

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторного практикуму
з дисципліни

„PYTHON ДЛЯ ВИРІШЕННЯ НАУКОВИХ ЗАДАЧ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ“

для студентів спеціальностей:

125 „Кібербезпека та захист інформації“

(освітні програми: „Системи технічного захисту інформації,
автоматизація її обробки“,

„Безпека інформаційних і комунікаційних систем“);

175 „Інформаційно-вимірювальні технології“

(освітня програма „Інформаційні системи моніторингу і контролю“);

176 „Мікро- та наносистемна техніка“

(освітня програма „Мікро- та нанoeлектронні прилади і пристрої“)
денної й заочної форм навчання

Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни „PYTHON для вирішення наукових задач та обробки даних“ для студентів спеціальностей 125 „Кібербезпека та захист інформації“ (освітні програми: „Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки“, „Безпека інформаційних і комунікаційних систем“); 175 „Інформаційно-вимірювальні технології“ (освітня програма „Інформаційні системи моніторингу і контролю“); 176 „Мікро- та наносистемна техніка“ (освітня програма „Мікро- та нанoeлектронні прилади і пристрої“) денної й заочної форм навчання / Укл.: Віталій РЕВА, Роман КОРОЛЬКОВ. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 18 с.

Укладачі: Віталій РЕВА, доц., канд. фіз.-мат. наук;
Роман КОРОЛЬКОВ, доц., канд. техн. наук

Рецензент: Андрій КОРОТУН, проф., канд. фіз.-мат. наук

Відповідальний за випуск: Андрій КОРОТУН, проф., канд. фіз.-мат. наук

Затверджено
на засіданні кафедри
інформаційної безпеки та
нанoeлектроніки

Протокол №1
від “ 08 “ серпня 2024 р.

на засіданні НМК ФІБЕК
Протокол №1
від “ 15 “ серпня 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
Підготовка до проведення лабораторної роботи та оформлення звіту	5
1 Лабораторна робота № 1 «Основи мови програмування python»	6
1.1 Хід роботи	6
1.2 Порядок виконання роботи	9
1.3 Контрольні питання	10
2 Лабораторна робота № 2 «Бібліотека numpy для роботи з багатовимірними масивами »	11
2.1 Хід роботи	11
2.2 Контрольні питання	12
3 Лабораторна робота № 3 «Бібліотека візуалізації matplotlib»	13
3.1 Хід роботи	13
3.2 Контрольні питання	13
4 Лабораторна робота № 4 «Бібліотека scipy для наукових та інженерних розрахунків»	15
4.1 Хід роботи	15
4.2 Контрольні питання	17
Додаток А Приклад оформлення титульної сторінки	18

ВСТУП

Рішення багатьох прикладних задач зводиться до вирішення алгебраїчних і диференціальних рівнянь або систем та візуалізації результатів. Більшість рівнянь і систем рівнянь вирішити аналітично неможливо. У цьому випадку застосовуються чисельні методи рішення рівнянь і систем рівнянь.

Дані методичні вказівки дозволять ознайомитися основами мови Python, методами роботи з масивами, візуалізації даних та проведення інженерних та наукових розрахунків засобами комп'ютерної математики (пакетами Spyder IDE).

Після прослуховування курсу студенти набудуть та отримають

➤ **знання:**

- ❖ базового синтаксису мови програмування Python;
- ❖ основних вбудованих структур даних, елементів програми, засобів зчитування даних, модулів для побудови графіків тощо;
- ❖ характеристик, класифікації, функції та можливості сучасного прикладного програмного забезпечення для чисельних розрахунків та комп'ютерного моделювання;
- ❖ сучасних прикладних пакетів і програмних продуктів для обробки даних у фізичних дослідженнях;

➤ **компетентності:**

- ❖ у самостійному створенні програмних модулів на мові програмування Python для розв'язання наукових задач;

➤ **уміння:**

- ❖ самостійно розробляти алгоритми для вирішення поставленої задачі;
- ❖ створювати програми з використанням відповідного програмного забезпечення;
- ❖ використовувати для вирішення поставленої задачі об'єкти та класи;
- ❖ створювати візуальні інтерфейси кінцевого користувача;
- ❖ працювати з різними структурами даних;
- ❖ вирішувати поставлені задачі з використанням мови Python.

ПІДГОТОВКА ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Лабораторна робота включає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, вивчення документації з програмних засобів, методик проведення розрахунків, програмування і моделювання, обробку й інтерпретацію результатів. При проведенні лабораторного практикуму необхідно:

а) підготуватися до експрес-опитування з теоретичного матеріалу, необхідного для виконання роботи (щоб отримати допуск до лабораторної роботи);

б) підготувати і оформити план виконання лабораторної роботи;

в) після виконання лабораторної роботи провести необхідні розрахунки і оформити звіт, який повинен містити:

1) титульний аркуш (див. Додаток А);

2) мету роботи;

3) опис словами;

4) необхідні розрахунки;

5) текст розробленої програми;

6) основні результати моделювання;

7) стислі висновки по роботі, в яких:

- вказати, що досліджувалось;

- вказати методику (чи метод) дослідження;

- вказати особливості алгоритму роботи;

- визначити характер роботи;

- відзначити подібність і відмінність результатів моделювання від теоретичних даних;

- здати звіт з виконаної лабораторної роботи та відповісти на запитання викладача (отримати залік за виконану роботу).

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 «ОСНОВИ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON»

Мета роботи: оволодіння практичними навичками роботи з інтерпретатором Python.

У цій роботі розглядаються основи програмування мовою Python та основні функції інтегрованого середовища розвитку Spyder (URL: <https://www.spyder-ide.org/>). Наведені приклади програм. На закінчення наведено перелік завдань для самостійної роботи та питань для самоконтролю.

1.1 Хід роботи

Задача 1. Створіть функцію, яка виконує поділ двох чисел у вікні інтерактивної оболонки Ipython.

Рішення. Створимо функцію `my_division`, що приймає два аргументи, `arg1` та `arg2` (див. код нище). За допомогою керуючої структури `if-else` реалізуємо перевірку того, чи є другий аргумент нулем. Якщо ні, то функція повертає результат ділення `arg1/arg2`, якщо так — виводить повідомлення про помилку

```
«division by zero!».
In [1]: def my_division(arg1, arg2):
...:     if arg2 != 0:
...:         return arg1 / arg2
...:     else:
...:         print ("division by zero!")
...:
Перевіримо працездатність функції:
In [2]: my_division(2, 2)
Out [2]: 1.0
In [3]: my_division(3.0, 0)
division by zero!
```

Задача 2. Напишіть програму, яка пропонує користувачу ввести два числа `a1` та `a2`, а потім обчислює величину

Рішення. Далі приведений лістинг програми. Пропозиція користувачеві ввести два числа та їх зчитування реалізоване за допомогою функції `input()` із стандартної бібліотеки (див. п. 1.6). Обчислення квадратного кореня здійснюється за допомогою функції `sqrt()` із бібліотеки математичних функцій `math`, яка підключається з псевдонімом `m`.

Робота обчислення необхідного значення оформлена як функція $f(x,y)$. Всередині функції `f` виконується перетворення аргументів `x` та `y` до дійсного типу `float`.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Задача 2
"""
import math as m
def f(x, y):
    return 1 / m.sqrt(float(x)**2 + float(y)**2)
print("Hello!")
str_a1 = input("Enter a1: ")
str_a2 = input("Enter a2: ")
print("The result is", f(str_a1, str_a2))
```

Завдання 3. Напишіть програму "Телефонний довідник". Програма пропонує користувачеві ввести ім'я абонента, а потім перевіряє, чи є абонент у довіднику. Якщо назва абонента знайдена, програма відображає повідомлення з відповідним номером телефону, якщо ні, повідомляє користувачеві, що цього абонента не знайдено. Довідник імен та телефонів у програмі повинен бути реалізований за допомогою типу "список".

Рішення. Далі приведений лістинг програми. У програмі створюються списки `phones_list` та `names_list`, що містять відповідно номери телефонів та імена, у строковому форматі. Програма відображає привітання на екрані, а потім читає та пише у змінну `str_name` введену користувачем строку. Якщо введена строка міститься у списку `names_list`, то за допомогою метода `index(str_name)` обчислюється індекс відповідного елементу у списку `names_list`, а

потім на екран виводиться строчка з відповідним номером телефону. Якщо введеного користувачем імені немає у списку `names_list`, то програма повідомляє, що користувач не знайдений, і завершує роботу.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Задача 3
"""
phones_list = ['0-351-00-00', '0-351-00-01', '0-
351-00-02', '0-351-00-03']
names_list = ['Ivan', 'Kate', 'Sergey', 'Fox']
print("Hello!")
str_name = input("name: \n")
if str_name in names_list:
    index = names_list.index(str_name)
    print(str_name, "phone is", phones_list[index])
else:
    print ("user not found")
```

Завдання 4. Змініть програму з задачі 2, щоб вона завершувала свою роботу за запитом користувача.

Рішення. Далі приведений лістинг програми. Основний цикл виконання програми реалізований за допомогою керуючої конструкції `while`. Програма виводить на екран привітання, просить користувача ввести два числа, виводить результат виконання операції на екран до тих пір, поки значення логічної змінної `work` істинно. Всередині основного циклу за допомогою конструкції `while` реалізований ще один цикл, який виконується до тих пір, поки значення логічної змінної `ask_to_proceed` та істинно. Всередині даного циклу програма виводить запит про необхідність продовження роботи. Якщо користувач вводить відповідь у або yes, то логічній змінній `work` присвоюється значення `True`. Якщо користувач ввів n або no, то `work` присвоюється значення `False`. У обох випадках значення змінної `ask_to_proceed` встановлюється у `False` для того, щоб вийти з даного циклу. Якщо відповідь користувача не містить у, yes, n або no, то вихідне значення (`True`) логічної змінної `ask_to_proceed` не змінюється і внутрішній цикл повторюється.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Задача 4
"""
import math as m
def f(x, y):
    return 1 / m.sqrt(float(x)**2 + float(y)**2)
work = True
while work:
    print("Hello!")
    str_a1 = input("Enter a1: \n")
    str_a2 = input("Enter a2: \n")
    print("The result is", f(str_a1, str_a2))
    ask_to_proceed = True
    while ask_to_proceed:
        str_ans = input("continue work? \n")
        if (str_ans in ["y", "n", "yes", "no"]):
            if (str_ans in ["y", "yes"]):
                work = True
            else:
                work = False
                ask_to_proceed = False
            else:
                print("I didn't understand your answer.
                Please, enter y, n, yes, or no.")
```

1.2 Порядок виконання роботи

Виконайте нижче наведені завдання враховуючи РЕР8:

1. Модифікуйте програму задачі 3 так, щоб записи у телефонному довіднику були реалізовані за допомогою словників, а не списків. Код, реалізований за допомогою словників, є більш швидким, ніж код, написаний з використанням списків.

2. Напишіть програму, що реалізує можливості простого калькулятора. Програма очікує на ввід двох чисел з клавіатури, потім пропонує вибрати потрібну арифметичну операцію (+, −, /, ×), проводить обчислення та виводить результат. Якщо результат обчислення дорівнює числу більшому за 100 або меншому за 0.01, то він повинен виводитися на екран в науковому форматі з трьома

значущими цифрами після коми. Вихід з програми здійснюється за бажанням користувача.

3. За результатами роботи написати звіт та зробити висновок.

1.3 Контрольні питання

1. Що таке інтерпретатор?
2. У чому полягає інтерактивний режим роботи з інтерпретатором?
3. Як відобразити значення змінної на екрані в інтерактивному режимі?
4. Що означає динамічна типізація? Як визначити тип змінної?
5. Яка різниця між списком і кортежем?
6. Як виділяються (позначаються) блоки коду в структурах управління Python?
7. Що таке сценарій (скрипт)?
8. Як відобразити на екрані значення змінної у сценарії (скрипті)?
9. Яка різниця між одинарними та подвійними дужками під час виділення строк у Python?
10. Як називається бібліотека для роботи з математичними функціями та константами? Використовуючи функцію `help()` з'ясуйте назви функцій для обчислення зворотного синуса, косинусу та тангенсу, а також гіперболічних функцій

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 «БІБЛІОТЕКА NUMPY ДЛЯ РОБОТИ З БАГАТОВИМІРНИМИ МАСИВАМИ»

Мета роботи: ознайомитися з основними можливостями бібліотеки NumPy для роботи з багатовимірними масивами. Розглянути приклади створення масивів, доступ до елементів масивів, швидкі операції з масивами.

2.1 Хід роботи

Виконайте нижче наведені завдання враховуючи PEP8.

Напишіть програму, що виконує наступні операції.

1. Поелементне додавання двох одновимірних масивів, a_1 та a_2 , заданого розміру N . Елементи масиву a_1 : числа, рівнорозподілені у діапазоні від 0 до 100. Елементи масиву a_2 : числа, рівнорозподілені у інтервалі від 0 до 1.

2. Добуток матриць, m_1 та m_2 , із заданим числом рядків та стовпчиків. Елементи у кожному стовпчику матриці m_1 : елементи з матриці a_1 . Елементи в кожному рядку матриці m_2 : елементи з масиву a_2 .

Усі масиви повинні мати тип `ndarray`. Розміри масивів і матриць довільні і задаються як параметри. Заповнення матриць m_1 та m_2 значеннями слід здійснити з використанням операцій зрізів масивів. Операції 1 та 2 необхідно реалізувати двома способами: безпосередньо за допомогою циклів `for` та з використанням можливостей бібліотеки NumPy, що дозволяють виконувати операції над масивами цілком. Порівняйте час виконання операцій 1 та 2 обома методами. Час виконання деякої ділянки коду можна обчислити, застосовуючи функцію `default_timer()` з модуля `timeit`. Ця функція повертає час у секундах, що проходить з моменту запуску інтерпретатора. Нижче для прикладу приведений код для виконання та аналізу часу виконання операції складення масиву a_1 , заповненого нулями, з масивом a_2 , заповненого одиницями.

```
# завантаження функції-таймера
from timeit import default_timer as timer
# підключення бібліотеки numpy
```

```

import numpy as np
N=1000 # розмір одновимірних масивів
# створення масиву, заповненого нулями
a1 = np.zeros((N))
# створення масиву, заповненого одиницями
a2 = np.ones((N))
# масив для збереження результатів складання
result = np.zeros((N))
# складання створених масивів напряму у циклі
print('a) складання масивів напряму у циклі:')
start = timer() # запуск таймера
for i in range(N):
    result[i] = a1[i] + a2[i]
end = timer() # зупинка таймера
print(u' час виконання: %.3e с' % (end - start))
# швидке складання
print('б) складання за допомогою numpy:')
start = timer() # запуск таймера
result = a1 + a2
end = timer() # зупинка таймера
print(' час виконання: %.3e с' % (end - start))

```

3. За результатами роботи написати звіт та зробити висновок.

2.2 Контрольні питання

1. Поясніть, у чому відмінність функцій `arange()` та `linspace()`?
2. Що таке зріз масиву?
3. Припустимо, `m` — це двовірний масив. Що значать конструкції `m[:, j]` та `m[i, :]`?
4. Що значать від'ємні індекси у зрізах масивів?
5. Як швидко визначити номери мінімальних та максимальних елементів у даному масиві?
6. Що таке універсальні функції?

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

«БІБЛІОТЕКА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ MATPLOTLIB»

Мета роботи: ознайомитися з базовими можливостями бібліотеки Matplotlib, що призначена для візуалізації даних. Розглянути приклади з рисування графіків з параметрами за замовченням, створення рисунків з вказаними параметрами, рисування графіків з текстових файлів, рисування двовірних розподілів, а також додавання на рисунки підписів з математичними символами.

3.1 Хід роботи

Модифікуйте програму рисування графіків, наведену в п. 3.4, у відповідності з наступними умовами:

1. Приберіть заголовок рисунку, сітку та легенду.
2. Нарисуйте графік кожної з чотирьох функцій у окремій панелі на рисунку. Осі кожної панелі повинні бути підписані.

На кожній панелі зверху по центру слід додати текстову мітку: «(а)» для панелі 1, «(б)» для панелі 2, «(в)» для панелі 3, «(г)» для панелі 4.

3. Графік синуса повинен бути нарисований суцільною чорною лінією, графік косинуса — пунктирною чорною лінією, графік квадрата косинуса — штриховою чорною лінією, графік функції $x^{0.15}$ — суцільною сірою лінією.

4. Встановіть у кодовій панелі діапазон значень по осі абсцис від 0 до 2π . Діапазон значень по осі ординат на кожній панелі повинен бути таким, щоб графік відповідної функції був відображений повністю.

5 За результатами роботи написати звіт та зробити висновок.

3.2 Контрольні питання

1. Опишіть ієрархію об'єктів на рисунку в Matplotlib.
2. Нехай `fig` — об'єкт-рисунок, створений функцією `figure()`. Поясніть результат роботи наступних команд:

```
ax1 = fig.add_subplot(2, 1, 1)
```

```
ax2 = fig.add_subplot(2, 1, 2)
```

Як будуть розташовуватися панелі на рисунку fig?

3. Нижче приведені команди рисування графіків залежностей $y_1(x)$, $y_2(x)$, $y_3(x)$. Якими лініями будуть нарисовані графіки 1, 2 та 3?

```
plt.plot(x, y1, 'k-', label='1')
```

```
plt.plot(x, y2, 'g:', label='2')
```

```
plt.plot(x, y3, '--', color='orange', label='3')
```

4. У чому відмінність функцій `contour()` та `contourf()`?

5. Нехай функція f визначена у деякій області на площині (x, y) та має у цій області мінімальне значення 0, максимальне значення 10. Чим буде відрізнятися вивід команд `contour(x, y, f, levels=[0, 5, 10])` та `contour(x, y, f, 10)`?

6. Скористайтесь функцією `help()` та з'ясуйте, для чого призначена функція `matplotlib.pyplot.imshow()`.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

«БІБЛІОТЕКА SciPy ДЛЯ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ»

Мета роботи: ознайомитися з основними можливостями бібліотеки SciPy призначеної для наукових та інженерних розрахунків. Розглянуті інструменти чисельного інтегрування, рішення звичайних диференціальних рівнянь, а також задач інтерполяції.

4.1 Хід роботи

Виконайте наведені нижче завдання враховуючи PER8.

1. Напишіть програму для чисельного обчислення визначеного інтегралу з допомогою засобів SciPy. Порівняйте результати обчислення різними функціями інтегрування з точним розв'язком.

1) $\int \frac{x^3}{x^8 - 2} dx$, від 0 до 1;

2) $\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 + 1}}$, від 0.1 до 1;

3) $\int \frac{dx}{x\sqrt{1-x}}$, від 0.01 до 0.99;

4) $\int \frac{dx}{\sin x}$, від 0.01 до 0.5;

5) $\int \frac{dx}{\cos x}$, від 0 до $\frac{\pi}{4}$;

6) $\int \frac{x^2 - 1}{x^4 + 1} dx$, від -0.9 до 0.9;

7) $\int x^3 \sqrt{1+x^2} dx$, від -5 до 5;

8) $\int \frac{dx}{x^2 + x - 2}$, від -1.9 до 0.9;

9) $\int \frac{xdx}{x^4 + 3x^2 + 2}$, від -5 до 5;

10) $\int \sin(x) \sin(3x) dx$, від 0 до π ;

11) $\int \tan\left(\frac{x}{2}\right) dx$, від 0 до $\frac{\pi}{2}$;

12) $\int \frac{x+1}{\sqrt{3-x^2}} dx$, від $-\frac{\pi}{4}$ до $\frac{\pi}{2}$;

13) $\int \frac{\cos(x) dx}{\sin(x) + 2}$, від $-\pi$ до π ;

14) $\int x^2 \exp(-x) dx$, від -1 до 1;

15) $\int \frac{x}{\sqrt{3+x^2}} dx$, від -2 до 5.

2. Напишіть програму для чисельного розв'язку звичайного диференціального рівняння із заданим початковим умовою з допомогою засобів SciPy. Порівняйте результат обчислення з точним розв'язком, наведіть графіки точного і чисельного розв'язків, а також відносної помилки чисельного розв'язку.

- 1) $\ddot{y} + y = \frac{1}{(\sin x)^3}$ за умови $y\left(\frac{\pi}{4}\right) = 2, \dot{y}\left(\frac{\pi}{4}\right) = 1$;
- 2) $\ddot{y} + y = \cosh x$ за умови $y(0) = \pi, \dot{y}(0) = 1$;
- 3) $\ddot{y} + y = \sin x - \cos 2x$ за умови $y(0) = \pi, \dot{y}(0) = 2$;
- 4) $x^2 \ddot{y} - 4x \dot{y} + 6y = 2$ за умови $y(1) = 1, \dot{y}(1) = -1$;
- 5) $\ddot{y} + 2(\dot{y})^2 = 0$ за умови $y(10) = 1, \dot{y}(10) = 1$;
- 6) $\ddot{y} + 4y = 0$ за умови $y(0) = 1, \dot{y}(0) = 1$;
- 7) $\ddot{y} + y = 1 - \frac{1}{\sin x}$ за умови $y(\pi/2) = 0, \dot{y}(\pi/2) = 1$;
- 8) $\ddot{y} - 3y = 0$ за умови $y(0) = 1, \dot{y}(0) = 0$;
- 9) $\ddot{y} + y = x$ за умови $y(0) = 1, \dot{y}(0) = 0$;
- 10) $\dot{y} = \exp(-y) \sin(x)$ за умови $y(0) = 0$;
- 11) $x^2 \dot{y} = \frac{1}{\cos(y)}$ за умови $y(1) = 1$;
- 12) $10\dot{y} + 25y = 0$ за умови $y(0) = 0$;
- 13) $2\dot{y} + y = e^{2x}$ за умови $y(0) = 1$;
- 14) $3\dot{y} = 2 - x^2$ за умови $y(0) = 1$;
- 15) $\dot{y} - 2y = \cos(x) - 3\sin(x)$ за умови $y(0) = 1$;

Використані позначення: $\dot{y} = \frac{dy}{dx}, \ddot{y} = \frac{d^2y}{dx^2}$.

3. За результатами роботи написати звіт та зробити висновок.

4.2 Контрольні питання

1. Результатом роботи функції `integrate.quad()` є кортеж з двох чисел. Що це за числа?
2. В якому модулі SciPy містить функції для розв'язання звичайних диференціальних рівнянь?
3. Для рішення систем ЗДР якого виду призначена функція `odeint()`?
4. Скористайтесь функцією `help()` і з'ясуйте, які крім функції `odeint()` є в модулі `integrate` для розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.
5. Припустимо, що `g` і `f` — одномірні масиви однакового розміру. Поясніть результат роботи команди

```
G = interp1d(g, f, 'cubic')
```

Який тип має величина `G`?

Додаток А
Приклад оформлення титульної сторінки

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра ІБтаН

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

з дисципліни

„PYTHON для вирішення наукових задач та обробки даних“

(тема роботи)

Виконав:

студент ____ курсу, група БК-

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Прийняв:

(посада)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

20 __ р.