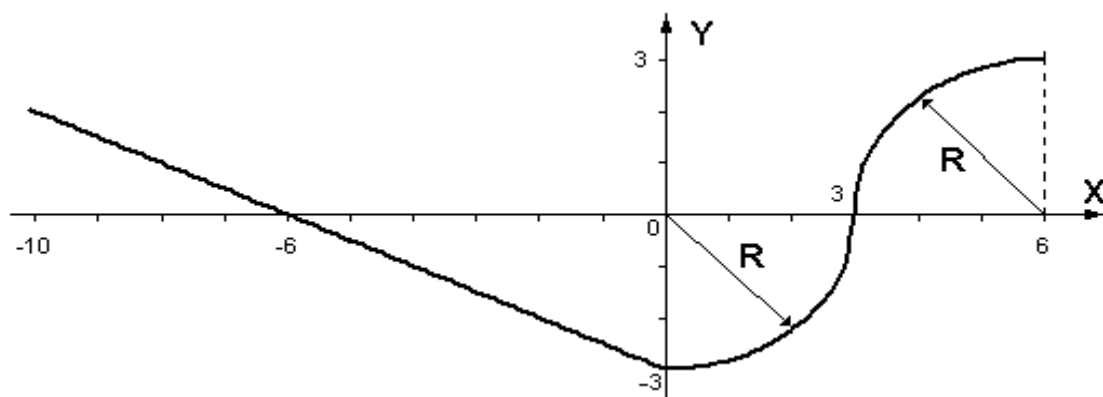
2)



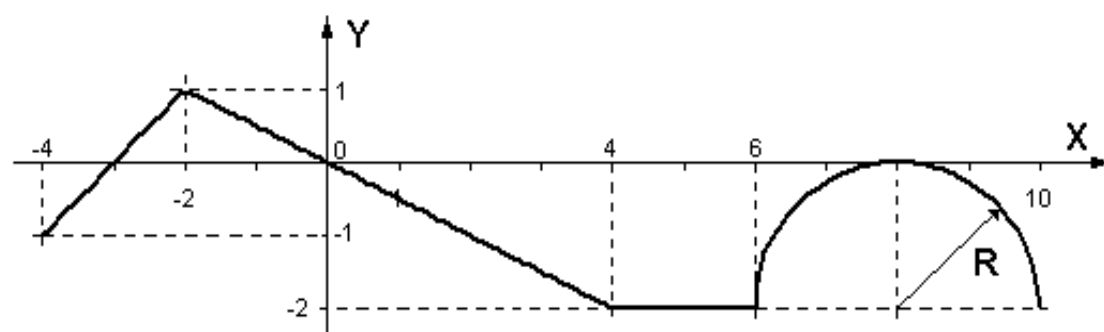
3)



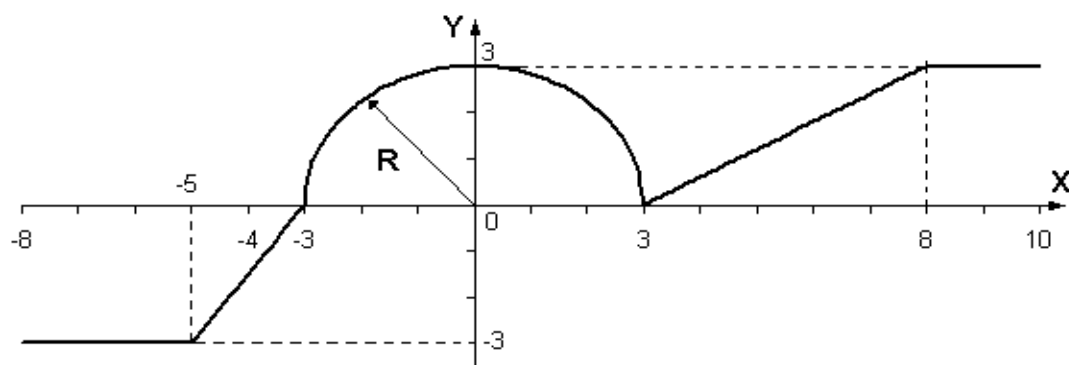
4)



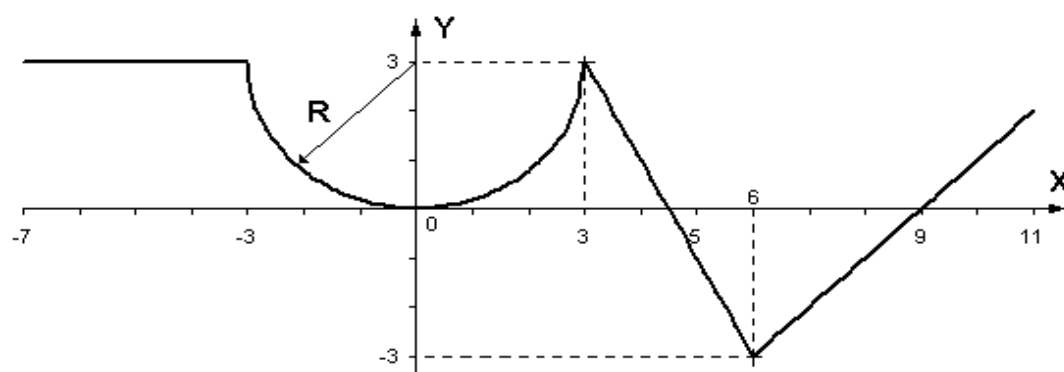
5)



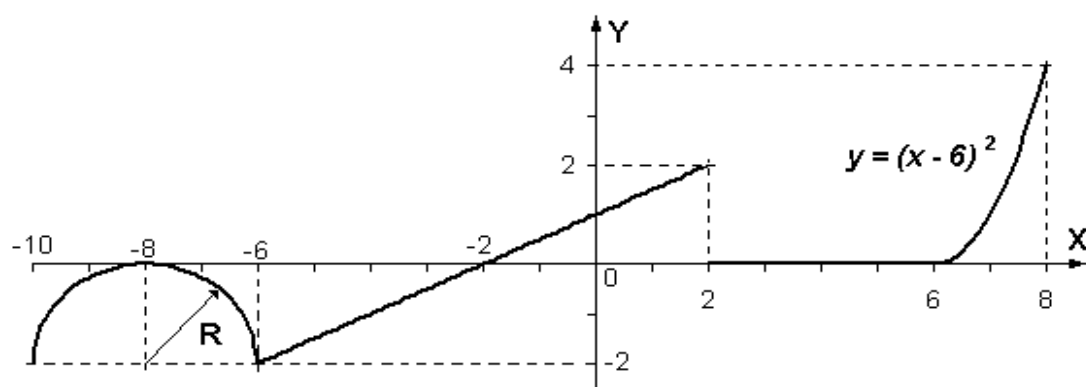
6)



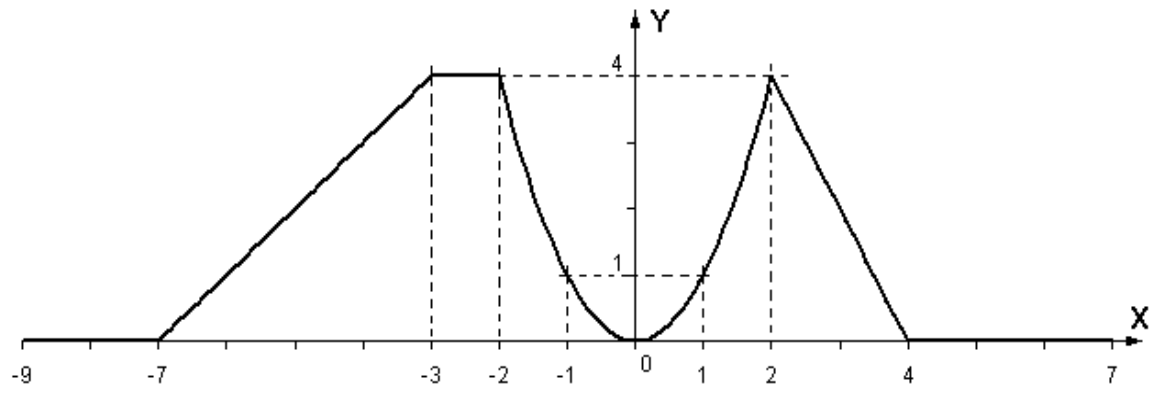
7)



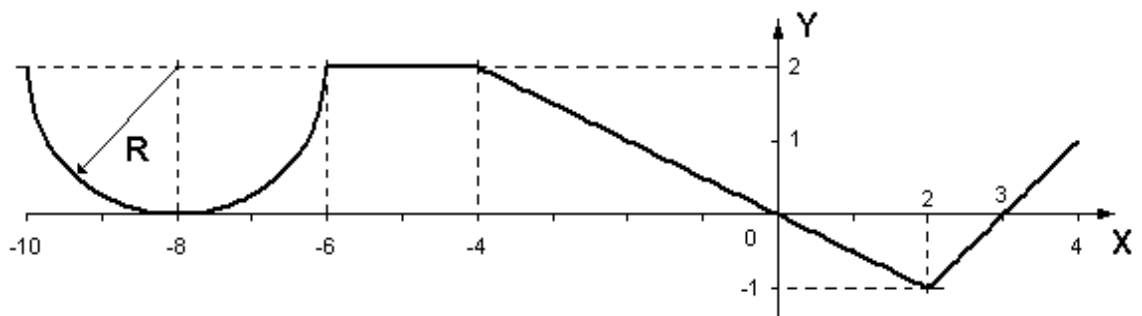
8)



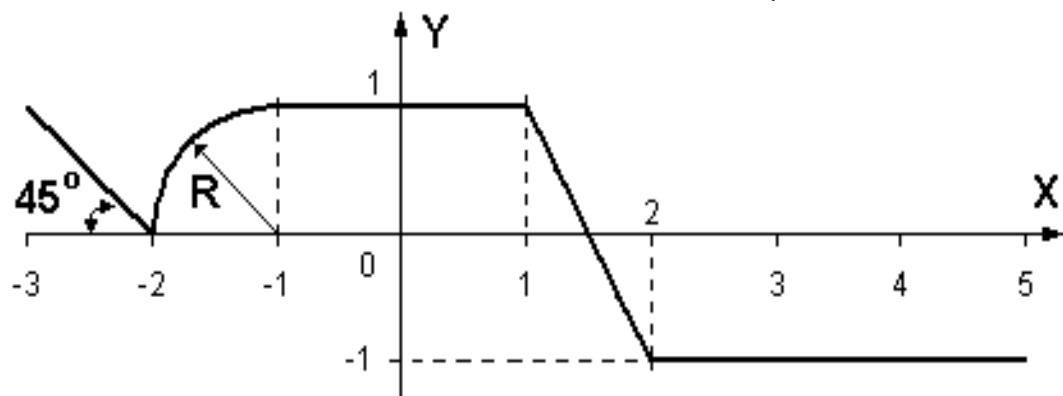
9)



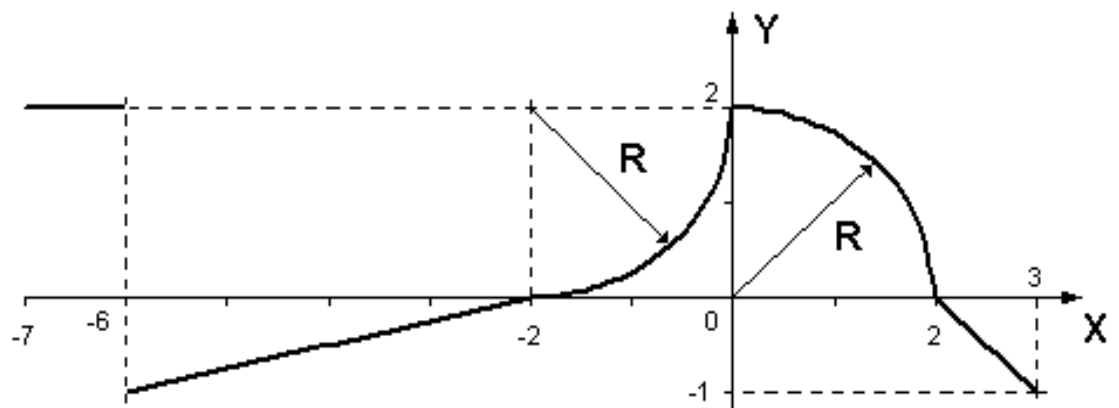
10)



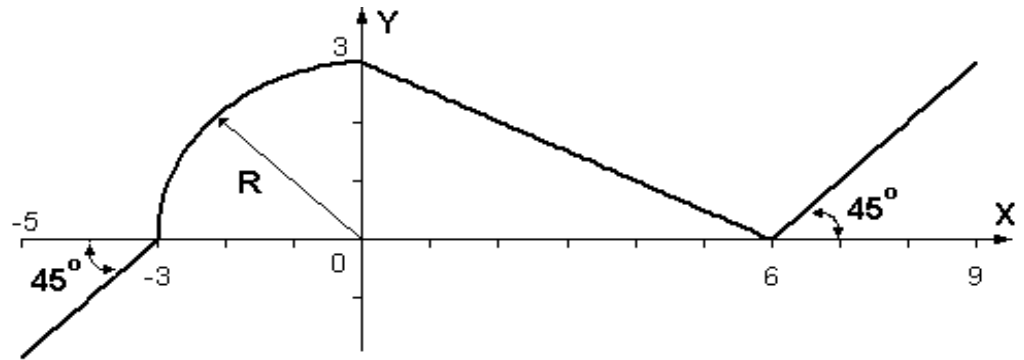
11)



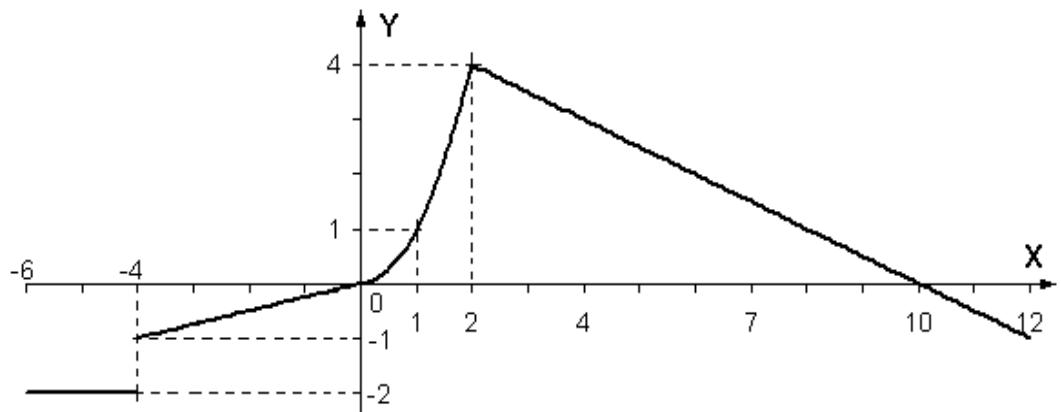
12)



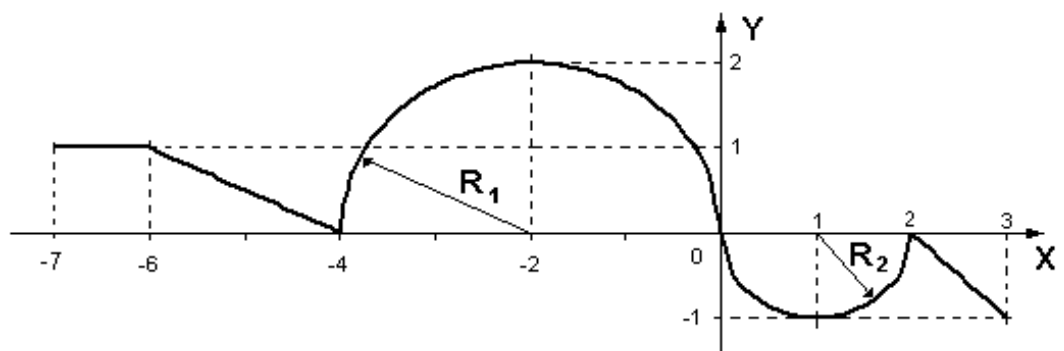
13)



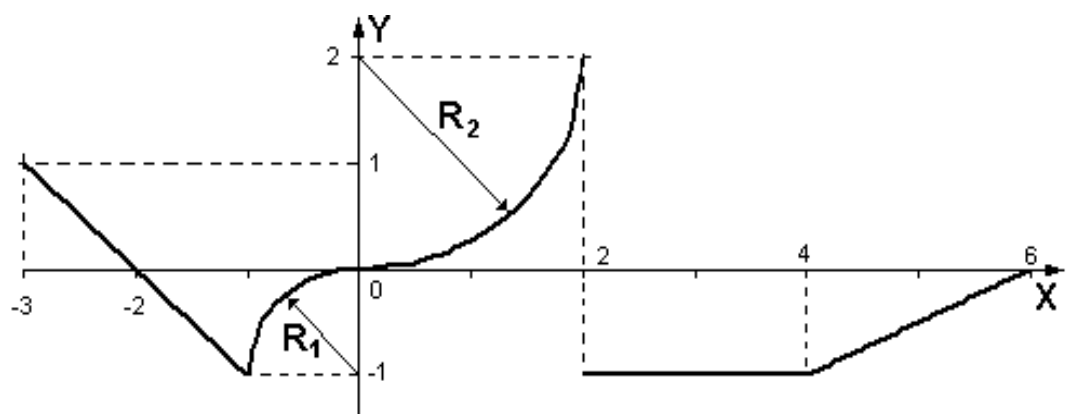
14)



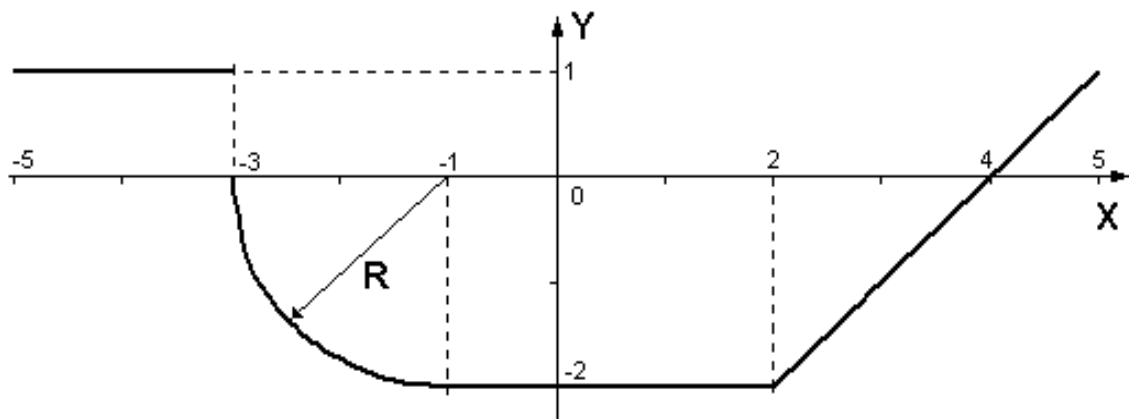
15)



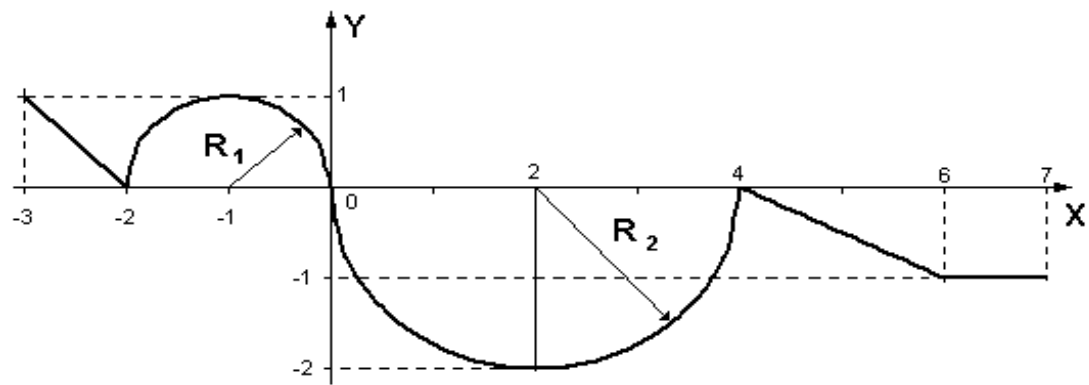
16)



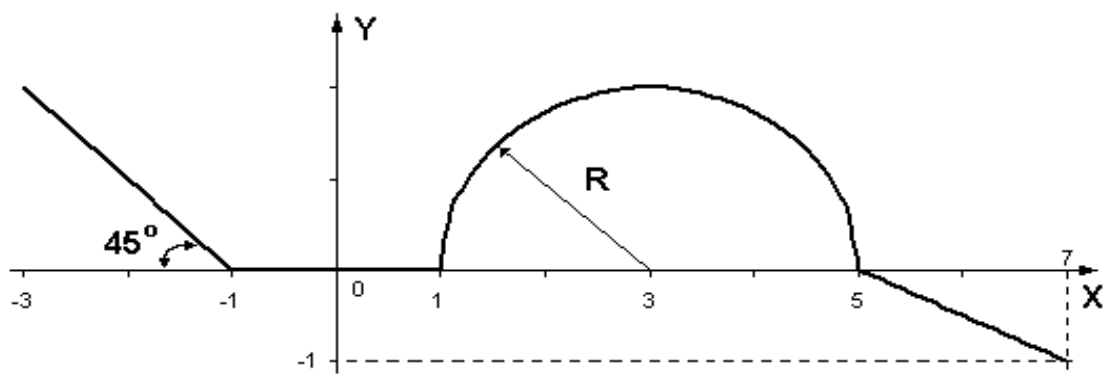
17)



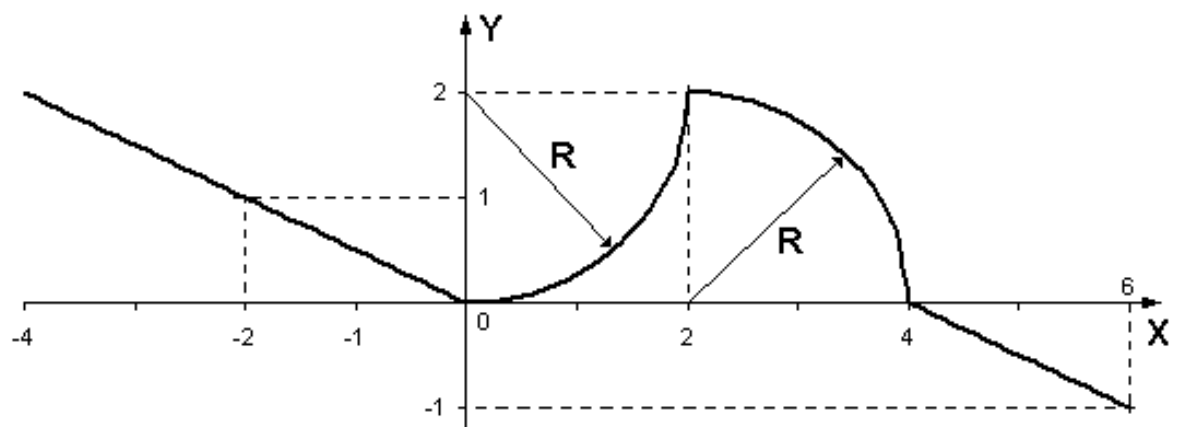
18)



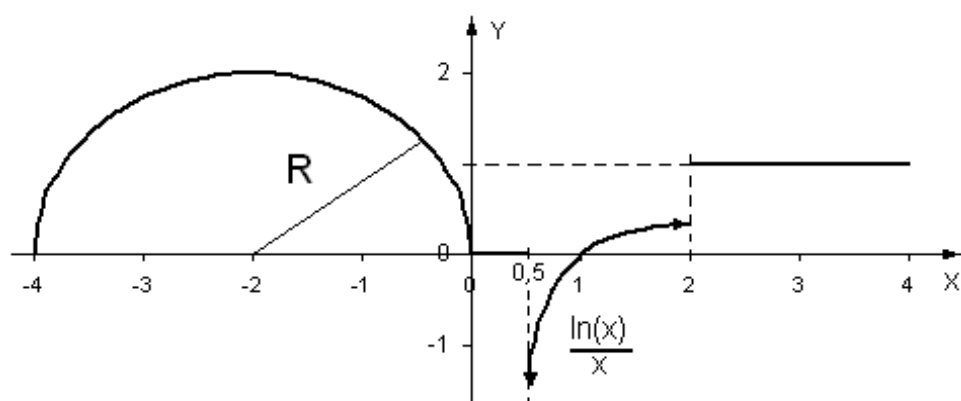
19)



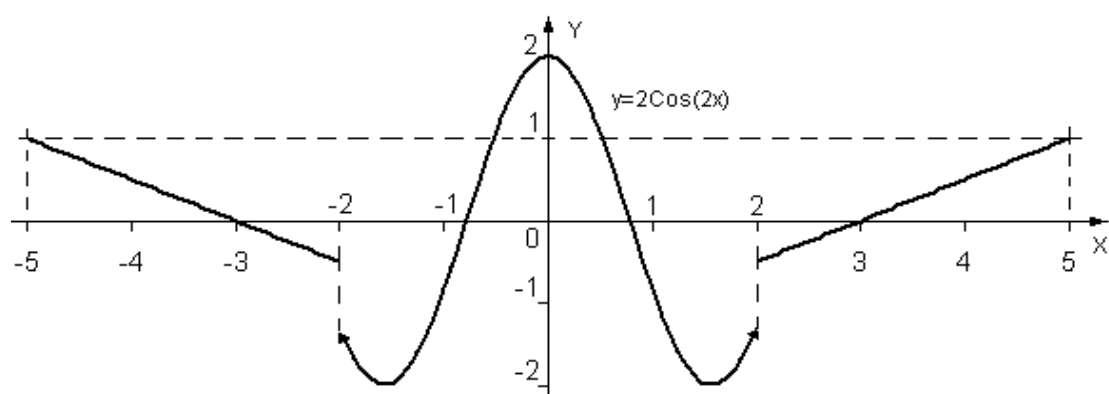
20)



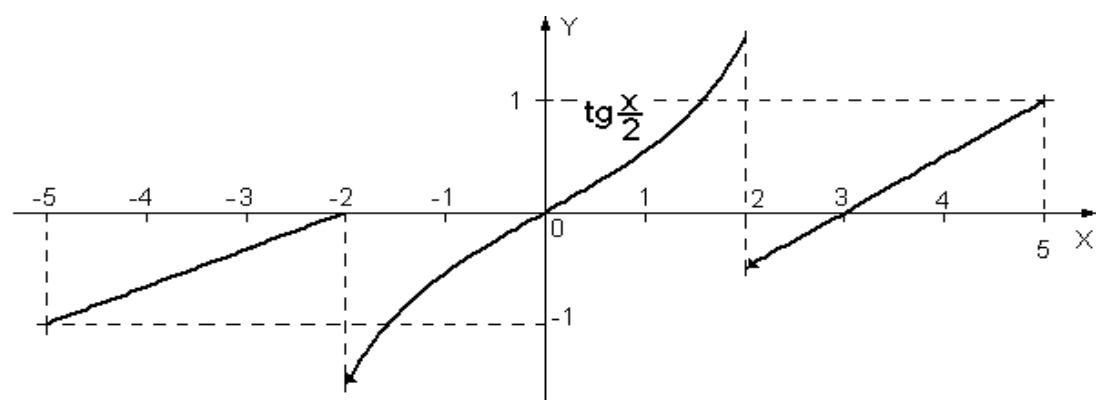
21)



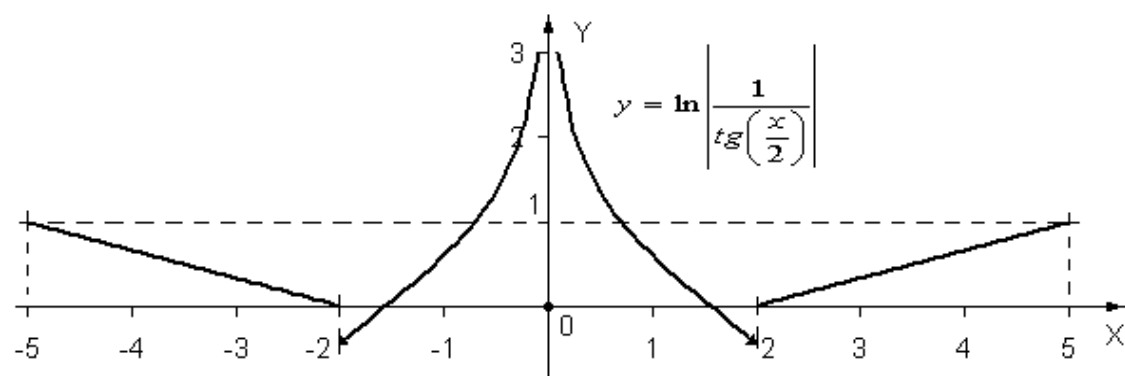
22)



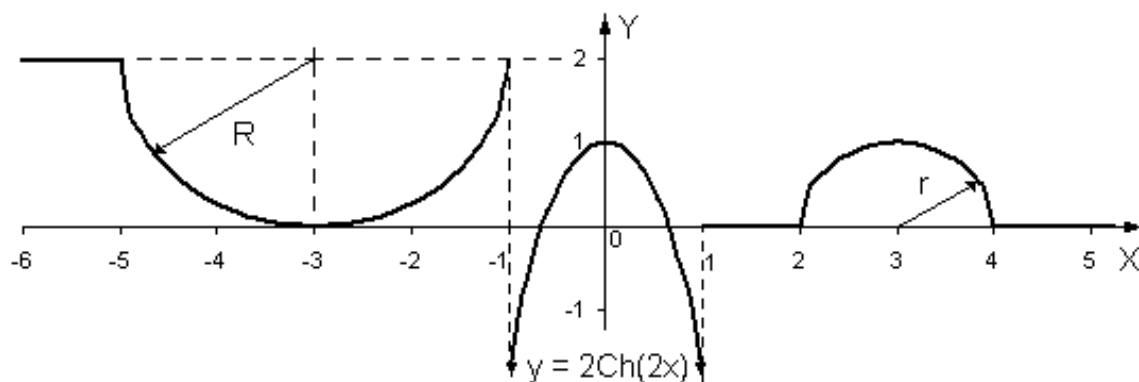
23)



24)

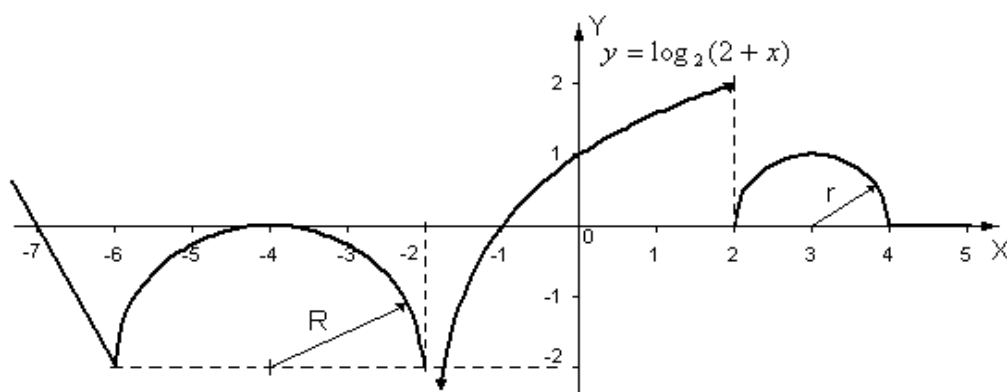


25)

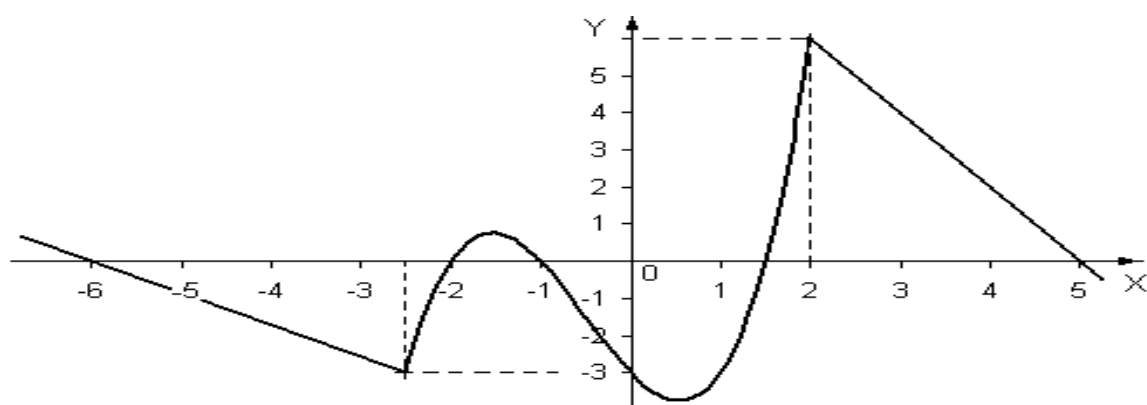


Гиперболический косинус может быть описан формулой: $Ch(x) = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$.

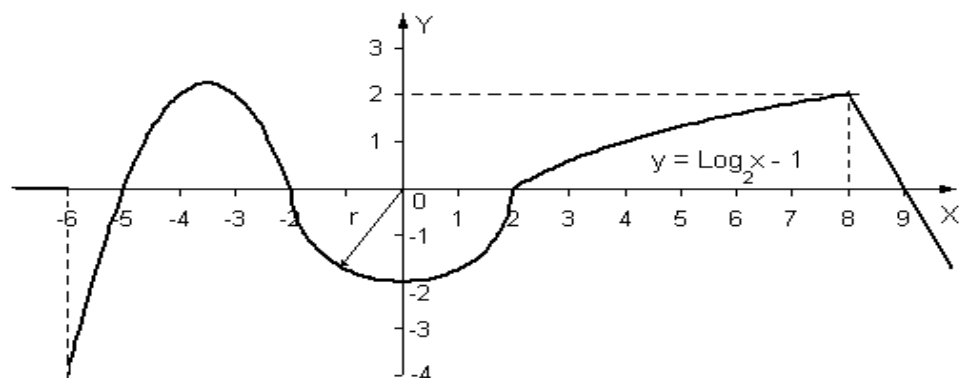
26)



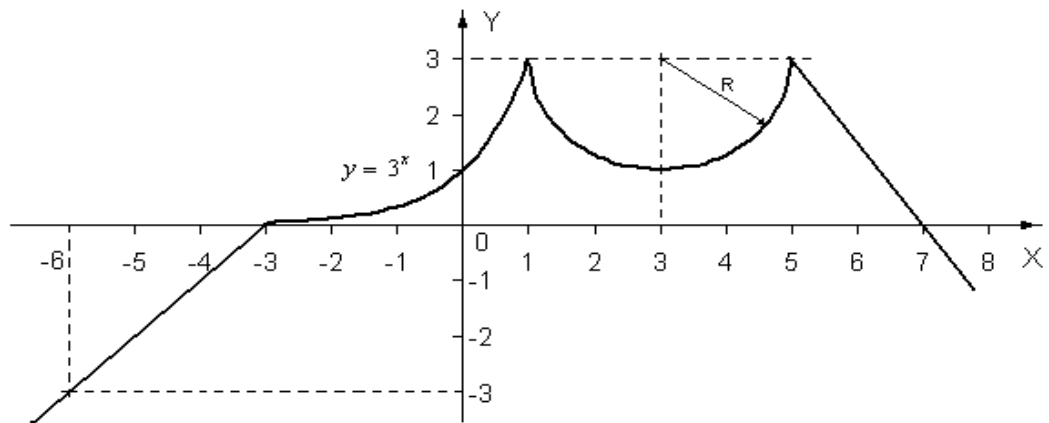
27)



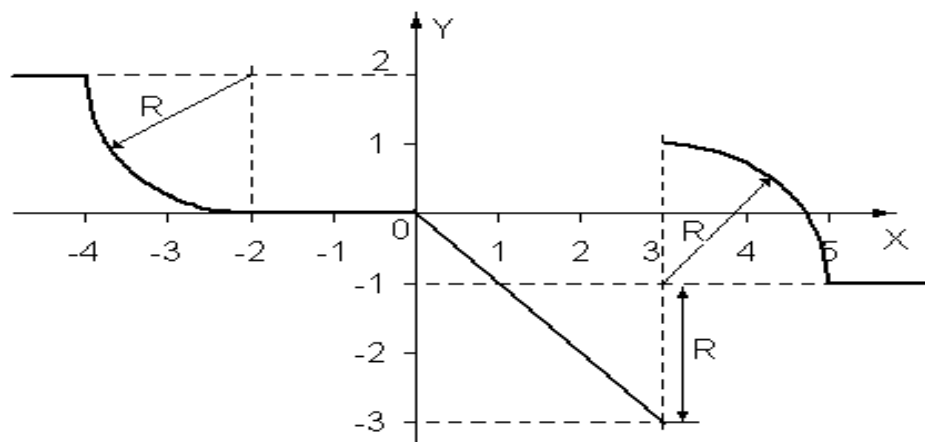
28)



29)



30)

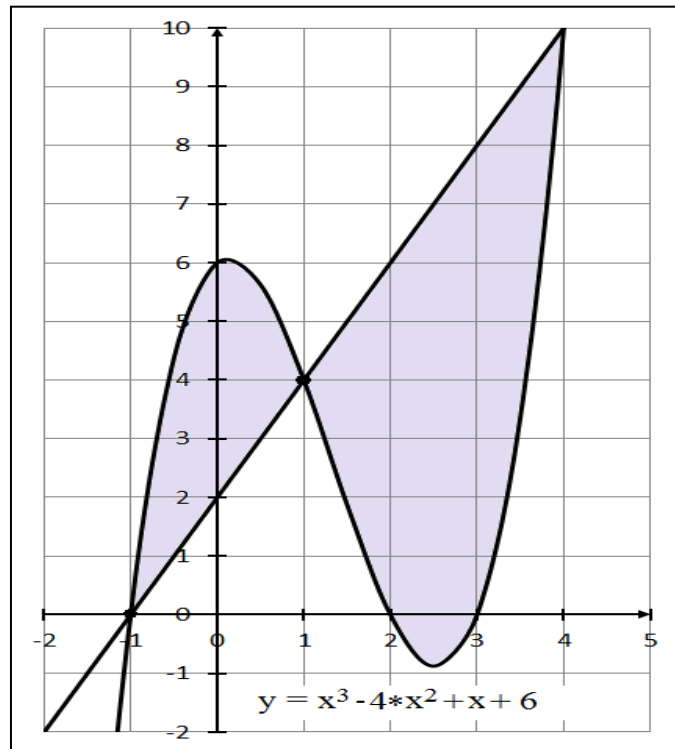


Дополнительное требование к заданию №30: Программа должна быть написана так, что бы решения получались при различных значениях R , вводимых с клавиатуры. Центр положения левой четверти окружности изменяется в соответствии с введённым радиусом, а правой – остаётся постоянным при $X = 3, Y = -1$.

Лабораторная работа №2: «Разветвляющиеся вычислительные процессы». Задание 2

Постановка задачи

Написать программу, которая определяет, попадает ли точка с заданными координатами в заштрихованную область. Точки на границе принадлежат области. Необходимые параметры получить из рисунка. Результат работы программы вывести в виде текстового сообщения: Попадает, Не попадает.



Теоретическое введение

Для решения задачи воспользуемся условным оператором:

if <Логическое выражение>:

 <Блок – выполняется, если условие истинно>

[**elif** <Логическое выражение>:

 <Блок – выполняется, если условие истинно>

]

[**else**:

 <Блок – выполняется, если все условия ложны>

]

<Блок> – это набор инструкций, которые выделяются одинаковым количеством пробелов (обычно четырем).

Необходимо правильно составить логическое выражение, параметрами которого будут значение координат точки (x,y) и уравнения линий.

Обмен с консолью выполняется стандартными функциями ввода/вывода: `input()` и `print()`.

Для решения задачи требуется знать уравнение прямой (уравнение кривой приведено на рисунке). Из рисунка получаем координаты двух точек, через которые проходит прямая линия $(-1, 0)$ и $(1, 4)$. Подставив значения выбранных точек в уравнение общего вида $y = kx + b$, получим систему уравнений. Решив эту систему, найдём значения для параметров k и b . В итоге уравнение прямой примет вид: $y = 2x + 2$.

Точка с координатами (x, y) , введённая пользователем, будет попадать в заштрихованную область на интервале $[-1, 1]$ в том случае, если x будет не меньше -1 и не больше 1 . Кроме этого, y должен быть не меньше значения полученного для прямой в точке x и не больше значения, вычисленного для кубической параболы в этой точке.

Описание алгоритма

1. Ввести координаты точки (x, y) и привести значения к типу `float`.
2. Выполнить проверку на попадание точки в заданную область.
3. Вывести результат в виде: "Точка x, y попадает в область." и "Точка x, y не попадает в область."

Описание входных и выходных данных

Входные данные - координаты точки, введённые пользователем. Тип данных и точность представления в задаче не заданы. Установим вещественный тип (`float`).

Выходные данные - сообщения, в текстовом виде, о попадании или не попадании точки в заданную область.

Тестовые примеры

X	Y	Результат
-1	0	Попадает
-0.5	-1	Не попадает
0	3	Попадает
1	4	Попадает
1	5	Не попадает
1.5	1	Не попадает
2	3	Попадает
2.5	-1	Не попадает
2.5	-0.3	Попадает
3.5	10	Не попадает

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
flag = 0
print('Введите координаты X и Y для точки:')
x = float(input('X='))
y = float(input('Y='))
```

```

if (x < -1) or (x > 4):
    flag = 0          #False
if ((x>=-1) and (x<1) and (y>=2*x+2)
    and (y<=x**3-4*x**2+x+6) or
    (x>=1) and (x<=4) and (y>=x**3-4*x**2+x+6)
    and (y<=2*x+2)):
    flag = 1
else:
    flag = 0
print("Точка X={0: 6.2f} Y={1: 6.2f}"
      .format(x, y), end=" ")
if flag:
    print("попадает", end=" ")
else:
    print("не попадает", end=" ")
print("в область.")

```

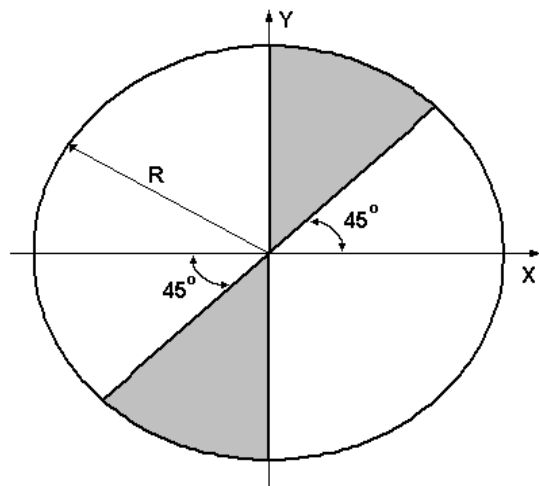
Замечание к тексту программы: Для переноса длинных строк в Python использованы круглые скобки.

Задание к лабораторной работе №2
«Разветвляющиеся вычислительные процессы».

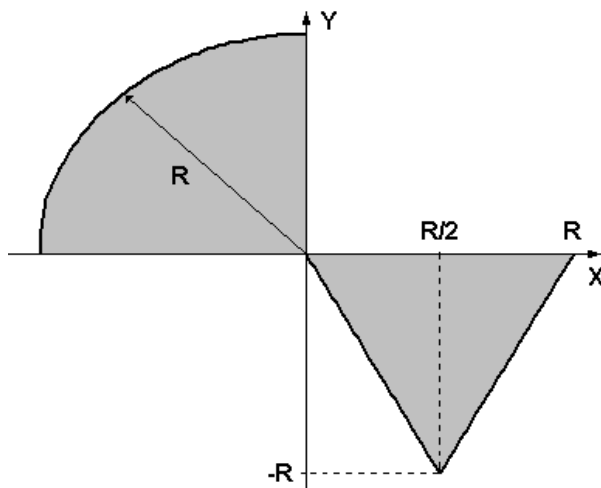
Задание 2

Написать программу, которая определяет, попадает ли точка с заданными координатами X , Y в область, закрашенную на рисунке серым цветом. Результат работы программы вывести в виде текстового сообщения. Параметр R вводится с клавиатуры.

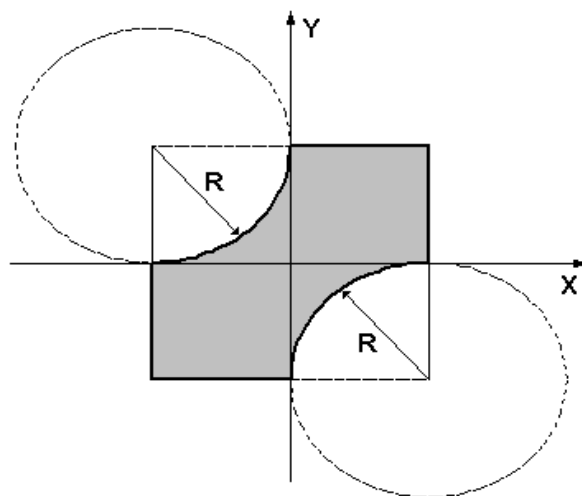
1)



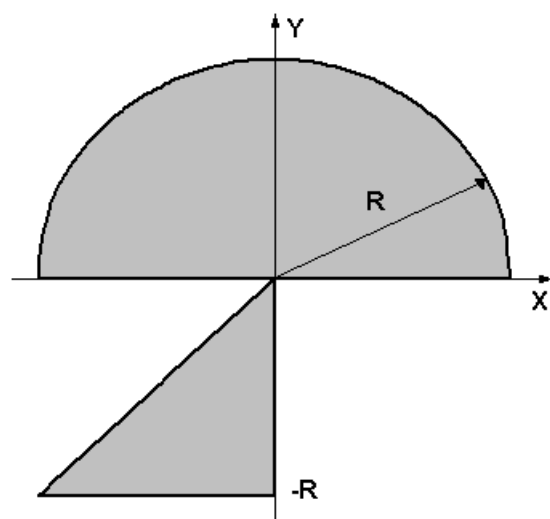
2)



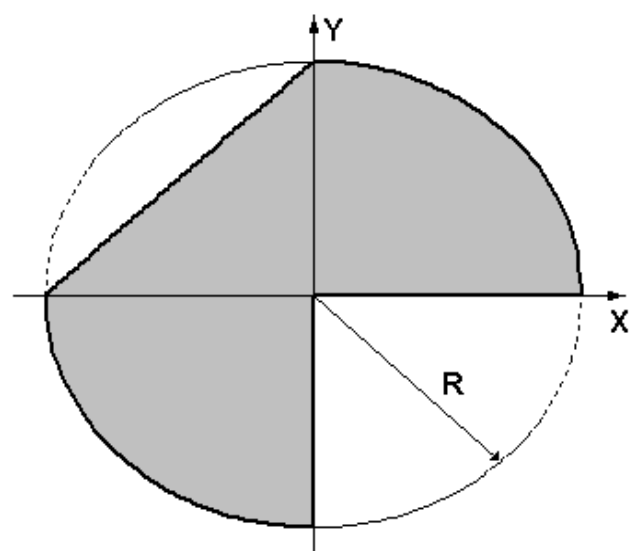
3)



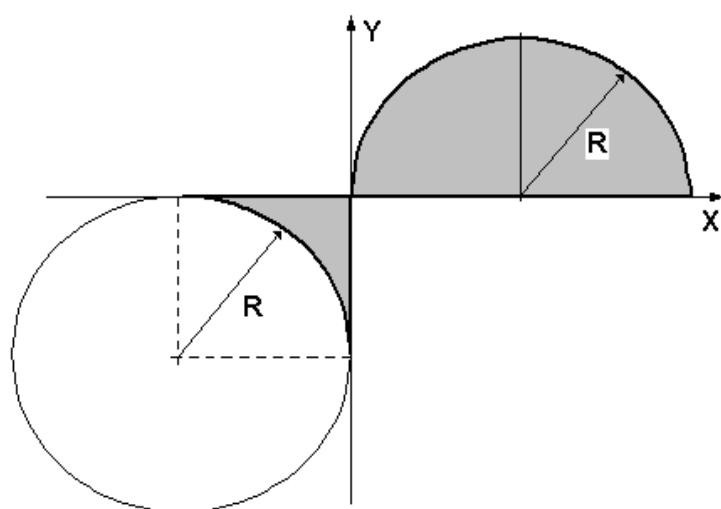
4)



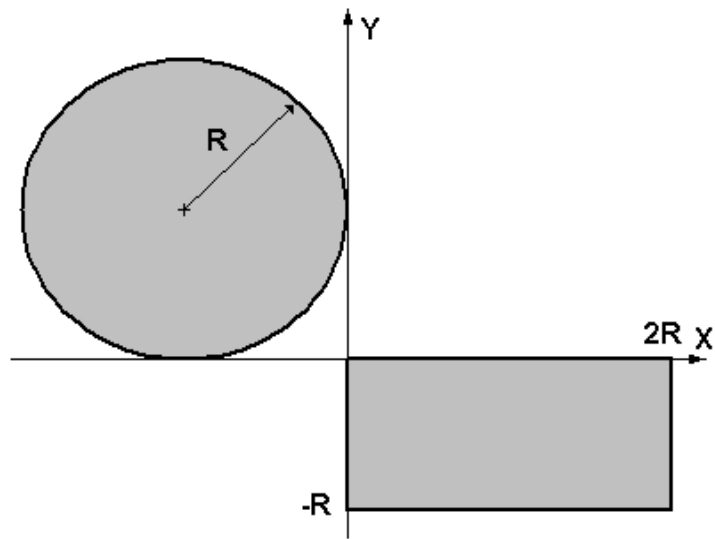
5)



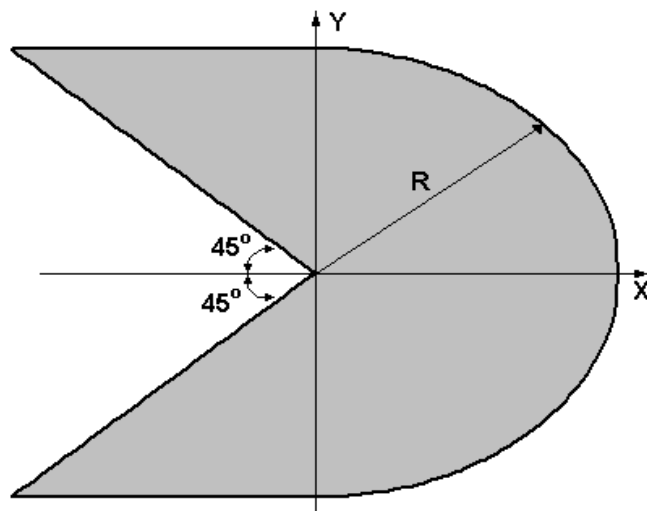
6)



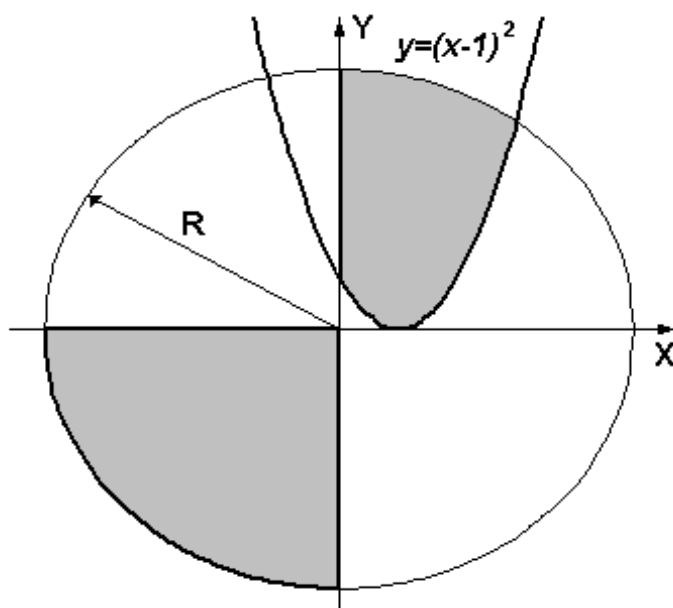
7)



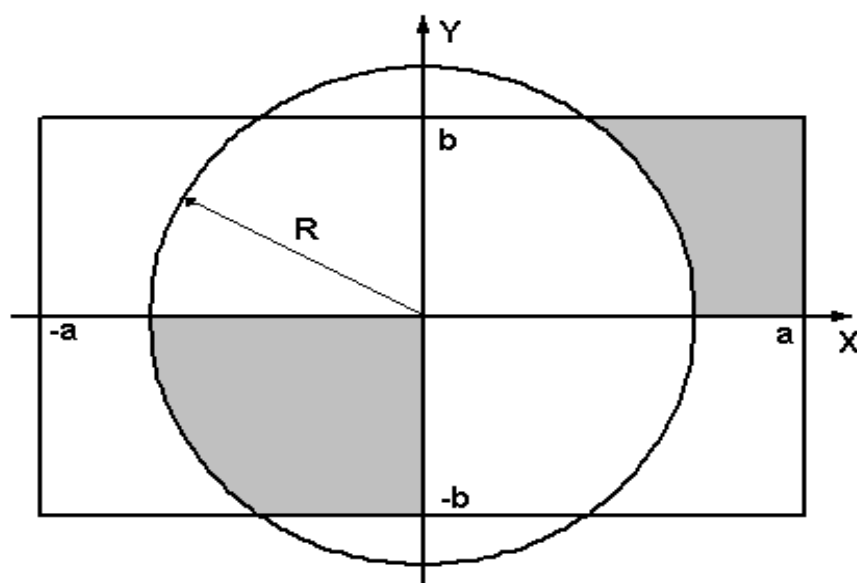
8)



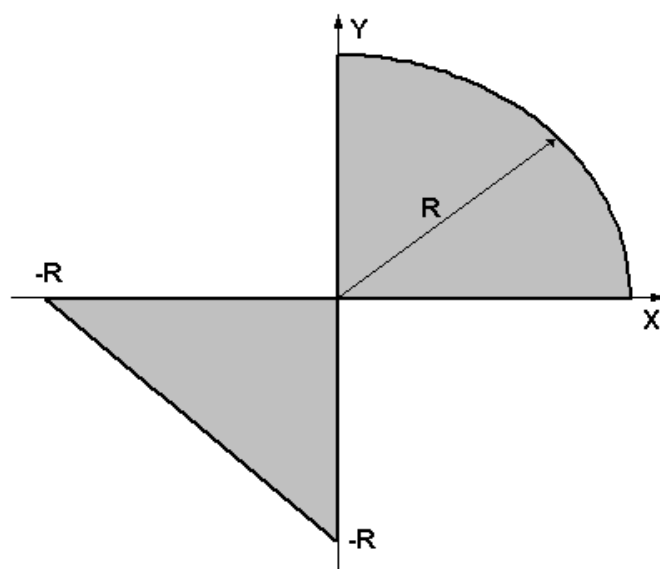
9)



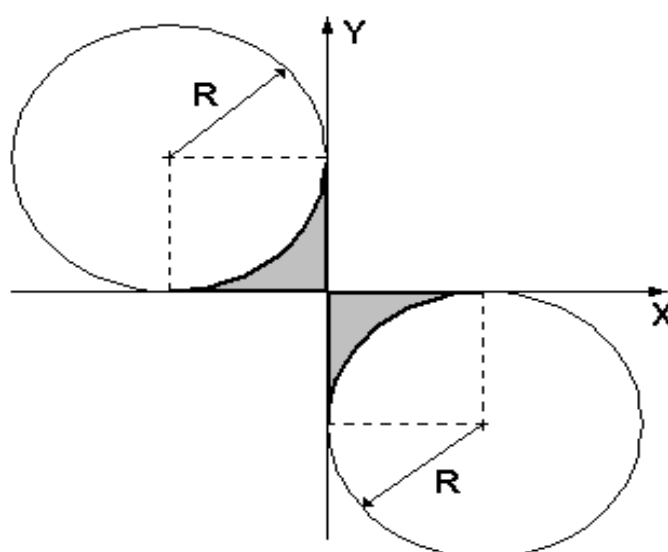
10)



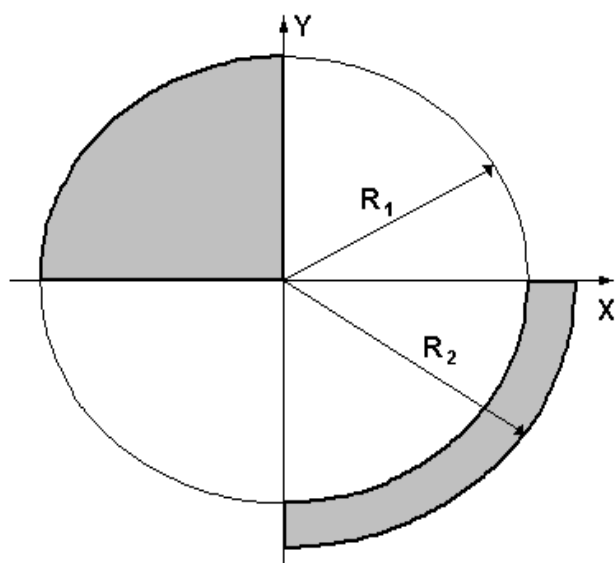
11)



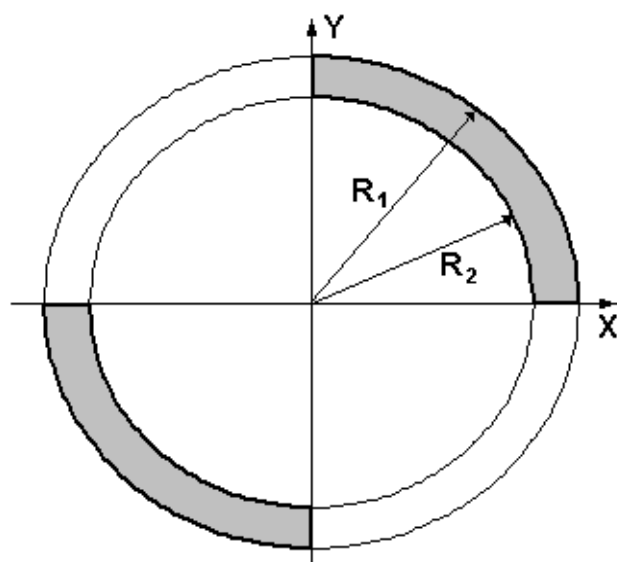
12)



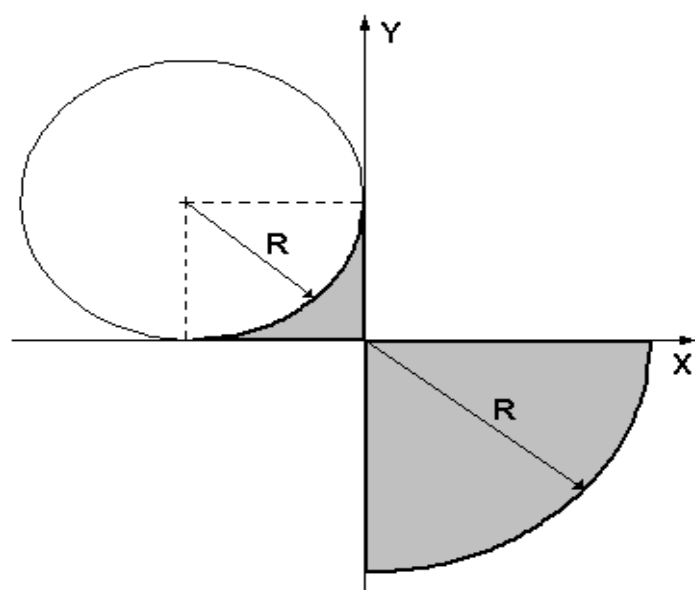
13)



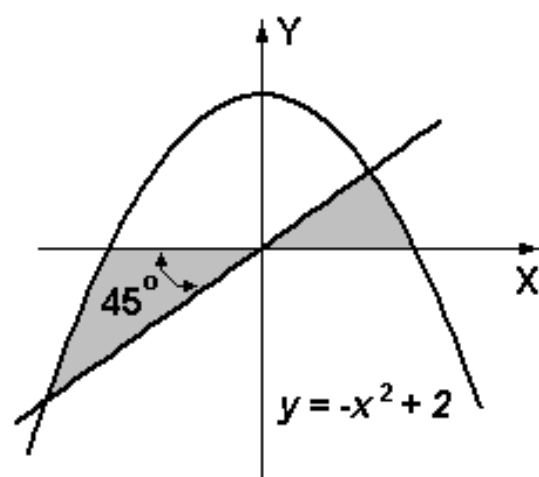
14)



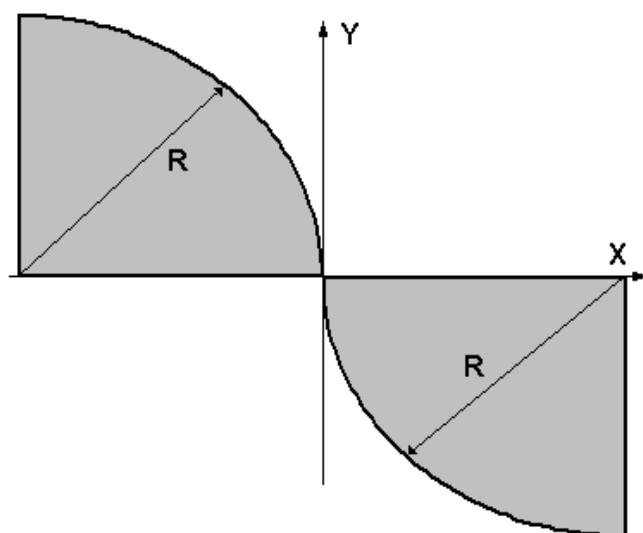
15)



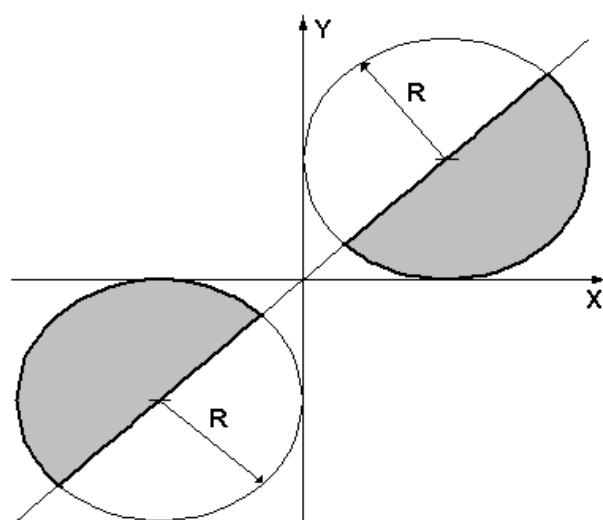
16)



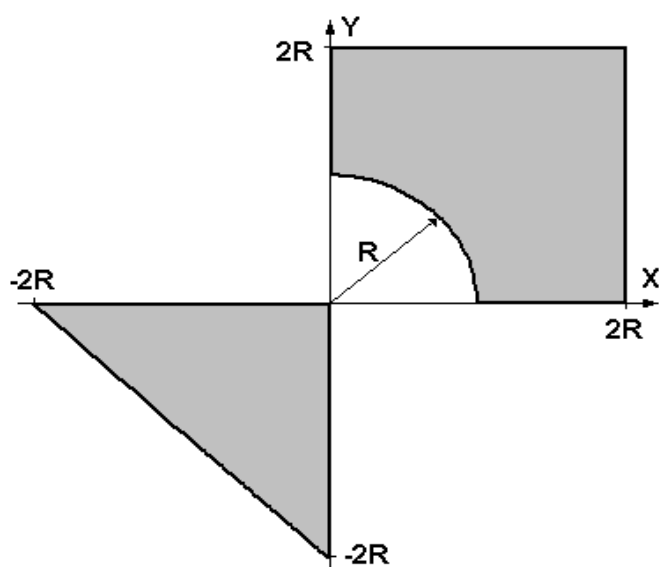
17)



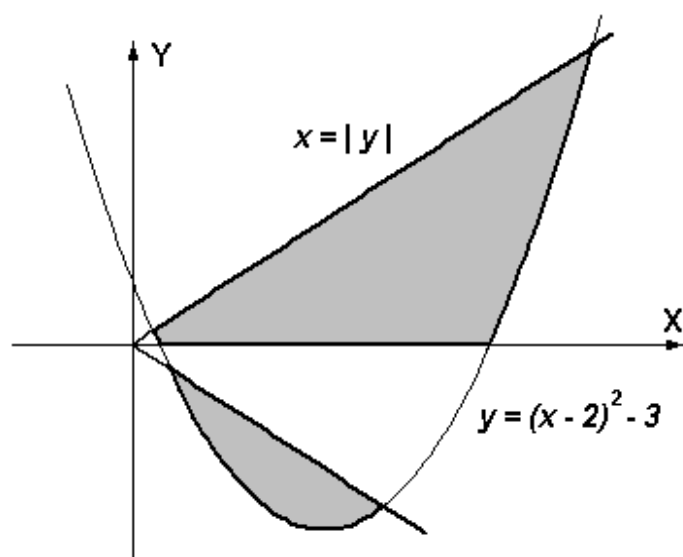
18)



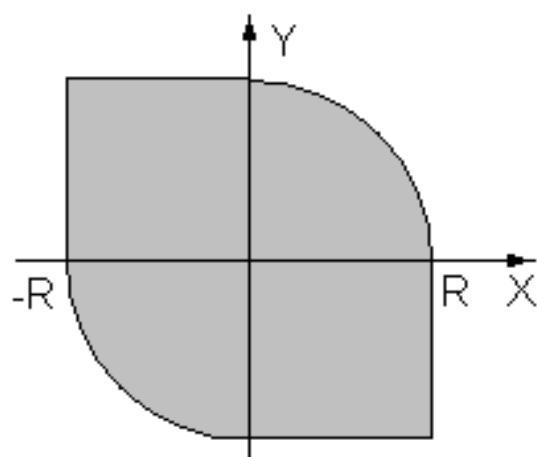
19)



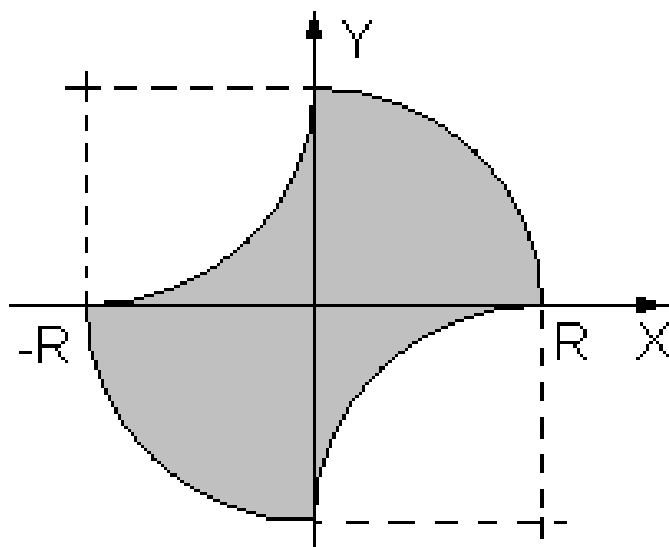
20)



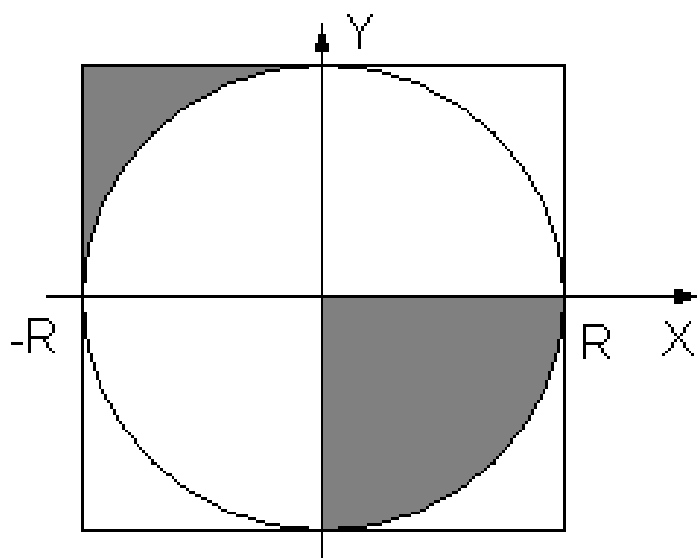
21)



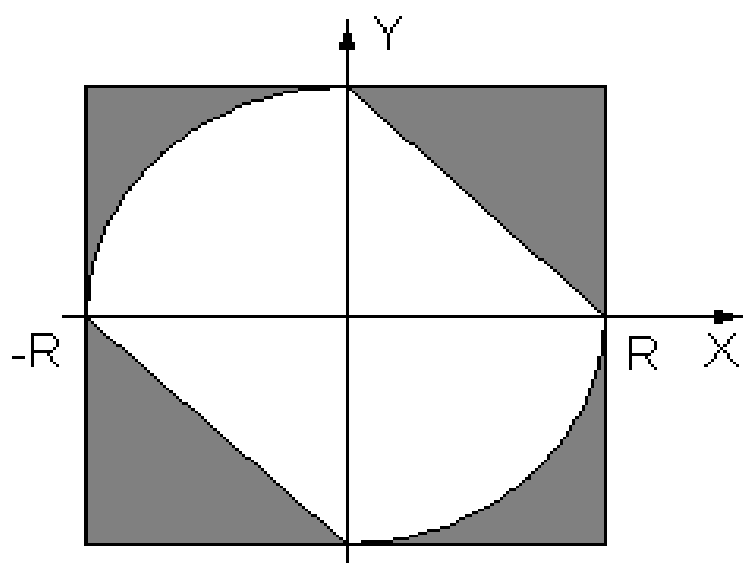
22)



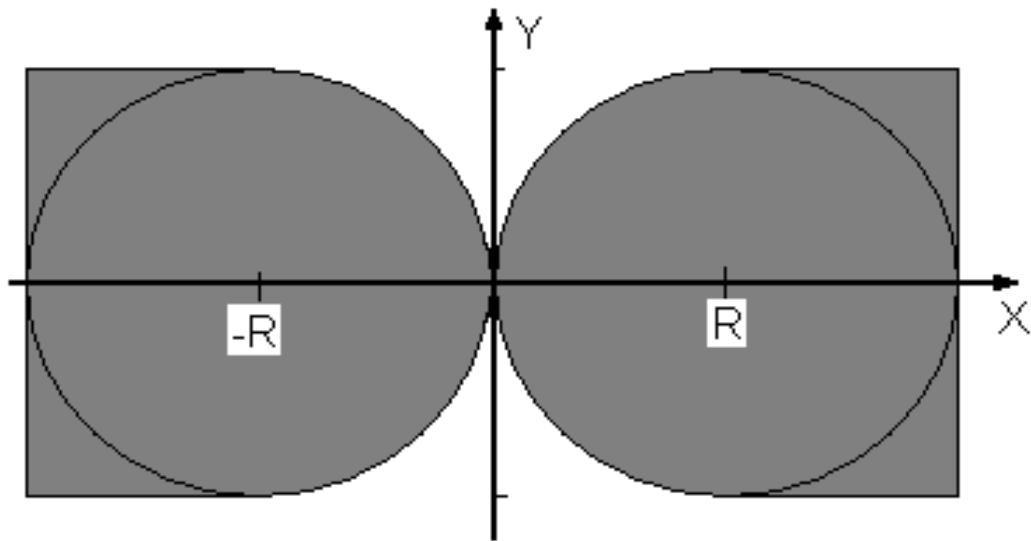
23)



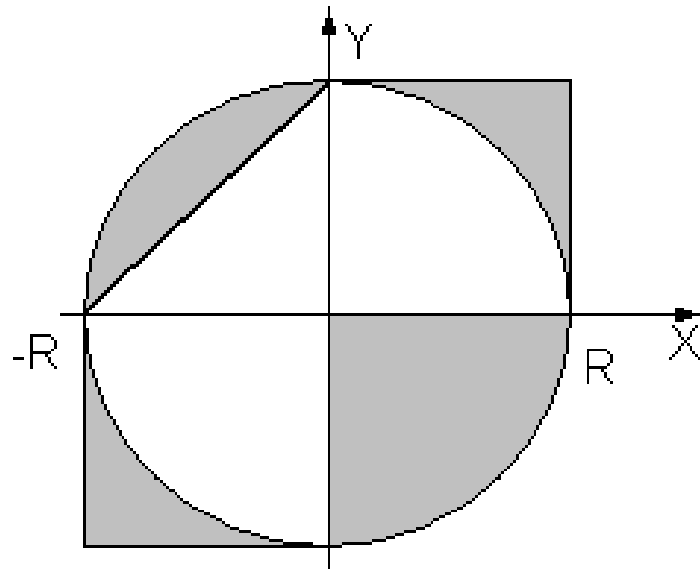
24)



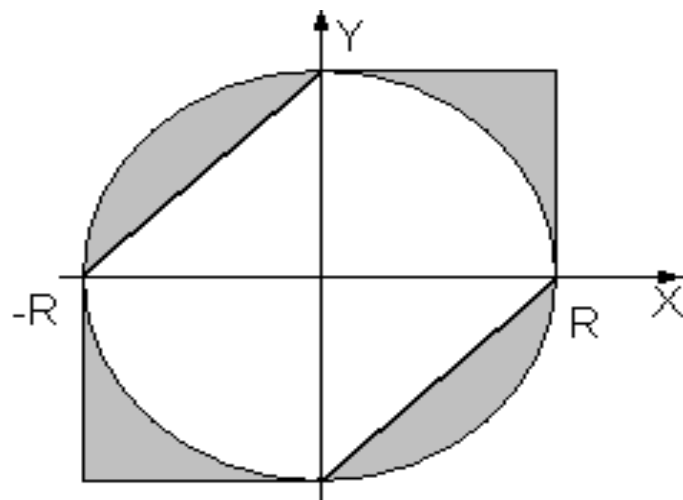
25)



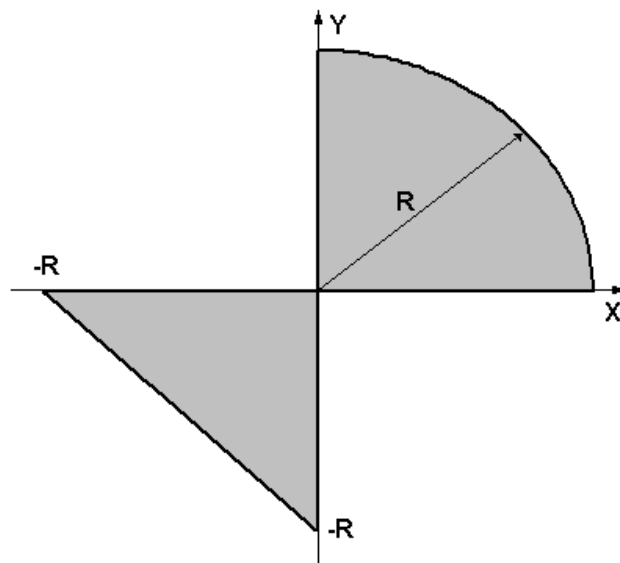
26)



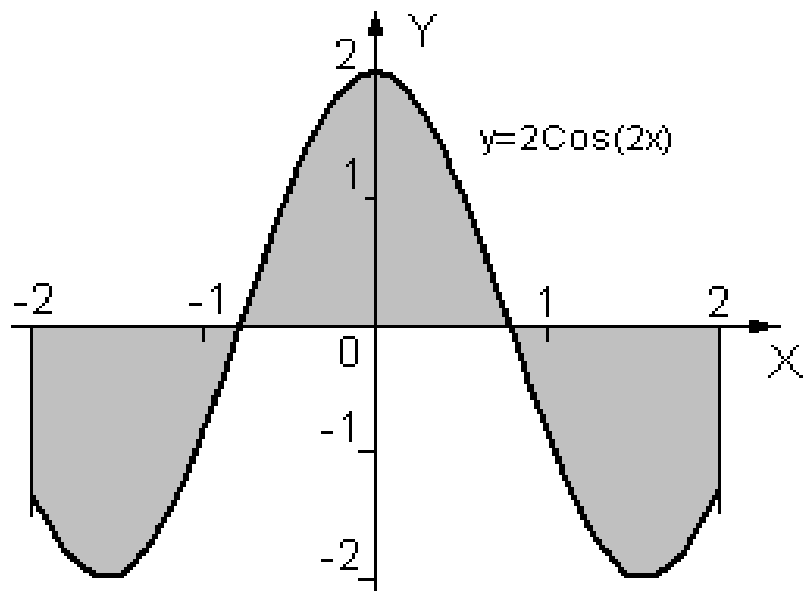
27)



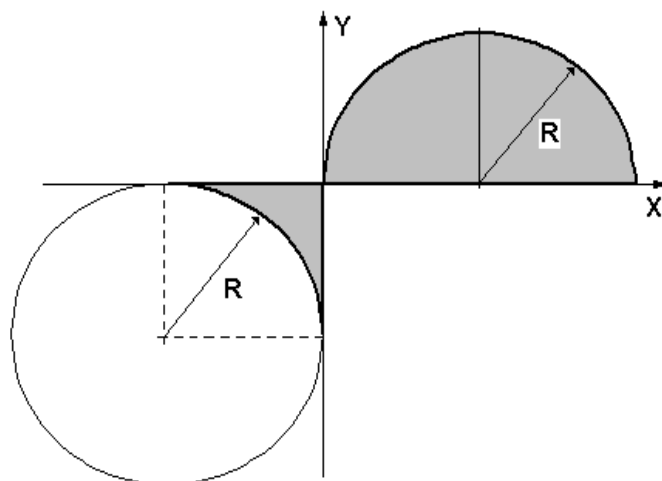
28)



29)



30)



Лабораторная работа №3: «Организация циклов».

Задание 1

Цель работы:

Дать студентам практический навык в использовании базовых конструкций структурного программирования - операторов цикла. Работа составлена из трёх заданий.

Постановка задачи

Вычислить и вывести на экран в виде таблицы значения функции, заданной графически (см. лабораторная работа № 2, задание 1), на интервале от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx . Интервал и шаг задать таким образом, чтобы проверить все ветви программы. Таблицу снабдить заголовком и шапкой.

Теоретическое введение

Для решения задачи использована программа, подготовленная в лабораторной работе №2, задание 1 и оператор цикла с предусловием:

<Начальное значение>

while <Условие>:

 <Инструкции>

 <Приращение>

[**else**:

 <Блок, выполняемый, если не использовался break>

]

Для обмена с консолью (вывод сообщений и ввод начальных данных) использованы стандартные процедуры `print()` и `input()`. Результаты работы программы записываются в текстовый файл.

Описание алгоритма

1. Ввести значения переменных X_{beg} , X_{end} , dx .
2. Присвоить текущему значению X_t начальное значение: $X_t = X_{нач}$.
3. Вычислить значение функции и вывести в виде строки таблицы.
4. Вычислить новое значение аргумента $X_t = X_t + Dx$.
5. Если значение аргумента меньше X_{end} , то перейти к пункту 3.
6. Завершить рисование таблицы и работу программы.

Описание входных и выходных данных

В предшествующей работе был принят вещественный тип данных (`real`). В этой работе тип данных сохранён. Для упрощения последующего контроля работы программы в выходной текстовый файл записываются и начальные данные.

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
print('Введите Xbeg, Xend и Dx')
```

```

xb = float(input('Xbeg='))
xe = float(input('Xend='))
dx = float(input('Dx='))
print("Xbeg={0: 7.2f} Xend={1: 7.2f}"
      .format(xb, xe))
print("    Dx={0: 7.2f}".format(dx))
xt = xb
print("+-----+-----+")
print("I    X    I    Y    I")
print("+-----+-----+")
while xt <= xe:
    if xt < -5:
        y = 1
    elif xt >=-5 and xt<0:
        y = -(3/5)*xt-2
    elif xt >= 0 and xt<2:
        y = -sqrt(4-xt**2)
    elif xt >= 2 and xt<4:
        y = xt-2
    elif xt >= 4 and xt<8:
        y = 2+sqrt(4-(xt-6)**2)
    else: y = 2
    print("I{0: 7.2f} I{1: 7.2f} I"
          .format(xt, y))
    xt += dx
print("+-----+-----+")

```

Результат работы программы

```

Xbeg= -10.00 Xend=  10.00
    Dx=    1.00
+-----+-----+
I    X    I    Y    I
+-----+-----+
I -10.00 I    1.00 I
I  -9.00 I    1.00 I
I  -8.00 I    1.00 I
I  -7.00 I    1.00 I
I  -6.00 I    1.00 I
I  -5.00 I    1.00 I
I  -4.00 I    0.40 I
I  -3.00 I   -0.20 I
I  -2.00 I   -0.80 I
I  -1.00 I   -1.40 I
I   0.00 I   -2.00 I
I   1.00 I   -1.73 I
I   2.00 I    0.00 I
I   3.00 I    1.00 I
I   4.00 I    2.00 I

```

I	5.00	I	3.73	I
I	6.00	I	4.00	I
I	7.00	I	3.73	I
I	8.00	I	2.00	I
I	9.00	I	2.00	I
I	10.00	I	2.00	I
+-----+-----+				

Задания к лабораторной работе №3 «Организация циклов». Задание 1

Вычислить и вывести на экран в виде таблицы значения функции, заданной графически (см. задание 1 лабораторной работы № 2, стр. 23), на интервале от $x_{нач}$ до $x_{кон}$ с шагом dx . Интервал и шаг задать таким образом, чтобы проверить все ветви программы. Таблицу снабдить заголовком и шапкой.

Лабораторная работа №3: «Организация циклов».

Задание 2

Постановка задачи

Для десяти выстрелов, координаты которых задаются генератором случайных чисел, вывести текстовые сообщения о попадании в мишень (см. лабораторная работа № 2, задание 2).

Теоретическое введение

Для решения задачи использована программа, подготовленная в лабораторной работе №2, задание 2 и оператор цикла с параметром:

```
for <Текущий элемент> in <Последовательность>:  
    <Инструкции внутри цикла>  
[else:  
    <Этот код выполняется, если в теле цикла>  
    <не использовался break>]
```

Вывод сообщения выполняется стандартной функцией `print()`.

Для формирования координат точки используется модуль генератора случайных чисел, который подключается инструкцией:

```
import random
```

или

```
from random import *
```

Для формирования случайного вещественного числа воспользуемся функцией

```
uniform(<Начало>, <Конец>)
```

Эта функция генерирует псевдослучайное число в диапазоне от <Начало> до <Конец>.

При этом правая граница не входит в интервал генерируемых значений (интервал открыт справа). В нашей задаче значения X формируются в диапазоне $(-1, 4)$, а для Y – $(-1, 10)$.

Описание алгоритма

1. Вывести "шапку".
2. В цикле от 1 до 10.
3. Сформировать координаты точки X , Y .
4. Определить попадание точки в заданную область. Если есть попадание, то переменная `flag` получает значение 1, а иначе – 0.
5. Вывести координаты точки и маркер оставить на строке сообщения.
6. Вывести результат Yes или No в соответствии со значением переменной `flag`.
7. Изменить параметр цикла и проверить условие завершения.
8. Если условие `False`, то перейти к п. 3.
9. Завершить работу программы.

Описание входных и выходных данных

Типы переменных, использованные в предыдущей работе, не изменялись. Для организации цикла введена новая переменная целого типа (int).

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
from random import *
flag = 0
print("      X      Y      Res")
print("-----")
for n in range(10):
    x = uniform(-1, 4)
    y = uniform(-1, 10)
    if (x < -1) or (x > 4):
        flag = 0          #False
    if (((x>=-1) and (x< 1) and (y>=2*x+2)
        and (y<= x**3-4*x**2+x+6))
        or
        ((x>=1) and (x<=4) and (y>=x**3-4*x**2+x+6)
        and (y<= 2*x+2))):
        flag = 1
    else:
        flag = 0
    print("{0: 7.2f} {1: 7.2f}"
          .format(x, y), end=" ")
    if flag:
        print("Yes")
    else:
        print("No")
```

Результат тестирования программы

X	Y	Res
-0.68	7.15	No
3.53	3.44	No
-0.05	4.02	Yes
-0.24	0.01	No
2.48	5.58	Yes
0.41	4.77	Yes
0.09	0.89	No
0.68	0.98	No
-0.03	5.46	Yes
-0.73	0.73	Yes

Задания к лабораторной работе №3 «Организация циклов». Задание 2

Для десяти выстрелов, координаты которых задаются генератором случайных чисел, вывести текстовые сообщения о попадании в мишень (см. лабораторная работа № 2, задание 2).

Лабораторная работа №3: «Организация циклов».

Задание 3

Постановка задачи

Вычислить и вывести на экран в виде таблицы значения функции интегрального синуса, заданной с помощью степенного ряда, на интервале от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx с точностью ε – эпсилон.

Таблицу снабдить заголовком и шапкой. Каждая строка таблицы должна содержать значение аргумента, значение функции и количество просуммированных членов ряда.

$$Si(x) = \int_0^x \frac{\sin(x)}{x} dx = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{x^{2 \cdot n + 1}}{(2 \cdot n + 1)! \cdot (2 \cdot n + 1)} = x - \frac{x^3}{3! \cdot 3} + \frac{x^5}{5! \cdot 5} - \dots + \quad |x| < \infty$$

Теоретическое введение

При решении подобных задач, в которых имеется общая формула вычисления элемента ряда, очень полезно получить рекуррентную формулу. Такая формула позволяет упростить процесс программирования и ускоряет работу программы, так как получение следующего результата основывается на предыдущем. Особое внимание следует обратить на сходимость ряда. Если ряд расходится или сходится слабо, то программа может формировать сообщения о переполнении значений переменных или выводить неверный результат. Следует обращать внимание на границы допустимых значений аргумента.

1. Будем искать рекуррентное соотношение в виде выражения: $a_{n+1} = k \cdot a_n$. Получим выражение для k :

$$k = \frac{(-1)^{n+1} \cdot x^{2 \cdot (n+1) + 1} \cdot (2 \cdot n + 1)! \cdot (2 \cdot n + 1)}{(2 \cdot (n+1) + 1)! \cdot (2 \cdot (n+1) + 1) \cdot (-1)^n \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = - \frac{x^2 \cdot (2 \cdot n + 1)}{(2 \cdot n + 2) \cdot (2 \cdot n + 3)^2}$$

При выполнении преобразования выражение факториала в знаменателе было преобразовано к виду:

$$(2 \cdot (n+1) + 1)! = (2 \cdot n + 3)! = (2 \cdot n + 1)! \cdot (2 \cdot n + 2) \cdot (2 \cdot n + 3)$$

2. Для решения задачи нам потребуется два цикла. Первый цикл While (с предусловием), будет обеспечивать изменение значения переменной X от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx . Второй цикл – это цикл с постусловием. Он нужен для итерационных вычислений элементов ряда с $|a_n| < \varepsilon$.

В языке Python цикл с постусловием отсутствует. Для организации такого цикла воспользуемся циклом с предусловием в следующей форме:

```
while True:
    <тело цикла>
    if not <условие>:
        break;
```

Для обмена с консолью (ввод/вывод) использованы стандартные функции `input()` и `print()`.

Описание алгоритма

1. Ввести значения переменных $X_{нач}$, $X_{кон}$, dx и параметр точности ε .
2. Вывести "шапку" таблицы.
3. Инициировать X_t начальным значением ($X_{нач}$).
4. В цикле по X_t .
5. Инициировать переменную для подсчёта суммы членов ряда и переменную, которая отвечает за номер члена ряда (n).
6. В цикле по a_n .
7. Вычислить k , элемент ряда a_n , сумму элементов ряда и номер элемента.
8. Если модуль элемента ряда меньше ε , то прервать цикл (`break`) по a_n , иначе перейти к п.6.
9. Вывести строки таблицы: значение X_t , вычисленное значение функции и количество просуммированных членов ряда
10. Вычислить новое значение переменной $X_t = X_t + dx$.
11. Если значение аргумента меньше $X_{кон}$, то перейти к пункту 4.
12. Завершить рисование таблицы, и работу программы.

Описание входных и выходных данных

Поскольку тип переменных и точность представления не ограничены условием задачи, то входные переменные ($X_{нач}$, $X_{кон}$, dx и параметр точности ε) и вычисляемые значения аргумента и функции представляются переменными вещественного типа (`float`). Количество членов ряда подсчитывается переменной целого типа (`int`).

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
print('Введите Xbeg, Xend, Dx и Eps')
xb = float(input('Xbeg='))
xe = float(input('Xend='))
dx = float(input('Dx='))
eps = float(input('Eps='))
print("+-----+-----+-----+")
print("I    X    I    Y    I    N I")
print("+-----+-----+-----+")
xt = xb
while xt <= xe:
    an = xt
    n = 0
```

```

y = an
while True:
    k=-(xt**2)*(2*n+1)/((2*n+2)*(2*n+3)**2)
    an = an*k
    y = y + an
    n = n + 1
    if abs(an) < eps:
        break
print("I{0: 7.2f} I{1: 7.3f} I{2: 4} I"
      .format(xt,y,n))
xt = xt + dx
print("+-----+-----+-----+")

```

Результат работы программы

```

Xnach=  -4.00  Xkon=   6.00
Dx=    2.00   Eps=   0.00003
+-----+-----+-----+
I   X      I   Y      I   N I
+-----+-----+-----+
I  -4.00 I  -1.758 I    8 I
I  -2.00 I  -1.605 I    5 I
I   0.00 I   0.000 I    1 I
I   2.00 I   1.605 I    5 I
I   4.00 I   1.758 I    8 I
I   6.00 I   1.425 I   10 I
+-----+-----+-----+

```

Задание к лабораторной работе №3 "Организация циклов". Задание 3

Вычислить и вывести на экран монитора в виде таблицы значения функции, заданной с помощью ряда Тейлора, на интервале от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx и точностью ε . Таблицу снабдить заголовком и шапкой. Каждая строка таблицы должна содержать значение аргумента, значение функции и количество просуммированных членов ряда.

$$1. \ln \frac{x+1}{x-1} = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = 2 \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} + \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots \right), \quad |x| > 1$$

$$2. e^{-x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^n}{n!} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty$$

$$3. e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

$$4. \ln(1+x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{n+1}}{n+1} = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots, \quad -1 < x \leq 1$$

$$5. \ln \frac{1+x}{1-x} = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2 \cdot n + 1}}{2 \cdot n + 1} = 2 \cdot \left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \dots \right), \quad |x| < 1$$

$$6. \ln(1-x) = - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n} = - \left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots \right), \quad -1 \leq x < 1$$

$$7. \operatorname{arcctg}(x) = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot x^{2 \cdot n + 1}}{2 \cdot n + 1} = \frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \dots, \quad x \leq 1$$

$$8. \operatorname{arctg}(x) = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} - \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots, \quad x > 1$$

$$9. \operatorname{arctg}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot x^{2 \cdot n + 1}}{(2 \cdot n + 1)} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| \leq 1$$

$$10. \operatorname{Arth}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2 \cdot n + 1}}{2 \cdot n + 1} = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| < 1$$

$$11. \operatorname{Arcth}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = \frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} + \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots, \quad |x| > 1$$

12.

$$\frac{1}{x+3} = \frac{1}{2} - \frac{(x+1)}{2^2} + \frac{(x+1)^2}{3} - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (x+1)^n}{2^{n+1}}$$

$$, -3 < x < 1$$

$$13. e^{-x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n}}{n!} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty$$

$$14. \cos(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n}}{(2 \cdot n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

$$15. \frac{\sin(x)}{x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n}}{(2 \cdot n + 1)!} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

$$16. \ln(x) = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{2 \cdot n+1}}{(2 \cdot n + 1) \cdot (x+1)^{2 \cdot n+1}} = 2 \cdot \left(\frac{x-1}{x+1} + \frac{(x-1)^3}{3 \cdot (x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{5 \cdot (x+1)^5} + \dots \right), \quad x > 0$$

$$17. \ln(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{n+1}}{(n+1) \cdot (x+1)^{n+1}} = \frac{x-1}{x} + \frac{(x-1)^2}{2 \cdot x^2} + \frac{(x-1)^3}{3 \cdot x^3} + \dots, \quad x > \frac{1}{2}$$

$$18. \ln(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (x-1)^{n+1}}{(n+1)} = (x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} - \dots, \quad 0 < x \leq 2$$

$$19. \arcsin(x) = x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n - 1) \cdot x^{2 \cdot n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2 \cdot n \cdot (2 \cdot n + 1)} = x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} +$$

$$+ \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} + \dots, \quad |x| < 1.$$

$$20. \arccos(x) = \frac{\pi}{2} - \left(x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n - 1) \cdot x^{2 \cdot n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n) \cdot (2 \cdot n + 1)} \right) =$$

$$\arccos(x) = \frac{\pi}{2} - \left(x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n - 1) \cdot x^{2 \cdot n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n) \cdot (2 \cdot n + 1)} \right) =$$

$$= \frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} + \dots \right), \quad |x| < 1$$

$$21. sh(x) = \frac{1}{2} \cdot (e^x - e^{-x}) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2 \cdot n+1}}{(2 \cdot n + 1)!} = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots, \quad [x^2 < \infty]$$

$$22. \operatorname{ch}(x) = \frac{1}{2} \cdot (e^x + e^{-x}) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2 \cdot n)!} = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots \quad [x^2 < \infty]$$

$$23. \ln\left(\frac{x+1}{x}\right) = 2 \cdot \left[\frac{1}{2x+1} + \frac{1}{3 \cdot (2x+1)^3} + \frac{1}{5 \cdot (2x+1)^5} + \dots \right] \quad (2x+1)^2 > 1$$

$$24. (1+x)^{\frac{1}{4}} = 1 + \frac{1}{4} \cdot x - \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{8} \cdot x^2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{7}{12} \cdot x^3 - \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{11}{16} \cdot x^4 + \dots \quad |x| \leq 1$$

$$25. (1-x)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \cdot x - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot x^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot x^3 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{5}{8} \cdot x^4 - \dots \quad |x| \leq 1$$

$$26. (1+x)^{-\frac{1}{3}} = 1 - \frac{1}{3} \cdot x + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{6} \cdot x^2 - \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{6} \cdot \frac{7}{9} \cdot x^3 + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{6} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{10}{12} \cdot x^4 - \dots \quad |x| \leq 1$$

$$27. (1+x)^{-3} = 1 - \frac{1}{1 \cdot 2} (2 \cdot 3 \cdot x - 3 \cdot 4 \cdot x^2 + 4 \cdot 5 \cdot x^3 - 5 \cdot 6 \cdot x^4 + \dots) \quad |x| \leq 1$$

$$28. (1-x)^{-4} = \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} (2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot x + 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot x^2 + 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot x^3 + 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot x^4 + \dots) \quad |x| \leq 1$$

$$29. (1+x)^{-5} = \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} (2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot x - 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot x^2 + 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot x^3 - 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot x^4 + \dots)$$

$$|x| \leq 1.$$

$$30. \ln(1+2x) = \ln 7 + \frac{2(x-3)}{7} - \frac{2^2(x-3)^2}{2 \cdot 7^2} + \dots (-1)^{n+1} \cdot \frac{2^n(x-3)^n}{n \cdot 7^n}, \quad -\frac{1}{2} < x \leq \frac{13}{2}$$

Лабораторная работа №4: «Одномерные массивы»

Цель работы:

Дать студентам практический навык в написании программ обработки одномерных массивов: поиск максимумов и минимумов, сортировка.

Замечание: Для организации массивов в Python могут использоваться разные варианты, например, списки или решения, предлагаемые в модулях `array`, `numpy`. В этих решениях могут быть готовые методы и функции, упрощающие программирование, например поиск максимума, минимума или сортировка. В этом руководстве предлагается использовать алгоритмы поиска решений без использования готовых методов и функций.

Постановка задачи

Сформировать одномерный список, состоящий из N вещественных чисел, полученных генератором случайных чисел. Количество элементов списка (N) запрашивается у пользователя, но не превышает 30. Диапазон значений элементов от -5.0 до 5.0. Вычислить:

1. Первый и второй максимальные по модулю элементы списка.
2. Сумму элементов, модуль которых меньше единицы.
3. Все элементы, модуль которых превышает $A_{\max}$ обнулить.
3. Отсортировать список, сохраняя порядок ненулевых элементов. Равные нулю элементы разместить в конце списка.

Теоретическое введение

Для работы с одномерными массивами и матрицами (многомерными массивами) в Python имеются специализированные модули и библиотеки (`array`, `numpy`, ...).

Массив – это конечная именованная последовательность однотипных величин.

Для организации массива в Python можно использовать такие структуры данных, как списки, кортежи, множества и диапазоны, которые представляют нумерованные наборы объектов. Каждый элемент набора содержит ссылку на объект, который, в свою очередь, может представлять объект произвольного типа данных и иметь неограниченную степень вложенности.

В решении этого задания для хранения однотипных данных (массивов данных) предлагается использовать структуру данных, которая называется **список**.

Список представляет собой последовательность элементов, пронумерованных от **0 (нуля)**. Элементы списка могут иметь различные типы. Список можно задать перечислением элементов списка в квадратных скобках, например, список можно задать так:

```
Preshe = [1, 3, 5, 7, 11, 13]
PColor = ['Red', 'Orange', 'Yellow', 'Green']
```

или так:

```
Trest = [1, 3, 'Old', 7, 'Or', 13]
```

В списке `Preshe` — 6 элементов, а именно:

```
Preshe[0] == 1, Preshe[1] == 3, Preshe[2] == 5,  
Preshe[3] == 7, Preshe[4] == 11, Preshe[5] == 13.
```

Список `PColor` состоит из 4-х элементов, каждый из которых является строкой, а вот список `Trest` состоит из шести элементов, часть которых — число, а часть — строка.

При обращении к элементам списка можно использовать как положительные индексы, так и отрицательные. Если индекс положительный, то счет ведется от нуля до максимального элемента, слева направо. Если индекс отрицательный, то счет ведется справа налево:

```
Preshe[-1] == 13, Preshe[-6] == 1.
```

Количество элементов в списке (длину списка), можно получить при помощи функции `len`, например, `len(Preshe) == 6`.

Существует несколько способов работы со списком. Разработчики предлагают различные варианты от специальных модулей до библиотек. Стандартные решения языка для нашего примера достаточны.

Рассмотрим один из способов создания списка и его наполнения:

- Запросить размер списка у пользователя. Пусть этот размер не должен быть меньше 5 элементов и не превышать 30;
- Создать пустой список (не содержащий элементов, длины 0);
- Наполним список случайными числами, применяя метод `append`.

```
n = int(input("Элементов в списке (N<=30) N: "))  
if n > 30: n = 30  
elif n < 5: n = 5  
mas = [] # Создаем пустой список  
for i in range(n): # Инициализация  
    mas.append(uniform(-5, 5))
```

Если использовать, например, модуль `array`, то изменения в программе будут минимальными:

```
# создание массива нулевой длины  
# с элементами вещественного типа  
mas = array('f')  
for i in range(n): # Инициализация  
    mas.append(uniform(-5, 5))
```

В решении задачи используется цикл `for` с генерацией последовательности целых чисел, используемых для доступа к элементам массива:

```
for <Текущий элемент> in <Последовательность>:  
    <Инструкции внутри цикла>
```

Для обмена с консолью (ввод/вывод) использованы стандартные функции `input()` и `print()`.

После формирования списка, в следующем цикле подсчитывается сумма элементов, модуль которых не превышает единицу. В этом же цикле при обнаружении в массиве элемента, значение которого превышает пороговое значение, выполняется обнуление элемента.

Поиск первого и второго максимальных элементов построен по принципу однопроходного алгоритма:

- Модуль элемента $A[i]$ сравнить со значением в $Max1$;
- Если $abs(A[i]) > Max1$, то $Max2 = Max1$ и $Max1 = abs(A[i])$;
- Иначе модуль элемента $A[i]$ сравнить с $Max2$. Если $abs(A[i]) > Max2$, то $Max2 = abs(A[i])$;

Для сжатия массива по заданному принципу (нулевые элементы размещаются в конце массива при сохранении порядка ненулевых элементов), используется следующий алгоритм:

- Массив просматривается с использованием индексируемой переменной i , дополнительный индекс j указывает на первый (нулевой) элемент массива;
- При обнаружении не нулевого элемента этот элемент копируется в элемент с индексом j и индекс j инкрементируется, указывая на следующую освободившуюся позицию;
- После просмотра массива все элементы, начиная с элемента с индексом j обнуляются.

Описание алгоритма

1. Запросить количество элементов N и пороговое значение A_{max} .
2. Инициализировать массив случайными данными и вывести начальное состояние.
3. В цикле от 0 до $N-1$. Найти сумму элементов, модуль которых меньше 1, и обнулить элементы, значение которых превысило установленный порог A_{max} .
4. Инициализировать $Max1$ и $Max2$ модулем значения нулевого элемента массива.
5. В цикле от 1 до $N-1$. Если модуль элемента массива больше $Max1$, то $Max1$ сохранить в $Max2$, а модуль элемента массива в $Max1$. Иначе, если модуль элемента массива больше $Max2$, то модуль элемента массива сохранить в $Max2$.
6. Инициализировать переменную j .
7. В цикле от 0 до $N-1$. Если значение элемента больше нуля, то копировать его в элемент с индексом j . Увеличить j на 1.
8. В цикле от j до $N-1$. Все элементы приравнять нулю.
9. Вывести полученный массив и значения $Max1$, $Max2$ и суммы.

Описание входных и выходных данных

Поскольку тип элементов массива задан как вещественный, то тип переменных, используемых в подсчётах, также определим как вещественный (float).

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
from random import *
n = int(input("Элементов в массиве (N<=30) N: "))
if n > 30: n = 30
elif n < 5: n = 5
amax = float(input("Пороговое значение A: "))
# Генерация массива и вывод
print("Начальное состояние")
mas = []
for i in range(n):
    mas.append(uniform(-5, 5))
    print("{0: 7.3f}".format(mas[i]), end=" ")
print()
# Нахождение суммы
# Обнуление элементов превысивших порог
asum = 0.0
for i in range(n): # от 0 до n-1
    if abs(mas[i]) < 1.0:
        asum = asum + mas[i]
    if abs(mas[i]) > amax:
        mas[i] = 0.0
# Поиск максимального элемента
max1 = abs(mas[0])
max2 = abs(mas[0])
for i in range(1,n):
    if max1 < abs(mas[i]):
        max2 = max1
        max1 = abs(mas[i])
    else:
        if max2 < abs(mas[i]):
            max2 = abs(mas[i])
j = 0
for i in range(n): # Сортировка массива
    if abs(mas[i]) > 0.00001:
        mas[j] = mas[i]
        j = j + 1
for i in range(j,n): # от j до n-1
    mas[i] = 0.0
```

```

print("Конечное состояние")
for i in range(n): # Массив после сортировки
    print("{0: 7.3f}".format(mas[i]), end=" ")
print()
print("max1={0:7.3f} max2={1:7.3f} sum={2:7.3f}"
      .format(max1, max2, asum))

```

Результат работы программы

```

Элементов в массиве (N<=30) N: 6
Пороговое значение A: 2.8
Начальное состояние
-2.655   2.194   1.034   2.804   -1.490   -0.474
Конечное состояние
-2.655   2.194   1.034  -1.490   -0.474    0.000
max1=   2.655 max2=   2.655 sum= -0.474

```

Задание к лабораторной работе №4

«Одномерные массивы»

Вариант 1

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Сумму отрицательных элементов.
2. Произведение элементов, расположенных между максимальным и минимальным элементами. Упорядочить элементы массива по возрастанию.

Вариант 2

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Сумму положительных элементов.
2. Произведение элементов, расположенных между максимальным по модулю и минимальным по модулю элементами. Упорядочить элементы массива по убыванию.

Вариант 3

В одномерном массиве, состоящем из n целочисленных элементов, вычислить:

1. Произведение элементов с четными номерами.
2. Сумму элементов, расположенных между первым и последним нулевыми элементами. Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все положительные элементы, а потом - все отрицательные (элементы, равные нулю, считать положительными).

Вариант 4

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Сумму элементов с нечетными номерами.
2. Сумму элементов, расположенных между первым и последним отрицательными элементами. Сжать массив, удалив из него все элементы, модуль которых не превышает единицу. Освободившиеся в конце массива элементы заполнить нулями.

Вариант 5

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Максимальный элемент массива.
2. Сумму элементов, расположенных до последнего положительного элемента. Сжать массив, удалив из него все элементы, модуль которых находится в интервале $[a, b]$. Освободившиеся в конце массива элементы заполнить нулями.

Вариант 6

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Минимальный элемент массива.
2. Сумму элементов, расположенных между первым и последним положительными элементами. Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все элементы, равные нулю, а потом - все остальные.

Вариант 7

В одномерном массиве, состоящем из p целочисленных элементов, вычислить:

1. Номер максимального элемента массива.
2. Произведение элементов массива, расположенных между первым и вторым нулевыми элементами. Преобразовать массив таким образом, чтобы в первой его половине располагались элементы, стоявшие в нечетных позициях, а во второй половине - элементы, стоявшие в четных позициях.

Вариант 8

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Номер минимального элемента.
2. Сумму элементов, расположенных между первым и вторым отрицательными элементами. Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все элементы, модуль которых не превышает единицу, а потом - все остальные.

Вариант 9

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Максимальный по модулю элемент.
2. Сумму элементов, расположенных между первым и вторым положительными элементами. Преобразовать массив таким образом, чтобы элементы, равные нулю, располагались после всех остальных.

Вариант 10

В одномерном массиве, состоящем из n целочисленных элементов, вычислить:

1. Минимальный по модулю элемент.
2. Сумму модулей элементов, расположенных после первого элемента, равного нулю.

Преобразовать массив таким образом, чтобы в первой его половине располагались элементы, стоявшие в четных позициях, а во второй половине - элементы, стоявшие в нечетных позициях.

Вариант 11

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Номер минимального по модулю элемента.
2. Сумму модулей элементов, расположенных после первого отрицательного элемента.

Сжать массив, удалив из него все элементы, величина которых находится в интервале $[a, b]$. Освободившиеся в конце массива элементы заполнить нулями.

Вариант 12

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Номер максимального по модулю элемента.
2. Сумму элементов, расположенных после первого положительного элемента.

Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все элементы, целая часть которых лежит в интервале $[a, b]$, а потом — все остальные.

Вариант 13

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество элементов массива, лежащих в диапазоне от A до B .
 2. Сумму элементов, расположенных после максимального элемента.
- Упорядочить элементы массива по убыванию модулей.

Вариант 14

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество элементов массива, равных нулю.
2. Сумму элементов, расположенных после минимального элемента.

Упорядочить элементы массива по возрастанию модулей.

Вариант 15

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество элементов массива, больших C .
2. Произведение элементов, расположенных после максимального по модулю элемента.

Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все отрицательные элементы, а потом - все положительные (элементы, равные нулю, считать положительными).

Вариант 16

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество отрицательных элементов.
2. Сумму модулей элементов, расположенных после минимального по модулю элемента.

Заменить все отрицательные элементы массива их квадратами и упорядочить элементы массива по возрастанию.

Вариант 17

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество положительных элементов.
2. Сумму элементов, расположенных после последнего элемента, равного нулю.

Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все элементы, целая часть которых не превышает единицу, а потом - все остальные.

Вариант 18

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Количество элементов массива, меньших C .
2. Сумму целых частей элементов массива, расположенных после последнего отрицательного элемента.

Преобразовать массив таким образом, чтобы сначала располагались все элементы, отличающиеся от максимального не более чем на 20 %, а потом - все остальные:

Вариант 19

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Произведение отрицательных элементов.
2. Сумму положительных элементов, расположенных до максимального элемента.

Изменить порядок следования элементов в массиве на обратный.

Вариант 20

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Произведение положительных элементов.
2. Сумму элементов, расположенных до минимального элемента.

Упорядочить по возрастанию отдельно элементы, стоящие на четных местах, и элементы, стоящие на нечетных местах.

Вариант 21

В одномерном массиве, состоящем из n целых элементов, вычислить:

1. Максимальный элемент массива.
2. Сумму остатков получаемых от деления элементов массива на максимальный элемент.

Упорядочить элементы массива по возрастанию остатков, полученных от их деления на максимальный элемент.

Вариант 22

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Среднее значение, как отношение суммы всех элементов на их количество

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n a_i.$$

2. Сумму квадратов разностей между элементами массива и полученным средним значением $S = \sum (a_i - \bar{a})^2$.

Упорядочить элементы массива по убыванию их разности со средним значением $(a_i - \bar{a})$: вначале расположить элементы с положительной максимальной разностью, а затем остальные по убыванию разности.

Вариант 23

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов, вычислить:

1. Второй по величине элемент.
2. Сумму элементов, расположенных между максимальным и вторым по величине элементами.

Упорядочить элементы массива по возрастанию остатков, полученных от их деления на второй по величине элемент.

Вариант 24

В одномерном массиве, состоящем из n вещественных элементов:

1. Вычислить максимальный и минимальный элементы (Max и Min).
2. Выполнить вставку нового значения в элемент, который расположен в середине между максимальным и минимальным элементами. Вставку выполнить следующим образом: запросить новое значение, которое должно быть в диапазоне ($Min \leq a \leq Max$); переместить вправо на одну позицию элементы массива от точки вставки (последний элемент теряется); освободившемуся элементу присвоить новое значение.

Упорядочить по возрастанию модулей разности элементов массива и нового значения: $|a_i - a|$

Вариант 25

С использованием модуля *Random* сформировать одномерный массив, состоящий из n вещественных элементов в котором элементы принимают случайное значение, и выполняется условие: $a_1 < a_2 < a_3 < \dots < a_n$.

1. Для заданного числа y , такого, что $a_1 < y < a_n$, определить такой k , чтобы $a_k < y < a_{k+1}$.
2. Вычислить сумму элементов массива, расположенных до элемента a_k .

Упорядочить по убыванию элементы, стоящие после элемента a_k .

Вариант 26

С использованием модуля *Random* сформировать одномерный массив, состоящий из n вещественных элементов в котором элементы принимают случайное значение, и выполняется условие: $a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a_n$.

1. Для заданного числа y , такого, что $a_1 < y < a_n$, определить такой k , чтобы $a_k < y < a_{k+1}$.
2. Вычислить сумму элементов массива, расположенных после элемента a_k .

Упорядочить по убыванию элементы, стоящие до элемента a_k .

Вариант 27

С использованием модуля *Random* сформировать одномерный массив, состоящий из n вещественных элементов в котором элементы случайным образом принимают положительный или отрицательный знак и значение от -5 до 5. Для заданного числа y , такого, что $amin < y < amax$, вычислить:

1. Сумму элементов массива, значения модуля которых меньше y .
2. Произведение остальных элементов.

Вариант 28

С использованием модуля *Random* сформировать одномерный массив, состоящий из n вещественных элементов в котором элементы случайным образом принимают положительный или отрицательный знак и значение от -10 до 10. Для заданного числа y , такого, что $a_{min} < y < a_{max}$, вычислить:

1. Произведение элементов массива, значения модуля которых больше y .
2. Сумму модулей остальных элементов.

Вариант 29

Координаты n точек заданы как элементы одномерного массива. Нечётные элементы - значения ординат, а чётные - абсцисс. Вычислить максимальное расстояние между ближайшими точками.

Вывести координаты всех точек, которые попадают в круг с координатами центра X_0, Y_0 и радиусом R . Упорядочить положение точек по возрастанию их ординат.

Вариант 30

Координаты n точек заданы как элементы одномерного массива. Нечётные элементы - значения ординат, а чётные - абсцисс. Вычислить минимальное расстояние между ближайшими точками.

Вывести координаты всех точек, которые попадают в кольцо с координатами центра X_0, Y_0 , внутренним радиусом R_1 и внешним радиусом R_2 .

Упорядочить положение точек по возрастанию их абсцисс.

Лабораторная работа №5: «Двумерные массивы и функции»

Цель работы:

Дать студентам практический навык в написании программ обработки двумерных массивов с использованием функций.

Постановка задачи

Дан двумерный массив вещественных чисел.

1. Инициализировать элементы случайными числами в диапазоне $(-10 \div 10)$.
2. Вычислить среднее и дисперсию (D) по всем элементам массива.
3. Заменить, на среднее значение, те элементы массива, отклонение которых от среднего превышает σ , где $\sigma = \sqrt{D}$.
4. Пункты задания оформить в виде функций.

Теоретическое введение

Организация двумерных массивов

В Python реализовать массив можно через вложенные списки. В следующем листинге программы показан прием формирования двумерного списка и способы инициализации его элементов.

Обратите внимание на строку, выделенную жирным. Элемент массива, ранее получивший числовое значение инициализируется строковым значением. При этом Python выполняет эту операцию без выдачи предупреждения (элементы списка могут быть разного типа). Здесь это сделано только для примера.

Листинг программы

```
from random import *
n=int(input("Введите размер кв. матрицы (N): "))
A=[] # Пустой список
B=[]
for i in range(n):
    A.append([0]*n) # Вложенный список
                    # инициированный 0
    B.append([3]*n) # Вложенный список
                    # инициированный 3
print(A) # Вывод списка
print(B)
print() # Просто "Enter"
for Row in range(n): # По строкам и
    for Col in range(n): # по столбцам
        A[Row][Col]=randint(0,99) # случайное
                                   # число
for Row in range(n): # Вывод результата
    for Col in range(n):
```

```

        print("{0:02}".format(A[Row][Col]),
              end=" ")
    print()
print()
#
A[1][2] = 'AB'          # А это "сюрприз"
for i in range(n):      # Вывод результата
    for j in range(n):
        if ((i==1) and (j==2)):
            print(A[1][2], end=" ")
        else:
            print("{0:02}".format(A[i][j]),
                  end=" ")
    print()

```

Результат работы программы

Введите размер матрицы (N×N): 4

```

[[0, 0, 0], [0, 0, 0], [0, 0, 0]]
[[3, 3, 3], [3, 3, 3], [3, 3, 3]]

```

```

58 75 20
17 99 45
26 49 73

```

```

58 75 20
17 99 AB
26 49 73

```

Отметим следующие моменты, касающиеся такой реализации кода:

- элементом списка может быть объект любого типа, это снижает эффективность кода;
- в случае обработки массивов (набор однотипных элементов) следует использовать более эффективный код.

В научных вычислениях массивы используются часто. В качестве примеров можно рассмотреть и временные ряды метеонаблюдений, и матрицы, используемые при решении систем уравнений.

Как уже отмечалось, Python является объектно-ориентированным языком. В этом языке массивы – это объекты со своими атрибутами и методами.

Так, для получения размерности массива можно воспользоваться атрибутом `ndim`:

```
dim = Mymas.ndim
```

Количество элементов по каждой из координат возвращает атрибут `shape`:

```
a, b = Mymas.shape
```

Атрибут `size` возвращает количество элементов в массиве:

```
n = Mymas.size
```

Функция `len()` позволяет получить количество элементов в строке:

```
m = len(Mymas)
```

С целью повышения эффективности кода и реализации дополнительных методов и функций, применяемых в обработке массивов, в Python разработаны различные модули. Например, большие возможности для работы с многомерными массивами предоставляет модуль **NumPy (numpy)**, который и предлагается использовать для решения задач нашего пособия.

Следующий листинг программы демонстрирует способы генерации матриц и вывода матриц на экран с использованием модуля **numpy**.

Листинг программы

```
import numpy as np

n=int(input("Введите размер матрицы (NxN): "))
# Нулевая матрица
Z=np.zeros((n, n), int) # Row, Colum, type
print(Z)
print()
# Диагональная единичная матрица
E=np.eye(n)
print(E)
print()
# Матрица со случайным набором значений
A = 20*np.random.random(size=(n,n)) - 10
for Row in range(n):
    for Col in range(n):
        print("{0:>5.2f}"
              .format(A[Row][Col]), end=" ")
    print()
print()
# Инициализация матрицы
for Row in range(n):
    for Col in range(n):
        A[Row][Col]=Row*10+Col
for Row in range(n):
    for Col in range(n):
        print("{0:>05.2f}"
              .format(A[Row][Col]), end=" ")
    print()
```

Результат работы программы

Введите размер матрицы (N×N) : 4

```
[[0 0 0 0]
 [0 0 0 0]
 [0 0 0 0]
 [0 0 0 0]]
```

```
[[ 1.  0.  0.  0.]
 [ 0.  1.  0.  0.]
 [ 0.  0.  1.  0.]
 [ 0.  0.  0.  1.]]
```

```
-0.09 -1.68  5.82  0.47
-5.72 -5.65 -5.96 -2.20
 6.20  1.72 -7.72 -5.56
 8.60  0.18  8.39  4.11
```

```
00.00 01.00 02.00 03.00
10.00 11.00 12.00 13.00
20.00 21.00 22.00 23.00
30.00 31.00 32.00 33.00
```

В решении заданий следует автоматизировать процесс формирования значений для двумерных массивов, а не вводить их руками. Не следует использовать готовые методы и функции, которые скрывают алгоритм решения, например, такие, как поиск максимума или минимума.

Для решения нашего задания, см. постановку задачи выше, инициализацию элементов матрицы выполним функцией, которая генерирует псевдослучайные числа вещественного типа из состава модуля NumPy.

Некоторые функции модуля NumPy, формируют псевдослучайное число в диапазоне $[0, 1)$ (включая ноль и исключая 1), например, `random()`, `randf()`, `sample()`. Когда генерацию псевдослучайных чисел необходимо выполнить в диапазоне $[a, b)$, где $b > a$, следует использовать следующее выражение:

$$y = a + (b - a) * \text{Rand},$$

где Rand – псевдослучайное число, генерируемое одной из перечисленных выше функций. Пример представлен в программе, приведенной выше.

Для расчёта среднего, дисперсии и среднеквадратичного отклонения воспользуемся следующими формулами:

$$\text{Среднее: } A = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}{n^2}; \quad \text{Дисперсия: } D = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} - A)^2}{n^2 - 1}; \quad \sigma = \sqrt{D}.$$

Инициализацию матрицы, вычисление среднего и дисперсии, а так же корректировку матрицы оформим в виде функций.

Функции

В программе часто повторяющийся фрагмент кода может быть оформлен в виде отдельной именованной структуры. В терминах информатики такую структуру принято называть подпрограммой.

Выделяют два вида подпрограмм – это процедуры и функции. Процедуры и функции могут возвращать результат через параметры. Кроме этого функция всегда возвращает результат через собственное имя и, в отличие от процедур, может участвовать в выражениях.

В Python используется только понятие "функция". Объект функция создаётся инструкцией `def`, за которой следует имя функции и, при необходимости, параметры, которые указываются в круглых скобках. Заголовок функции завершается двоеточием. Тело функции образуется блоком инструкций, которые следуют далее и имеют отступ в четыре пробела, по умолчанию. При отсутствии инструкций в теле функции, например в процессе тестирования, записывают инструкцию `pass`, которая ничего не делает. Выход из функции выполняется после выполнения последней инструкции тела функции. Такой инструкцией может быть, но необязательно, и инструкция `return`. В этом случае функция, через свое имя, возвращает объект, который указан за инструкцией `return`. Такая функция может участвовать в правой части выражений. Если инструкция `return` не используется, то функция возвращает значение `None`, которое так же может быть проанализировано в условном выражении.

Функции могут быть вложенными в другие функции, но делать это не рекомендуется, см., например, М. Лутц, Изучаем Python, 2011.

Замечание: Переменные, используемые при описании функции, обычно называют параметрами, а переменные, которые используются при вызове процедуры – аргументами.

Существует несколько стилей оформления программы с подпрограммами. В одних из них описание подпрограмм предшествует описанию самой программы, в других – описание подпрограмм следует за описанием программы (перед программой помещается только заголовок подпрограммы), а в третьих – подпрограммы помещаются в отдельные модули, которые подключаются к программе с помощью специальных инструкций: `uses` (Паскаль), `include` (Си), `import` (Python). Во всех стилях принимаются меры к тому, чтобы к моменту вызова подпрограммы в программе, ее имя (имя подпрограммы) было известно.

С этой целью в Python, рекомендуется все функции описывать в голове программы. Описание функции выполняется по следующей схеме:

```
def <Имя_функции> ([Параметры]) :  
    '''Строка документирования    '''  
    <Тело_функции>  
    [return <Возвращаемый_результат>]
```

Тут <Имя_функции> – это имя, которое будет использовано при вызове функции в программе. После имени функции, в круглых скобках, могут присутствовать параметры. По своей сути, описание параметров – это описание переменных, которые используются в теле функции для выполнения различных инструкций с их участием. С другой стороны, параметры – это переменные, через которые функция получает данные из программы или возвращает новые данные в программу.

Имя функции должно быть уникальным и соответствовать требованиям к именованию переменных.

Замечание о последовательности описания функций в Python:

При вызове функции (`f2()`) из другой функции (`f1()`) сама функция `f2()` может быть описана после `f1()`. Здесь важно только то, что вызов функции `f1()` выполнен после описания `f2()`. Это вызвано тем обстоятельством, что в Python вначале формируется байт код (это интерпретатор) и только затем работает виртуальная машина Python. Таким образом, к моменту выполнения кода (вызов `f1()`) размещение функции `f2()` известно и код может быть обработан без проблем.

Пример:

```
def f1(y):  
    f2(y) # Опережающая ссылка  
  
def f2(x): # Вызываемая функция  
    print(x)  
  
f1(56)      # Вызов функции
```

Описание алгоритма

Рассмотрим алгоритм решения нашей задачи.

1. Запросить размер массива N . Поскольку форма массива не определена, решим задачу для квадратной матрицы ($N \times N$).
2. Изготовить массив – инициировать набором псевдослучайных вещественных чисел (функция `MakeMatr()`).
3. Вывести полученную матрицу (функция `PrintMatr()`)
4. Вычислить среднее значение и дисперсию (функция `MidlDisp()`).
5. Выполнить корректировку элементов (функция `CorrectMatr()`).
6. Вывести откорректированную матрицу

Описание входных и выходных данных

Программа запрашивает размер массива. Результат работы программы визуализируется на экране монитора. Тип элементов матрицы задан как вещественный (`float`) в соответствии с заданием.

Описание подпрограмм

Функция *MakeMatr(n, a, b)*

Функция инициализирует квадратную матрицу псевдослучайными числами в диапазоне $[a, b)$. Размер матрицы $n \times n$ элементов.

Возвращается объект типа `array`.

Функция *MidlDisp(Matr)*

Функция вычисляет среднее значение по элементам массива `Matr` и дисперсию.

Функция возвращает объект типа кортеж, в котором первый элемент – среднее значение, а второй - дисперсия.

Функция *CorrectMatr (Matr)*

Функция выполняет корректировку массива `Matr`, заменяя значения элементов, средним, если модуль значения в массиве превышает среднеквадратичное отклонение.

Функция возвращает значение типа `array`.

Функция *PrintMatr (Matr)*

Эта функция выводит массив на экран монитора.

Листинг программы

```
import numpy as np
from math import *

def MakeMatr(n, a, b):
    """ Инициализация квадратной матрицы
    размером NxN псевдослучайными величинами
    в диапазоне [a,b) """
    Matr = (b-a)*np.random.random(size=(n,n)) + a
    return Matr

def MidlDisp(Matr):
    """ Вычисление среднего значения
    Вычисление дисперсии """
    sum = 0
    (nRow, nCol) = Matr.shape # Размеры матрицы
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            sum += Matr[Row][Col]
    Midl = sum / Matr.size # Среднее
    Disp = 0
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            Disp += (Matr[Row][Col] - Midl)**2
    return (Midl, Disp / (Matr.size - 1)) # Кортеж

def CorrectMatr(Matr, avr, sigma):
```

```

""" Замена "отскочивших" значений """
(nRow, nCol) = Matr.shape # Размеры матрицы
for Row in range(nRow):
    for Col in range(nCol):
        if abs(abs(Mat[Row][Col]) - avr) > sigma:
            Matr[Row][Col] = avr
return(Mat)

def PrintMat(Mat):
    """ Печать матрицы """
    (nRow, nCol) = Mat.shape
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            print("{0: 7.3f}"
                  .format(Mat[Row][Col]), end=" ")
        print()
    print()
n=int(input("Введите размер матрицы (NxN): "))
MyMat=MakeMat(n, -5, 5) # Изготовить матрицу
PrintMat(MyMat)
(mMidl, mDisp) = MidlDisp(MyMat) # Среднее и дисперсия
print("Midl = {0:7.3f}".format(mMidl))
(print("Disp = {0:7.3f} Sig = {1:7.3f}"
      .format(mDisp, sqrt(mDisp))))
# Корректировка
NMat = CorrectMat(MyMat, mMidl, sqrt(mDisp))
PrintMat(NMat)

```

Результат работы программы

Введите размер матрицы (NxN): 7

-3.775	-3.782	-1.127	4.921	-3.295	1.567	-0.084
-1.091	-4.529	3.789	-4.245	3.748	4.199	-0.593
-4.977	4.779	1.184	-0.448	-1.605	3.030	-4.608
0.076	-1.509	-3.713	-3.791	-4.139	4.570	3.234
2.997	-3.789	1.384	-2.880	-2.572	-2.550	-3.275
-2.468	-1.418	-0.306	2.019	4.532	2.518	1.570
-2.188	4.122	-0.271	2.883	-3.256	4.610	-1.648

Midl = -0.249

Disp = 9.902 Sig = 3.147

-0.249	-0.249	-1.127	-0.249	-0.249	1.567	-0.084
-1.091	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.593
-0.249	-0.249	1.184	-0.448	-1.605	-0.249	-0.249
0.076	-1.509	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249
-0.249	-0.249	1.384	-2.880	-2.572	-2.550	-0.249
-2.468	-1.418	-0.306	2.019	-0.249	2.518	1.570
-2.188	-0.249	-0.271	2.883	-0.249	-0.249	-1.648

Задание к лабораторной работе №5

«Двумерные массивы и функции»

Размерности двумерных массивов следует запрашивать у пользователя. Все необходимые данные должны передаваться в функции в качестве параметров. Все переменные, используемые только внутри функции, должны быть описаны как локальные. Использование глобальных переменных в функциях не допускается. Обеспечить вывод, как исходного массива, так и массива, полученного в результате работы программы, там, где это возможно по условию задачи.

Пункты задания оформить в виде функций.

Вариант 1

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить:

1. Количество строк, не содержащих ни одного нулевого элемента.
2. Максимальное значение из чисел, встречающихся в заданной матрице более одного раза.

Вариант 2

Дана целочисленная прямоугольная матрица.

1. Определить количество столбцов, не содержащих ни одного нулевого элемента.
2. Переставляя строки заданной матрицы, расположить их в соответствии с ростом характеристик.

ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристикой строки целочисленной матрицы назовем сумму ее положительных четных элементов.

Вариант 3

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить:

1. Количество столбцов, содержащих хотя бы один нулевой элемент.
2. Номер строки, в которой находится самая длинная серия одинаковых элементов.

Вариант 4

Дана целочисленная квадратная матрица. Определить:

1. Произведение элементов в тех строках, которые не содержат отрицательных элементов.
2. Максимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали матрицы.

Вариант 5

Дана целочисленная квадратная матрица. Определить:

1. Сумму элементов в тех столбцах, которые не содержат отрицательных элементов.
2. Минимум среди сумм модулей элементов диагоналей, параллельных побочной диагонали матрицы.

Вариант 6

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить:

1. Сумму элементов в тех строках, которые содержат хотя бы один отрицательный элемент.
2. Номера строк и столбцов всех седловых точек матрицы.

ПРИМЕЧАНИЕ: Матрица **A** имеет седловую точку a_{ij} , если a_{ij} является минимальным элементом в i -й строке и максимальным в j -м столбце.

Вариант 7

Для заданной матрицы размером 8×8 найти такие k , что элементы k -й строки матрицы совпадают с элементами k -ого столбца.

Найти сумму элементов в тех строках, которые содержат хотя бы один отрицательный элемент.

Вариант 8

Переставляя столбцы заданной матрицы, расположить их в соответствии с ростом характеристик.

Найти сумму элементов в тех столбцах, которые содержат хотя бы один отрицательный элемент.

ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристикой столбца целочисленной матрицы назовем сумму модулей его отрицательных нечетных элементов.

Вариант 9

Соседями элемента a_{ij} в матрице **A** назовем такие элементы a_{kl} , для которых выполняются условия: $i-1 \leq k \leq i+1$, $j-1 \leq l \leq j+1$, $(k, l) \neq (i, j)$.

Это все элементы, которые окружают центральный элемент по горизонтали, вертикали и диагоналям. Для крайних левых элементов соседей слева нет, так же и для правых крайних – соседей справа нет.

$$\begin{pmatrix} \mathbf{a_{1,1}} & \mathbf{a_{1,2}} & \dots & a_{1,j-1} & a_{1,j} & a_{1,j+1} & \dots \\ \mathbf{a_{2,1}} & \mathbf{a_{2,2}} & \dots & a_{2,j-1} & a_{2,j} & a_{2,j+1} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i-1,1} & a_{i-1,2} & \dots & \mathbf{a_{i-1,j-1}} & \mathbf{a_{i-1,j}} & \mathbf{a_{i-1,j+1}} & \dots \\ a_{i,1} & a_{i,2} & \dots & \mathbf{a_{i,j-1}} & \mathbf{a_{i,j}} & \mathbf{a_{i,j+1}} & \dots \\ a_{i+1,1} & a_{i+1,2} & \dots & \mathbf{a_{i+1,j-1}} & \mathbf{a_{i+1,j}} & \mathbf{a_{i+1,j+1}} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

В этой матрице соседи углового элемента a_{11} и элемента a_{ij} выделены полужирным шрифтом.

Операция сглаживания матрицы дает новую матрицу того же размера, каждый элемент которой получается как среднее арифметическое имеющихся соседей соответствующего элемента исходной матрицы.

Построить результат сглаживания заданной вещественной матрицы размером 10×10 .

В сглаженной матрице найти сумму модулей элементов, расположенных ниже главной диагонали.

Вариант 10

Элемент матрицы называется локальным минимумом, если он строго меньше всех имеющихся у него соседей. Понятие соседей дано в варианте 9.

Подсчитать количество локальных минимумов заданной матрицы размером 10 x 10.

Найти сумму модулей элементов, расположенных выше главной диагонали.

Вариант 11

Коэффициенты системы линейных уравнений заданы в виде прямоугольной матрицы. С помощью допустимых преобразований привести систему к треугольному виду.

Найти количество строк, среднее арифметическое элементов которых меньше заданной величины.

Вариант 12

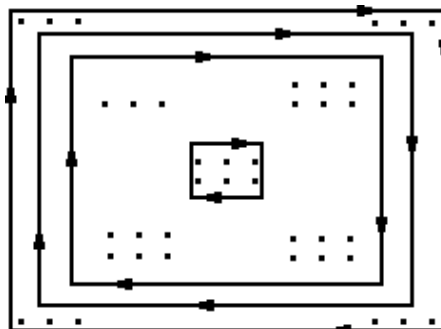
Осуществить циклический сдвиг элементов прямоугольной матрицы на p элементов вправо или вниз (в зависимости от введенного режима), p может быть больше количества элементов в строке или столбце.

ПРИМЕЧАНИЕ: Под циклическим сдвигом элементов понимается перестановка элементов строки или столбца по следующему правилу:

1, 2, 3, ... , p	$\rightarrow$	$p, 1, 2, 3, \dots, p-1$	$\rightarrow$	$p-1, p, 1, 2, \dots, p-2$	$\rightarrow$	$p-2, p-1, p, 1, 2, \dots, p-3$
Исходное состояние		Циклический сдвиг вправо на 1 элем.		на 2 элем.		на 3 элем.

Вариант 13

Осуществить циклический сдвиг элементов матрицы размером $m * n$ (m строк $\times$ n столбцов). Сдвиг выполнить вправо на k элементов таким образом: элементы первой строки сдвигаются в последний столбец сверху вниз, из него - в последнюю строку справа налево, из нее - в первый столбец снизу вверх, из него - в первую строку; для остальных элементов - аналогично.



Вариант 14

Уплотнить заданную матрицу, удаляя из нее строки и столбцы, заполненные нулями.

Найти номер первой из строк, содержащих хотя бы один положительный элемент.

Вариант 15

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить номер первого из столбцов, содержащих хотя бы один нулевой элемент.

Переставляя строки заданной матрицы, расположить их в соответствии с убыванием характеристик.

ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристикой строки целочисленной матрицы назовем сумму ее отрицательных четных элементов.

Вариант 16

Упорядочить строки целочисленной прямоугольной матрицы по возрастанию количества одинаковых элементов в каждой строке.

Найти номер первого из столбцов, не содержащих ни одного отрицательного элемента.

Вариант 17

Путем перестановки элементов квадратной вещественной матрицы добиться того, чтобы ее максимальный элемент находился в левом верхнем углу (1,1), следующий по величине – в позиции (2, 2), следующий по величине – в позиции (3, 3) и т. д., заполнив, таким образом, всю главную диагональ.

Найти номер первой из строк, не содержащих ни одного положительного элемента.

Вариант 18

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить:

1. Количество строк, содержащих хотя бы один нулевой элемент.
2. Номер столбца, в котором находится самая длинная серия одинаковых элементов.

Вариант 19

Дана целочисленная прямоугольная матрица. Определить:

1. Количество отрицательных элементов в тех строках, которые содержат хотя бы один нулевой элемент.
2. Номера строк и столбцов всех седловых точек матрицы.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Матрица **A** имеет седловую точку a_{ij} , если a_{ij} является минимальным элементом в i -й строке и максимальным в j -м столбце.

Вариант 20

Написать программу, которая меняет местами столбцы квадратной матрицы, содержащие наибольший и наименьший элементы и вычисляет сумму элементов главной диагонали.

Вариант 21

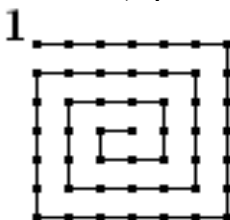
Дана целочисленная квадратная матрица. Определить:

1. Сумму элементов в тех строках, которые не содержат отрицательных элементов.
2. Минимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали матрицы.

Вариант 22

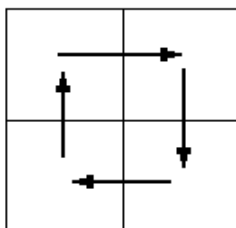
Напишите программу, формирующую квадратную матрицу, элементы которой являются натуральными числами, расположенными в порядке возрастания от 1 до n^2 (n – порядок матрицы) согласно схеме, приведённой на рисунке.

Вычислить сумму элементов, расположенных на главной диагонали полученной матрицы.



Вариант 23

Квадратная матрица порядка $2n$ состоит из 4-х блоков. Написать программу, которая формирует новую матрицу, переставляя блоки исходной матрицы согласно схеме, и печатает сумму элементов каждого блока.



Вариант 24

Имеется квадратная матрица с целочисленными элементами. Написать программу, которая столбцы заданной матрицы делает строками новой матрицы.

Для каждого значения элемента матрицы подсчитать количество элементов, которые принимают такое же значение. Подсчёт проводить лишь для тех значений, которые представлены в матрице.

Вариант 25

Даны две матрицы одного порядка $m * n$ (m строк x n столбцов). Написать программу сложения, вычитания и транспонирования матриц.

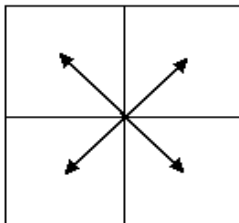
1. Сложение и вычитание: $c_{ij} = a_{ij} \pm b_{ij}$

2. Транспонирование $b_{ij} = a_{ji}$

Вариант 26

Квадратная матрица порядка $2 \times n$ состоит из 4-х блоков. Написать программу, которая:

- формирует новую матрицу, переставляя блоки исходной матрицы согласно схеме;
- печатает произведение элементов каждого блока.



Вариант 27

Написать программу, которая заполняет матрицу размерности 4×13 числами от 1 до 52 случайным образом: повторение чисел не допускается. Полученный результат вывести на экран монитора.

Вариант 28

Произведением двух матриц **A** на **B** называется такая матрица **C**, для которой:

$$c_{ik} = a_{i1} \cdot b_{1k} + a_{i2} \cdot b_{2k} + \dots + a_{in} \cdot b_{nk} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot b_{jk}.$$

Т.е. элемент c_{ik} матрицы **C** равен сумме произведений элементов i -й строки матрицы **A** на соответствующие элементы k -го столбца матрицы **B**.

Написать программу вычисления произведения двух матриц.

Программа должна по заданным размерностям матриц сообщать о возможности получения такого произведения.

Вариант 29

Экспонента от (квадратной) матрицы **A** может быть определена следующим образом:

$$e^{\mathbf{A}} = \mathbf{I} + \mathbf{A} + \frac{1}{2!} \mathbf{A}^2 + \frac{1}{3!} \mathbf{A}^3 + \dots,$$

где **I** – единичная матрица, у которой элементы главной диагонали равны единице, а остальные – нулю: $i_{mn} = \begin{cases} 1 & m = n \\ 0 & m \neq n \end{cases}$, $\mathbf{A}^2 = \mathbf{A} \times \mathbf{A}$.

Сумма матриц **A** и **B** одинакового размера есть матрица **C** того же размера с элементами $c_{ik} = a_{ik} + b_{ik}$ при всех i и k . Таким образом, сложение матриц одинакового размера выполняется поэлементно.

Произведение матрицы на действительное число λ будет матрица, у которой все элементы умножены на λ : $\mathbf{C} = \lambda \cdot \mathbf{A} = [\lambda \cdot a_{ik}]$.

Произведением двух матриц **A** на **B** называется такая матрица **C**, для которой:

$$c_{ik} = a_{i1} \cdot b_{1k} + a_{i2} \cdot b_{2k} + \dots + a_{in} \cdot b_{nk} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot b_{jk}.$$

Т.е. элемент c_{ik} матрицы **C** равен сумме произведений элементов i -й строки матрицы **A** на соответствующие элементы k -го столбца матрицы **B**.

Написать программу вычисляющую экспоненту от матрицы с суммированием первых n элементов ряда.

Пример представления единичной матрицы, матрицы размерностью 2×2 и вычисления квадрата матрицы:

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}, \quad A^2 = \begin{pmatrix} 1 \cdot 1 + 2 \cdot 3 & 1 \cdot 2 + 2 \cdot 4 \\ 3 \cdot 1 + 4 \cdot 3 & 3 \cdot 2 + 4 \cdot 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 & 10 \\ 15 & 22 \end{pmatrix}$$

Вариант 30

Имеется набор символов 0..9 и A..Z (всего 36 символов). Написать программу, которая:

а) случайным образом заполняет элементы двухмерной матрицы размерности 6×6 . Повторение символов не допускается;

б) выводит предложение, которое содержит не более 10 слов, составленных по следующему принципу:

- случайным образом задаётся число, которое является номером столбца или строки;
- элементы строки (столбца) формируют слово.

Лабораторная работа №6: «Файлы»

Цель работы:

Дать студентам практический навык в написании программ, в которых выполняются операции с текстовыми файлами – чтение, запись.

Постановка задачи

В предыдущих заданиях необходимые для программы данные, вводились с клавиатуры, а результат выводился на экран монитора. Очевидно, что и при отладке программ, и при вводе большого объема данных в программу такой подход значительных трудозатрат и потому непригоден. Наиболее подходящее решение – это ввод данных из файла и вывод результатов работы в файл. При этом входные данные подготавливаются однократно и с должным многообразием, а результаты работы можно анализировать многократно.

Напишем несколько программ, которые будут считывать входные данные из заранее подготовленного текстового файла, и выводить результат в текстовый файл. Для этой цели воспользуемся программами, написанными в предыдущих заданиях.

Теоретическое введение

Файловый тип данных введен в языках программирования для работы с внешними устройствами – файлами на диске, портами ввода/вывода, принтерами и т.д. Файловый тип подразделяют на текстовый и бинарный (двоичный).

Текстовый файл содержит данные типа строка (`str`), а бинарный – типа `bytes`.

Доступ к файлам может быть последовательным или прямым. При последовательном доступе каждый следующий элемент может быть прочитан только после выполнения аналогичной операции с предыдущим элементом. При прямом доступе операция чтения (записи) может быть выполнена для произвольного элемента с заданным адресом.

Текстовые файлы относятся к файлам с последовательным доступом. Они предназначены для хранения информации строкового типа. При этом ввод и вывод информации сопровождается преобразованием типов данных. При выводе в текстовый файл данные преобразуются из внутреннего представления в символы, а при вводе выполняется обратное преобразование.

Например, если в памяти некоторая переменная целого типа хранит в двух байтах значение 731_{10} , то:

- в двоичном представлении это будет: $0000\ 0010\ 1101\ 1011_2$;
- в текстовом: $37\ 33\ 31_{string}$.

Бинарные файлы относятся к файлам с прямым доступом. В них хранится информация в двоичном виде. При записи или чтении бинарного файла информация не подвергается дополнительному преобразованию.

Общий подход к работе с файлами, для всех языков программирования, строится на следующих представлениях:

- в операционной системе имеется файловая подсистема, обеспечивающая надежную работу с файлами в многопользовательском и многозадачном режимах при работе с различными внешними носителями: жесткие диски, флэш, DVD, ...;

- операционная система предоставляет функциональный набор (API-функции), который позволяет работать с файлами на логическом уровне. Программист не занимается управлением внешних устройств, контролем записей о файлах в папках, контролем качества записи, и т.д.

Для организации работы с файлами, при программировании на языке высокого уровня, выполняются, как правило, четыре шага:

- создается объект файла. Для этого используются подпрограммы, которые связывают имя файла, задаваемое пользователем, с переменной, которая хранит ссылку на специально создаваемую операционной системой структуру. Эта структура содержит информацию о файле, о буфере данных, через который будет проходить обмен между программой и файлом и о текущем состоянии процесса обмена данными;

- задается режим обмена, в котором будет происходить работа с файлом: будет ли это режим чтения, записи, добавления или какой либо совмещенный режим, например, чтение и запись. Этот шаг реализуется либо после создания объекта файла, либо в процессе выполнения первого шага;

- производится запись или чтение данных. Процесс обмена данными между программой и файлом состоит в обмене данными между программой и буфером данных под управлением файловой подсистемы. При записи данных в буфер, файловая подсистема контролирует процесс записи и при заполнении буфера до некоторого уровня выполняет запись данных в файл, а буфер очищается, разрешая программе продолжать запись. При чтении данных из буфера файловая подсистема контролирует объем данных в буфере и, при необходимости, выполняет подкачку свежих данных из файла;

- выполняется операция закрытия файла. При этом остаток данных, находящийся в буфере записывается в файл и файл закрывается.

Операция закрытия файла обязательно должна выполняться, если файл был открыт на запись. Если файл не закрыть, то при завершении программы, ресурсы, выделенные операционной системой, будут закрыты. В этом случае может возникнуть состояние, когда файл окажется пуст (чаще всего) либо будет содержать не всю информацию, которую в него пытались записать. Это зависит от размера буфера, который в современных ОС может быть достаточно большим.

Файлы, открытые на чтение, так же необходимо закрывать. Для этого есть две причины:

- открытый на чтение файл блокируется и другие приложения не получают к нему доступа;

– и в программе, и в операционной системе есть ограничение на число открытых файлов.

И хотя, по вашему мнению, доступ к файлу из других приложений маловероятен, а число открытых файлов достаточно большое, не стоит испытывать судьбу, только для того, что бы получить сообщение об ошибке, а затем долго и мучительно искать ее причину.

В объектно-ориентированном языке программирования, как это, например, реализовано в Python, часть описанных шагов может быть реализована в скрытой форме.

Например, при создании файлового объекта первый и второй шаги выполняются в одной инструкции:

```
fh = open(<Имя_файла> [, mode = <mod>])
```

где `fh` – переменная, хранящая ссылку на файловый объект, `<Имя_файла>` – абсолютный или относительный путь и имя файла, `mode=<mod>` – режим в котором открывается файл: запись, чтение, добавление, ...

Язык Python поддерживает протокол менеджеров контекста. Этот протокол гарантирует правильное закрытие файла в независимости от того, произошло исключение (ошибка) внутри блока кода или нет. Например, следующий код открывает файл на запись, записывает в файл строки, закрывает файл, а затем вновь открывает его, выводит текст на экран и закрывает файл. Обратите внимание на то, что операция закрытия файла в явном виде в коде отсутствует:

```
with open(r"lab6.txt", "w", encoding="cp1251") as fh:
    fh.write("Меркурий\n") # Запись строк в файл
    fh.write("Венера\n")
    fh.write("Земля\n")
# В этом месте файл fh закрыт автоматически
with open(r"lab.6.txt", "r", encoding="cp1251") as fh:
    print(fh.read())
# В этом месте файл fh так же закрыт
```

При создании объекта файла, необходимо указывать путь и имя существующего, либо будущего файла. Путь к файлу можно задавать как относительно текущей рабочей папки, так и абсолютно. При этом под относительным путем понимается путь относительно текущей рабочей папки, а под текущей рабочей папкой понимается папка, в которой находится пользователь в момент запуска файла (запускаемый файл может находиться в другой папке).

Для правильного понимания того, как может формироваться путь, следует обратиться к литературе, например [1] и провести самостоятельные эксперименты.

Далее рассмотрены модификации программ, написанных к лабораторным работам №1 и №5. В этих модификациях приведены способы работы с файлами.

Дополнение к лабораторной работе №1

В этой работе мы учились записывать выражения на языке Python. Внесем следующее изменение в нашу программу:

- подготовим текстовый файл с исходными данными;
- используя инструкции для работы с текстовым файлом, прочитаем записанные строки и выполним вычисления;
- результат вычисления запишем в текстовый файл в виде таблицы.

Напоминание: При написании программы длинную строку инструкции можно разместить на нескольких строках. Для этого используется символ обратного слэша, за которым, сразу, следует Enter или, например, круглые или квадратные скобки (предпочтительно).

Вычисляемые выражения оформим в виде функций:

```
def f1(a, x):  
    y = (tan(x**2/2-1)**2+(2*cos(x-pi/6))  
         / (1/2+sin(a)**2))  
    return y  
  
def f2(x):  
    y = pow(2, log(3-cos(pi/4+2*x), 3+sin(x))  
           / (1+tan(2*x/pi)**2))  
    return y
```

Текстовый файл

Установим следующий формат текстового файла:

- две строки – это шапка, в которой указано назначение столбцов. Эти строки снабдим символом комментария, который используется в Python: '#';
- два столбца – это данные, для которых будут проводиться вычисления.

Пример:

```
# a      x  
#-----  
-2      -2  
0       -2  
...
```

Используем упрощенную схему работы с текстовым файлом.

Создать файловый объект:

```
fh = open(<Имя_файла> [, mode = <mod>]),
```

где fh – переменная, хранящая ссылку на создаваемый файловый объект, <Имя_файла> – абсолютный или относительный путь и имя файла, mode=<mod> – режим в котором открывается файл. Вместо <mod> подставляется один из символов, см. Таблица 6.1.

Таблица 6.1. - Режимы работы с файлами

mod	Режим	Примечание
'r'	чтение файла (read)	файл должен существовать, если файл не существует, то возбуждается исключение: FileNotFoundError
'w'	запись в файл (write)	если файла не существует, то он создается
'a'	добавление в файл (append)	если файла не существует, то он создается, запись выполняется в конец файла
'r+'	чтение и запись	файл должен существовать, если файл не существует, то возбуждается исключение: FileNotFoundError
'w+'	чтение и запись	если файла не существует, то он создается, существующий файл перезаписывается
'a+'	чтение и запись	если файла не существует, то он создается, запись выполняется в конец файла
'x'	создать файл для записи	если файл существует, то возбуждается исключение: FileExistsError
'x+'	создать файл для чтения и записи	если файл существует, то возбуждается исключение: FileExistsError

Вместе с указанием режима может следовать модификатор, определяющий режим открытия файла: `t` – текстовый или `b` – бинарный.

Для решения нашей задачи нам необходимо открыть два файла. Один файл будет содержать информацию для расчета выражений и будет открыт на чтение, а второй – для вывода результатов расчета – будет открыт для записи:

```
fi = open("lab1_pb_in.txt", mode = "rt")
fo = open("lab1_pb_ou.txt", mode = "wt")
```

Читать из файла:

Чтение файла можно организовать по-разному, например, считывать по строкам (метод `readline()`) или считать весь файл в буфер (метод `readlines()`) и затем обрабатывать строки. Обратим внимание на то, что строки заканчиваются символом конца строки (`'\n'`). Метод `readline()` читает строку, включая и символ конца строки.

При чтении по строкам итерацию (чтение следующей строки) можно выполнять через цикл `for`. Рассмотрим два примера:

```
1) while True:
    line = fi.readline() # чтение строки
    if not line:         # строка пустая
        break           # конец файла и обработки
    elif line=="\n":     # конец строки
        continue        # продолжим чтение строк
    (b, c) = line.split() # разделить строку
```

```

2)      for line in fi:          # для всех строк файла
          if line=="\n":        # конец строки
              continue          # продолжим чтение строк
          (b, c) = line.split("\t") # разделить строку

```

В первом примере итерации выполняются в цикле `while` при выполнении инструкции чтения строки. Считанное значение сохраняется в переменной `line`, и проверяется на то, что получено не пустое значение. Если инструкция `fi.readline()` вернет пустую строку, то это значит, что прочитан конец файла (EOF) и дальнейшую обработку можно прекратить (`break`). Кроме этого проверяется, что строка содержит информацию. Если строка не содержит информации, то в ней будет только символ конца строки. В этом случае обработку следует продолжить с чтения следующей строки (`continue`).

Замечание: Если строка не содержит информацию (в строке нет символов, которые можно было бы визуализировать), то в ней есть символ конца строки. Если строка пустая, то в ней НЕТ НИКАКИХ символов.

Во втором примере итерации (чтение строк) выполняются циклом `for`. Строки по очереди считываются в переменную `line`. В этом случае нет необходимости контролировать конец файла (EOF).

Дальнейшая обработка считанной информации выполняется в соответствии с форматом записи данных.

В нашем примере мы поместили в начале файла две строки, описывающие данные, которые следуют за ними, а сами данные разместили по строкам в форме двух столбцов. Разделителем между столбцами может выступать знак табуляции или несколько пробелов.

При чтении такого файла поступим следующим образом:

- прочитаем две строки без обработки (пропустим эти строки). Эти строки – памятка, которой можно воспользоваться при подготовке файла в текстовом редакторе;

- в цикле читаем строку, и расщепляем ее для получения данных.

Формат записи метода расщепления (разделения) следующий:

```
str.split(sep=None, maxsplit=-1),
```

где `str` – строка символов, `sep` – разделитель, а `maxsplit` – количество групп, на которые делится строка.

Если указан разделитель `sep` (`sep` – от `separate` – разнимать) и количество групп `maxsplit`, то строка будет разделена на `maxsplit + 1` части. Если `maxsplit` не указан или равен `-1`, то число частей, на которые будет поделена строка неограниченно. Пример деления строки:

```
'1,2,3'.split(',',maxsplit=1) # ['1', '2,3']
```

Мы можем не указывать параметры в методе `split()`, поскольку при расщеплении будет формироваться список из двух значений (в строке два столбца), а разделителем мы выбрали пробелы или знак табуляции.

В левой части инструкции мы укажем две переменные, которые примут значения, полученные при расщеплении строки.

```
b, c = line.split()
```

Полученные при расщеплении значения будут строкового типа и для дальнейшего их использования необходимо выполнить преобразование к вещественному типу (`float`).

Записывать в файл:

Для записи в файл будем использовать метод `write(<Данные>)`. Под данными тут выступает строка, в том числе и форматная строка, содержащая знаки форматирования. При записи строки в файл метод `write()` не добавляет символа конца строки. Для того, что бы следующие данные записывались с новой строки, необходимо, что бы текущая строка завершалась символом конца строки (`'\n'`). Пример использования вы найдете в листинге программы ниже.

Далее представлены два варианта программы и результаты ее работы. Во втором варианте для загрузки данных из файла использована функция модуля `NumPy`, а данные загружаются в двумерный массив (строка выделена жирным шрифтом).

Листинг программы

Первый вариант:

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *

def f1(a,x):
    y = (tan(x**2/2-1)**2+(2*cos(x-pi/6))
        /(1/2+sin(a)**2))
    return y

def f2(x):
    y = pow(2, log(3-cos(pi/4+2*x),3+sin(x))
        /(1+tan(2*x/pi)**2))
    return y

fi = open("lab1_pb_in.txt", "rt") #читать файл
fo = open("lab1_pb_ou.txt", "wt") #писать в файл
line = fi.readline()             # Пропустить строки
line = fi.readline()             # заголовка в файле
# Вывести шапку таблицы в файл
fo.write("+====+====+====+====+\n")
fo.write("I    A    I    X    I        F1    I    F2    I\n")
fo.write("+====+====+====+====+\n")
```

```

for line in fi:          # для всех строк файла
    if line=="\n":
        continue
    (b, c) = line.split() # расщепить
    a = float(b)          # привести к вещест. типу
    x = float(c)
# Вывод в файл
    fo.write("I {0: .1f} I {1: .1f} I {2: 5.4f} I"
             .format(a, x, f1(a, x)))
    fo.write("{0: 6.4f} I\n".format(f2(x)))
    fo.write("+-----+-----+-----+-----+
             "-----+\n")
fi.close()              # закроем файлы
fo.close()

```

Второй вариант:

```

# -*- coding: cp1251 -*-
from math import *
import numpy as np

def f1(a,x):
    y = (tan(x**2/2-1)**2+(2*cos(x-pi/6))
         /(1/2+sin(a)**2))
    return y

def f2(x):
    y = pow(2, log(3-cos(pi/4+2*x),3+sin(x))
         /(1+tan(2*x/pi)**2))
    return y

fi = open(r"lab1_pb_in.txt", "rt") # читать файл
fo = open(r"lab1_pb_ou.txt", "wt") # писать в файл
# Вывести шапку таблицы в файл
fo.write("+=====+=====+=====+=====+\n")
fo.write("I      A      I      X      I      F1      I      F2      I\n")
fo.write("+=====+=====+=====+=====+\n")
# Загрузим данные в массив
ax = np.loadtxt(fi,dtype=np.float, ndmin = 1)
nRow, nCol = ax.shape # Строк и колонок в массиве
for Row in range(nRow): # для всех строк
    a = ax[Row][0]
    x = ax[Row][1]
    fo.write("I {0: .2f} I {1: .2f} I {2: 6.4f} I"
             .format(a, x, f1(a, x)))
    fo.write("{0: 6.4f} I\n".format(f2(x)))
    fo.write("+-----+-----+-----+-----+
             "-----+\n")

```

```

fi.close()    # закроем файлы
fo.close()

```

Замечание: Обратите внимание на то, как выполнен перенос длинных строк. В функции `f1()` в круглые скобки взято все выражение. В функции `f2()` использованы круглые скобки функции `row()`, а в методе записи данных в файл `fo.write()` – круглые скобки метода.

Результат работы программы (текстовый файл `lab1_pb_ou.txt`)

```

+=====+=====+=====+=====+
I   A   I   X   I   F1   I   F2   I
+=====+=====+=====+=====+
I -2.00 I -2.00 I  1.1970 I 1.1184 I
+-----+-----+-----+-----+
I  0.00 I -2.00 I -0.8347 I 1.1184 I
+-----+-----+-----+-----+
I  0.00 I  0.00 I  5.8896 I 1.6880 I
+-----+-----+-----+-----+
I  2.00 I  0.00 I  3.7309 I 1.6880 I
+-----+-----+-----+-----+
I  1.50 I  0.50 I  2.7712 I 1.7955 I
+-----+-----+-----+-----+
I  4.00 I  3.00 I -1.3266 I 1.0517 I
+-----+-----+-----+-----+

```

Дополнение к лабораторной работе №5

Эту работу выполним в два шага. На первом шаге мы сформируем массив с использованием функции `random()` и сохраним его в текстовом формате. Формирование массива, его запись в файл и чтение из файла выполним с использованием функций модуля `NumPy`.

Для инициализации массива, вычисления среднего значения и дисперсии, а так же корректировки массива, воспользуемся ранее написанными функциями.

Небольшие изменения внесем в функцию генерации массива с тем, что бы можно было получать не только квадратный, но и прямоугольный массив.

Листинг программы

```

import numpy as np
from math import *

def MakeMatr(n, m, a = -5, b = 5):
    """ Инициализация прямоугольной матрицы
    размером nxm псевдослучайными величинами
    в диапазоне [a, b) """
    Matr = a+(b-a)*np.random.random(size = (n,m))
    return Matr

```

```

def MidlDisp(Matr):
    """ Вычисление среднего значения
    Вычисление дисперсии """
    sum = 0
    (nRow, nCol) = Matr.shape # Размеры матрицы
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            sum += Matr[Row][Col]
    Midl = sum / Matr.size      # Среднее
    Disp = 0
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            Disp += (Matr[Row][Col] - Midl)**2
    return (Midl, Disp / (Matr.size - 1))

def MakeCorrect(Matr, avr, sigma):
    """ Замена "отскочивших" значений """
    (nRow, nCol) = Matr.shape # Размеры матрицы
    for Row in range(nRow):
        for Col in range(nCol):
            if abs(abs(Matr[Row][Col]) - avr) > sigma:
                Matr[Row][Col] = avr
    return (Matr)

n,m=input("Введите размер матрицы (N M):").split()
n = int(n)
m = int(m)
tstMatr=MakeMatr(n, m, -7, 7) # готовим матрицу
str_o = 'Resalt after initiation:'
fh_i = open("lab5_pd_in.txt", "wb") # для записи
np.savetxt(fh_i, tstMatr, fmt = ' %8.4f',
            header = str_o) # выгрузим ее в файл
fh_i.close()                # закроем файл

# Выполняем задание
# Загрузим данные в массив
fh_i = open("lab5_pd_in.txt", "rt")
MyMatr = np.loadtxt(fh_i, dtype=np.float, ndmin=1)
# Откроем файл для результатов работы программы
fh_o = open(r"lab5_pd_ou.txt", "wb")
# Сохраним исходный массив
str_o = 'Before correction:'
np.savetxt(fh_o, MyMatr, fmt = ' %8.4f',
            header = str_o)

# Вычисляем среднее и дисперсию
mMidl, mDisp = MidlDisp(MyMatr)

# подготовим строки для записи

```

```

str_o = '\nAfter correction:'
fstr=" ".join(('Midl= {0:5.4f} Disp= {1:6.4f}',
               'Sigm= {2:6.4f}'))
str_o1 = fstr.format(mMidl, mDisp, sqrt(mDisp))
# Корректируем массив
NMatr = MakeCorrect(MyMatr, mMidl, sqrt(mDisp))
# Сохраняем результат работы в файле в формате:
# Заголовок
# Скорректированный массив
# Завершающая часть
np.savetxt(fh_o, NMatr, fmt = ' %8.4f',
           header = str_o, footer = str_o1)
fh_o.close() # закроем файл

```

Замечание: В этом примере методом `.join()` собрана форматная строка `fstr`, которая использована для сохранения результатов вычисления в файле, см. следующую инструкцию. Пробел в двойных кавычках перед методом – это разделитель, используемый при объединении строк. Вместо пробела можно вставить и комбинацию символов.

Результат работы программы (текстовый файл lab1_pd_ou.txt)

```

# Before correction:
3.3232    -1.7425    -5.2076
6.2726    -0.8202     6.1146
4.6182     0.2746    -2.9510
2.6626    -3.9889    -5.1610
#
# After correction:
3.3232    -1.7425     0.2829
0.2829    -0.8202     0.2829
0.2829     0.2746    -2.9510
2.6626    -3.9889     0.2829
#
# Midl= 0.2829 Disp= 17.9449   Sigm= 4.2361

```

Это важно: При просмотре файла через Блокнот записи будут смотреться как одна строка. Откройте файлы через WordPad. В этом случае вы увидите другое представление данных. Сможете ли вы найти причину такой неоднозначности представления. Обратитесь за разъяснением к преподавателю.

Задание к лабораторной работе №6 «Файлы»

Выполнить корректировку программ, написанных для лабораторных работ №1, №4 и №5, с таким условием, что бы ввод данных и вывод результатов работы осуществлялся с использованием файлов.

Лабораторная работа №7: «Программирование графики». Модуль turtle

Цель работы:

Познакомить студентом на практике с написанием программ для формирования графических изображений с использованием модулей Python.

Постановка задачи

Используя программный код из лабораторной работы №2 для Задания 1 и Задания 2, а так же один из графических модулей Python, написать скрипты, которые иллюстрируют работу кода в графическом виде:

- Задание 1 – Решить обратную задачу – построить график функции, используя программный код, написанный к этому заданию;
- Задание 2 – построить графическое изображение, которое получается в результате генерации точек со случайными координатами. Использовать до 10000 испытаний. Оценить площадь заштрихованной части фигуры методом Монте-Карло и сравнить с реальной площадью. Оценку вывести в процентах по отношению к реальной площади.

Теоретическое введение

В Python разработано несколько модулей, обеспечивающих работу с графикой. Два графических модуля являются частью стандартной библиотеки Python:

- `turtle` (черепашка) – простой графический пакет, который так же может быть использован для создания несложного пользовательского графического интерфейса – Graphical User Interface (GUI);
- `tkinter` – разработан непосредственно для создания графического интерфейса пользователя GUI. Так, интерфейс IDLE построен с использованием `tkinter`. В этом модуле имеется виджет Canvas, позволяющий рисовать графические изображения.

Другой путь написания графических приложений – это использование кроссплатформенных графических библиотек. Одной из кроссплатформенных графических библиотек является Qt. Эта библиотека используется с такими языками, как C++, Java, Ruby, Delphi, Lazarus, и др. У нее имеется "привязка" и к Python – PyQt.

Компьютерная графика – это довольно обширная и сложная область знания. Она включает знания о технических средствах, позволяющих отображать изображение: растровые и векторные дисплеи, плоттеры и принтеры. Знание о способах формирования цветного изображения, которое воспринимается либо как свечение отдельных точек дисплея, либо как отражение, например, от листа бумаги: аддитивная цветовая модель RGB или субтрактивная - CMY. Обширная область математических и физических знаний помогает решать вопросы перемещения, поворота объекта,

формирования второго и первого планов изображения (сцены), учета рефлексов (вторичных отражений) и еще много чего.

В этом пособии рассмотрен функционал графических модулей, который позволяет рисовать графики функций.

При построении графиков нам потребуются знания о функциях и методах графической системы, которые позволяют:

- формировать окно, в котором будет строиться график (размер, система координат);
- строить графические примитивы (точка, линия, ...);
- задавать ширину и цвет линий, цвет фона, выполнять заливку изображения или его части заданным цветом;
- управлять маркером (указателем), который используется для рисования;
- наносить текст.

Модуль turtle

Модуль `turtle` входит в стандартную поставку библиотеки Python. Исходно этот модуль позиционируется как средство для обучения компьютерной графике детей.

Модель этого модуля следующая. Имеется прямоугольная поверхность, по которой ползает черепашка. Черепашка может перемещаться на заданное расстояние прямо, назад, под углом или по заданным координатам. Черепашку можно клонировать, создавая группу черепашек. При этом каждая черепашка живет своей жизнью. Для рисования черепашка использует цветное перо (карандаш), которое может быть поднято или опущено. Если перо опущено, то остается след. Можно изменять цвет и толщину линии.

Черепашка понимает команды, с помощью которых можно нарисовать окружность заданного радиуса и цвета, дугу с заданным углом, залить фигуру определенным цветом, получить текущее состояние настроек или изменить их. Форма черепашки может быть изменена пользователем и использована как штамп, после которого на холсте остается рисунок.

В модуле `turtle` реализованы и интерактивные способы взаимодействия с черепашкой. События, связанные с кликом кнопки мыши или нажатия \ отпуская клавиши клавиатуры, могут обрабатываться пользовательскими функциями, привязанными к этим событиям.

ВНИМАНИЕ:

1. Язык Python и его модули находятся в стадии постоянного развития и модификации. При использовании модулей следует контролировать их обновления и появление обновленной документации.

2. С электронной версией пособия распространяется файл `Turtle_3-6-1.pdf`, в котором приводится перечень функций и методов модуля `turtle` на русском языке.

Знакомство с функциями модуля turtle начнем с решения конкретной задачи: построим график функции, которая задавалась в графическом виде в лабораторной работе №2 Задание 1 (решим обратную задачу).

Решение первой задачи

На первом шаге оформим программу, написанную в лабораторной работе №2, Задание 1 в виде функции, а затем добавим графическую часть.

При построении графика функции мы будем перебирать значения аргумента функции в том диапазоне, который задан рисунком. Поскольку процесс получения аргумента программный, возможны ситуации, в общем случае, когда для заданного аргумента значение функции не может быть вычислено и работа программы завершится с ошибкой. Ошибка может быть вызвана, например, делением на ноль или получением квадратного корня из отрицательного числа.

Для исключения подобных ситуаций необходимо исследовать функцию и те точки, в которых она не может быть вычислена, следует исключить условными операторами. Примем, что функция для таких точек возвращает значение None.

У нашей функции особых точек нет, но, тем не менее, в листинге функции, приведенном ниже, вставлен дополнительный код. Этот код приведен для примера и закомментирован, но в последующем вы сможете проверить его работу.

```
def MyFun(x):  
    # if (x >= 5) and (x <= 7):  
    #     return(None)  
    if x < -5:  
        y = 1  
    elif x >=-5 and x<0:  
        y = -(3/5)*x-2  
    elif x >= 0 and x<2:  
        y = -sqrt(4-x**2)  
    elif x >= 2 and x<4:  
        y = x-2  
    elif x >= 4 and x<8:  
        y = 2+sqrt(4-(x-6)**2)  
    else: y = 2  
    return(y)
```

Замечание: Параметры, необходимые для решения задания следует получить из графика и определить в программе, например, радиус дуги.

Графическая часть

При построении графика нам необходимо выполнить ряд условий и провести подготовительную работу. Прежде, чем перейти к написанию

графической части программы следует разобраться с графической системой. Необходимо ответить на вопрос: "Как это работает?"

Замечание: Под монитором тут понимается внешнее устройство, которое подключается к видеокарте системного блока. Дисплей – устройство, с помощью которого формируется изображение. Дисплей является составной частью монитора. Изображение составляется из квадратных элементов – пикселей (pixel) дисплея, а каждый пиксел состоит из трех прямоугольных элементов, позволяющих формировать цвет пиксела в формате RGB. Одной из технических характеристик дисплея является разрешение: число точек по горизонтали и по высоте. Например, 1680x1050.

Графическое изображение может создаваться на дисплее монитора, принтере или плоттере. Каждое из этих устройств обладает определенными функциональными возможностями. С целью построения инвариантной графической системы (device-independent graphics) используют определенные положения. Рассмотрим некоторые из них для плоского рисунка.

1. В многозадачной системе каждое приложение может иметь свое графическое окно, которое может занимать всю поверхность дисплея или его часть. Такое окно назовем главным окном (main window). Размеры окна и его положение задаются в качестве аргументов функции `setup()`:

```
turtle.setup(Dw, Dh, Xc, Yc),
```

где `Dw` и `Dh` размеры окна по горизонтали и вертикали, соответственно, а `Xc` и `Yc` – координаты окна на дисплее. Если значения координат положительные, то они определяют положение верхнего левого угла главного окна, а если отрицательные – нижнего правого угла. Начало системы координат будет находиться в центре окна. Единицей измерения является пиксел. Размеры окна можно менять путем перетаскивания его границ. Направление осей системы координат зависит от режима, см. функцию `mode()`. Дополнительную информацию можно получить из документации на модуль `turtle`. Обратите внимание и на конфигурационный файл, в котором могут быть определены параметры главного окна и не только.

2. Для рисования графическая система Python предоставляет пользователю холст (полотно, канва – canvas). Размеры холста можно задать через функцию `screensize()`:

```
turtle.screensize(Cw, Ch, bg),
```

где `Cw`, `Ch` – размеры холста по горизонтали и вертикали, а `bg` – цвет фона.

Замечание: Если воспользоваться функцией `screensize()` для изменения только цвета фона;

```
turtle.screensize(bg="yellow"),
```

то размеры холста будут установлены как размеры по умолчанию.

Другой способ определить размеры холста, а заодно и положение мировой системы координат (world coordinate system) – это использовать функцию `setworldcoordinates()`:

```
turtle.setworldcoordinates(Xlc, Ylc, Xrc, Yrc),
```

где Xrc , Yrc – координаты левого нижнего и правого верхнего углов холста, соответственно. При этом в графической системе устанавливается режим "world". Для задания цвета фона может использоваться функция `bgcolor()`. Если размеры холста больше размеров главного окна, то появляются полосы прокрутки – виджеты холста.

И главное окно, и холст инициализируются при импорте модуля `turtle`. Значения, для инициализации, берутся из конфигурационного файла, а при его отсутствии устанавливаются по умолчанию. Кроме этого можно, используя функционал модуля, изменять размеры и положение главного окна, а так же параметры холста по своему усмотрению.

Если размеры главного окна и его координаты задаются в пикселах, то размеры холста – пользовательские единицы. Например, вы рисуете на листе бумаги геометрические фигуры, а размеры задаете в миллиметрах. Если ваш лист формата А4, то размеры холста можно определить как 210x297, а координаты некоторой точки на этом холсте можно задать как (34.7; 12.0). Если единицей измерения являются сантиметры, то размеры холста можно задать как 21x29.7, а координаты этой же точки будут – (3.47; 1.2). И наконец, если вы рисуете Солнечную систему, то с таким же успехом можно определить размеры холста в астрономических единицах и указывать положения изображаемых тел в тех же единицах и их долях.

В каких отношениях находятся введенные понятия: главное окно, холст, мировая система координат? Рис.7.1 поясняет сказанное.

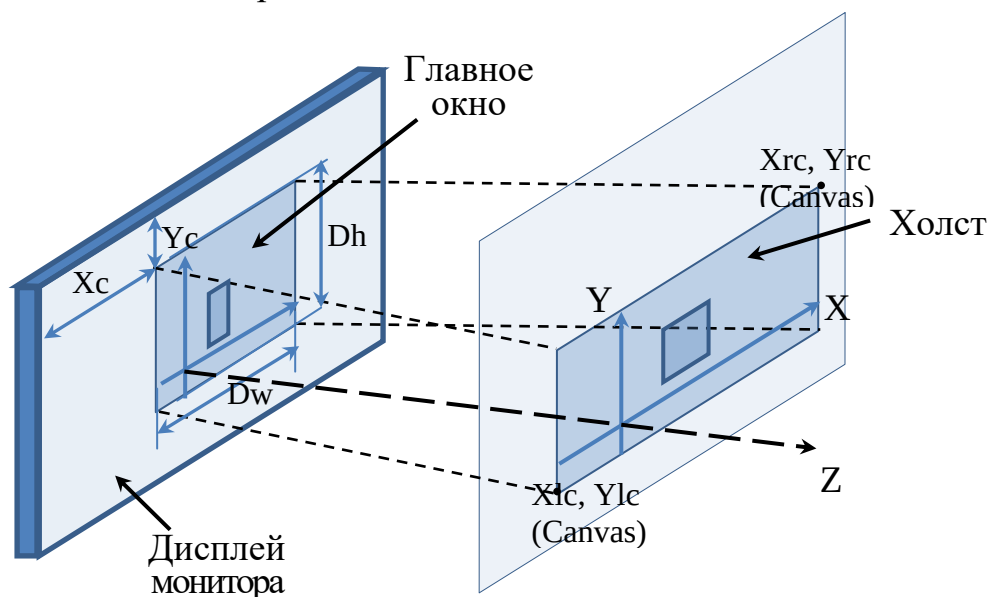


Рис.7.1. – Дисплей, главное окно, холст и мировая система координат

Холст размещается в плоскости проектирования ($Z=0$). Координаты X_{lc} и Y_{lc} определяют положение левого нижнего угла холста, а X_{rc} , Y_{rc} – правого. Размеры холста составляют: $C_w = X_{rc} - X_{lc}$ и $C_h = Y_{rc} - Y_{lc}$. Графическая система проектирует холст на главное окно так, что угловые точки главного окна и холста совпадают, и устанавливается соответствие между единицами измерения в мировой системе координат и пикселями главного окна – масштаб. Масштабы, установленные по осям X и Y , могут быть разными.

Из рисунка очевиден следующий момент: если отношение ширины холста к его высоте и отношение ширины главного окна к его высоте (соотношение сторон – aspect ratio) неодинаковые, то возникает искажение. Искажаются углы и отношения между элементами изображения. Как показано на рис.7.1, квадрат преобразуется в прямоугольник, поскольку ширина холста больше ширины главного окна при их равной высоте. Этот эффект может быть использован, например, для изменения размеров изображения или преднамеренного их искажения. Кстати, аналогичный эффект можно наблюдать с графиками в Excel.

Замечание: На рисунке координаты левого нижнего угла холста отрицательные и начало системы координат находится на холсте. Если координаты угла определить как положительные числа, то начало координат будет находиться вне холста. Фигуры, размещаемые на холсте, могут находиться за размерами холста и, соответственно проектироваться вне главного окна. Для обнаружения таких "убежавших" фигур можно изменять размеры путем перетаскивания границ мышкой.

Прежде, чем строить график, надо принять решение о том, в каких диапазонах будут изменяться аргумент и значение функции. Примем следующие обозначения: X_{min} , X_{max} – диапазон изменения аргумента, а Y_{min} , Y_{max} – диапазон значений функции. Тогда параметры холста можно задать так:

```
turtle.setworldcoordinates(Xmin, Ymin, Xmax, Ymax)
```

Следует учитывать и то, что бордюр окна перекрывает часть изображения, поэтому параметры холста и соответствующие параметры главного окна можно задавать с небольшим запасом. Это небольшая проблема и она может быть решена в процессе отладки программы.

Если считать, что ширина и высота главного окна, в которое будет спроектирован холст, составляют D_w и D_h , соответственно, то для исключения искажений углов и элементов графика следует удовлетворить следующее условие:

$$k = D_w / D_h = (X_{max} - X_{min}) / (Y_{max} - Y_{min})$$

$$k = \frac{Dw}{Dh} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

или, например, $Dh = Dw / k$ $Dh = \frac{Dw}{k}$

Теперь можно перейти к решению наших задач.

Первый шаг:

Определим границы области, в которой будем рисовать наш график: границы изменения аргумента (x) и границы изменения значений функции (y). В общем случае, когда нам неизвестно поведение функции на заданном интервале аргумента, можно предварительно выполнить вычисления функции и найти минимальное и максимальное значения. Эти значения помогут задать границы области построения. К тому же такие вычисления можно сделать один раз, поместив результаты вычислений либо в массив, либо в список, который затем можно использовать при построении графика.

Вновь обратимся к лабораторной работе №2, Задание 1, и примем обозначения переменных, которые мы будем использовать в нашей программе.

а) Импорт модулей. Нам потребуются математические функции и функции модуля turtle:

```
from math import sqrt
import turtle as tr
```

б) Размеры по горизонтали и вертикали составляют (-10, 10) и (-2, 4) условных единиц соответственно. Увеличим эти размеры на 20% (по 10% с каждой стороны) с тем, что бы график был в границах главного окна (выбор процентов – это субъективная вещь). Мы получим:

```
aX = [-12, 12] # левая и правая
aY = [-3, 5]   # нижняя и верхняя
```

в) Определим размер главного окна по горизонтали (Dx) в 800 пикселей. Тогда, при заданных параметрах графика, высота главного окна, для исключения искажений, составит:

```
Dx = 800
Dy = Dx / ((aX[1] - aX[0]) / (aY[1] - aY[0]))
# создаем главное окно
tr.setup(Dx, Dy)
```

г) Установим число точек для получения качественного рисунка:

```
# число точек рисования
Nmax = 1000
```

д) Установим мировую систему координат

```
tr.setworldcoordinates(aX[0], aY[0], aX[1], aY[1])
```

Второй шаг

На этом шаге нарисуем оси, нанесем деления и надписи, нарисуем стрелки. Для этого используем такие функции модуля `turtle`, как `up()`, `down()`, `goto()`, `write()`, `begin_fill()`, `end_fill()`.

Рисование осей, меток, стрелок и надписей к осям, оформлено в виде функций. Алгоритм рисования оси прост:

- поднять перо;
- перейти к левой (нижней) границе;
- опустить перо;
- перейти к правой (верхней) границе.

Алгоритм нанесения делений и надписей:

- поднять перо;
- в цикле от левой (нижней) границы к правой (верхней) границе, с заданным шагом;
- перейти к точке на оси;
- опустить перо;
- перейти к точке ниже (правее) оси. Расстояние от оси (длина штриха) подбирается опытным путем;
- поднять перо;
- перейти к точке нанесения надписи (ниже / правее оси): определяем опытным путем;
- выводим число, предварительно преобразовав его в строку;
- если цикл не завершился, то перейти к следующей итерации.

Алгоритм рисования стрелки:

- подготавливаем два списка с координатами характерных точек рисунка *a* и *b*. Первую точку с координатами (0, 0) не указываем, см. рис.8.2;
- в цикле строим многоугольник и регистрируем его как новую форму черепашки;
- назначаем черепашке новую форму – наш многоугольник и вытягиваем стрелку;
- устанавливаем черепашку в то место, где должна быть стрелка, разворачиваем ее под нужным углом и создаем штамп;
- надписываем ось.

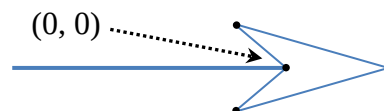


Рис.7.2.– Характерные точки стрелки, использованные в программе

Третий шаг

Переходим к рисованию функции. На этом шаге выберем другой цвет и толщину линии. По размеру области значений аргумента и по числу точек N_{max} определяем приращение по оси X :

$$dx = (aX[1] - aX[0]) / N_{max}.$$

Алгоритм рисования следующий:

- получить начальную координату, вычислить значение функции;
- установить черепашку в начальную позицию;
- в цикле `while`, от начального значения аргумента до конечного значения;
- получить текущее значение аргумента, вычислить значение функции;
- если функция не вычислена (`None`), перо поднять, а иначе перейти к точке и опустить перо;
- продолжить цикл пока не получено значение, превышающее значение для правой точки аргумента.

Замечание: Следует обратить внимание на то, что в теле цикла проводится проверка на допустимость значений для Y . Так как мы приняли, что для особых точек функция возвращает значение `None`, то при обнаружении такой ситуации процесс рисования пропускается (перо поднимается).

Собственно все. Ниже приводится листинг программы и результат работы, см. рис.7.3.

PS: Удалите символы комментария в функции и посмотрите на результат.

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
from math import sqrt
import turtle as tr
#
def Fun1(x):
    """
    Кривая из лаб. 2 Задание 1
    """
    #if (x >= 5) and (x <= 7):
    #    return(None)
    if x < -5:
        y = 1
    elif x >= -5 and x < 0:
        y = -(3/5) * x - 2
    elif x >= 0 and x < 2:
        y = -sqrt(4 - x**2)
    elif x >= 2 and x < 4:
        y = x - 2
    elif x >= 4 and x < 8:
        y = 2 + sqrt(4 - (x - 6)**2)
    else: y = 2
    return(y)

def Axis(txy, ax = 'X'):
```

```

Рисование оси.
txy - список: [Xmin, Xmax]
           или [Ymin, Ymax]
ax - 'X' или 'Y'
"""
a = txy[0]
b = txy[1]
tr.up()
if (ax == 'X'):
    pb = [a, 0]
    pe = [b, 0]
else:
    pb = [0, a]
    pe = [0, b]
tr.goto(pb)
tr.down()
tr.goto(pe)

def Mark(txy, ax = 'X'):
    """
    Маркировка оси.
    txy - список: [Xmin, Xmax]
           или [Ymin, Ymax]
    ax - 'X' или 'Y'
    """
    a = txy[0]
    b = txy[1]
    tr.up()
    for t in range(a, b):
        if (ax == 'X'):
            pb = [t, 0]
            pe = [t, 0.2]
            pw = [t, -0.5]
        else:
            pb = [0, t]
            pe = [0.2, t]
            pw = [0.2, t]
        tr.goto(pb)
        tr.down()
        tr.goto(pe)
        tr.up()
        tr.goto(pw)
        tr.write(str(t))

def Arrow(txy, ax = 'X'):

```

```

"""
Рисование стрелки.
txy - список: [Xmin, Xmax]
           или [Ymin, Ymax]
ax - 'X' или 'Y'
"""
# Параметры многоугольника
a = [0.1, 0, -0.1]
b = [-0.1, 0.3, -0.1]
tr.up()
tr.goto(0, 0)          # в начало
tr.begin_poly()        # начинаем запись вершин
for i in range(2):     # для всех вершин
    tr.goto(a[i], b[i]) # многоугольника
tr.end_poly()          # останавливаем запись
p = tr.get_poly()      # ссылка на многоугольник
# регистрируем новую форму черепашке
tr.register_shape("myArrow",p)
tr.resizemode("myArrow")
tr.shapesize(1,2,1)    # растягиваем (пример)
if (ax == 'X'):         # для оси X
    tr.tiltangle(0)      # угол для формы
    tr.goto(txy[1]+0.2,0) # к месту стрелки
    pw = [int(txy[1]),-1.0] # надпись
else:                   # для оси Y
    tr.tiltangle(90)     # угол для формы
    tr.goto(0,txy[1]+0.2) # к месту стрелки
    pw = [0.2, int(txy[1])] # надпись
tr.stamp()              # оставить штамп - стрелка
# напомним ось
tr.goto(pw)              # к месту надписи
tr.write(ax, font=("Arial",14,"bold"))
#
def main():
# Начальные параметры
# *****
# Границы графика: [Xmin, Xmax] и [Ymin, Ymax]
    aX = [-12, 12]      # левая и правая
    aY = [-3, 5]        # нижняя и верхняя
# Главное окно
    Dx = 800
    Dy = Dx / ((aX[1] - aX[0]) / (aY[1] - aY[0]))
    tr.setup(Dx, Dy)
    tr.reset()
# Число точек рисования

```

```

    Nmax = 1000
#
# Установка мировой системы координат
    tr.setworldcoordinates(aX[0],aY[0],
                           aX[1],aY[1])
#
    tr.title("Lab_8_2_1")      # заголовок
    tr.width(2)                # толщина линии
    tr.color("blue", "blue")   # цвет и заливка
# *****
    tr.ht()                    # невидимая
    tr.tracer(0,0)             # нет задержек
#
# X - ось, метки, стрелка
    Axis(aX, 'X')
    Mark(aX, 'X')
    Arrow(aX, 'X')
# Y - ось, метки, стрелка
    Axis(aY, 'Y')
    Mark(aY, 'Y')
    Arrow(aY, 'Y')
#
# Функция
    tr.color("green")          # цвет линии
    tr.width(3)                # и толщина
    dx = (aX[1]-aX[0])/Nmax    # шаг
# в начало
    x = aX[0]
    y = Fun1(x)
    if (y is None):
        tr.up()
        tr.goto(x, 0)
    else:
        tr.goto(x, y)
        tr.down()
# рисуем
    while x <= aX[1]:
        x = x + dx
        y = Fun1(x)
        if (y is None):
            tr.up()
            continue
        else:
            tr.goto(x, y)
            tr.down()

```

```
#
if __name__ == "__main__":
    main()
#
# Комментировать при работе в IDLE
# tr.mainloop()
```

Результат работы программы

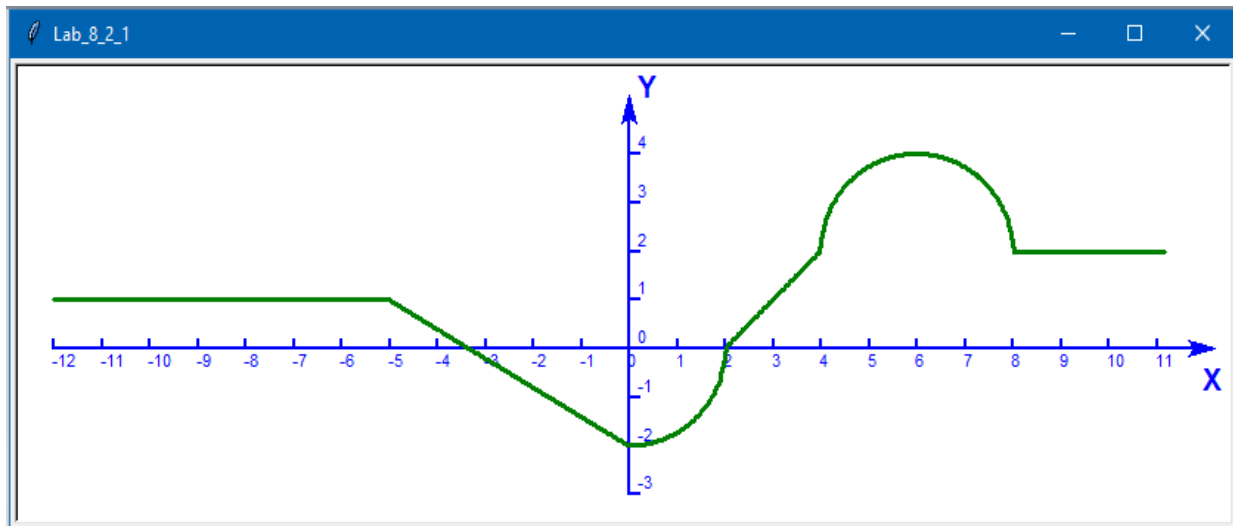


Рис.7.3.– График функции

Вторая задача

Для решения второй задачи (лабораторная работа №2, Задание 2), нам потребуется понимание того, что такое метод Монте-Карло и генератор случайных чисел.

Напомним, что в задании требовалось написать программу, которая определяет по введенным пользователем координатам точки, попадает ли эта точка в заштрихованную область.

Теоретическое введение

Метод Монте-Карло – численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин (метод статистических испытаний).

Одним из простейших механизмов генерации случайных величин является рулетка – основной атрибут игорных домов. Европейский город, знаменитый игорными домами – Монте-Карло, столица княжества Монако. От имени этого города и пошло название метода.

Одной из задач, решаемых методом Монте-Карло, является задача вычисления площади или объема сложной фигуры. Суть метода в следующем. Если фигура изображена на плоскости, то около нее можно описать другую фигуру, площадь которой мы можем вычислить точно. Например, круг или правильный многоугольник. Генерируя N случайных точек, координаты которых будут равномерно распределены по поверхности описанной фигуры, мы можем подсчитать число точек, которые попали в

фигуру с неизвестной площадью – N_f . Зная площадь описывающей фигуры S , можно вычислить площадь искомой фигуры с определенной точностью:

$$S_f = S \cdot \frac{N_f}{N}$$

Точность будет тем выше, чем больше точек будет сгенерировано и чем равномернее они будут разбросаны по всей описывающей фигуре.

Точность пропорциональна $\sqrt{\frac{D}{N}}$, где D – некоторая постоянная, а N – число испытаний (число точек).

Обратите внимание на то, что для повышения точности на порядок (в 10 раз), потребуется увеличить число испытаний в 100 раз. Применение метода стало возможным с развитием вычислительной техники.

Больше информации о методе Монте-Карло можно найти в Интернете.

Решение второй задачи

Для нашей задачи необходим генератор, который формирует случайные числа с вероятностью, равномерно распределенной в заданном интервале. Для этой цели используем функцию `uniform()` модуля `random`:

```
from random import uniform
```

Используя листинг программы, написанной в лабораторной работе №2, Задание 2 и знания, полученные при решении предыдущей задачи, нам несложно написать программу, в которой координаты точек будут генерироваться случайным образом, и результат попадания будет отображаться графически.

Определение точной площади фигуры

В задачах, которые описаны в лабораторной работе 2 Задание 2, площадь большинства заштрихованных фигур находится просто.

Поскольку наша фигура образована пересечением кубической параболы и прямой, точное определение площади возможно с использованием интегрального исчисления.

В общем случае площадь фигуры, образованной двумя линиями, можно найти из выражения: $S_f = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x)) \cdot dx$, где $f_2(x)$ и $f_1(x)$ – функции, которыми ограничена фигура, а a и b – границы фигуры слева и справа, соответственно. При этом $f_2(x) \geq f_1(x)$. Уравнения для наших линий следующие:

$$f_1(x) = 2 \cdot x + 2 \quad \text{и} \quad f_2(x) = x^3 - 4x^2 + x + 6$$

Разобьем нашу фигуру на две области. Одна область будет в диапазоне аргумента $[-1, 1]$, а вторая – $[1, 4]$. Тогда получим, что площадь равна сумме двух интегралов:

$$S_f = \int_{-1}^1 (f_2(x) - f_1(x)) \cdot dx + \int_1^4 (f_1(x) - f_2(x)) \cdot dx$$

Подробного решения не приводим. Вычисление дает: $S_f = 253/12 \approx 21.0833$

$$S_f = \frac{253}{12} \approx 21.0833$$

Для вычисления площади фигуры методом Монте-Карло опишем около нее прямоугольник с основанием 7 и высотой 13 условных единиц (диапазон $a_x = [-2, 5]$ и $a_y = [-2, 11]$). Площадь прямоугольника составляет:

$$S = [5 - (-2)] * [11 - (-2)] = 91.$$

В программе нет каких-либо особенностей. Следует обратить внимание лишь на то, что рисование большого числа точек требует много времени.

Для ускорения вычислений можно не рисовать точки, которые не попадают в заштрихованную область, т.е. оставить только первую часть условного оператора, который находится в теле цикла генерации координат точек.

Листинг программы

```
# -*- coding: cp1251 -*-
import turtle as tr
from random import uniform
#
def fun2_2(x,y):
    if (x < -1) or (x > 4):
        flag = 0          #False
    if ((x>=-1) and (x<1) and (y>=2*x+2)
        and (y<=x**3-4*x**2+x+6) or (x>=1)
        and (x<=4) and (y>=x**3-4*x**2+x+6)
        and (y<=2*x+2)):
        flag = 1
    else:
        flag = 0
    return(flag)

# Инициализация turtle
# *****
# Границы графика
aX = [-2, 5]          # левая и правая
aY = [-2, 11]         # нижняя и верхняя
Dx = 300
Dy = Dx/((aX[1] - aX[0])/(aY[1] - aY[0]))
tr.setup(Dx, Dy, 200, 200)
tr.reset()
# число точек рисования
Nmax = 10000
#
```

```

# Установка мировой системы координат
tr.setworldcoordinates(aX[0], aY[0], aX[1], aY[1])
#
tr.title("Lab_8_2_2")      # заголовок
tr.width(2)                # толщина линии

tr.ht()                   # невидимая
tr.tracer(0,0) # 0 - задержка между обновлениями
# *****
#
# рисование функции
tr.up()
mfun = 0                  # точек попало в
                           # заштрихованную область
for n in range(Nmax):
# генерируем координаты точки
    x = uniform(aX[0],aX[1])
    y = uniform(aY[0],aY[1])
    tr.goto(x,y)
    if fun2_2(x,y) != 0:    # попала
        tr.dot(3,"green")
        mfun += 1
#     else:                # не попала
#         tr.dot(3, "#ffccff")
#
tr.color("blue", "blue") # цвет и заливка
#
# Рисуем оси
# Ось X
tr.up()
tr.goto(aX[0], 0)
tr.down()
tr.goto(aX[1], 0)
# Ось Y
tr.up()
tr.goto(0, aY[1])
tr.down()
tr.goto(0, aY[0])
#
# координатные метки
# и надписи на оси X
tr.up()
for x in range(aX[0], aX[1]):
    tr.goto(x, 0.1)
    tr.down()

```

```

        tr.goto(x, 0)
        tr.up()
        tr.sety(-0.4)
        coords = str(x)
        tr.write(coords)
#
# на оси Y
for y in range(aY[0], aY[1]):
    tr.goto(0, y)
    tr.down()
    tr.goto(0.1, y)
    tr.up()
    tr.setx(0.2)
    coords = str(y)
    tr.write(coords)
#
# Рисуем стрелки
# на оси X
poli = [0, 0.1, 0, -0.1, 0]
Arrbeg = int(aX[1])
Xpoli = [Arrbeg, Arrbeg - 0.1, Arrbeg+0.3,
          Arrbeg - 0.1, Arrbeg]
tr.goto(Xpoli[0], poli[0])
tr.begin_fill()
tr.down()
for i in range(1,5):
    tr.goto(Xpoli[i], poli[i])
tr.end_fill()      # заливаем стрелку
# Надпишем ось X
tr.up()
tr.goto(Arrbeg, -0.7)
tr.write("X", font=("Arial",14,"bold"))
#
# на оси Y
Arrbeg = int(aY[1])
Ypoli = [Arrbeg, Arrbeg - 0.1, Arrbeg + 0.3,
          Arrbeg - 0.1, Arrbeg]
tr.up()
tr.goto(poli[0], Ypoli[0])
tr.begin_fill()
tr.down()
for i in range(1,5):
    tr.goto(poli[i], Ypoli[i])
tr.end_fill()
# Надпишем ось Y

```

```

tr.up()
tr.goto(0.2, Arrbeg)
tr.write("Y", font=("Arial",14,"bold"))
Sf = (aX[1] - aX[0]) * (aY[1] - aY[0]) * mfun/Nmax
tr.goto(1, 9)
fstr = "N = {0:8d}\nNf = {1:8d}\nSf = {2:8.2f}"
meseg = fstr.format(Nmax, mfun, Sf)
tr.write(meseg, font=("Arial",12,"bold"))
print(meseg)
# Комментировать при работе в IDLE
# tr.done()

```

Результат работы программы

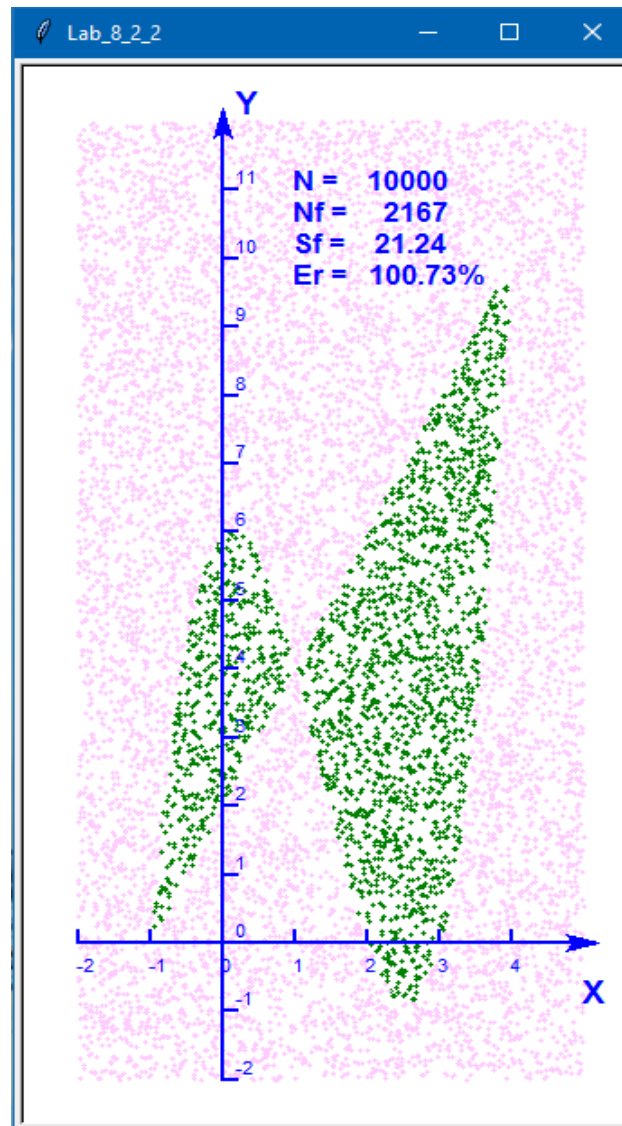


Рис.8.4. – Результат работы программы

Список рекомендованной литературы

1. Прохоренок Н.А., В.А. Дронов, Python 3и PyQt 5. Разработка приложений, БХВ-Петербург, 2017

2. Эйнджел Э., Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2 изд., и.д. "Вильямс", 2001
3. Хахаев И.А., Практикум по алгоритмизации и программированию на Python, Альт Линукс, 2011
4. Ермаков С.М., Метод Монте-Карло в вычислительной математике (вводный курс), СПб., 2009
5. Новожилов Б.В., Метод Монте-Карло. М.: Знание, 1966.

Задание к лабораторной работе №7

"Программирование графики". Модуль turtle

Выполнить в графической форме лабораторные работы №3 Задания 1, 2, 3.

При выполнении Задания 1 решить обратную задачу – нарисовать график функции.

В Задании 2, используя метод Монте-Карло определить площадь заштрихованной части фигуры. Получить точечное изображение фигуры, используя до 10000 испытаний. Выполнить оценку точности вычисления площади в процентах по отношению к реальной площади. Реальную площадь получить геометрическими методами, а при необходимости использовать интегральное исчисление.

В Задании 3 нарисовать график функции, значения которой вычисляются через ряд с точностью 10^{-3} .

Изображение графиков должно занимать большую часть экрана, сопровождаться заголовком, содержать наименования и градации осей и масштабироваться в зависимости от исходных данных. При любых допустимых значениях исходных данных изображение должно полностью помещаться на экране. Программа не должна опираться на конкретные значения разрешения экрана.

Лабораторная работа №8: «GUI, модуль Tkinter»

Цель работы:

В данной работе студенты познакомятся:

- с принципами организации событийно-управляемого программирования;
- с основами организации графического интерфейса пользователя (GUI) и виджетами модуля Tkinter^{*)};
- со способами построения графиков функций методами этого модуля.

Замечание: Студенты, при решении задач этой лабораторной работы, не ограничиваются выбором модуля Tkinter. Приветствуется выбор других модулей или библиотек, например, PyQt.

Постановка задачи

Вывести на экран в графическом режиме графики двух функций на интервале от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx . Первая функция задана с помощью ряда Тейлора, ее вычисление должно выполняться с точностью ε . Значение параметра b , определяющего смещение функции по оси ординат, вводится с клавиатуры. Графики должны быть плавными и различаться цветами.

$$y(x) = 2 \cdot \left(1 - \frac{2^2 \cdot x^2}{3!} + \frac{2^4 \cdot x^4}{5!} - \dots + (-1)^n \cdot \frac{2^{2 \cdot n} \cdot x^{2 \cdot n}}{(2 \cdot n + 1)!} + \dots \right) \quad -\infty < x < \infty$$

$$z(x) = \frac{\sin(2 \cdot x)}{x} + b$$

Теоретическое введение

Для выполнения такой работы нам необходимо познакомиться с модулями Python, которые можно использовать для построения графика функции и организации интерфейса с пользователем. Кроме этого нам необходимо познакомиться с понятием "событие" и принципами организации программ, использующих эти события для построения GUI.

Событийно-управляемое программирование

Под событием в операционной системе понимается любое действие пользователя при его взаимодействии с программным интерфейсом: нажатие клавиш клавиатуры, одиночные и двойные щелчки кнопками мыши, перемещение мыши в окне. Кроме этих событий в системе существуют события, которые вызываются как самой операционной системой, так и другими приложениями: работа системного таймера, информационный обмен между запущенными процессами.

^{*)} В пособии, по тексту, имя модуля пишется с большой буквы, как имя собственное. В скрипте имя модуля следует писать с маленькой буквы (tkinter) для Python 3. В Python 2 имя модуля пишется с большой буквы - Tkinter.

Все события, возникающие в вычислительной системе, воспринимается операционной системой. Эти события преобразуется в сообщение – запись, содержащую необходимую информацию о событии.

Например, это может быть код клавиши и переход её состояния – была клавиша нажата или отпущена. При возникновении события от мыши, в сообщении будет содержаться информация о том, какая кнопка была нажата, был ли это одиночный или двойной клик, а так же координаты маркера мыши в момент клика.

Сообщения поступают в общую очередь, откуда распределяются по очередям приложений.

Каждое приложение имеет свой цикл обработки сообщений, в котором выбирается сообщение из очереди приложения. Затем, через операционную систему, вызывается подпрограмма, предназначенная для обработки этого сообщения.

На рис.8.1 представлена структура программы, управляемой событиями.

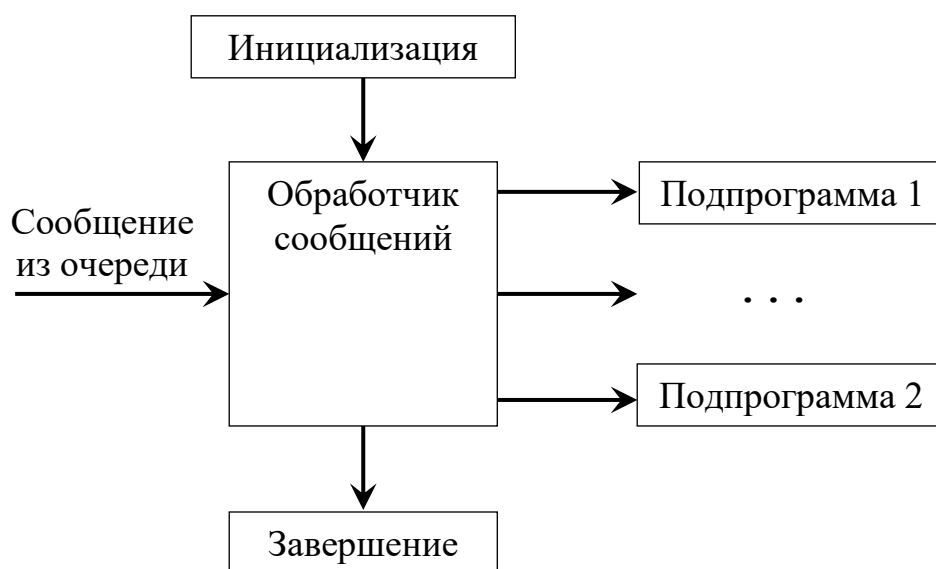


Рис.8.1. – Структура программы, управляемой событиями

Можно сделать следующее заключение – программа состоит из главной части, которая выполняет инициализацию и завершение приложения, цикла обработки сообщений, и набора обработчиков сообщений (подпрограмм).

Модуль Tkinter

В Python реализовано много модулей и библиотек, позволяющих создавать графический интерфейс пользователя (GUI). Вот небольшой перечень: Tkinter, PyQt5, PyGTK, wxPython, Pythonwin, и др.

Стандартным модулем, который устанавливается вместе с Python по умолчанию, является модуль Tkinter. У этого модуля понятный и ясный синтаксис и его можно использовать в простых программах с графическим интерфейсом.

Далее будем рассматривать решение нашей задачи, поставленной в начале этой лабораторной работы, в рамках возможностей модуля Tkinter.

Для использования методов и функций модуля необходимо выполнить импорт модуля. Это реализуется строкой:

```
from tkinter import *
```

Другая форма импорта – с назначением псевдонима (алиас – калька с английского, *alias* – псевдоним):

```
import tkinter as tk
```

Виджеты

В Tkinter визуальные компоненты, используемые для построения пользовательского графического интерфейса, называют виджетами (*widget*, от англ. *window gadget*).

Виджет – элемент интерфейса – примитив графического интерфейса пользователя (GUI), имеющий стандартный внешний вид и выполняющий стандартные действия. Иногда можно встретить и другое название контрол (англ. *control*). Вот небольшой перечень виджетов, которыми мы воспользуемся при решении нашей задачи:

- кнопка (*Button*) – используется для запуска команды, или, например, для выбора следующего действия. Например, кнопка "Рисовать" запустит процесс рисования графика, а по кнопке "Выход" скрипт завершит работу;
- однострочное текстовое поле (*Entry*) – этот виджет предназначен для вывода или ввода только одной, как правило, небольшой строки, например, название предмета или фамилия;
- метка (*Label*) – используется, как правило, для информирования пользователя. Например, метка может быть описанием однострочного текстового поля *Entry*: назначение поля;
- холст, канва, полотно (*Canvas*) – область рисования графических изображений;
- окна сообщений (*message box*) – это диалоговые окна, которые позволяют выводить сообщения, предупреждения или ошибки при взаимодействии с пользователем. Кроме этого имеются диалоговые окна для работы с файлами: окна выбора файла при открытии или сохранении файла.

Все виджеты имеют два набора конфигурационных параметров. Один набор параметров является общим для всех виджетов: размеры, положение на форме.

Второй набор параметров определяется индивидуальными характеристиками виджета: состояние счетчика виджета *Spinbox*, или индекс значения, выбранного пользователем в виджете *Combobox*. Ознакомьтесь самостоятельно с этими виджетами (*Spinbox*, *Combobox*).

Некоторые виджеты, например *Entry*, *Button*, получают фокус, что позволяет связать такой виджет с клавиатурой. Фокус может быть переведён на виджет, кликом мыши на нём или с использованием клавиши *Tab*.

События, связанные с виджетом (клик мыши, нажатие клавиш клавиатуры) могут быть привязаны к методу (функция), который будет обрабатывать событие. Например, при клике на полотно может быть вызван метод, который позволяет получить координаты курсора мыши в момен клика.

Важно: Виджеты, описываемые в скрипте обязательно должны быть обработаны упаковщиком, который размещает их на форме.

Существуют три метода упаковки виджетов:

Метод pack

В этом методе указывается, как виджет будет заполнять пространство формы: где будет размещаться, и как будет изменяться при изменении размеров формы.

Метод place

Этот метод позволяет программисту контролировать положение виджета путём задания координат, и его размеров. Координаты положения задаются относительно верхнего левого угла окна, к которому привязан виджет. При этом если окно является вложенным и его координаты меняются, то относительные координаты виджета не меняются.

Метод grid

Наиболее часто используемый упаковщик. В этом методе окно делится условной сеткой на ячейки (grid). Программист задает ячейку, в которой будет размещаться виджет, через номер столбца и колонки. При этом можно указать, на скольких строках и столбцах будет размещаться виджет.

В нашем скрипте будем использовать этот упаковщик.

Заметим, что не рекомендуется смешивать упаковщики при формировании одной формы. Больше информации о виджетах и методах их упаковки можно получить в соответствующей литературе или в сети Интернет.

Интерфейс программы

Выделим в нашем скрипте две части. В головной части мы поместим описания функций, которые будут выполнять некоторый набор операций, а во второй – описание виджетов, которые будут организовывать интерфейс, для взаимодействия с пользователем.

Нам потребуются следующие виджеты:

- Canvas – полотно для графического представления функций;
- Entry – поле для ввода данных, например, смещение графика по оси ординат или вывода данных о положении курсора мыши;
- Button – кнопка для задания действия: вывод обновлённого графика, после изменения значений, задаваемых через поле Entry; завершение работы программы;
- Label – метка, для описания полей Entry.

Уточним техническое задание к интерфейсу скрипта.

Полотно (Canvas) будет занимать основную верхнюю часть формы. Поля ввода, метки с описанием этих полей и кнопки будут размещены в нижней части формы. В скрипте опишем следующие поля:

- поля для вывода координат указателя мыши в момент клика;
- поля для задания границ области координат: абсциссы и ординаты. Задание этих полей позволит просматривать форму графика в разных областях координат;
- поля для задания смещения функции и шага, который будет использоваться при нанесении разметки на осях координат.
- кнопки для вывода графика и завершения работы скрипта.

Макет окна представим в виде рисунка, см. рис.8.2

Полотно								
X:		Xmin		Xmax		Шаг меток		Рисовать
Y:		Ymin		Ymax		Смещение		Выход

Рис.8.2. - Макет окна программы

Прежде, чем мы начнём описывать наш макет в виде скрипта познакомимся кратко с параметрами используемых виджетов.

Canvas – полотно

Методы виджета Canvas позволяют создавать графические примитивы, с помощью которых формируется рисунок:

- линия – `create_line()`. Для рисования линии необходимо задать начальные и конечные координаты концов линии, её толщину, цвет, тип (сплошная или пунктир), тип концов (наличие или отсутствие стрелок);
- замкнутый контур – `create_poligon()`. Для рисования полигональной линии задаётся список координат, через которые пройдёт контур, параметры, описанные для линии, цвет заливки фигуры. Кроме этого можно задать способ проведения линии между точками. В этом случае координаты точек

будут играть весовую роль (линия не будет проходить через точки), но будут влиять на форму получаемой фигуры;

- многоугольник – `create_rectangle`. Этот примитив позволяет рисовать прямоугольники;

- овал – `create_oval`. Для рисования эллипса и окружности задаются координаты вершин прямоугольника (квадрата), в который он будет вписан. При этом определяются координаты верхнего левого угла и нижнего правого, цвет заполнения. Также как и для линии можно задавать ширину контура, цвет, и т.п.;

- круг, дуга – `create_arc()`. Этот примитив используется для рисования дуг, секторов или сегментов (определяется параметром `style`). Он подобен овалу, но имеет большее число параметров;

- текст – `create_text()`. Этот примитив используется для вывода текстовой информации в графическом поле, которым представляется полотно. Текст может быть многострочным. В качестве параметров задаются координаты якоря текстового поля (`anchor`), относительно которого текст выравнивается в этом поле. Можно задавать цвет фона и символов, тип шрифта, размер, ...

Следует отметить важную особенность полотна. Все рисуемые примитивы возвращают идентификатор, который можно присвоить переменной, а затем использовать её значение, например, для удаления с полотна изображения примитива.

Система координат полотна

Разберёмся с системой координат, которая реализована на полотне (Canvas).

Отметим, что в этой системе координат единицей измерения является пиксел. В модуле Tkinter нет метода, позволяющего создать собственную пользовательскую систему координат, как это реализовано в модуле Turtle, см. лабораторную работу №7.

Организация системы координат на полотне показана на рис.8.3.

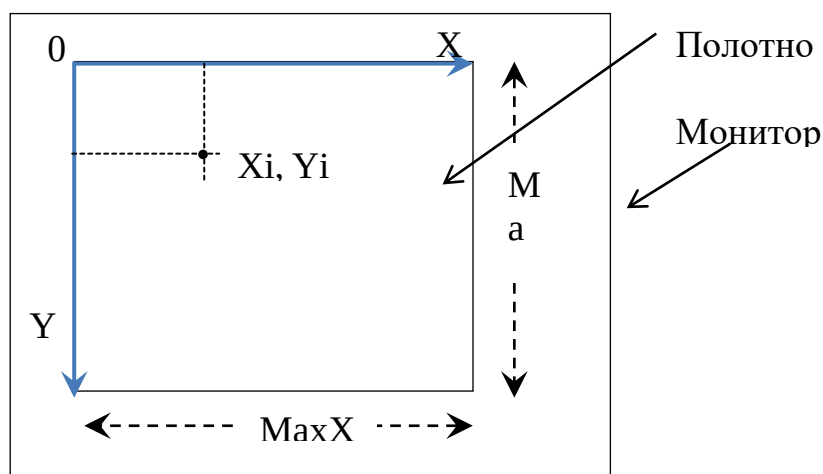


Рис.8.3.– Система координат полотна и параметры окна

На этом рисунке показано, что ось абсцисс направлена с лева направо, а ось ординат – сверху вниз. Следует обратить внимание на то, что размеры полотна (MaxX, MaxY), а так же координаты точки (Xi, Yi) указываются в пикселах.

Учитывая эту особенность модуля, а так же то, что пользователь должен вводить или получать координаты в собственной системе координат, нам придётся преобразовывать данные, введенные пользователем, в пиксеты для рисования линий графика и возвращать данные, преобразованные в систему координат пользователя.

Выведем формулы преобразования координат графика, определённых в пользовательской системе измерения, в пиксеты. Пусть:

- Xmin, Xmax, Ymin, Ymax – минимальные и максимальные координаты, отображаемые на полотне для осей X и Y, соответственно. Данные представляются в условных единицах измерения длины: сантиметры, метры;
- MaxX, MaxY – размеры полотна по осям X и Y, соответственно в пикселах.

Тогда масштабирующие коэффициенты, показывающие, сколько пикселей приходится на единицу длины пользовательской системы измерения, по осям абсцисс и ординат вычисляются так:

$$Kx = \frac{MaxX}{Xmax - Xmin} \quad Ky = \frac{MaxY}{Ymax - Ymin}$$

Таким образом, для некоторой точки с координатами Xi, Yi, выраженными в системе координат графика (сантиметры, метры, ...), мы можем получить координаты Xp, Yp, которые отображают положение точки в пикселах полотна:

$$Xp = Kx \cdot Xi ; \quad Yp = MaxY - Ky \cdot Yi .$$

Во втором выражении учтён, тот факт, что ось ординат в системе координат полотна направлена вниз.

Напишем скрипт, который покажет, как используется виджет Canvas.

```
from tkinter import * # Импорт модуля
root = Tk() # Создание главного окна
root.title("Графика") # Надпись в заголовке окна
root.resizable(False, False) # Не менять размер окна
                                # по ширине и высоте
Kp = 0.7 # используем 70% экрана
MaxX = root.winfo_screenwidth() * Kp # Текущие размеры
MaxY = root.winfo_screenheight() * Kp # дисплея монитора
                                # в пикселах
cv = Canvas(root, width = MaxX, height = MaxY,
            bg = "white")
cv.grid(row = 0, columnspan = 11)
```

В первой строке скрипта выполняется импорт модуля Tkinter.

Обратите внимание на то, что имя модуля записано с маленькой буквы. Затем создаётся главное окно скрипта, и выводится его название в заголовке формы.

Изменение размеров окна потребует дополнительного внимания и обработки, например, перерисовки графиков. Снимем эту проблему, запретив изменение размеров окна. Для этого используется метод:

```
resizable(bW, bH),
```

где параметры `bW` – изменение размера по ширине, и `bH` – изменение размера по высоте, принимают логическое значение `False` или `True`.

Через методы главного окна можно получить размеры дисплея монитора.

```
wininfo_screenwidth()    # Ширина в пикселах  
wininfo_screenheight()   # Высота в пикселах
```

Эти размеры сильно отличаться для разных мониторов, поэтому зададим размеры полотна на 70% меньше размеров дисплея.

Привязка виджета к форме выполняется при его описании. При этом формируется идентификатор виджета, значение которого может быть присвоено переменной. Обратите внимание на строку, описывающую виджет `Canvas`:

```
cv = Canvas(root, ...)
```

`root` – имя главного окна, `cv` – имя полотна, которое мы будем указывать при рисовании примитивов. Заметим, что на форме может быть создано несколько полотен.

Упаковка виджетов, в нашем примере, будет выполняться методом `grid()`. В качестве аргументов мы передаём номер строки, на которой будет размещаться полотно, и сколько столбцов оно будет занимать. Мы указали нулевую строку, поскольку виджет будет размещаться в верхней части формы. Количество занимаемых столбцов указано 11. Обратитесь к рис.8.2 и посчитайте, сколько виджетов будет размещено по горизонтали в первой строке, если каждый виджет будет занимать одну ячейку воображаемой таблицы. Заметим, что нумерация строк и столбцов начинается с нуля и первая строка занята полотном.

Создайте скрипт с указанным текстом и посмотрите на результат.

Добавим в нашу форму метки (`Label`), которые мы нарисовали на нашем макете, рис.8.3.

Для описания меток используется метод `Label()`, в аргументах которого надо указывать имя окна, к которому относится метка. Дополнительно можно указать текст, ширину окна, в котором надо поместить текст, параметры текста (цвет, тип шрифта и его размер), а так же параметры выравнивания текста (по левому краю, по центру, по правому краю). Значение выравнивания задаётся либо словом `CENTER` – центр, либо символом или комбинацией символов. Символы – это первые буквы

английских слов, описывающие стороны света: **North** – Север, **East** – Восток, **South** – Юг и **West** – Запад, рис.8.4.

NW	N	NE
W	CENTER	E
SW	S	SE

Рис.8.4. – Направления выравнивания текста

Идентификационный код объекта, который возвращается методом `Label()`, присвоим переменным. Опишем все восемь меток нашего макета.

```
lba0 = Label(root, text = "X:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba0.grid(row = 1, column = 0, sticky='e')
lba1 = Label(root, text = "Y:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba1.grid(row = 2, column = 0, sticky='e')
lba2 = Label(root, text = "Xmin:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba2.grid(row = 1, column = 2, sticky='e')
lba3 = Label(root, text = "Xmax:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba3.grid(row = 1, column = 4, sticky='e')
lba4 = Label(root, text = "Ymin:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba4.grid(row = 2, column = 2, sticky='e')
lba5 = Label(root, text = "Ymax:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba5.grid(row = 2, column = 4, sticky='e')
lba6 = Label(root, text = "Шаг меток:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba6.grid(row = 1, column = 6, sticky='e')
lba7 = Label(root, text = "Смещение:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba7.grid(row = 2, column = 6, sticky='e')
```

Места размещения меток, указанные в упаковке `grid()`, были вычислены в соответствии с ранее разработанным макетом, см. рис.8.2. Добавьте этот код к предыдущему и посмотрите результат.

Для завершения формы необходимо добавить поля для ввода и вывода данных – виджеты `Entry`. Эти поля описываются в полной аналогии с описанием меток, например:

```
ent0 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent0.grid(row = 1, column = 1)
```

Вставить значение строкового типа в поле Entry можно методом `insert()`:

```
ent0.insert(index, s),
```

где строка `S` вставляется перед символом, позиция которого задается параметром `index`.

Удалить символы из виджета можно методом `delete()`:

```
ent0.delete(first, last=None),
```

где параметр `first` задаёт начальную позицию удаляемых символов, а параметр `last` последнюю. При этом позиция, заданная в `last` не включается в удаляемый диапазон. Если `last` не задан, то удаляется только один символ. Если вторым параметром задано значением `END`, то удаляются все символы.

Прочитать значение, введенное пользователем в поле, можно методом `get()`:

```
var = float(ent0.get())
```

Прочитанное значение имеет строковый тип. Таким образом, при вставке числового значения его необходимо преобразовать к строковому типу `str()`. При чтении из поля Entry числового значения необходимо выполнить обратное преобразование к ожидаемому типу. В нашем скрипте мы будем использовать вещественные значения: `float()`.

Задание:

Добавьте виджеты Entry самостоятельно. Их должно быть восемь. Имена переменных, с помощью которых можно обращаться к этим виджетам, составьте по тому же принципу, что и имена для меток. Т.е. `entN`, где `N` – номер виджета.

Два первых поля (`ent0` и `ent1`) предназначены для вывода координат мыши. Инициализируйте их нулевым значением, а оставшиеся поля, предназначенные для ввода, инициализируйте начальными значениями:

```
Xmin = -10.0; Xmax = 10.0 # Границы по абсциссе  
Ymin = -5.0; Ymax = 5.0   # Границы по ординате  
dX = 50   # Шаг меток по осям  
dY = 1.0  # Смещение графика
```

Замечание: Некоторые переменные, использованные в нашем скрипте, будут глобальными, что позволит использовать их в различных функциях без процедуры передачи. Мы поступили так, что бы сократить число параметров, передаваемых в функции.

Назначение переменных глобальными должно делаться более обоснованно.

Проверьте работу скрипта.

Теперь можно добавить кнопки (`Button`). При описании этих виджетов можно задать надпись, которая будет размещена на кнопке, параметры текста (шрифт, цвет) и что очень важно, привязать нажатие

кнопки к вызову функции, которая получит событие от нажатия кнопки и обработает его.

```
btn1 = Button(root, width = 20, bg = "#ccc",
               text = "Рисовать")
btn1.grid(row = 1, column = 10)
btn1.bind("<Button-1>", Draw)
```

В первой строке указан идентификатор кнопки (btn1), параметр root показывает, что кнопка находится на форме, остальные параметры задают размер, цвет фона и текст. Метод grid() поместит кнопку в первой строке в десятой колонке.

Для обработки события, связанного с кнопкой, будет вызываться функция Draw(). Обратите внимание, что переменная Draw записана без круглых скобок.

Код для второй кнопки будет аналогичен:

```
btn2 = Button(root, width = 20, bg = "#ccc",
               text = "Выход")
btn2.grid(row = 2, column = 10)
btn2.bind("<Button-1>", Final)
```

Перед тем, как перейти к описанию функций (головной части), добавим связку между событием "клик кнопкой мыши на полотне" с соответствующим обработчиком. Поскольку идентификатор полотна у нас имеет имя cv, то связующая строка примет вид:

```
cv.bind('<Button-1>', showXY),
```

где showXY функция, которая будет вызвана по событию '<Button-1>'. При желании можно в качестве события выбрать двойной клик кнопкой мыши. В этом случае нам следует указать код <Double-Button-1>.

Прочитайте больше о событиях и связывании событий в Интернете.

Заключительный шаг для формирования окна скрипта – это организация непрерывного цикла, в котором будут обрабатываться события, см. рис.8.1.

Для организации цикла, в котором будет находиться скрипт в ожидании событий, используется метод mainloop():

```
root.mainloop()
```

Основные шаги по подготовке окна выполнены. В процессе написания скрипта созданы три условия для возникновения событий: кнопка "Рисовать", кнопка "Выход" и событие, связанное с кликом левой кнопки мыши. Реализуем обработку этих событий в виде функций.

```
def Draw(event):
    '''Вызов функций для рисования графиков'''
    pass
#
```

```

def Final(event):
    '''Завершение работы'''
    window_deleted()
#
def window_deleted():
    ''' Завершаем работу по [X]'''
    if askyesno("Выход", "Завершить работу?"):
        root.destroy()
#
def showXY(event):
    '''Вывод координат мыши'''
    global ID1, ID2
    x = event.x; y = event.y
    ent0.delete(0,END) # Удалим старые
    ent1.delete(0,END) # значения
# Вычислим и введём новые
    ent0.insert(0, str(round(Xmin + x/Kx, 2)))
    ent1.insert(0, str(round(Ymin + (MaxY - y)/Ky, 2)))
    cv.delete(ID1) # Удалим старые
    cv.delete(ID2) # линии
# Нарисуем новые линии
    ID1 = cv.create_line(0,y,MaxX,y, dash = (3,5))
    ID2 = cv.create_line(x,0,x,MaxY, dash = (3,5))

```

Отметте, что в качестве параметра функций указана переменная `event`. Через эту переменную в функцию передаётся описание события.

Функция `Draw()` будет вызывать другие функции. Они нами ещё не разработаны, и мы используем инструкцию `pass`. Это позволит тестировать скрипт раньше.

Функция `Final()` должна сработать по нажатию кнопки "Выход" и завершить работу скрипта. Поскольку завершение работы скрипта может быть при случайном клике, создадим окно, в котором будет запрос на подтверждение закрытия и две кнопки "Да" и "Нет".

В Tkinter имеется модуль `tkinter.messagebox`, в котором имеется набор окон с разной функциональной направленностью. В нашем случае это:

```
askyesno("Выход", "Завершить работу?")
```

Здесь `askyesno()` метод, формирующий окно запроса с двумя кнопками. В качестве параметров указываются строки. Первая строка – заголовок окна, а вторая – сообщение, которое появится в окне. При нажатии на кнопку возвращается логическое значение: `True` – нажата кнопка "Да" и `False` – нажата кнопка "Нет".

Существует ещё один путь закрытия окна – это кнопка [X] в правом верхнем углу формы. Для обработки этого события используется метод `protocol()`, который перехватывает событие, связанное с закрытием окна по кнопкой [X]:

```
root.protocol('WM_DELETE_WINDOW', window_deleted)
```

Здесь 'WM_DELETE_WINDOW' – наименование протокола, связанного с кнопкой закрытия окна ([X]), а window_deleted – функция, обрабатывающая событие. Отметим, что при обработке этого события его параметры в функцию не передаются.

Оформим сказанное в виде двух функций. Одна вызывается при закрытии окна по кнопке [X] и выводит запрос на подтверждение, а вторая вызывает первую. Само закрытие окна происходит при вызове метода destroy():

```
root.destroy()
```

Функция showXY() вызывается по событию "одинокый клик левой кнопкой мыши" на полотне и выводит координаты точки на полотне, в которой был сделан клик, в поля Entry. Реализация этой функции усложнена по следующим соображениям:

- координаты точки – это два числа отображающие положение точки в пикселах в системе координат полотна. Их необходимо преобразовать в систему координат пользователя. Для этого используем знание о масштабе по каждой из осей. Результат преобразования чисел будет вещественным, поэтому округлим их до двух цифр после запятой. Перед выводом в поле Entry числа необходимо преобразовать в строковый тип;

- точку, в которой произведён клик, надо визуализировать. Для этого нарисуем две перпендикулярные пунктирные линии, которые будут проходить через заданную точку параллельно координатным осям. Метод, используемый при рисовании линий, возвращает идентификатор, который мы используем для удаления линий перед новой прорисовкой графика.

Обратитесь к коду функций, приведённому выше, для более полного усвоения этого материала. Заметим, что метод cv.delete(ID1) не вызывает ошибки в том случае, когда ID не определён: перед первой прорисовкой мы удаляем несуществующий объект.

Координатные оси

Для оценки значений, которые принимает функция, на полотне рисуются координатные линейки с разметкой. Функция plotXY() рисует линейки по краям полотна.

Для прорисовки координатной линейки вначале рисуется прямоугольник, а затем на его сторонах наносятся метки в виде коротких линий и текстовые значения, соответствующие этим меткам. При нанесении значения выполняется его вычисление, округление до двух знаков после запятой, а затем преобразование в строковый тип.

В дополнение к этому мы реализовали метод считывания координат полотна по событию, связанному с кликом левой кнопкой мыши.

Рисование функций

Для рисования функций вычисляются значений функции в диапазоне от $X_{\min}$ до $X_{\max}$. При этом используется пользовательская система координат. Значения абсциссы и ординаты объединяются и формируют список, который возвращается при вызове функции. Поскольку в задании требуется изобразить переходы между вычисляемыми точками функции плавными, вычисления выполняются с шагом в один пиксел по оси X . В пользовательской системе координат шаг будет равен $1/K_x$, где K_x – масштабный коэффициент по оси X .

Рисование функций начинается с появления события, связанного с кликом по кнопке "Рисовать". При этом вызывается функция `Draw()`, в которой последовательно выполняются следующие операции:

Очистка полотна от ранее нарисованных объектов;

Получение данных из полей `Entry`. Данные, при считывании, контролируются на допустимый диапазон значений. Если на этом шаге возникает ошибка, то выводится предупреждающее сообщение и пользователь может ввести новые данные. Работа скрипта не прерывается;

Рисуется координатная линейка по краям полотна;

Вызывается функция, прорисовывающая график. При вызове, в качестве аргументов задаётся имя функции, которую необходимо нарисовать и цвет, которым будет выполнен график.

Листинг скрипта

Здесь представлен листинг скрипта, решающий поставленную задачу. Он вполне рабочий, но может быть существенно улучшен, например, тем, что основную часть скрипта можно оформить в виде отдельного модуля. Пользователь сможет использовать такой модуль для отображения и других функций в графической форме. При этом ему достаточно будет подготовить собственный скрипт, в который может быть импортирован наш модуль и описаны функции, для которых нужно построить график.

Но эта тема здесь не развивается. Студентам предлагается самостоятельно подумать над возможными улучшениями скрипта.

```
from tkinter import *
from tkinter.messagebox import *
from math import sin, cos, pi, exp
#
def Sin2xDevx(): # Функция из задания
    eps = 0.0001
    Lfun = []
    x = Xmin
    while x <=Xmax:
        an = 1
        Sum = an
        n = 1
```

```

        while (abs(an) > eps):
            an *= -(2**2)*(x**2)/((2*n)*(2*n+1))
            Sum += an
            n += 1
        Lfun.append((x, 2*Sum))
        x += 1 / Kx
    return Lfun

def Sin2xOnX(): # Функция из задания
    Lfun = []
    x = Xmin
    while x <= Xmax:
        if x != 0:
            fun = sin(2*x)/x + dY
        else:
            fun = 2.0
        Lfun.append((x, fun))
        x += 1 / Kx
    return Lfun

def GetData():
    '''Получить данные'''
    global Xmax, Xmin, Ymax, Ymin
    global dX, dY, Kx, Ky
    tmpXmax = float(ent3.get())
    tmpXmin = float(ent2.get())
    tmpYmax = float(ent5.get())
    tmpYmin = float(ent4.get())
    tmpdY = float(ent7.get())
    tmpdX = float(ent6.get())
    if ((tmpXmin >= tmpXmax) or
        (tmpYmin >= tmpYmax) or
        (tmpdX <= 0)):
        showwarning(title = "Ошибка задания границ",
                    message = "Должны выполняться "
                               "неравенства:\n"
                               "Xmax > Xmin;\n"
                               "Ymax > Ymin;\n"
                               "Шаг меток > 2")
    else:
        Xmax = tmpXmax
        Xmin = tmpXmin
        Ymax = tmpYmax
        Ymin = tmpYmin
        dX = tmpdX
        dY = tmpdY

```

```

        Kx = MaxX / abs((Xmax - Xmin))
        Ky = MaxY / abs((Ymax - Ymin))
def SetMark(a, b, LrBt = 1):
    '''Нанесение меток'''
    ax_XY = []
    if LrBt: # слева и справа
        ax_XY.append((a, b))
        ax_XY.append((a + 10, b))
    else: # внизу и вверху
        ax_XY.append((a,b))
        ax_XY.append((a, b - 10))
    cv.create_line(ax_XY, fill='black', width = 2)
def plotXY():
    ''' Рисуем координатные линейки'''
# Прямоугольник
    ax_XY = []
    ax_XY.append((5, 5))
    ax_XY.append((MaxX - 5, MaxY - 5))
    cv.create_rectangle(ax_XY, fill="white",
                        outline = "green", width = 2)
#
# Разметка левой и правой сторон
    y = Ymin
    y_pix = MaxY
    flg = False
    while y < Ymax:
        textY = str(round(y, 2)) # Текст метки
        SetMark(0, y_pix, 1) # Слева
        if flg: # Надписываем каждую вторую метку
            cv.create_text(15, y_pix, text = textY,
                           anchor = W)
        SetMark(MaxX-10, y_pix, 1) # Справа
        if flg:
            cv.create_text(MaxX - 15, y_pix,
                           text = textY, anchor = E)
        y += dX # Ед. пользователя
        y_pix -= dX * Ky # Ед. в пикселах
        flg = not flg # Разметка через раз
#
# Разметка сверху и снизу
    x = Xmin
    x_pix = 0
    flg = False
    while x < Xmax:

```

```

textX = str(round(x, 2)) # Текст метки
SetMark(x_pix, 0, 0)    # Вверху
if flg:
    cv.create_text(x_pix, 15, text = textX,
                    anchor = N)
SetMark(x_pix, MaxY, 0) # Внизу
if flg:
    cv.create_text(x_pix, MaxY - 15,
                    text = textX, anchor = S)

x += dX
x_pix += dX*Kx
flg = not flg

def Draw(event):
    '''Подготовка полотна и вызов
    функций для рисования'''
    cv.delete("all") # Очистка полотна
    GetData()        # Получить данные
    plotXY()          # Нарисовать координатные линейки
    Fdraw(Sin2xDevx, 'blue') # Нарисовать функцию 1
    Fdraw(Sin2xOnX, 'red')   # Нарисовать функцию 2
    print('Рисуем')          # Тестовое сообщение

def Fdraw(func, color):
    '''Получение значений функции
    Преобразование в пиксели
    Рисование на полотне'''
    Lxy = func() # Значения функции в ед. пользователя
    Lpix = []     # Значения функции в пикселях
    for xy in Lxy:
        x = Kx * (xy[0] - Xmin)
        if xy[1] != None:
            y = MaxY - Ky * (xy[1] - Ymin)
        else:
            y = 0
        Lpix.append((x,y))
    cv.create_line(Lpix, fill = color)

def Final(event):
    ''' Завершаем работу '''
    window_deleted()

def window_deleted():
    ''' Завершаем работу по [X]'''
    if askyesno("Выход", "Завершить работу?"):
        root.destroy()

def showXY(event):

```

```

global ID1, ID2
x = event.x; y = event.y
ent0.delete(0,END)
ent1.delete(0,END)
ent0.insert(0, str(round(Xmin + x/Kx, 2)))
ent1.insert(0, str(round(Ymin + (MaxY - y)/Ky, 2)))
cv.delete(ID1)
cv.delete(ID2)
ID1 = cv.create_line(0,y,MaxX,y, dash = (3,5))
ID2 = cv.create_line(x,0,x,MaxY, dash = (3,5))
#
root = Tk()
root.title("Графика")
# Обработчик закрытия окна. Нажата кнопка [X]
root.protocol('WM_DELETE_WINDOW', window_deleted)
root.resizable(False, False) # Не меняем размер окна
#
Kp = 0.7 # 70% от дисплея
# Начальные параметры полотна. Ед. изм. - пикселы
MaxX = root.winfo_screenwidth() * Kp
MaxY = root.winfo_screenheight() * Kp
#
cv = Canvas(root, width = MaxX,
             height = MaxY, bg = "white")
cv.grid(row = 0, columnspan = 9)
cv.bind('<Button-1>', showXY) # Клик на полотне
#
# Окно графика. Ед. изм. - пользовательские
Xmin = -10.0; Xmax = 10.0
Ymin = -5.0; Ymax = 5.0
Xmid = 0; Ymid = 0 # Положение начала координат
#
# Смещение и шаг аргумента. Ед. изм. - пользовательские
dY = 1.0 # смещение второго графика
dX = 1.0 # шаг меток на координатных линейках
# Идентификаторы курсоров, рисуемых по клику на полотне
ID1 = 0; ID2 = 0
# Масштабные коэффициенты: Пиксел / пользов.ед.
Kx = MaxX / abs((Xmax - Xmin))
Ky = MaxY / abs((Ymax - Ymin))
#
lba0 = Label(root, text = "X:", width = 10,
             fg = "blue", font = "Ubuntu, 12")
lba0.grid(row = 1, column = 0, sticky='e')
ent0 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")

```

```

ent0.grid(row = 1, column = 1, sticky='w')
ent0.insert(0, 0)
lba1 = Label(root, text = "Y:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba1.grid(row = 2, column = 0, sticky='e')
ent1 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent1.grid(row = 2, column = 1, sticky='w')
ent1.insert(0, 0)

lba2 = Label(root, text = "Xmin:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba2.grid(row = 1, column = 2, sticky='e')
ent2 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent2.grid(row = 1, column = 3)
ent2.insert(0, Xmin)

lba3 = Label(root, text = "Xmax:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba3.grid(row = 1, column = 4, sticky='e')
ent3 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent3.grid(row = 1, column = 5)
ent3.insert(0, Xmax)

lba4 = Label(root, text = "Ymin:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba4.grid(row = 2, column = 2, sticky='e')
ent4 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent4.grid(row = 2, column = 3)
ent4.insert(0, Ymin)

lba5 = Label(root, text = "Ymax:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba5.grid(row = 2, column = 4, sticky='e')
ent5 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent5.grid(row = 2, column = 5)
ent5.insert(0, Ymax)

lba6 = Label(root, text = "Шаг меток:", width = 10,
              fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba6.grid(row = 1, column = 6, sticky='e')
ent6 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent6.grid(row = 1, column = 7)
ent6.insert(0, dX)

lba7 = Label(root, text = "Смещение:", width = 10,

```

```

fg = "blue", font = "Ubutu, 12")
lba7.grid(row = 2, column = 6, sticky='e')
ent7 = Entry(root, width = 5, font = "Ubuntu, 12")
ent7.grid(row = 2, column = 7)
ent7.insert(0, dY)

btn1 = Button(root, width = 20, bg = "#ccc",
               text = "Рисовать")
btn1.grid(row = 1, column = 8)
btn1.bind("<Button-1>", Draw)

btn2 = Button(root, width = 20, bg = "#ccc",
               text = "Выход")
btn2.grid(row = 2, column = 8)
btn2.bind("<Button-1>", Final)

root.mainloop() # Цикл ожидания событий

```

Результат работы скрипта

На рис.8.5 представлена реализованная форма с графиками.

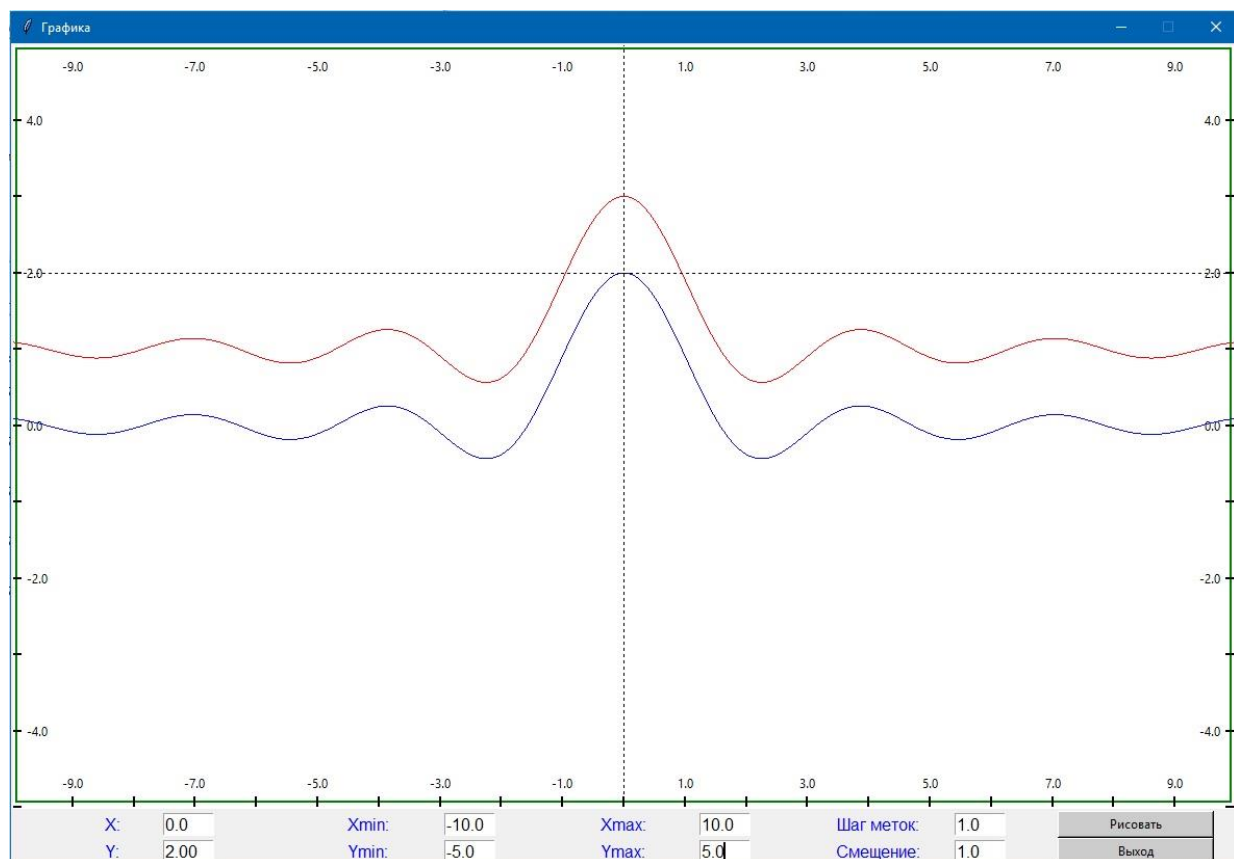


Рис.8.5. – Результат работы скрипта

Задание к лабораторной работе №8

«GUI, модуль Tkinter»

Изображение должно занимать большую часть экрана, сопровождаться заголовком, содержать наименования и градации осей и масштабироваться в зависимости от исходных данных. При любых допустимых значениях исходных данных изображение должно полностью помещаться на экране. Программа не должна опираться на конкретные значения разрешения экрана.

Вывести на экран в графическом режиме графики двух функций на интервале от $X_{нач}$ до $X_{кон}$ с шагом dx . Первая функция задана с помощью ряда Тейлора, ее вычисление должно выполняться с точностью ε . Значение параметра b для второй функции вводится с клавиатуры. Графики должны быть плавными и различаться цветами.

В вариантах с 12 по 20 требуется построить графическое изображение в виде секторных или столбцовых диаграмм. Для решения этих задач необходимо познакомиться с виджетами модуля Tkinter полнее, чем это изложено выше.

Вариант 1

$$y(x) = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = 2 \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} + \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots \right), \quad |x| > 1;$$

$$z(x) = \ln \frac{x+1}{x-1} + b.$$

Вариант 2

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^n}{n!} = \left(1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} - \dots \right), \quad |x| < \infty;$$

$$z(x) = e^{-x} + b;$$

Вариант 3

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = \left(1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \right), \quad |x| < \infty$$

$$z(x) = e^x + b.$$

Вариант 4

$$y(x) = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} - \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots, \quad x > 1;$$

$$z(x) = \arctg x + b.$$

Вариант 5

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n + 1}}{(2 \cdot n + 1)} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| \leq 1$$

$$z(x) = \arctg x + b.$$

Вариант 6

$$y(x) = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = 2 \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} + \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots \right), \quad |x| > 1;$$

$$z(x) = \operatorname{Arth} x + b.$$

Вариант 7

$$y(x) = -\frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2 \cdot n + 1) \cdot x^{2 \cdot n + 1}} = -\frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3 \cdot x^3} - \frac{1}{5 \cdot x^5} + \dots, \quad x < -1$$

$$z(x) = \operatorname{arctg} x + b.$$

Вариант 8

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n}}{n!} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty$$

$$z(x) = e^{-x^2} + b.$$

Вариант 9

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^n}{(2 \cdot n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

$$z(x) = \cos x + b.$$

Вариант 10

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2 \cdot n}}{(2 \cdot n + 1)!} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

$$z(x) = \frac{\sin x}{x} + b.$$

Вариант 11

$$y(x) = 2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{2 \cdot n + 1}}{(2 \cdot n + 1) \cdot (x+1)^{2 \cdot n + 1}} = 2 \cdot \left(\frac{x-1}{x+1} + \frac{(x-1)^3}{3 \cdot (x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{5 \cdot (x+1)^5} + \dots \right), \quad x > 0;$$

$$z(x) = \ln x + b.$$

Вариант 12

Написать программу, которая выводит на экран секторную диаграмму. Диаграмму снабдить заголовком и наименованием для каждого сектора. Исходные данные сформировать в текстовом файле. Количество секторов задавать в программе в виде именованной константы.

Построение секторной диаграммы оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: координаты центра диаграммы; радиус; количество секторов; массив процентов; массив наименований. Пример исходных данных см. Таблица 1.

Вариант 13

Написать программу, которая выводит на экран две секторные диаграммы, расположив их рядом. Диаграмму снабдить заголовком и наименованием для каждого сектора. Исходные данные сформировать в текстовом файле. Количество секторов задавать в программе в виде именованной константы.

Построение секторной диаграммы оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: координаты центра диаграммы; радиус; количество секторов; массив процентов; массив наименований. Пример исходных данных см. Таблица 1.

Вариант 14

Написать программу, которая выводит на экран две столбиковые диаграммы. На экране диаграммы расположить рядом, каждую в своих координатных осях. Каждую диаграмму снабдить заголовком и наименованием единиц измерений по осям X и Y. Исходные данные сформировать в текстовом файле. Количество столбцов задавать в программе в виде именованной константы. Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Пример исходных данных см. Таблица 1.

Вариант 15

Написать программу, которая выводит на экран две столбиковые диаграммы в одной координатной плоскости. Диаграмму снабдить градацией осей и заголовком. Исходные данные сформировать в текстовом файле. Количество столбцов задавать в программе в виде именованной константы. Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Пример исходных данных см. Таблица 1.

Вариант 16

Написать программу, которая выводит на экран трехмерную столбиковую диаграмму. Диаграмму снабдить градацией осей и заголовком. Исходные данные сформировать в текстовом файле. Количество столбцов задавать в программе в виде именованной константы. Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Пример исходных данных см. Таблица 1.

Вариант 17

Написать программу, которая выводит на экран столбиковую диаграмму, представляющую оптовые и розничные цены на различные наименования кофе. Исходные данные сформировать в текстовом файле.

Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: количество наименований; массив значений оптовых цен; массив значений розничных цен; массив наименований. Наименования товаров разместить вертикально под осью абсцисс.

Вариант 18

Написать программу, которая выводит на экран столбиковую диаграмму, представляющую максимальную и среднюю норму прибыли при реализации различных сортов шоколада. Исходные данные сформировать в текстовом файле самостоятельно.

Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: количество наименований; массив значений оптовых цен; массив значений розничных цен; массив наименований. Наименования товаров разместить вертикально под осью абсцисс.

Вариант 19

Написать программу, которая выводит на экран графики динамики изменения максимального, минимального и среднего курса доллара за заданное количество дней. Исходные данные сформировать в текстовом файле самостоятельно.

Построение графика оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: массив дат; количество дней; массивы максимальных, минимальных и средних значений.

Вариант 20

Написать программу, которая выводит на экран трехмерную столбиковую диаграмму курса немецкой марки по отношению к рублю за заданное количество дней. Исходные данные сформировать в текстовом файле самостоятельно.

Построение диаграммы оформить в виде процедуры. Параметры процедуры: массив дат; количество дней; массив значений по оси Y; код заполнителя.

Пример исходных данных для вариантов 12 – 16

Таблица 1. – Лидеры мирового рынка ПК

Рейтинг 1996 г.	Поставщик	Объем Продаж 1996 г. тыс. шт.	Доля Рынка 1996 г., %	Объем Продаж 1995 г. тыс. шт.	Доля Рынка 1995 г., %	Рост 95/96, %
1	Compaq	7 036	10,3	5 757	9,8	22
2	IBM	6 081	8,9	4 785	8,1	27
3	Packard	4 247	6,2	4 392	7,5	-3
	Bell, NEC	3 587	5,2	4 627	7,9	22
4	Apple	2 995	4,4	2 023	3,4	48
5	HP	44 459	65,0	37 221	63,3	19
6	Другие					

Примечание: Попробуйте обновить информацию, получив необходимые данные из сети Интернет.

Заключение

Изложенный в этом пособии материал содержит большой объём программного кода. В процессе подготовки к изданию все программы пособия были проверены и отлажены с использованием интерпретатора WinPython.

Версии компонент: Python вер: 3.5.4, Tkinter вер: 8.6.4, IDLE вер: 3.5.4.

Предполагается, что читатель внимательно отнесётся к представленной информации и сможет самостоятельно разобраться в возможных ошибках, которые часто возникают в процессе подготовки издания. Замечу, что работа над ошибками позволяет более глубоко понять излагаемый материал, а поэтому настоятельно рекомендуется проверять работоспособность приведённых программ.

Алгоритмы решений, использованные в пособии, не являются идеальными. Более того, они написаны так, чтобы не подготовленный читатель смог понять основную нить предлагаемого решения. По желанию, все программы можно доработать или модифицировать для получения более приемлемого, с точки зрения читателя, решения.

PS: Это учебно-методическое пособие вместе с дополнительным материалом предполагается распространять в электронном виде. О месте размещения и способе получения электронной версии следует обратиться к авторам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1. – Функции и методы в Python 3

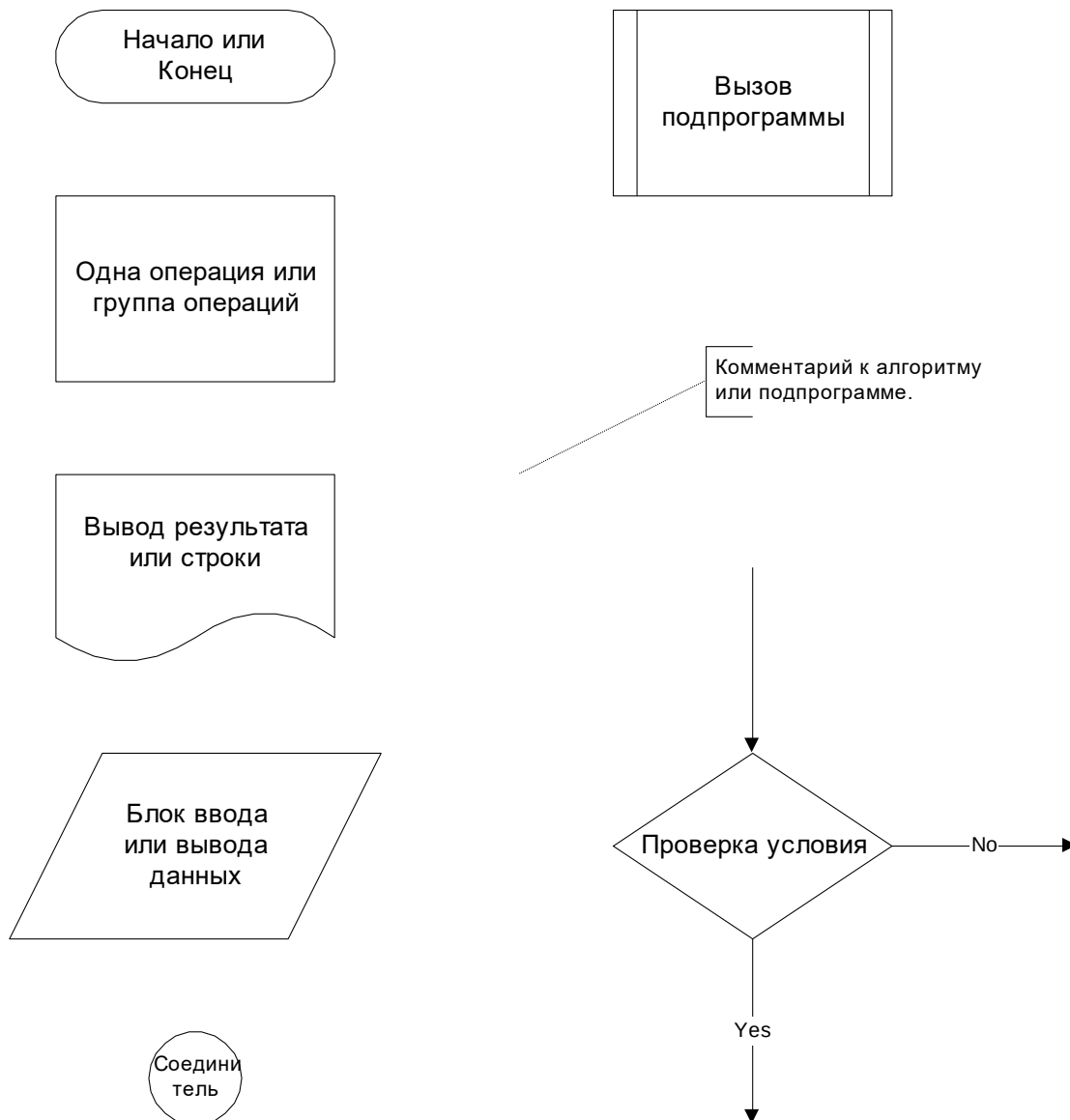
Константы (Math)	Описание и пример использования
pi	Возвращает число π . <code>math.pi</code> => 3.141592653589793
e	Возвращает число e. <code>math.e</code> => 2.718281828459045
Функции (Sys)	
<code>int([<Объект>[,<Система счисления>]])</code>	Преобразует объект в целое число. Второй параметр указывает систему счисления <u>преобразуемого</u> числа. По умолчанию используется десятичная система счисления. <code>>>>int(7.5), int('71',10), int('0o71',8)*)</code> (7, 71, 57) <code>>>>int("0xA",16)</code> 10 <code>>>>int(), int("0b11111111",2)</code> (0, 255)
<code>float([<Число строка>])</code> или	Преобразует целое число или строку в вещественное число. <code>>>>float(7), float("7.1"), float("12.")</code> (7.0, 7.1, 12.0) <code>>>>float("inf"), float("-inf"), float("nan")</code> (inf, inf, nan)
<code>bin(<Число>)</code>	Преобразует десятичное число в двоичное. Возвращает строковое представление числа. <code>>>>bin(255), bin(1), bin(-45)</code> ('0b11111111', '0b1', '-0b101101')
<code>oct(<Число>)</code>	Преобразует десятичное число в восьмеричное. Возвращает строковое представление числа. <code>>>>oct(7), oct(8), oct(64)</code> ('0o7', '0o10', '0o100')
<code>hex(<Число>)</code>	Преобразует десятичное число в шестнадцатеричное. Возвращает строковое представление числа. <code>>>>hex(10), hex(16), hex(255)</code> ('0xa', '0x10', '0xff')
<code>round(<Число>[, Кол-во знаков после точки])</code>	Вещественное число округляется до целого по следующему правилу: дробная часть меньше 0.5 – округление вниз; равна 0.5 – округление до четного числа; больше 0.5 – округление вверх. <code>>>>round(1.49), round(1.50), round(1.51)</code> (1, 2, 2) <code>>>>round(2.49), round(2.50), round(2.51)</code> (2, 2, 3) Второй параметр определяет число цифр после запятой. В этом случае округление выполняется по правилу: отбрасываемая часть

*) В Python можно использовать одиночные и двойные прямые кавычки. Важно, что бы начальная и конечная кавычки были одинаковыми. При наборе программы в Word необходимо настроить соответствующие пункты автозамены: Файл → Параметры → Правписание → Параметры автозамены (для Office 2010)

	меньше 0.5 – округление вниз; больше или равно 0.5 – округление вверх. <pre>>>>round(2.449,1), round(2.450,1), round(2.451,1) (2.49, 2.5, 2.5)</pre>
abs(<Число>)	Возвращает абсолютное значение.
pow(<Число>, <Степень>, [, <Делитель>])	Возвращает число, возведенное в степень. Степень может быть вещественного типа. Если указан третий параметр, то возвращается остаток от деления результата на значение этого параметра. <pre>>>>pow(3, 3), pow(3, 3, 2), pow(3, 3.25) (27, 1, 35.533998349717294)</pre>
max(<Список чисел через запятую>)	Возвращается максимальное число из списка.
min(<Список чисел через запятую>)	Возвращается минимальное число из списка.
sum(<Последовательность> [, <Начальное значение>])	Возвращает сумму значений элементов последовательности (списка, кортежа) плюс начальное значение. <pre>>>>sum([1, 2, 3], 7), sum((1, 2, 3)) (13, 6)</pre>
divmod(x, y)	Возвращает кортеж из двух значений: целая часть и остаток от деления: $x // y$ и $x \% y$.
Функции (Math)	
sin(x), cos(x), tan(x)	Стандартные тригонометрические функции. Угол задается в <u>радианах</u> .
asin(x), acos(x), atan(x)	Обратные тригонометрические функции
degrees(x)	Преобразование радиан в градусы
radians(x)	Преобразование градусов в радианы
exp(x)	Экспонента
log(<Число>[, <База>])	Логарифм числа по основанию <База>. Если база не указана, то вычисляется натуральный логарифм.
log10(x), log2(x)	Десятичный и двоичный логарифмы (по базе 10 и 2 соответственно)
sqrt(x)	Квадратный корень
ceil(x)	Округление до ближайшего большего целого
floor(x)	Округление до ближайшего меньшего целого
fabs(x)	Возвращает абсолютное значение. тоже, что и abs(x)
fmod(x, y)	Остаток от деления. Тоже, что и $x \% y$.
factorial(n)	Факториал числа.
fsum(<список чисел>)	Возвращает точную сумму чисел из заданного списка. <pre>>>>sum([.1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1]) 0.9999999999999999 >>>fsum([.1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1]) 1.0</pre>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Символы, используемые при составлении блок-схем алгоритмов (ГОСТ 19.003-80)



При составлении программы в Word эти символы можно получить через меню:

"Вставка" – "Фигуры" – "Блок-схема".

Для добавления текста необходимо на выбранном объекте кликнуть правой кнопкой мыши, и в появившемся контекстном меню выбрать: "Добавить текст". Через пункт контекстного меню "Параметры фигуры..." можно настроить цвет, заливку, толщину линий...

Список литературы

1. Много интересных и полезных новостей из мира Python: <https://pythondigest.ru/>
2. Игра для обучения программированию: <https://checkio.org>
3. Online IDE: <https://repl.it>
4. Визуализатор online на Python: <http://pythontutor.com/visualize.html#mode=edit>
5. Задания по Python на основе рейтинга: <https://www.hackerrank.com>
6. Видео лекции «Программирование на языке Python для сбора и анализа данных»
7. Курс «Программирование на Python (Институт биоинформатики)»
8. Курс «Python: основы и применение» (Институт биоинформатики)
9. Видео лекции «Python 3 Basics Tutorial Series»
10. Курс Программирование на Python от Mail.Ru Group

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Программирование на языке Python»
для студентов направления подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность (профиль)
«Интеллектуальная обработка данных в инфокоммуникационных
системах и сетях»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	9
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	12
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	13
4. ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ	14
5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕСТЫ ДЛЯ САМОТЕСТИРОВАНИЯ, ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЮ	18
6. КОМПЛЕКТ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ	22
7. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	28

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины: формирование интереса обучающихся к изучению профессий, связанных с основами программирования через освоение языка Python.

Задачи освоения дисциплины:

- 1) освоение основных алгоритмических конструкций;
- 2) обучение основам алгоритмизации и программирования;
- 3) освоение навыков программирования на языке программирования высокого уровня Python;
- 4) приобщение к проектно-творческой деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Программирование на языке Python» относится к части «Дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2)», Б1.В.ДВ.02.01. Ее освоение происходит в 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-6. Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и /или их составляющих	ИД-1ПК-6 понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы.	Понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы в разрезе программирования на языке Python.
	ИД-5ПК-6 выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, необходимого для функционирования ИС в соответствии с трудовым заданием, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС в соответствии с регламентами организации.	Выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС при помощи программирования на языке Python.
ПК-7. Способен к администрированию средств обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов)	ИД-2ПК-7 понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем.	Понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
		открытых систем в разрезе программирования на языке Python.
	ИД-4пк-7 подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов); работает с контрольно-измерительными аппаратными и программными средствами.	Подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов) при помощи программирования на языке Python..
	ИД-5пк-7 выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация.	Выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация в разрезе программирования на языке Python.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 81 астр.ч.	ОФО, в астр. часах
Контактная работа:	40,5
Лекции/из них практическая подготовка	13,5 / -
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	27 / 27
Практических занятий/из них практическая подготовка	- / -
Самостоятельная работа	40,5
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	
Зачет с оценкой	2
Расчетно-графические работы	
Курсовые работа	
Контрольные работы	

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Введение в программирование на языке Python. Линейные программы. Разветвляющиеся вычислительные процессы. Организация циклов. 1.Линейные программы. 2.Разветвляющиеся вычислительные процессы. 3.Организация циклов.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
2	Функциональное программирование на Python. Рекурсия. 1. Функциональное программирование на Python. 2.Рекурсия.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
3	Массивы. Сортировка. Работа со строками. Матрицы. 1.Массивы. 2.Сортировка. 3.Работа со строками. 4.Матрицы.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
4	Работа с файлами. Организация вычислительного процесса. Работа со структурами и словарями. 1.Работа с файлами. 2.Организация вычислительного процесса. 3. Работа со структурами и словарями.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
5	Работа со стеком. Деревья. Графы. 1.Работа со стеком. 2.Деревья. 3.Графы.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50

6	Динамическое программирование. Объектно-ориентированное программирование на Python. Инкапсуляция, полиморфизм, наследование. 1. Динамическое программирование. 2. Объектно-ориентированное программирование на Python. 3. Инкапсуляция, полиморфизм, наследование.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
7	Знакомство с графикой в Python. Программирование графики. 1. Знакомство с графикой в Python. 2. Программирование графики.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
8	Работа с виджетами. Модель и представление в Python. 1. Работа с виджетами. 2. Модель и представление в Python.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
9	Избранные алгоритмы в Python. 1. Алгоритм Дейкстры. 2. Задача о расстановке ферзей. 3. Числа Фибоначчи. 4. Задача о рюкзаке.	ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	1.50		3.00	4.50
	ИТОГО за семестр		13,5		27	40,5
	ИТОГО					

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора (ов)	Этап формирования компетенции (№ темы) (в соответствии с рабочей программой дисциплины)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация (текущий/промежуточный)	Тип контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
3 семестр					
ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	Темы № 1–9	Собеседование, оценка ответов по вопросам заданных тем	текущий	устный	вопросы для собеседования
ПК-6 ИД-1 _{ПК-6} ИД-5 _{ПК-6} ПК-7 ИД-2 _{ПК-7} ИД-4 _{ПК-7} ИД-5 _{ПК-7}	Темы № 1–9	Зачетное задание (контрольная точка), выполнение индивидуальных (групповых) заданий из лабораторных работ	текущий	письменный	комплект разноуровневых заданий

2. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций, индикаторов	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
Компетенция: ПК-6				
ИД-1 _{ПК-6} понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-5 _{ПК-6} выполняет установку и настройку	Не может выполнить задачи, относящиеся к	Выполняет на репродуктивном	Выполняет в стандартных	Выполняет в полном

системного и прикладного ПО, необходимого для функционирования ИС в соответствии с трудовым заданием, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС в соответствии с регламентами организации.	данному индикатору достижения компетенции	уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
Компетенция: ПК-7				
ИД-2ПК-7 понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-4ПК-7 подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов); работает с контрольно-измерительными аппаратными и программными средствами.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-5ПК-7 выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента (в случаях, предусмотренных нормативными актами СКФУ).

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
8 семестр			
1	Зачетное занятие по ЛР № 1–6 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий.	7	12
2	Зачетное занятие по ЛР № 7–14 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий.	13	18
3	Зачетное занятие по ЛР № 15–18 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий. Собеседование по результатам самостоятельного изучения литературы.	17	25
	Итого за 3 семестр:		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

<i>Уровень выполнения контрольного задания</i>	<i>Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)</i>
<i>Отличный</i>	<i>100</i>
<i>Хороший</i>	<i>80</i>
<i>Удовлетворительный</i>	<i>60</i>
<i>Неудовлетворительный</i>	<i>0</i>

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

*Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине
в оценку по 5-балльной системе*

<i>Рейтинговый балл по дисциплине</i>	<i>Оценка по 5-балльной системе</i>
88 – 100	<i>Отлично</i>
72 – 87	<i>Хорошо</i>
53 – 71	<i>Удовлетворительно</i>
< 53	<i>Неудовлетворительно</i>

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если он выполняет в полном объеме прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области программирования на языке Python, понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы в разрезе программирования на языке Python, выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС при помощи программирования на языке Python, понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем в разрезе программирования на языке Python, подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов) при помощи программирования на языке Python, выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация в разрезе программирования на языке Python.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если он выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области программирования на языке Python, понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы в разрезе программирования на языке Python, выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС при помощи программирования на языке Python, понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем в разрезе программирования на языке Python, подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов) при помощи программирования на языке Python, выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация в разрезе программирования на языке Python.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если он с трудом выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области программирования на языке Python, понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы в разрезе программирования на языке Python, выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС при помощи программирования на языке Python, понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных

средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем в разрезе программирования на языке Python, подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов) при помощи программирования на языке Python, выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация в разрезе программирования на языке Python.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если он не выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области программирования на языке Python, понимает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети, порядок настройки сетевых элементов инфокоммуникационной системы в разрезе программирования на языке Python, выполняет установку и настройку системного и прикладного ПО, осуществляет типовое проектирование и параметризацию ИС при помощи программирования на языке Python, понимает общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем в разрезе программирования на языке Python, подключает и настраивает современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов) при помощи программирования на языке Python, выполняет установку дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация в разрезе программирования на языке Python.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные работы по дисциплине, в следующих формах:

— собеседование по результатам самостоятельного изучения и конспектирования литературы;

— выполнение разноуровневых заданий.

При подготовке к контрольной точке в ходе лабораторных работ студент должен:

— оформить отчет по лабораторной работе с выполненными разноуровневыми индивидуальными заданиями;

— подготовиться к ответам на вопросы собеседования по результатам самостоятельного изучения литературы.

Защита контрольной точки осуществляется путем собеседования студента с преподавателем. При собеседовании студент представляет на проверку отчет по

практическому занятию. Собеседование со студентом, претендующим на оценку «отлично», проводится по вопросам и практическим заданиям повышенного уровня обучения.

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы по курсу «Программирование на языке Python» приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ
3 семестр**

Базовый уровень:

1. Понятие «линейные программы».
2. Понятие «разветвляющиеся вычислительные процессы».
3. Поясните организацию циклов на языке Python.
4. Понятие «функциональное программирование на Python».
5. Поясните организацию рекурсии.
6. Понятие «массивы».
7. Организация процесса сортировки данных в Python.
8. Организация работы со строками в Python.
9. Понятие «матрицы» в Python.
10. Организация работы с файлами в Python.
11. Организация вычислительного процесса в Python.
12. Организация работы со структурами и словарями в Python.
13. Организация работы со стеком в Python.
14. Понятие «дерева» в Python.
15. Понятие «графа» в Python.

Повышенный уровень:

1. Поясните организацию динамического программирования в Python.
2. Поясните организацию объектно-ориентированного программирования на Python.
3. Понятия «инкапсуляция», «полиморфизм» и «наследование».
4. Организация программирования графики в Python.
5. Организация работы с виджетами в Python.
6. Понятия «модель» и «представление» в Python.
7. Организация алгоритма Дейкстры в Python.
8. Порядок решения задачи «о расстановке ферзей» в Python.
9. Организация алгоритма получения чисел Фибоначчи в Python.

10. Порядок решения задачи «о рюкзаке» в Python.

Критерии оценивания компетенций:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показана совокупность осознанных знаний по теме дисциплины, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Ответ изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Ситуационная задача по теме решена правильно.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более одной ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент дал недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более двух ошибок.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами темы. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента, или ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказался от ответа. Ситуационная задача по теме решена неправильно.

Описание шкалы оценивания

Оценка за ответы на вопросы в ходе собеседования определяется в соответствии с таблицей.

Оценка	Оценка за теоретический вопрос базового уровня	Оценка за теоретический вопрос повышенного уровня	Примечание
отлично	Отлично (хорошо)	Отлично	Оценка хорошо допускается только по вопросу базового уровня
хорошо	Хорошо (удовлетворительно)	Хорошо	Оценка удовлетворительно допускается только по вопросу базового уровня
удовлетворительно	Удовлетворительно	Удовлетворительно	
неудовлетворительно	По одному или двум вопросам получена оценка неудовлетворительно		

Согласно рейтинговой системы текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное

мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по двум теоретическим вопросам из числа перечисленных. Один вопрос относится к базовому уровню, а второй – к повышенному. В ходе собеседования студент имеет право пользоваться собственным конспектом.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-6, ПК-7. Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в сложности вопросов по уровню обученности «понимание».

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо 40,5 часа в 3-м семестре. Студент должен подготовить письменные ответы на перечисленные теоретические вопросы в виде конспекта учебного материала и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются активное участие в работе; уверенное владение материалом; умение четко и логично излагать свои мысли; умение творчески подходить к решению основных вопросов темы; самостоятельность мышления, полное соответствие конспекта установленным требованиям; амостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть суть проблематики собеседования.

Оценочный лист

№ п/п	Фамилия, имя студента.	Вид работы						Итог
		Работа с дополнительными источниками информации	Ответы на промежуточные вопросы	Логика и научность изложения	Формулирование выводов и доказательств	Выступление с результатами работы	Участие в дискуссии, умение вести диалог	
1								
2								
...								

**КОМПЛЕКТ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ**

3 семестр

Базовый уровень:

Тема 1. Алгоритм и его свойства

1. Что такое алгоритм?
2. Что такое исполнитель?
3. Чем отличаются формальные и неформальные исполнители?
4. Что такое «система команд исполнителя»? Придумайте исполнителя с некоторой системой команд.
5. Перечислите и объясните свойства алгоритма.
6. Какие существуют способы записи алгоритмов? Какие из них, по вашему мнению, чаще применяются на практике? Почему?

Тема 2. Простейшие программы

1. Опишите правила построения имён переменных в языке Python.
2. Как записываются комментарии на Python? Подумайте, как комментирование можно использовать при поиске ошибок в алгоритме?
3. Расскажите о работе оператора вывода Python.
4. Что такое переменная? Как транслятор определяет тип переменной?
5. Зачем нужен тип переменной?
6. Как изменить значение переменной?
7. Что такое оператор присваивания?
8. Почему желательно выводить на экран подсказку перед вводом данных?
9. Подумайте, когда можно вычислять результат прямо в операторе вывода, а когда нужно заводить отдельную переменную.
10. Что такое форматный вывод? Как вы думаете, где он может быть полезен?

Задачи по теме 2.

1. Что будет выведено в результате работы фрагмента программы:

а) `a = 5; b = 3`

`print ( a, "Z(", b, ")", sep = "" )`

б) `a = 5; b = 3`

`print ( "Z(a)=", "(b)", sep = "" )`

в) `a = 5; b = 3`

`print ( "Z(", a, ")=(", a+b, ")", sep = "" )`

2. Запишите оператор для вывода значений целых переменных `a=5` и `b=3` в формате:

а) `3+5=?`

б) `Z(5)=F(3)`

в) `a=5; b=3;`

г) Ответ: `(5;3)`

Тема 3. Вычисления

1. Какие типы данных вы знаете?
2. Какие данные записываются в логические переменные?
3. Расскажите об особенностях переменных в языке Python. Почему может получиться, что изменение одной переменной автоматически приводит к изменению другой?
4. Что такое приоритет операций? Зачем он нужен?
5. В каком порядке выполняются операции, если они имеют одинаковый приоритет?
6. Зачем используются скобки?
7. Что происходит, если в выражения входят переменные разных числовых типов? Какого типа будет результат?
8. Опишите операции `//` и `%`.

9. Расскажите о проблеме вычисления остатка от деления в различных языках программирования. Обсудите в классе этот вопрос.

10. Какие стандартные математические функции вы знаете? В каких единицах задается аргумент тригонометрических функций?

11. Как выполнить округление вещественного числа к ближайшему целому?

12. Какие числа называют случайными? Зачем они нужны?

13. Как получить «естественное» случайное число? Почему такие числа почти не используются в цифровой технике?

14. Чем отличаются псевдослучайные числа от случайных?

15. Какие функции для получения псевдослучайных чисел вы знаете?

Задачи по теме 3

1. Найдите в справочной системе или в Интернете диапазон значений для 64-битных вещественных данных.

2. Напишите программу, которая находит сумму, произведение и среднее арифметическое трёх целых чисел, введённых с клавиатуры. Например, при вводе чисел 4, 5 и 7 мы должны получить ответ $4+5+7=16$, $4*5*7=140$, $(4+5+7)/3=5.333333$

3. Напишите программу, которая вводит радиус круга и вычисляет его площадь и длину окружности. Используйте встроенную константу `math.pi` из модуля `math`, приближённо равную числу .

4. Напишите программу, которая меняет местами значения двух переменных в памяти.

2. Напишите программу, которая возводит введённое число в степень 10, используя только четыре операции умножения.

6. Вычислите значение вещественной переменной `c` при $a = 2$ и $b = 3$:

а) $c = a + 1/3$

б) $c = a + 4/2 * 3 + 6$

в) $c = (a + 4) / 2 * 3$

г) $c = (a + 4) / (b + 3) * a$

7. Вычислите значение целочисленной переменной c при $a = 26$ и $b = 6$:

а) $c = a \% b + b$

б) $c = a // b + a$

в) $b = a // b$

$c = a // b$

г) $b = a // b + b$

$c = a \% b + a$

д) $b = a \% b + 4$

$c = a \% b + 1$

е) $b = a // b$

$c = a \% (b + 1)$

ж) $b = a \% b$

$c = a // (b + 1)$

8. Напишите программу, которая вводит трёхзначное число и разбивает его на цифры. например, при вводе числа 123 программа должна вывести «1, 2, 3».

9. Напишите программу, которая вводит координаты двух точек на числовой оси и выводит расстояние между ними.

10. Напишите программу, которая вводит два целых числа, a и b ($a < b$), и выводит на экран 5 случайных целых чисел на отрезке $[a, b]$.

11. Напишите программу, которая моделирует бросание двух игральных кубиков: при запуске выводит случайное число в диапазоне от 2 до 12.

12. Напишите программу, которая случайным образом выбирает дежурных: выводит два различных случайных числа в диапазоне от 1 до N , где N – количество учеников вашего класса. С какой проблемой вы можете столкнуться?

13. Напишите программу, которая вводит два вещественных числа, a и b ($a < b$), и выводит на экран 5 случайных вещественных чисел в полуинтервале $[a, b)$.

Тема 4. Ветвления

1. Чем отличаются разветвляющиеся алгоритмы от линейных?
2. Как вы думаете, почему не все задачи можно решить с помощью линейных алгоритмов?
3. Как вы думаете, хватит ли линейных алгоритмов и ветвлений для разработки любой программы?
4. Почему нельзя выполнить обмен значений двух переменных в два шага: $a=b$; $b=a$?
5. Чем отличаются условные операторы в полной и неполной формах? Как вы думаете, можно ли обойтись только неполной формой?
6. Какие отношения вы знаете? Как обозначаются отношения «равно» и «не равно»?
7. Как организовать выбор из нескольких вариантов?
8. Что такое сложное условие?
9. Как определяется порядок вычислений в сложном условии?

Задачи по теме 4.

1. Покажите, что приведенная программа не всегда верно определяет максимальное из трёх чисел, записанных в переменные a , b и c :
$$\begin{aligned} &\text{if } a > b: M = a \\ &\text{else: } M = b \\ &\text{if } c > b: M = c \\ &\text{else: } M = b \end{aligned}$$
2. Приведите контрпример, то есть значения переменных, при котором в переменной M будет получен неверный ответ. Как нужно доработать программу, чтобы она всегда работала правильно?
3. Напишите программу, которая выбирает максимальное и минимальное из пяти введенных чисел (на используя встроенные функции `min` и `max`).

4. Напишите программу, которая определяет, верно ли, что введённое число – трёхзначное.

5. Напишите программу, которая вводит номер месяца и выводит название времени года. При вводе неверного номера месяца должно быть выведено сообщение об ошибке.

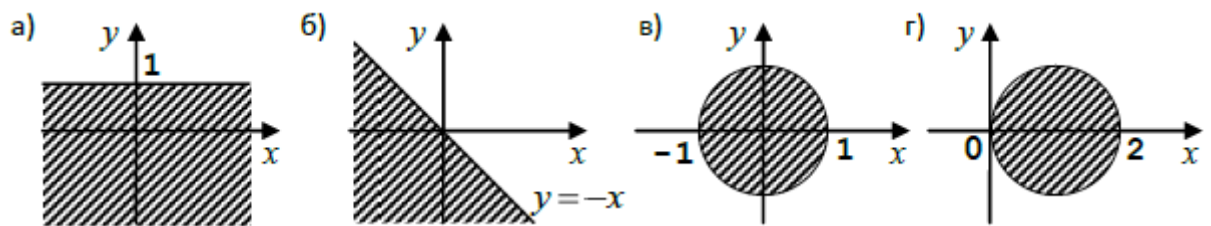
3. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры номер месяца и определяет, сколько дней в этом месяце. При вводе неверного номера месяца должно быть выведено сообщение об ошибке.

4. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры номер месяца и день, и определяет, сколько дней осталось до Нового года. При вводе неверных данных должно быть выведено сообщение об ошибке.

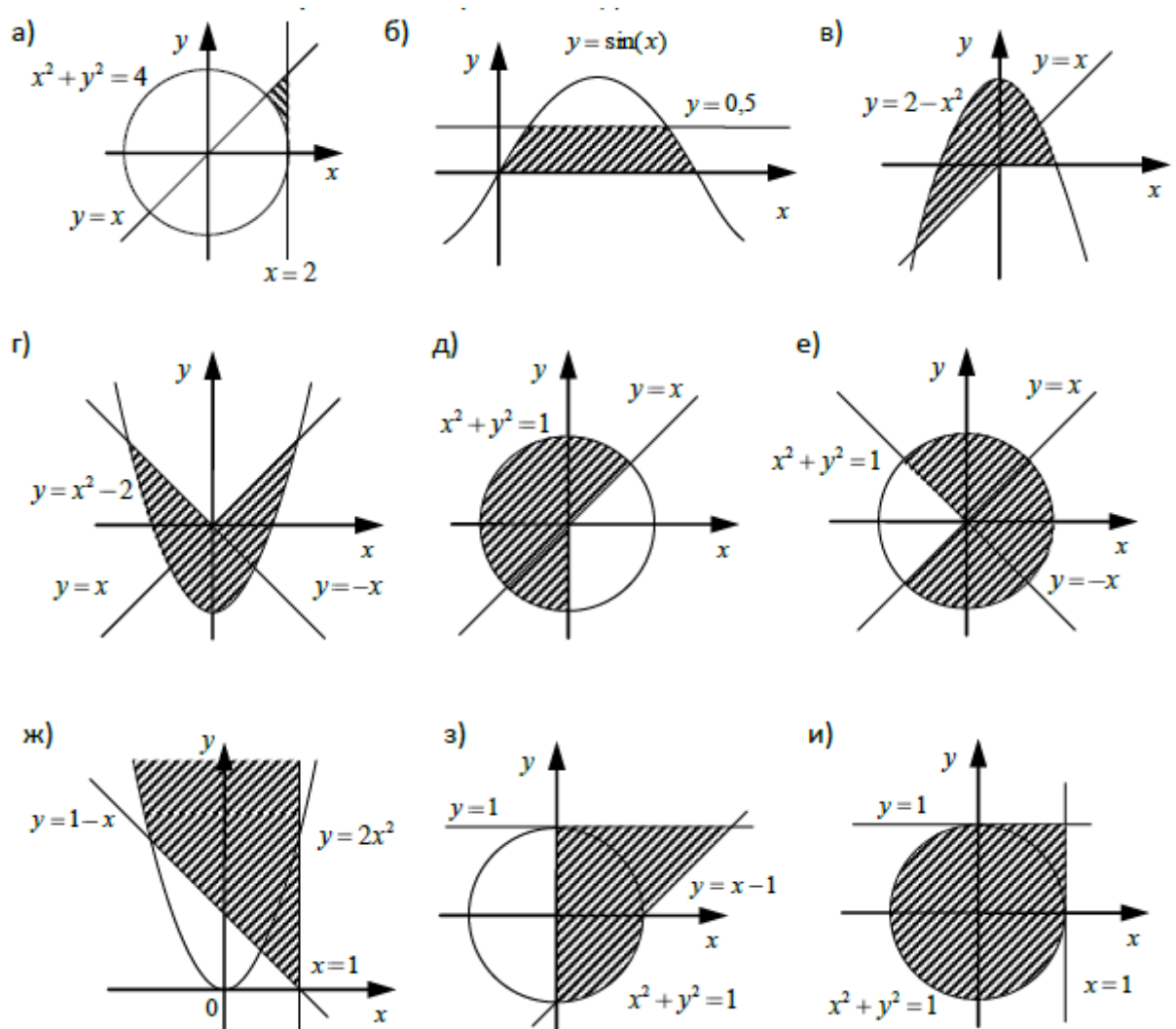
5. Напишите программу, которая вводит возраст человека (целое число, не превышающее 120) и выводит этот возраст со словом «год», «года» или «лет». Например, «21 год», «22 года», «25 лет».

6. Напишите программу, которая вводит целое число, не превышающее 100, и выводит его прописью, например, 21 «двадцать один».

7. Напишите программу, которая вводит координаты точки на плоскости и определяет, попала ли эта точка в заштрихованную область.



8. Напишите два варианта программы, которая вводит координаты точки на плоскости и определяет, попала ли эта точка в заштрихованную область. Один вариант программы должен использовать сложные условия, второй – обходиться без них.



Тема 5. Циклические алгоритмы

1. Что такое цикл?
2. Сравните цикл с переменной и цикл с условием. Какие преимущества и недостатки есть у каждого из них?
3. Что означает выражение «цикл с предусловием»?
4. В каком случае цикл с предусловием не выполняется ни разу?
5. В каком случае программа, содержащая цикл с условием, может зациклиться?
6. В каком случае цикл с переменной не выполняется ни разу?
7. Верно ли, что любой цикл с переменной можно заменить циклом с условием? Верно ли обратное утверждение?

8. В каком случае можно заменить цикл с условием на цикл с переменной?

9. Как будет работать приведенная программа, которая считает количество цифр введённого числа, при вводе отрицательного числа? Если вы считаете, что она работает неправильно, укажите, как её нужно доработать.

Задачи по теме 5.

1. Найдите ошибку в программе:

```
k = 0
```

```
while k < 10:
```

```
print ( "привет" )
```

Как её можно исправить?

2. Напишите программу, которая вводит два целых числа и находит их произведение, не используя операцию умножения. Учтите, что числа могут быть отрицательными.

3. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и находит сумму всех натуральных чисел от 1 до N. Используйте сначала цикл с условием, а потом – цикл с переменной.

4. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и выводит первые N чётных натуральных чисел.

5. Напишите программу, которая вводит натуральные числа a и b, и выводит квадраты натуральных чисел в интервале от a до b. Например, если ввести 4 и 5, программа должна вывести

```
4*4=16
```

```
5*5=25
```

6. Напишите программу, которая вводит натуральные числа a и b, и выводит сумму квадратов натуральных чисел в интервале от a до b.

7. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и выводит на экран N псевдослучайных чисел. Запустите её несколько раз, объясните результаты опыта.

8. Напишите программу, которая строит последовательность из N случайных чисел на отрезке от 0 до 1 и определяет, сколько из них попадает на отрезки $[0; 0,25)$, $[0,25; 0,5)$, $[0,5; 0,75)$ и $[0,75; 1)$. Сравните результаты, полученные при $N = 10, 100, 1000, 10000$.

9. Найдите все пятизначные числа, которые при делении на 133 дают в остатке 125, а при делении на 134 дают в остатке 111.

10. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и выводит на экран все натуральные числа, не превосходящие N и делящиеся на каждую из своих цифр.

11. Числа Армстронга. Натуральное число называется числом Армстронга, если сумма цифр числа, возведенных в N -ную степень (где N – количество цифр в числе) равна самому числу. Например, $153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$. Найдите все трёхзначные и четырёхзначные числа Армстронга.

12. Автоморфные числа. Натуральное число называется автоморфным, если оно равно последним цифрам своего квадрата. Например, $25^2 = 625$. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и выводит на экран все автоморфные числа, не превосходящие N .

13. Напишите программу, которая считает количество чётных цифр введённого числа.

14. Напишите программу, которая считает сумму цифр введённого числа.

15. Напишите программу, которая определяет, верно ли, что введённое число содержит две одинаковых цифры, стоящие рядом (как, например, 221).

16. Напишите программу, которая определяет, верно ли, что введённое число состоит из одинаковых цифр (как, например, 222).

17. Напишите программу, которая определяет, верно ли, что введённое число содержит по крайней мере две одинаковых цифры, возможно, не стоящие рядом (как, например, 212).

18. Используя сначала цикл с условием, а потом – цикл с переменной, напишите программу, которая выводит на экран чётные степени числа 2 от 2¹⁰ до 2²² в порядке убывания.

19. Алгоритм Евклида для вычисления наибольшего общего делителя двух натуральных чисел, формулируется так: нужно заменять большее число на разность большего и меньшего до тех пор, пока одно из них не станет равно нулю; тогда второе и есть НОД. Напишите программу, которая реализует этот алгоритм. Какой цикл тут нужно использовать?

20. Напишите программу, использующую модифицированный алгоритм Евклида: нужно заменять большее число на остаток от деления большего на меньшее до тех пор, пока этот остаток не станет равен нулю; тогда второе и есть НОД. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры 10 чисел и вычисляет их сумму и произведение.

21. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры числа до тех пор, пока не будет введено число 0. В конце работы программы на экран выводится сумма и произведение введенных чисел (не считая 0).

22. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры числа до тех пор, пока не будет введено число 0. В конце работы программы на экран выводится минимальное и максимальное из введенных чисел (не считая 0).

23. Напишите программу, которая вводит с клавиатуры натуральное число N и определяет его факториал, то есть произведение натуральных чисел от 1 до N : $N! = 1 * 2 * 3 * \dots * N$.

24. Напишите программу, которая вводит натуральные числа A и N и вычисляет A^N без использования операции возведения в степень.

25. Напишите программу, которая выводит на экран все цифры числа, начиная с первой.

26. Ряд чисел Фибоначчи задается следующим образом: первые два числа равны 1 (1 1 2 F F), а каждое следующее равно сумме двух предыдущих: $n, n+1, n+2, F, F, F$. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и выводит на экран первые N чисел Фибоначчи.

27. Напишите программу, которая вводит натуральные числа a и b и выводит все простые числа в диапазоне от a до b .

28. Совершенным называется число, равное сумме всех своих делителей, меньших его самого (например, число $6=1+2+3$). Напишите программу, которая вводит натуральное число N и определяет, является ли число N совершенным.

29. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и находит все совершенные числа в диапазоне от 1 до N .

30. В магазине продается мастика в ящиках по 15 кг, 17 кг, 21 кг. Как купить ровно 185 кг мастики, не вскрывая ящики? Сколькими способами можно это сделать?

31. Ввести натуральное число N и вывести значение числа $1/N$, выделив период дроби. Например, $1/2=0,5$ или $1/7=0,(142857)$.

32. В телевикторине участнику предлагают выбрать один из трёх закрытых чёрных ящиков, причём известно, что в одном из них – приз, а в двух других – пусто. После этого ведущий открывает один пустой ящик (но не тот, который выбрал участник) и предлагает заново сделать выбор, но уже между двумя оставшимися ящиками. Используя псевдослучайные числа, выполните моделирование 1000 раундов этой игры и определите, что выгоднее делать участнику викторины: выбрать тот же ящик, что и в начале игры, или другой.

Тема 6. Процедуры

1. Что такое процедуры? В чем смысл их использования?
2. Как оформляются процедуры в Python? Достаточно ли включить процедуру в текст программы, чтобы она «сработала»?
3. Что такое параметры? Зачем они используются?
4. Какие переменные называются локальными? глобальными?
5. Как в процедуре прочитать и изменить значение глобальной переменной?
6. Как оформляются процедуры, имеющие несколько параметров?

Задачи по теме 6.

7. Напишите процедуру, которая выводит на экран в столбик все цифры переданного ей числа, начиная с последней.
8. Напишите процедуру, которая выводит на экран в столбик все цифры переданного ей числа, начиная с первой.
9. Напишите процедуру, которая выводит на экран все делители переданного ей числа (в одну строчку).
10. Напишите процедуру, которая выводит на экран запись переданного ей числа в римской системе счисления.
11. Напишите процедуру, которая выводит на экран запись числа, меньшего, чем 810, в виде 10 знаков в восьмеричной системе счисления.
12. Напишите процедуру, которая выводит на экран запись числа, меньшего, чем $2^{16} = 65536$, в виде 4-х знаков в шестнадцатеричной системе счисления.
13. Напишите процедуру, которая принимает параметр – натуральное число N – и выводит на экран линию из N символов '- '.
14. Напишите процедуру, которая принимает параметр – натуральное число N – и выводит на экран квадрат из звездочек со стороной N .
15. Напишите процедуру, которая принимает числовой параметр – возраст человека в годах, и выводит этот возраст со словом «год», «года» или «лет». Например, «21 год», «22 года», «12 лет».
16. Напишите процедуру, которая выводит переданное ей число прописью. Например, 21 «двадцать один».

Тема 7. Функции

1. Что такое функция? Чем она отличается от процедуры?
2. Как по тексту программы определить, какое значение возвращает функция?
3. Какие функции называются логическими? Зачем они нужны?

Задачи по теме 7.

4. Напишите функцию, которая вычисляет максимальное из трёх чисел, не используя встроенную функцию `max`.
5. Напишите функцию, которая вычисляет количество цифр числа.
6. Напишите функцию, которая вычисляет наибольший общий делитель двух чисел.
7. Напишите функцию, которая вычисляет наименьшее общее кратное двух чисел.
8. Напишите функцию, которая «разворачивает» десятичную запись числа наоборот, например, из 123 получается 321, и из 3210 – 0123.
9. Напишите функцию, которая моделирует бросание двух игральных кубиков (на каждом может выпасть от 1 до 6 очков). (Используйте генератор псевдослучайных чисел.)
10. Напишите функцию, которая вычисляет факториал натурального числа N .
11. Напишите функцию, которая вычисляет N -ое число Фибоначчи.
12. Дружественные числа – это два натуральных числа, таких, что сумма всех делителей одного числа (меньших самого этого числа) равна другому числу, и наоборот. Найдите все пары дружественных чисел, каждое из которых меньше 10000. Используйте функцию, которая вычисляет сумму делителей числа.
13. Напишите программу, которая вводит натуральное число N и находит все числа в интервале $[0, N]$, сумма цифр которых не меняется при умножении на 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 (например, число 9). Используйте функцию для вычисления суммы цифр числа.
14. Напишите логическую функцию, которая определяет, верно ли, что число N – совершенное, то есть равно сумме своих делителей, меньших его самого.
15. Простое число называется гиперпростым, если любое число, получающееся из него откидыванием нескольких последних цифр, тоже является простым. Например, число 733 – гиперпростое, так как и оно само, и числа 73 и

7 – простые. Напишите логическую функцию, которая определяет, верно ли, что число N – гиперпростое. Используйте уже готовую функцию `isPrime`.

Тема 8. Рекурсия

1. Что такое рекурсия? Приведите примеры.
2. Как вы думаете, почему любое рекурсивное определение состоит из двух частей?
3. Что такое рекурсивная процедура (функция)?
4. Расскажите о задаче «Ханойские башни». Попробуйте придумать алгоритм ее решения, не использующий рекурсию.
5. Процедура A вызывает процедуру B , а процедура B – процедуру A и сама себя. Какую из них можно назвать рекурсивной?
6. В каком случае рекурсия никогда не остановится? Докажите, что в рассмотренных задачах этого не случится.
7. Что такое стек? Как он используется при выполнении программ?
8. Почему при использовании рекурсии может случиться переполнение стека?
9. Назовите достоинства и недостатки рекурсии. Когда ее следует использовать, а когда – нет?

Задачи по теме 8.

1. Придумайте свою рекурсивную фигуру и опишите её.
2. Используя графические возможности вашего языка программирования, постройте на экране треугольник Серпинского и другие фракталы.
3. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа в двоичную систему, которая правильно работала бы для нуля (выводила 0).
4. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа в шестнадцатеричную систему счисления.

5. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа в троичную уравновешенную систему счисления. Вместо цифры используйте символ «#».
6. Дано натуральное число N . Требуется получить и вывести на экран все возможные различные способы представления этого числа в виде суммы натуральных чисел (то есть, $1 + 2$ и $2 + 1$ – это один и тот же способ разложения числа 3). Решите задачу с помощью рекурсивной процедуры
7. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа из двоичной системы счисления в десятичную.
8. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную.
9. Напишите рекурсивную процедуру для перевода числа из троичной уравновешенной системы счисления в десятичную. Вместо цифры используйте символ «#».
10. Напишите рекурсивную и нерекурсивную функции, вычисляющие НОД двух натуральных чисел с помощью модифицированного алгоритма Евклида. Какой вариант вы предпочтете?

Тема 9. Массивы

1. Что такое массив? Зачем нужны массивы?
2. Как вы думаете, почему в языке Python нет массивов, а вместо них используются списки?
3. Какие способы создания списков вы знаете?
4. Что такое генераторы списков?
5. Зачем нужны генераторы списков с условием?
6. Как построить список, состоящий из 15 единиц, с помощью генератора списка?
7. Как обращаться к отдельному элементу списка?
8. Как ввести список с клавиатуры?

9. Как вывести список на экран? Приведите разные варианты решения этой задачи. Какой из них вам больше нравится?
10. Как заполнить список случайными числами в диапазоне от 100 до 200?
11. С помощью каких функций можно найти сумму и количество элементов списка?

Задачи по теме 9.

1. Заполните массив элементами арифметической прогрессии. Её первый элемент, разность и количество элементов нужно ввести с клавиатуры.
2. Заполните массив степенями числа 2 (от 2^1 до 2^N).
3. Заполните массив первыми числами Фибоначчи.
4. Заполните массив из N элементов случайными целыми числами в диапазоне 1..N так, чтобы в массив обязательно вошли все числа от 1 до N (постройте случайную перестановку).
5. Постройте случайную перестановку чисел от 1 до N так, чтобы первое число обязательно было равно 5.
6. Заполните массив случайными числами в диапазоне 20..100 и подсчитайте отдельно число чётных и нечётных элементов.
7. Заполните массив случайными числами в диапазоне 1000..2000 и подсчитайте число элементов, у которых вторая с конца цифра – чётная.
8. Заполните массив случайными числами в диапазоне 0..100 и подсчитайте отдельно среднее значение всех элементов, которые < 50 , и среднее значение всех элементов, которые ≥ 50 .

Тема 10. Алгоритмы обработки массивов

1. Почему при поиске индекса максимального элемента не нужно хранить само значение максимального элемента?
2. Что такое реверс массива?

3. Как вы думаете, какую ошибку чаще всего делают начинающие, программируя реверс массива без использования встроенной функции?

4. Как вы думаете, какие проблемы (и ошибки) могут возникнуть при циклическом сдвиге массива вправо (без использования срезов)?

5. Что произойдет с массивом при выполнении следующего фрагмента программы:

```
for i in range(N-1):
```

```
A[i+1] = A[i]
```

6. Как (при использовании приведенного алгоритма поиска) определить, что элемент не найден?

7. Что такое выход за границы массива? Почему он может быть опасен?

8. Сравните разные методы отбора части элементов одного массива в другой массив. Какой из них вам больше нравится? Почему?

Задачи по теме 10.

1. Напишите программу, которая находит максимальный и минимальный из чётных положительных элементов массива. Если в массиве нет чётных положительных элементов, нужно вывести сообщение об этом.

2. Введите массив с клавиатуры и найдите (за один проход) количество элементов, имеющих максимальное значение.

3. Найдите за один проход по массиву три его различных элемента, которые меньше всех остальных («три минимума»).

4. Заполните массив случайными числами в диапазоне 10..12 и найдите длину самой длинной последовательности стоящих рядом одинаковых элементов.

5. Заполните массив случайными числами в диапазоне 0..4 и выведите на экран номера всех элементов, равных значению X (оно вводится с клавиатуры).

6. Заполните массив случайными числами и переставьте соседние элементы, поменяв 1-ый элемент со 2-м, 3-й – с 4-м и т.д.

7. Заполните массив из чётного количество элементов случайными числами и выполните реверс отдельно для 1-ой и 2-ой половин массива.
8. Заполните массив случайными числами и выполните реверс для части массива между элементами с индексами K и M (включая эти элементы).
9. Напишите программу для выполнения циклического сдвига массива вправо на 4 элемента.
10. Найдите в массиве все простые числа и скопируйте их в новый массив.

Тема 11. Сортировка

1. Что такое сортировка?
2. На какой идее основан метод пузырька? метод выбора?
3. Объясните, зачем нужен вложенный цикл в описанных методах сортировки.
4. Сравните метод пузырька и метод выбора. Какой из них требует меньше перестановок?
5. Расскажите про основные идеи метода «быстрой сортировки».
6. Как вы думаете, можно ли использовать метод «быстрой сортировки» для нечисловых данных, например, для символьных строк?
7. От чего зависит скорость «быстрой сортировки»? Какой самый лучший и самый худший случай?
8. Как вы думаете, может ли метод «быстрой сортировки» работать дольше, чем метод выбора (или другой «простой» метод)? Если да, то при каких условиях?
9. Как нужно изменить приведенные алгоритмы, чтобы элементы массива были отсортированы по убыванию?
10. Какие встроенные средства сортировки массивов в Python вы знаете?
11. Как задать нестандартный порядок сортировки для функции sorted?
12. Что такое «лямбда-функции»? Когда их удобно использовать?
13. Чем отличаются функция sorted и метод sort для списков?

Задачи по теме 11.

1. Напишите программу, которая сортирует массив и находит количество различных чисел в нём.
2. Напишите программу, в которой сортировка выполняется «методом камня» – самый тяжёлый элемент опускается в конец массива.
3. Напишите программу, которая выполняет неполную сортировку массива: ставит в начало массива три самых меньших по величине элемента в порядке возрастания (неубывания). Положение остальных элементов не важно.
4. Напишите вариант метода пузырька, который заканчивает работу, если на очередном шаге внешнего цикла не было перестановок.
5. Напишите программу, которая сортирует массив по возрастанию первой цифры числа.
6. Напишите программу, которая сортирует массив по убыванию суммы цифр числа.
7. Напишите программу, которая сортирует первую половину массива по возрастанию, а вторую – по убыванию (элементы из первой половины не должны попадать во вторую и наоборот).
8. Напишите программу, которая сортирует массив, а затем находит максимальное из чисел, встречающихся в массиве несколько раз.
9. Напишите программу, которая сравнивает количество перестановок при сортировке одного и того же массива разными методами. Проведите эксперименты для возрастающей последовательности (уже отсортированной), убывающей (отсортированной в обратном порядке) и случайной.

Тема 12. Двоичный поиск

1. Почему этот алгоритм поиска называется «двоичным»?
2. Приведите примеры использования двоичного поиска в обычной жизни.

3. Как можно примерно подсчитать количество шагов при двоичном поиске?
4. Сравните достоинства и недостатки линейного и двоичного поиска.

Задачи по теме 12.

1. Напишите программу, которая сортирует массив по убыванию и ищет в нем все значения, равные введенному числу.
2. Напишите программу, которая считает среднее число шагов при двоичном поиске для массива из 32 элементов в диапазоне 0..100. Для поиска используйте 1000 случайных чисел в этом же диапазоне.

Тема 13. Символьные строки

1. Что такое символьная строка?
2. Как задать значение для символьной строки? Рассмотрите разные способы.
3. Как обращаться к элементу строки с заданным номером?
4. Почему нельзя сразу записать новое значение в заданную позицию строки? Как можно решить эту задачу?
5. Как вычисляется длина строки?
6. Что обозначает оператор '+' применительно к строкам?
7. Перечислите основные операции со строками и приведите примеры их использования.
8. Как определить, что при поиске в строке образец не найден?
9. Как преобразовать число из символьного вида в числовой и обратно?
10. Почему строку не всегда можно преобразовать в число?
11. Объясните выражение «рекурсивный перебор».
12. Сравните рекурсивные и нерекурсивные методы решения переборных задач.

Задачи по теме 13.

1. Напишите программу, которая во введенной символьной строке заменяет все буквы «а» на буквы «б» и наоборот, как заглавные, так и строчные. При вводе строки 'абсАБС' должен получиться результат 'басБАС'.

2. Ввести символьную строку и проверить, является ли она палиндромом (палиндром читается одинаково в обоих направлениях, например, «казак»).

3. Ввести адрес файла и «разобрать» его на части, разделенные знаком '/'. Каждую часть вывести в отдельной строке.

4. Ввести строку, в которой записана сумма натуральных чисел, например, '1+25+3'. Вычислите это выражение.

5. Ввести с клавиатуры в одну строку фамилию, имя и отчество, разделив их пробелом. Вывести фамилию и инициалы. Например, при вводе строки 'Иванов Петр Семёнович' должно получиться 'П.С. Иванов'.

Разберитесь, как работает еще одна функция замены:

```
def replaceBad ( s, wOld, wNew ):
```

```
lenOld = len ( wOld )
```

```
res = ""
```

```
p = s.find ( wOld )
```

```
while p >= 0:
```

```
s = s[:p] + wNew + s[p+lenOld:]
```

```
p = s.find ( wOld )
```

```
return s
```

Приведите пример входных данных, при которых эта функция работает неправильно.

6. Напишите рекурсивную версию процедуры replaceAll. Сравните две версии. Какую из них вы рекомендуете выбрать и почему?

7. Напишите функцию, которая изменяет в имени файла расширение на заданное (например, на '.bak'). Функция принимает два параметра: имя файла и

нужно расширение. Учтите, что в исходном имени расширение может быть пустым.

8. Напишите функцию, которая определяет, сколько раз входит в символьную строку заданное слово.

9. С клавиатуры вводится число N , обозначающее количество футболистов команды «Бублик», а затем – N строк, в каждой из которых – информация об одном футболисте таком формате: <Фамилия> <Имя> <год рождения> <голы>. Все данные разделяются одним пробелом. Нужно подсчитать, сколько футболистов, родившихся в период с 1998 по 2000 год, не забили мячей вообще.

10. В условиях предыдущей задачи определите фамилию и имя футболиста, забившего наибольшее число голов, и количество забитых им голов.

11. В условиях предыдущей задачи выведите в алфавитном порядке фамилии и имена всех футболистов, которые забили хотя бы один гол. В списке не более 100 футболистов.

12. Измените программу рекурсивного перебора так, чтобы длину слова можно было ввести с клавиатуры.

13. Выведите на экран все слова из K букв, в которых буква «И» встречается более 1 раза, и подсчитайте их количество.

14. Выведите на экран все слова из K букв, в которых есть одинаковые буквы, стоящие рядом (например, «ЫШШО»), и подсчитайте их количество.

15. В языке племени «тумба-юмба» запрещено ставить две гласные буквы подряд. Выведите все слова длины K , удовлетворяющие этому условию, и найдите их количество.

16. Напишите программу перебора слов заданной длины, не использующую рекурсию. Попробуйте составить функцию, которая на основе некоторой комбинации вычисляет следующую за ней.

17. Перестановки. К вам пришли K гостей. Напишите программу, которая выводит все перестановки – способы посадить их за столом.Guests можно обозначить латинскими буквами.

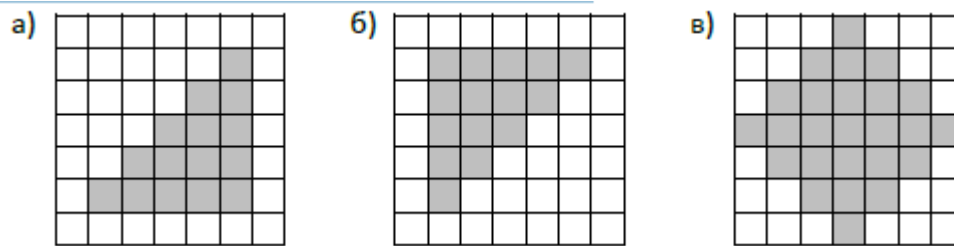
Повышенный уровень:

Тема 14. Матрицы

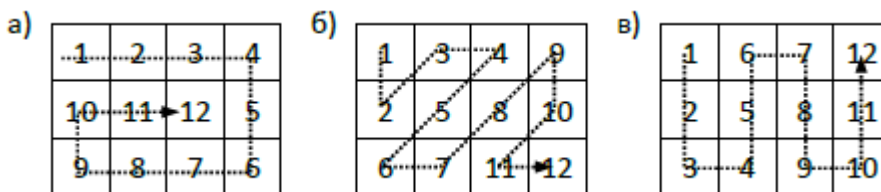
1. Что такое матрицы? Зачем они нужны?
2. Сравните понятия «массив» и «матрица».
3. Как вы думаете, можно ли считать, что первый индекс элемента матрицы – это номер столбца, а второй – номер строки?
4. Что такое главная и побочная диагонали матрицы?
5. Почему суммирование элементов главной диагонали требует одиночного цикла, а суммирование элементов под главной диагональю – вложенного?

Задачи

1. Напишите программу, которая находит минимальный и максимальный элементы матрицы и их индексы.
2. Напишите программу, которая находит минимальный и максимальный из чётных положительных элементов матрицы и их индексы. Учтите, что таких элементов в матрице может и не быть.
3. Напишите программу, которая выводит на экран строку матрицы, сумма элементов которой наибольшая.
4. Напишите программу, которая выводит на экран столбец матрицы, сумма элементов которой наименьшая.
5. Напишите программу, которая заполняет матрицу случайными числами, а затем записывает нули во все элементы выше главной диагонали.
6. Напишите программу, которая заполняет матрицу случайными числами, а затем записывает нули во все элементы выше побочной диагонали.
7. Напишите программу, которая заполняет матрицу 7×7 случайными числами, а затем записывает в элементы, отмеченные на рисунках, число 99:



8. Заполните матрицу, содержащую N строк и M столбцов, натуральными числами по спирали и змейкой, как на рисунках:



9. Заполните квадратную матрицу случайными числами и выполните её транспонирование: так называется процедура, в результате которой строки матрицы становятся столбцами, а столбцы – строками:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

→

1	4	7
2	5	8
3	6	9

10. Заполните квадратную матрицу случайными числами и выполните её поворот на 90 градусов:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

→

7	4	1
8	5	2
9	6	3

11. Напишите программу, которая играет с человеком в крестики-нолики.

12. В матрице, содержащей N строк и M столбцов, записана карта островного государства Лимония (нули обозначают море, а единицы – сушу). Все острова имеют форму прямоугольника. Написать программу, которая по готовой карте определяет количество островов.

13. Напишите программу, которая находит в матрице максимальный элемент и удаляет строку и столбец, в которых он расположен.

14. Заполните матрицу из N строк и M столбцов случайными двоичными значениями (каждый элемент может быть равен 0 или 1) и добавьте к ней ещё один столбец (столбец чётности) так, чтобы количество единиц в каждой строке было чётным).

Тема 15. Работа с файлами

1. Чем отличаются текстовые и двоичные файлы по внутреннему содержанию? Можно ли сказать, что текстовый файл – это частный случай двоичного файла?

2. Объясните «принцип сэндвича» при работе с файлами.

3. Как вы думаете, почему открытый программой файл, как правило, блокируется и другие программу не могут получить к нему доступ?

4. Почему рекомендуется вручную закрывать файлы, хотя при закрытии программы они закроются автоматически? В каких ситуациях это может быть важно?

5. Что такое файловая переменная? Почему для работы с файлом используют не имя файла, а файловую переменную?

6. В каком случае одна и та же файловая переменная может быть использована для работы с несколькими файлами, а в каком – нет?

7. Что такое «последовательный доступ к данным»?

8. Как можно начать чтение данных из файла с самого начала?

9. Как определить, что данные в файле закончились?

10. В каких случаях нужно открывать одновременно несколько файлов?

Задачи по теме 15.

1. Напишите программу, которая находит среднее арифметическое всех чисел, записанных в файле в столбик, и выводит результат в другой файл.

2. Напишите программу, которая находит минимальное и максимальное среди чётных положительных чисел, записанных в файле, и

выводит результат в другой файл. Учтите, что таких чисел может вообще не быть.

3. В файле в столбик записаны целые числа. Напишите программу, которая определяет длину самой длинной цепочки идущих подряд одинаковых чисел и выводит результат в другой файл.

4. В файле записаны в столбик целые числа. Отсортировать их по возрастанию последней цифры и записать в другой файл.

5. В файле записаны в столбик целые числа. Отсортировать их по возрастанию суммы цифр и записать в другой файл.

6. В двух файлах записаны отсортированные по возрастанию массивы неизвестной длины. Объединить их и записать результат в третий файл. Полученный массив также должен быть отсортирован по возрастанию. Не разрешается использовать списки.

7. Дополните решение задачи о собаках, так чтобы программа обрабатывала ошибки в исходных данных. При любых ошибках программа не должна завершаться аварийно.

8. В исходном файле записана речь подростка, в которой часто встречается слово-паразит «короче», например: «Мама, короче, мыла, короче, раму.» Убрать из текста все слова-паразиты (должно остаться «Мама мыла раму.»).

9. Прочитать текст из файла и подсчитать количество слов в нём.

10. Прочитать текст из файла и вывести в другой файл только те строки, в которых есть слова, начинающиеся с буквы А.

11. Прочитать текст из файла и вывести в другой файл в столбик все слова, которые начинаются с буквы А.

12. Прочитать текст из файла, заменить везде слово «паровоз» на слово «пароход» и записать в другой файл.

13. В файле записаны данные о результатах сдачи экзамена. Каждая строка содержит фамилию, имя и количество баллов, разделенные пробелами:

<Фамилия> <Имя> <Количество баллов>. Вывести фамилии и имена тех учеников, которые получили больше 80 баллов.

14. В предыдущей задаче добавить к списку нумерацию, например:

1) Иванов Вася

2) Петров Петя

15. В той же задаче сократить имя до одной буквы и поставить перед фамилией:

1) В. Иванов

2) П. Петров

16. В той же задаче отсортировать список по алфавиту (по фамилии).

17. В той же задаче отсортировать список по убыванию полученного балла (вывести балл в выходной файл).

Тема 16. Целочисленные алгоритмы

1. Какие преимущества и недостатки имеет алгоритм «решето Эратосфена» в сравнении с проверкой каждого числа на простоту?

2. Что такое «длинные числа» и «длинная арифметика»?

3. В каких случаях необходимо применять «длинную арифметику»?

4. Какое максимальное число можно записать в ячейку размером 64 бита? Рассмотрите варианты хранения чисел со знаком и без знака.

5. Можно ли использовать для хранения длинного числа символьную строку? Оцените достоинства и недостатки такого подхода.

6. Почему неудобно хранить длинное число, записывая первую значащую цифру в начало массива?

7. Почему неэкономично хранить по одной цифре в каждом элементе массива?

8. Сколько разрядов десятичной записи числа можно хранить в одной 16-битной ячейке?

9. Объясните, какие проблемы возникают при выводе длинного числа. Как их можно решать?

10. Предложите способ вывода «длинного» числа без использования возможностей функции `format`.
11. Объясните алгоритм поиска целого квадратного корня из числа с помощью метода Герона.
12. Предложите алгоритм поиска целого кубического корня из числа, основанный на аналогичной идее.

Задачи по теме 16.

1. Докажите, что если у числа k нет ни одного делителя в диапазоне от 2 до k , то оно простое.
2. Напишите две программы, которые находят все простые числа в диапазоне от 2 до N двумя разными способами:
 - а) проверкой каждого числа из этого диапазона на простоту;
 - б) используя решето Эратосфена.
3. Сравните число шагов цикла (или время работы) этих программ для разных значений N . Постройте для каждого варианта зависимость количества шагов от N , сделайте выводы о сложности алгоритмов.
4. Без использования программы определите, сколько нулей стоит в конце числа $100!$
5. Соберите всю программу и вычислите $100!$. Сколько цифр входит в это число?
6. Напишите процедуру для ввода длинных чисел из файла в массив (список).
7. Напишите процедуры для сложения и вычитания длинных чисел (не используя «длинную арифметику» Python).
8. Напишите процедуры для умножения и деления длинных чисел (не используя «длинную арифметику» Python).
9. Напишите полную программу для извлечения целого квадратного корня из целого числа. Проверьте, как она будет работать, если на вход функции `isqrt` подать нецелое значение.

Тема 17. Структуры

1. Что такое структура? В чём её отличие от массива?
2. В каких случаях использование структур дает преимущества? Какие именно?
3. Как объявляется новый тип данных для хранения структур в Python? Выделяется ли при этом память?
4. Как обращаются к полю структуры? Расскажите о точечной записи.
5. Что такое двоичный файл? Чем он отличается от текстового?
6. Как можно сортировать структуры?

Задачи по теме 17.

1. Опишите структуру, в которой хранится информация о
 - а) видеозаписи;
 - б) сотруднике фирмы «Рога и Копыта»;
 - в) самолёте;
 - г) породистой собаке.
2. Постройте программу, которая работает с базой данных, хранящейся в виде файла. Ваша СУБД (система управления базой данных) должна иметь следующие возможности:
 - а) просмотр записей;
 - б) добавление записей;
 - в) удаление записей;
 - г) сортировка по одному из полей.

Тема 18. Словари

1. Что такое словарь? Какие операции он допускает?

2. Можно ли обратиться к элементам словаря по индексам? Как вы думаете, почему сделано именно так?
3. Как создать пустой словарь?
4. Как создать словарь из готовых пар «ключ-значение»? Найдите в литературе или в Интернете разные способы решения этой задачи.
5. Как добавить элемент в словарь?
6. Как обращаться к элементу словаря?
7. Расскажите о методе `get`. Чем его можно заменить?
8. Как получить список всех ключей словаря? всех значений словаря?
9. Как перебрать все пары «ключ-значение»?
10. Зачем при чтении строк из файла используется метод `strip`?

Задачи по теме 18.

1. Постройте полную программу, которая составляет алфавитно-частотный словарь для заданного файла со списком слов.
2. В предыдущей задаче выведите все найденные слова в файл в порядке убывания частоты, то есть в начале списка должны стоять слова, которые встречаются в файле чаще всех.

Критерии оценивания:

Критерии оценивания компетенций:

Оценка «отлично» выставляется, если студент продемонстрировал высокое умение применять полученные знания на практике через выполнение конкретного задания повышенного уровня, свободно без затруднений справился с поставленной задачей, показав владение разносторонними приемами и навыками ее выполнения, не допустил ошибок и неточностей.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания повышенного уровня, справился с поставленной задачей, показав владение необходимыми приемами и навыками ее выполнения, при этом допустил не более одной ошибки, исправленной после указания преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент продемонстрировал посредственное умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания повышенного уровня, с трудом справился с поставленной задачей, при этом допустил не более двух ошибок, исправленных после указания преподавателя, либо успешно выполнил задание базового уровня.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не продемонстрировал умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания

базового уровня, не справился с поставленной задачей или допустил при ее выполнении серьезные ошибки.

Описание шкалы оценивания

Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя:

— представление оформленного отчета по лабораторной работе с выполненными разноуровневыми заданиями;

— защиту путем выполнения указанного преподавателем разноуровневого задания, причем уровень выполняемого задания определяется студентом самостоятельно.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-6, ПК-7.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту отводится в 3 семестре 40,5 часа в рамках его самостоятельной работы.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования отчетом по лабораторной работе.

Оценочный лист

№ п/п	Фамилия, имя студента.	Вид работы						Итог
		Владение методикой выполнения задания	Правильность схематического моделирования	рабoтoспoсoбнoсть устройства	Точность измерений и правильность расчетов параметров и характеристик	Правильность оформления схем, графиков, характеристик	Формулирование выводов, их соответствие теории	
1								
2								
...								