**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

|  |
| --- |
| **«**Основи програмування мовою Python**»** |

**Мета роботи:** Ознайомлення з основами програмування мовою Python на прикладі використання стандартних функцій, побудови файлів-сценаріїв та створення функцій користувача (на прикладі розв’язку системи рівнянь моделі «хижак-жертва»).

**Основні теоретичні відомості**

**Частина 1.**

Python – високорівнева мова програмування загального призначення, орієнтована на підвищення продуктивності розробника і читання коду з мінімалістичним синтаксисом ядра та великим набором корисних функцій. Python підтримує структурне, узагальнене, об'єктно-орієнтоване, функціональне і аспектно-орієнтоване програмування. Основні архітектурні риси - динамічна типізація, автоматичне керування пам’яттю, повна інтроспекція, механізм обробки виключень, підтримка багатопоточних обчислень, високорівневі структури даних. Підтримується розбиття програм на модулі, які, в свою чергу, можуть об’єднуватися в пакет.

Мова Python є однією з найбільш поширених мов програмування, та застосовується для розробки веб-додатків, у машинному навчанні, аналізі та візуалізації даних, розробці графічних інтерфейсів, роботі з аудіо та відео даними, програмуванні вбудованих систем та ін.

На першій лабораторній роботі треба опанувати основи Python на рівні, достатньому для виконання наступних лабораторних робіт.

Для цього студенти мають обрати для себе зручний для вивчення онлайн-ресурс, з допомогою якого будуть вивчати мову Python. Пропонуються звернути увагу в першу чергу на такі ресурси та онлайн-курси:

The Python Tutorial¶

<https://docs.python.org/3/tutorial/>

Основи програмування

<https://courses.prometheus.org.ua/courses/KPI/Programming101/2015_T1/about>

Python для начинающих, видеоуроки на русском

<https://www.youtube.com/watch?v=cKRRysbQZsM>

**Python for Data Science and AI (IBM by Coursera)**

<https://www.coursera.org/learn/python-for-applied-data-science-ai#syllabus>

**Python for Everybody Specialization (University of Michigan by Coursera)**

1. Programming for Everybody (Getting Started with Python)

<https://www.coursera.org/learn/python?specialization=python#syllabus>

2. Python Data Structures

<https://www.coursera.org/learn/python-data?specialization=python#syllabus>

How to Learn Python in 21 Days?

<https://www.geeksforgeeks.org/how-to-learn-python-in-21-days/?ref=leftbar-rightbar>

Learn Python 2

<https://www.codecademy.com/learn/learn-python>

Також корисним для створення програм на мові Python використання середовища розробки. Пропонується звернути увагу та використовувати в роботі такі безплатні продукти:

- **PyCharm Community Edition** [**https://www.jetbrains.com/pycharm/**](https://www.jetbrains.com/pycharm/) – середовище для розробки. **Ознайомлення з роботою в ньому можна поєднувати з вивченням мови Python** в цьому курсі: PyCharm Edu -- Learning Python

<https://www.jetbrains.com/help/education/learner-start-guide.html?section=Introduction%20to%20Python>

- **Jupyter** [**https://jupyter.org/**](https://jupyter.org/) – інтерактивне веб-середовище для розробки. Для ознайомлення з роботою в Jupyter можна скористатися цими ресурсами:

- Jupyter Notebook Tutorial: The Definitive Guide

<https://www.datacamp.com/community/tutorials/tutorial-jupyter-notebook>

- Jupyter Notebook for Beginners: A Tutorial

<https://www.dataquest.io/blog/jupyter-notebook-tutorial/>

- Jupyter Tutorial

<https://www.tutorialspoint.com/jupyter/index.htm>

**Порядок роботи, частина 1.**

1. Перший тиждень: визначитися та обрати онлайн-ресурс для вивчення мови Python, почати навчання.

2. Другий тиждень: надати звіт щодо того, які теми пройдені за 1-2 тиждень, надіслати приклад власного коду та скріншоти результатів виконання. Обсяг протоколу – до 4-х сторінок, без урахування титульного аркуша.

3. Третій тиждень: надати звіт щодо того, які теми пройдені за 2 тиждень, надіслати приклад власного коду та скріншоти результатів виконання. Обсяг протоколу – до 4-х сторінок, без урахування титульного аркуша.

4. Четвертий тиждень: надати звіт щодо виконання завдань лабораторної роботи №1.

Разом за лабораторну роботу – 20 балів. Оцінка буде оголошена разом за виконання всієї лабораторної роботи.

**Частина 2\*.**

В другій (необов’язковій) частині роботи студентам пропонується спробувати реалізувати мовою Python модель «хижак-жертва».

Однією із задач математичного моделювання є описання взаємодії біологічних видів з метою прогнозування можливих результатів їх співіснування залежно від характеристик істот та параметрів навколишнього середовища.

Розглянемо побудову математичної моделі розвитку епідемічного процесу на прикладі виникнення раптової атаки зомбі на людей. Спробуємо промоделювати атаку зомбі з використанням біологічних аналогій, а також проілюструвати методики дослідження математичних моделей з використанням власних функцій користувача. Подібна аналогія допоможе показати приклад побудови математичної моделі незвичайних епідемій та гнучкість математичного моделювання за допомогою звичайних диференційних рівнянь.

Зомбі різного ґатунку є відомими фігурами сучасної масової популярної культури, зокрема образотворчого мистецтва та кінематографу. Зазвичай атаку зомбі у художніх фільмах зображують як спалах захворювання або епідемію, яка непередбачено виникає в певній місцевості та швидко розповсюджується. Відомості про зомбі, історію їх виникнення, особливості поведінки та методи боротьби з ними можна дістати з популярних фільмів жахів (класичним прикладом є «Ніч живих мерців» Дж. Ромеро), або з фольклору афро-карибських жителів.

Класичний зомбі є живим мерцем – реанімованим людським тілом, яке достатньо кровожерливе, агресивне і живиться живою людською плоттю. Коли зомбі кусає людей, то інфекція передається через слину, відбувається зомбіфікація людини, і згодом уражена людина також стає зомбі та може уражати інших людей. Також часто у фільмах зомбі може стати померла людина, яка воскресає з мертвих внаслідок проведення певних магічних обрядів. Для того, щоб знищити зомбі, йому потрібно відтяти голову або пошкодити мозок якимось шляхом. Вилікуватися від того, щоб бути зомбі, в класичних випадках, як правило, неможливо, але в сучасній поп-культурі такі випадки відомі.

Нехай в деяком ареалі в момент часу, який буде початком моделювання, існує істот. Для побудови найпростішої математичної моделі розглянемо три базові класи:



– люди (наразі здорові), які можуть бути піддані атаці та стати зомбі в результаті зустрічі із іншим зомбі та укуса;



– зомбі;



– жертви (наразі померлі), які згодом стануть зомбі.



Зміни відповідних величин – кількостей особин всіх класів у часі будуть описуватися похідними .



Розглянемо по черзі, від яких чинників буде залежати зміна кількості особин того чи іншого класу, за запишемо відповідні математичні рівняння.

Зростання кількості людей відбувається за рахунок народжуваності. Нарождуваність пропорційна кількості людей, коефіцієнт пропорційності буде дорівнювати (доданок ). Зменшення кількості людей також може відбуватися через природні причини, які не пов’язані із зомбі (природна смертність (параметр , доданок ).



Також кількість людей може зменшитися при їх зустрічі з зомбі та перетворення на зомбі. Нехай кожна «середня» особа-зомбі в популяції контактує з осіб в одиницю часу та переносить інфекцію, зомбіфікуючи їх. Імовірність того, що випадковий контакт зомбі відбудеться з людиною, дорівнює відношенню . Отже, кількість нових зомбі, які виникають внаслідок такого процесу перенесення інфекції, в одиницю часу на кожного існуючого зомбі дорівнює: . Відповідно, зменшення кількості людей відбудеться на величину .



Люди з класу жертв можуть воскреснути та перетворитися на зомбі (параметр , доданок ), кількість жертв збільшується внаслідок природних причин.



Також треба передбачити, що людина може уникнути зомбіфікації при зустрічі з зомбі, перемігши його при контакті та відтявши йому голову, тобто що кожна людина може опиратися інфекції на рівні, що визначається параметром . Цей параметр описує ймовірність того, що кількість зомбі зменшиться при зустрічі з людиною. Ймовірність випадкового контакту особи з зомбі дорівнює , кожна людина нехай контактує з зомбі. Тоді кількість зомбі, знищених людиною в одиницю часу буде дорівнювати: .



Щодо кількості тимчасово померлих, то вона буде збільшуватись за рахунок людей (доданок ) та за рахунок переможених зомбі (доданок ), та зменшуватись за рахунок тих померлих, які стануть зомбі (доданок ).



Отже, система рівнянь, яка описує найпростішу математичну модель атаки зомбі на людство, буде мати вигляд:



Орієнтовані значення параметрів:

; =0.0001; =0.0095; =0.0001; =0.005.



**Завдання, частина 1.**

1. Ознайомитися з типами даних та представленням змінних в Python.

- з правилами введення змінних та називання змінних;

- з операціями над числами та матрицями. Вивчити матричні та поелементні операції над матрицями.

3. Ознайомитися:

- з задаванням масиву, елементи якого є арифметичною послідовністю;

- з роботою функцій генерації випадкових чисел із заданими густинами розподілу імовірності. Ознайомитися з функцією побудови гістограм, побудувати гістограми випадкових чисел з різними розподілами густини ймовірності;

4. Ознайомитися з написанням власних файлів-сценаріїв. У власному файлі-сценарії побудувати графік лінійної функції однієї змінної. Позначити вісі та заголовок графіку, нанести координатну сітку.

5. Написати файл-сценарій, в якому:

5.1 побудувати графіки синусоїд частот 1, 10, 50 Гц. Тривалість сигналів – 1 сек., частота дискретизації 256 Гц. Графіки будувати в одному вікні, але в різних осях. Амплітуди кожної синусоїди повинні бути випадковими числами;

5.2 виконати теж саме, але задавати амплітуду кожної синусоїди з клавіатури;

5.3 підписати заголовок кожного графіку текстом, який буде містити значення частоти та амплітуди відповідної синусоїди.

6. Ознайомитися з роботою функцій, що генерують імпульси (<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html>, waveforms): гаусівські імпульси, трикутні імпульси та прямокутні.

6.1 Побудувати одиночний прямокутний імпульс. Задати проміжок значень часу 10 секунд, частота дискретизації 256 Гц. Побудувати графік одиничного прямокутного імпульсу шириною 300 мс, з центром в момент часу 4 с.

6.2 Написати файл-сценарій для побудови графіку прямокутного імпульсу, тривалість та амплітуда якого буде задаватися з клавіатури. Розташування імпульсу задавати випадковим числом, але передбачити перевірку, чи не виходе імпульс за межі графіка;

6.3 Побудувати послідовність прямокутних імпульсів для двох випадків: а) коли інтервали між імпульсами однакові, б) коли інтервали між імпульсами випадкові і задаються програмно.

7. Зберегти дані розрахунку функції в файл. Прочитати їх із файлу в іншому сценарії, побудувати графік функції.

8. Побудувати власну функцію (в окремому або в тому самому файлі) для побудови графіка синусоїдального сигналу із заданою частотою, амплітудою та тривалістю для частоти дискретизації 256 Гц. В якості вихідного параметру функції вивести середнє значення синусоїди.

**Порядок роботи, частина 2\***

1. Ознайомитися з написанням власних функцій користувача в Python. Ознайомитись з роботою та параметрами функції для розв’язання систем диференціальних рівнянь (пропонується використовувати методи 4-5 порядку).
2. Розв’язати систему рівнянь, яка описує співіснування людей, зомбі та тимчасово померлих, використовуючи метод Рунге-Кутти та отримати залежності від часу кількості зомбі, людей та жертв. Вивести графіки в часовій області. Отримати розв’язки та візуально їх проаналізувати для таких варіантів:

- початкова кількість людей набагато більша за зомбі;

- початкова кількість людей набагато менша за зомбі;

- різні комбінації коефіцієнтів здатності людини боротися із зомбі (альфа), та коефіцієнту зомбіфікації (бета).

1. Знайти програмними засобами перший момент часу, в який кількість зомбі дорівнює кількості людей. Побудувати залежність величини цього часу від параметру . Передбачити можливість, при якій не буде точного співпадіння кількостей, але графіки перетинаються.



1. Промоделювати «оптимістичний» сценарій, при якому існують ліки від зомбіфікації. В моделі треба передбачити можливість для зомбі перетворюватися знову на людей (параметр *с*). Втім, такі ліки не дають імунітету, отже, зомбі, які стали людьми, можуть знову стати зомбі. Побудувати графіки для різних коефіцієнтів *с*, виконати візуальний аналіз результатів.

**Питання для допуску до роботи**

1. Що таке вектор?

2. Що таке матриця?

3. Які існують цикли в програмуванні?