

## I СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>1. Загальна інформація про навчальну дисципліну</b>	
Повна назва навчальної дисципліни	Графові ймовірнісні моделі
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій, кафедра Прикладної математики та моделювання складних систем
Розробник(и)	Хоменко Олексій Віталійович, д.ф.-м. наук, професор
Рівень вищої освіти	другий рівень вищої освіти; НРК України – 7 рівень; QF-LLL – 7 рівень; FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 64 години становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 32 години практичних робіт), 86 годин становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українська
<b>2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі</b>	
Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми «Наука про дані та моделювання складних систем»
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: загальної фізики; вищої математики; теорії ймовірностей та математичної статистики; теорії функцій комплексної змінної; програмування та алгоритмічних мов; обчислювальної математики та числових методів.
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні
<b>3. Мета навчальної дисципліни</b>	

Формування у студентів комплексу знань із графових імовірнісних моделей оброблення даних, а саме сучасних тенденцій розвитку теорії ймовірностей: ознайомлення з розподілами випадкових величин; вивчення основ теорії графів, елементів теорії складних мереж, статистичного опису рівноважних мережевих структур, наприклад Інтернету.

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

- Тема 1** Закони розподілу даних.  
 1.1 Розподіл Гаусса. Степеневий розподіл. Розподіл Коши.  
 1.2 Розподіл Пуассона. Гіперболічний розподіл. Розподіл Стьюдента. Розподіл Леві.
- Тема 2** Оброблення результатів досліджень.  
 2.1 Статистичний аналіз даних (Data Mining).  
 2.2 Оброблення дослідних даних.  
 2.3 Кореляційний, регресійний, дисперсійний аналіз даних.
- Тема 3** Самоорганізація соціальних мереж.  
 3.1 Отримання основних рівнянь, що описують особливості критичного стану соціальної мережі.  
 3.2 Феноменологічна теорія самоорганізованої критичності у соціальній мережі.  
 3.3 Емпіричне дослідження соціальної мережі на основі результатів аналізу даних.
- Тема 4** Основи теорії графів.  
 4.1 Поняття графу. Приклади. Маршрути. Зв'язність графа. Дерева. Матриці інцидентності і суміжності.  
 4.2 Планарні графи. Центри й периферійні вершини. Числова функція на графі. Сигнальні графи.
- Тема 5** Статистика рівноважних мережевих структур.  
 5.1 Основні визначення. Ансамблі графів. Ансамблі графів з заданою енергією. Ансамблі графів, що не мають енергії. Основні типи графів.  
 5.2 Подання графа моделлю газу. Ансамблі вироджених графів. Локальні та глобальні властивості рівноважних графів. Локальні кореляції.

#### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1.	визначати основні характеристики випадкових величин.
РН2.	досліджувати стабільні розподіли суми випадкових величин, вигляд яких не змінюється при зміні кількості доданків.
РН3.	застосовувати методи теорій ймовірності, статистики, графів та складних мереж до відповідного набору даних.
РН4.	аналізувати та обробляти великі масиви даних.
РН5.	будувати та реалізувати алгоритми спрощення даних.

#### 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

ПРН3.	Виконувати математичний опис, аналіз та синтез складних систем та динамічних процесів у цих системах.
-------	---

ПРН5.	Бути здатним проводити аналітичне дослідження математичних моделей об'єктів і процесів на предмет існування та єдиності їх розв'язку.
ПРН6.	Бути здатним проводити дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач з використанням методів регуляризації.
ПРН7.	Уміти поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.
ПРН10.	Використовувати на практиці мережеві технології для експериментальної та аналітичної роботи.
ПРН17.	Володіти математичними методами обробки великих наборів даних. Вміти обирати до застосування оптимальні методи для конкретної задачі побудови моделі поведінки складної системи за існуючим набором даних та будувати графові ймовірнісні моделі для розв'язання технічних задач.
ПРН18.	Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з спрощенням даних, що описують поведінку системи, класифікацією даних за певними ознаками без навчання та за попередньої наявності класів даних.

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Лк) та практичні заняття (Пр):

Тема 1

Лк 1 Розподіл Гаусса. Степеневий розподіл. Розподіл Коши.

Лк 2 Розподіл Пуассона. Гіперболічний розподіл. Розподіл Стюдента. Розподіл Леві.

Пр 1,2 Варіаційні ряди. Середні величини і показники варіації.

Пр 3,4 Статистичні характеристики складних систем. Статистичні оцінки генеральних параметрів.

Тема 2

Лк 3 Статистичний аналіз даних (Data Mining).

Лк 4 Оброблення дослідних даних.

Лк 5 Кореляційний, регресійний аналіз даних.

Лк 6 Дисперсійний аналіз даних.

Пр 5 Групування даних.

Пр 6,7 Побудова кореляційного поля і рівняння регресії.

Пр 8,9 Ряди динаміки.

Пр 10 Дисперсійний аналіз даних.

Тема 3

Лк 7 Отримання основних рівнянь, що описують особливості критичного стану соціальної мережі.

Лк 8 Феноменологічна теорія самоорганізованої критичності у соціальній мережі.

Лк 9 Емпіричне дослідження соціальної мережі на основі результатів аналізу даних.

Пр 11-13 Побудова функції розподілу ймовірностей станів та часових рядів для соціальної мережі.

#### Тема 4

Лк 10 Поняття графу. Приклади. Маршрути. Зв'язність графа. Древа. Матриці інцидентності і суміжності.

Лк 11 Планарні графи. Центри й периферійні вершини.

Лк 12 Числова функція на графі. Сигнальні графи.

Пр 14, 15 Моделювання поведінки випадкового процесу та стаціонарної густини ймовірності у моделі багатовимірного потенціалу.

#### Тема 5

Лк 13 Основні визначення. Ансамблі графів. Ансамблі графів з заданою енергією.

Лк 14 Ансамблі графів, що не мають енергії. Основні типи графів.

Лк 15 Подання графа моделлю газу. Ансамблі вироджених графів.

Лк 16 Локальні та глобальні властивості рівноважних графів. Локальні кореляції.

Пр 16 Фур'є - аналіз даних.

### 7.2 Види навчальної діяльності

НД 1. Виконання розрахункової роботи (РР). Кожен студент отримує індивідуальний варіант завдань роботи.

НД 2. Учать у лекціях-дискусіях

НД 3. Підготовка до лекцій

НД 4. Формування звітів за результатами практичних завдань

НД 5. Виконання ситуативних вправ

НД 6. Виконання практичних завдань

НД 7. Конспектування

НД 8. Підготовка до поточних і підсумкових контролів

### 8. Методи викладання, навчання

МН1. Інтерактивні (он-лайн) лекції

МН2. Проблемно-пошуковий метод

МН3. Творчий

МН4. Репродуктивний

### 9. Методи та критерії оцінювання

#### 9.1. Критерії оцінювання

Сума балів (R)	Оцінка ECTS	Визначення	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)
82-89	B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)
74-81	C	В загальному правильна робота з певною кількістю помилок	
64-73	D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)
60-63	E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	

35-59	FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)
1-34	F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	

- a) студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну кількість балів, яка відповідає позитивній оцінці (не менше 60 балів), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється;
- b) студент, який протягом поточної роботи набрав кількість рейтингових балів, що не відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід підсумкового семестрового контролю (ПСК) після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за додатковою відомістю семестрової атестації. Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії. У разі незадовільного складання ПСК комісії студент отримує оцінку «F» за шкалою ECTS;
- c) при успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «E\*», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів;
- d) студент, який за наслідками модульних атестацій набрав менше 35 рейтингових балів, не допускається до ПСК і отримує оцінку «F» за шкалою ECTS.

## 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладачів в процесі виконання практичних завдань, самооцінювання поточного тестування, обговорення та взаємооцінювання студентами виконаних практичних завдань.

## 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінювання протягом семестру проводиться у формі усних та письмових опитувань, індивідуальних презентацій та колективних дискусій. Всі роботи повинні бути виконані самостійно. Індивідуальні завдання, схожі між собою, будуть відхилені.

Оцінка студента формується таким чином:

1) Захист звітів з практичних робіт:

- Пр 1,2 - 10 балів (ОПр)\*;
- Пр 3,4 - 10 балів (ОПр);
- Пр 5-7 - 10 балів (ОПр);
- Пр 8-10 - 10 балів (ОПр);
- Пр 11 - 13 - 10 балів (ОПр);
- Пр 14-16 - 10 балів (ОПр);

2) Розрахункова робота (РР) (виконується протягом 3 - 4-го модульних циклів і здається на 8-му тижні 4-го модульного циклу на останньому занятті; за рішенням викладача може бути призначений захист РР) – 20 балів.

3) складання комплексних модульних контролів (МК) - всього 20 балів (один у

кожному модульному циклі, шкала оцінювання кожного (при позитивному оцінюванні) – від 6 до 10 балів).

Форма підсумкового контролю – диференційований залік (ДЗ), що проводиться у письмовій формі.

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

Для проведення лекційних і практичних занять необхідний комп'ютерний клас з сучасним мультимедійним (ЗН 1) та програмним налаштуванням (ЗН 2).

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

#### *Основна література*

1. Курс лекцій з навчальної дисципліни «Графові ймовірнісні моделі» / Укладач: Хоменко О.В.
2. Dmitriev A., Dmitriev V., Balybin S., Self-Organized Criticality on Twitter: Phenomenological Theory and Empirical Investigation Based on Data Analysis Results, Complexity, V. 2019, 2019, Article ID 8750643.
3. Dmitriev A., Dmitriev V., Maltseva S., Balybin S., Three-Parameter Kinetics of Self-organized Criticality on Twitter, Studies in Computational Intelligence, V. 881, SCI, 2020.
4. Dmitriev A., Maltseva S., Tsukanova O., Dmitriev V., Theoretical Study of Self-organized Phase Transitions in Microblogging Social Networks // Studies in Computational Intelligence, V. 813, 2019.

#### *Допоміжна література*

1. Олемской А.И., Харченко В.О., Корнющенко А.С. Статистические основы информатики. – Сумы: Изд-во СумДУ, 2006. – 94 с.
4. Статистика / Н.Б. Кушнір, Т.В. Кузнецова, Ю.В. Красовська та ін. — К. : ЦУЛ, 2009. — 208 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Графові ймовірнісні моделі» / укладач О.В. Хоменко.
6. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни «Графові ймовірнісні моделі» / укладач О.В. Хоменко.
7. Econophysics and Sociophysics: Trends and Perspectives, Bikas K. Chakrabarti, Anirban Chakraborti, Arnab Chatterjee (Eds.), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.

KGaA, Weinheim (2006). - 622 pp.

8. Ю. Головач, О. Олемской, К. фон Фербер, Т. Головач, О. Мриглод, І. Олемской, В. Пальчиков. Складні мережі // Журнал фізичних досліджень. т. 10, № 4 (2006) с. 247–289.