

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”  
Фізико-технічний інститут**

**Аналіз мережевих структур**  
Лабораторна робота №5

**Виконала:**  
студент ФІ-31мн  
Шевченко Ю.  
**Перевірив:**  
Железняков Д. О.

# Лабораторна робота №5. Epidemic models

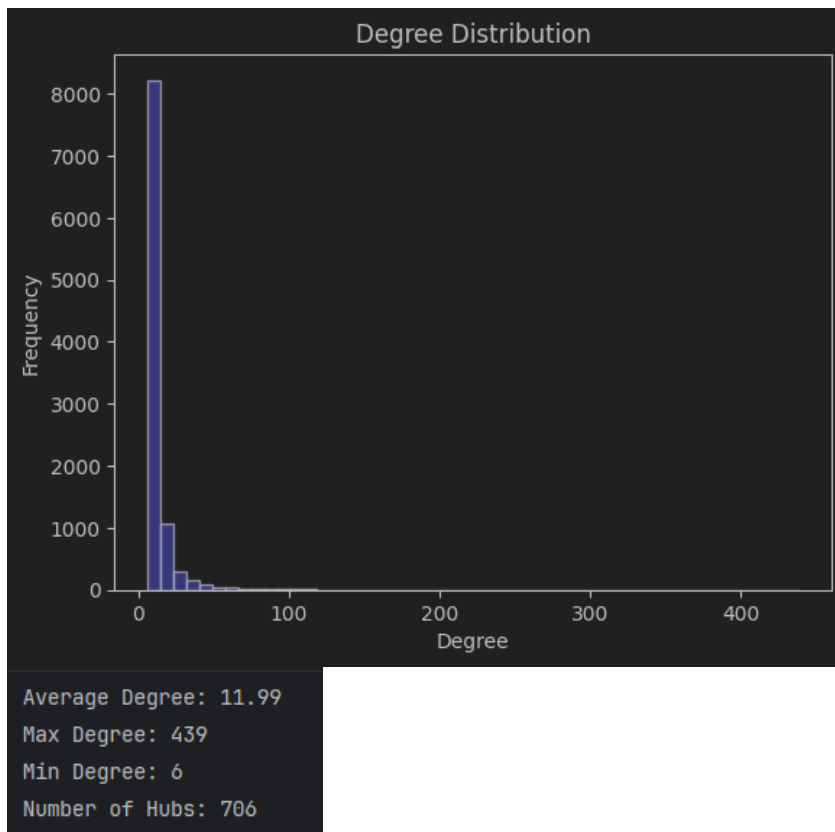
## Мета роботи:

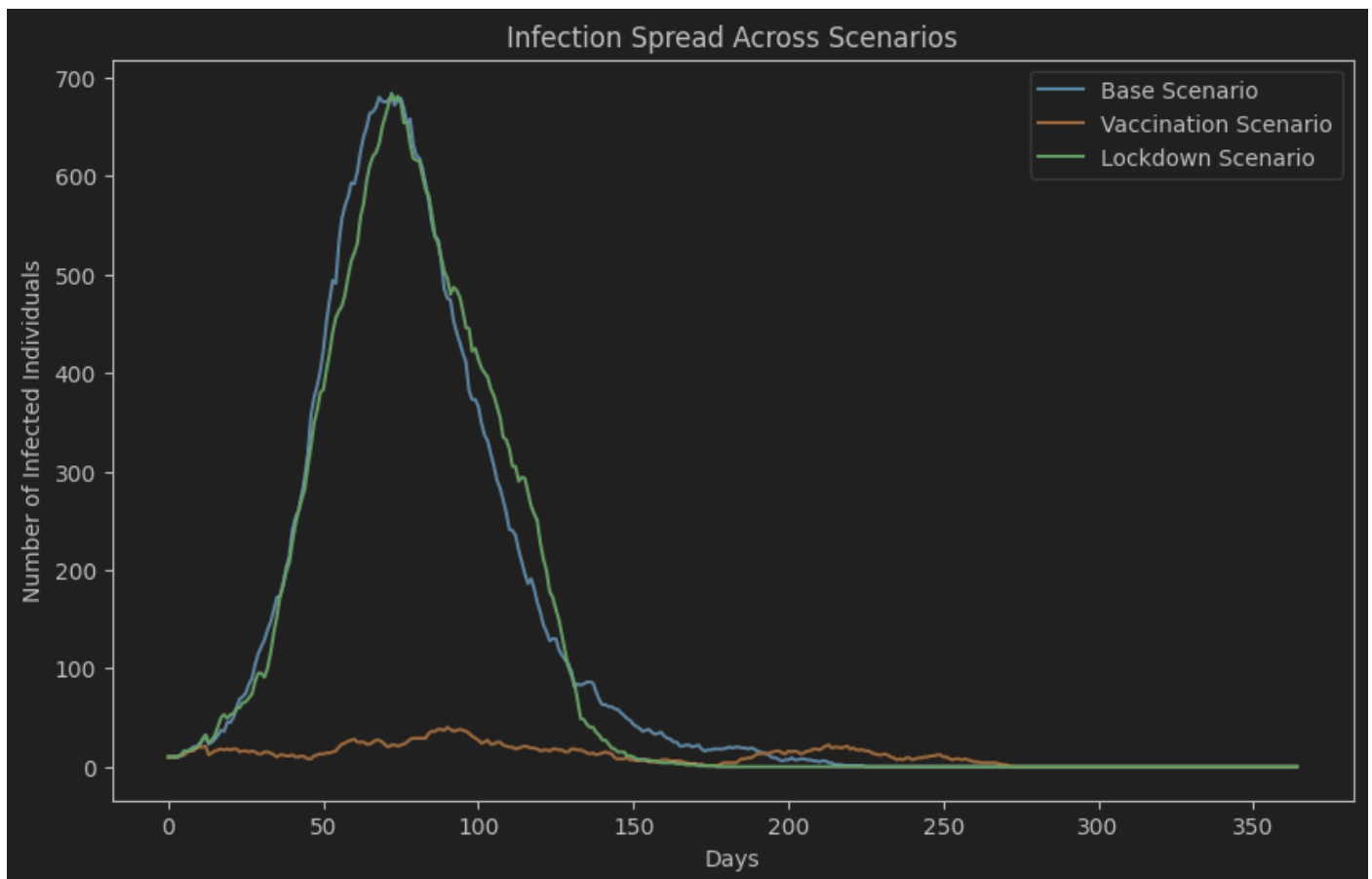
Моделювання поширення інфекційної хвороби за наявності різних сценаріїв з використанням моделі мереж (random, scale-free). Дослідити вплив різних факторів стримання поширення хвороби такі як 'lockdown', вакцинація.

## Хід роботи:

Визначені константи для симуляції:

```
# Constants
NUM_NODES = 10000
AVERAGE_DEGREE = 6
INFECTION_PROBABILITY = 0.02
RECOVERY_TIME = 14
INCUBATION_PERIOD = 5
VACCINATION_RATE = 0.5
LOCKDOWN_START = 120
LOCKDOWN_DURATION = 60
LOCKDOWN_EFFECTIVENESS = 0.5
SEASONALITY_FACTOR = [1.0 if 90 <= day % 365 <= 270 else 0.8 for day in range(365)]
```



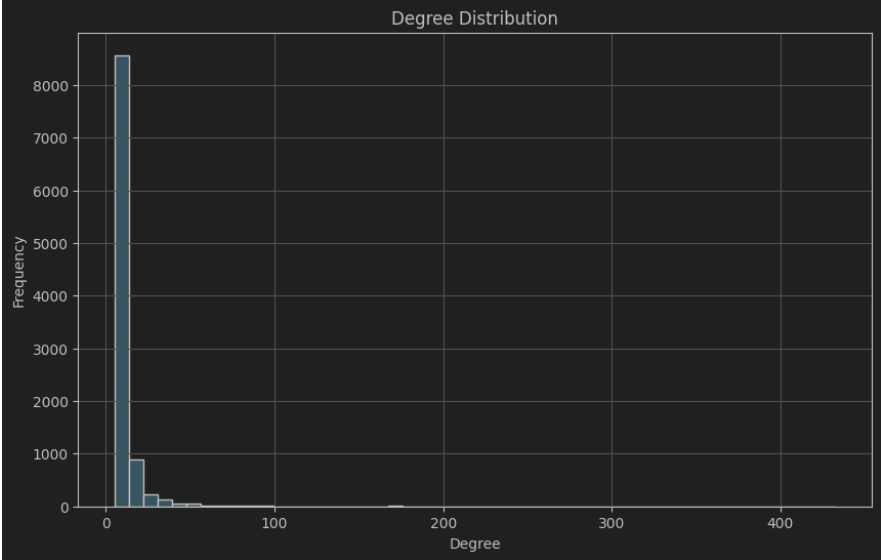


Base Scenario: Peak Infected = 681 on Day 72  
Vaccination Scenario: Peak Infected = 40 on Day 90  
Lockdown Scenario: Peak Infected = 684 on Day 72

## Визначені константи для симуляції:

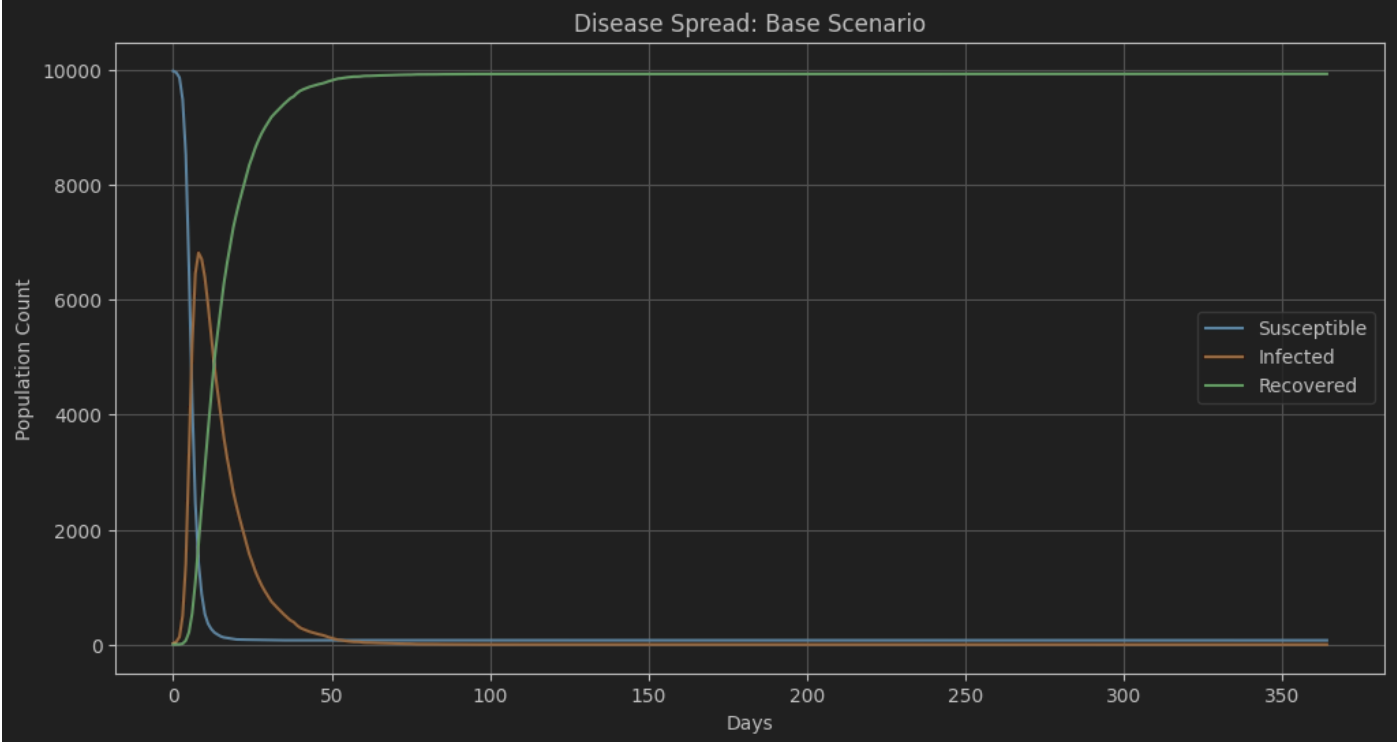
```
# Constants for the simulation
NUM_NODES = 10_000
INITIAL_INFECTED_COUNT = 10
SIMULATION_DAYS = 365
BASIC_REPRODUCTION_NUMBER = 2.5
IMMUNITY_LOSS_RATE = 0.01 # Per day
VACCINATION_RATE = 0.002 # Per day in vaccinated scenario
QUARANTINE_EFFECTIVENESS = 0.5
SEASONALITY_FACTOR = 1.2

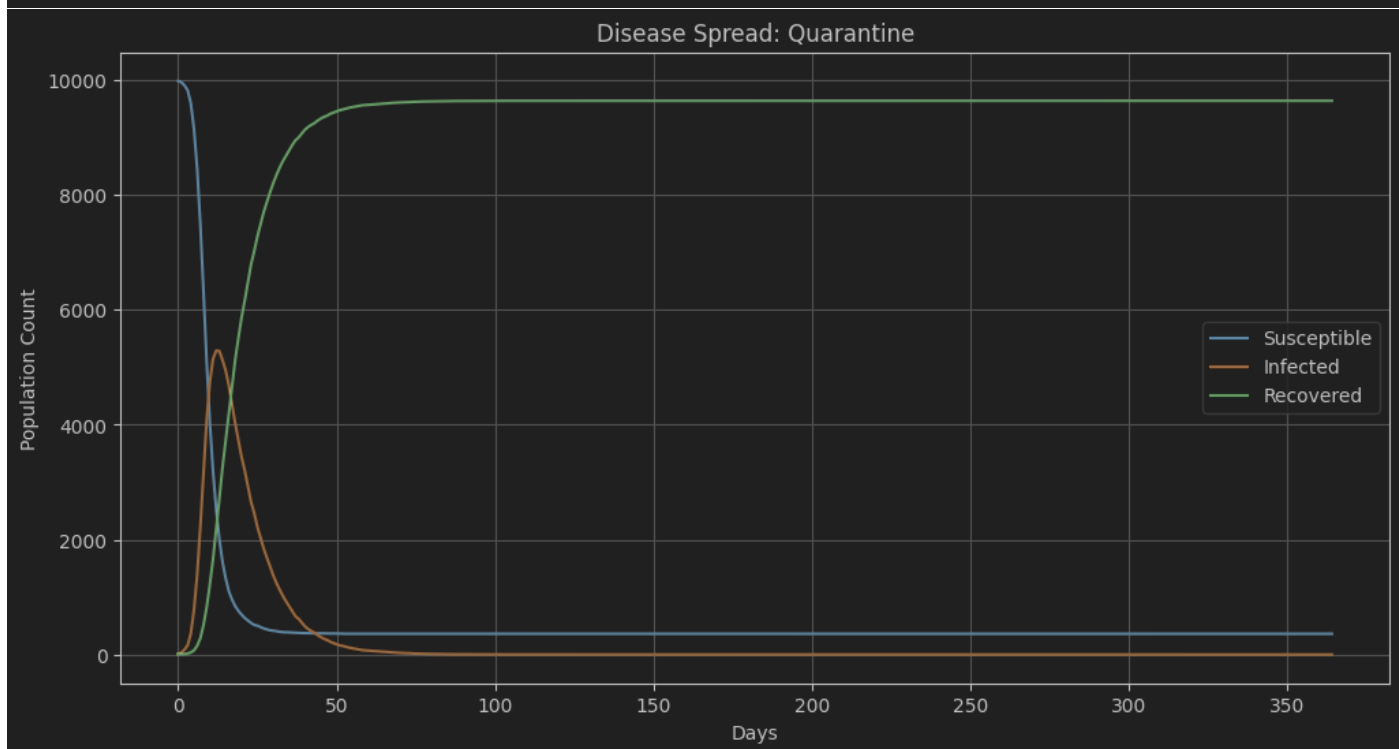
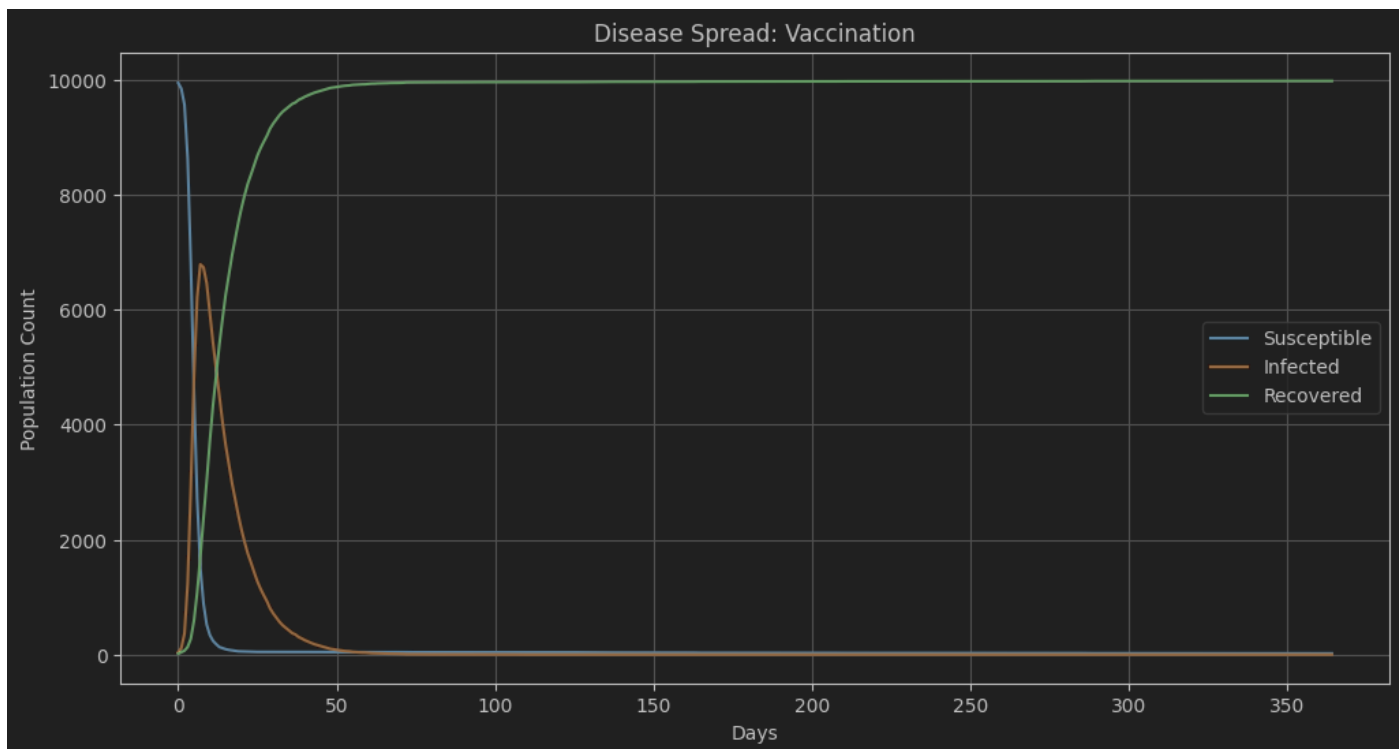
# States
SUSCEPTIBLE = 0
INFECTED = 1
RECOVERED = 2
```



Average Degree: 9.99  
Max Degree: 433  
Min Degree: 5

Initial Infected Nodes: [7032 4364 1824 4185 1870 5322 1706 4077 6552 1276]  
Initial Infected Nodes: [8472 5948 3 7839 726 1308 6152 9025 1733 7775]  
Initial Infected Nodes: [8622 385 1808 2320 735 9839 3287 7343 8174 9773]





Base Scenario - Peak Infected: 6813, Final Recovered: 9926  
Vaccination - Peak Infected: 6788, Final Recovered: 9979  
Quarantine - Peak Infected: 5290, Final Recovered: 9639

## Висновки:

У результаті моделювання поширення інфекційної хвороби з використанням різних сценаріїв, таких як вакцинація та карантин, було встановлено, що обидва заходи значно впливають на швидкість та рівень захворюваності. Вакцинація ефективно знижує кількість інфікованих, оскільки запобігає зараженню здорових осіб, зменшуючи таким чином загальне поширення хвороби. У свою чергу, карантин допомагає обмежити контакти між людьми, що також знижує ймовірність передачі інфекції. Згідно з результатами симуляцій, при базовому сценарії максимальна кількість інфікованих

досягає 6813 осіб на 72-й день, тоді як при вакцинації цей пік зменшується до 40 осіб на 90-й день.

Особливо важливою частиною дослідження стало моделювання базового сценарію, де перевірялася умова виникнення епідемії. За допомогою перевірки, що кількість інфікованих перевищує 50% від початкової кількості населення, було підтверджено, що в даному випадку справжнє епідемічне поширення хвороби дійсно відбувається. Однак, після введення додаткових заходів, таких як вакцинація та карантин, спостерігається значне зниження рівня захворюваності, що вказує на ефективність таких стратегій у боротьбі з епідемією.

Моделювання також показало, що різні параметри мережі, такі як середній ступінь зв'язків або наявність хабів, мають істотний вплив на швидкість поширення інфекції. Можливість варіювання цих параметрів та додавання нових чинників, таких як сезонність інфекцій, дозволяє отримати більш точніші прогнози розвитку епідемії. Це вказує на те, що існує значний потенціал для подальшого розвитку моделі та її адаптації до різних сценаріїв, що дозволить створювати більш ефективні стратегії боротьби з епідеміями в реальному світі.