

## І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>1. Загальна інформація про навчальну дисципліну</b>	
Повна назва навчальної дисципліни	Нелінійні процеси та 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	8 тижнів протягом 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 32 години становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 16 годин практичних робіт), 118 години становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українська, англійська
<b>2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі</b>	
Статус дисципліни	Вибіркова дисципліна
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: основ теорії узагальнених функцій; програмування; інформатики; аналізу даних; математичного аналізу; лінійної алгебри; теорії ймовірностей та математичної статистики; моделювання комп'ютерного експерименту.
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні
<b>3. Мета навчальної дисципліни</b>	

Мета навчальної дисципліни – одержання знань про розробку методів моделювання нелінійних процесів та навиків наочного представлення результатів моделювання. Предметом є теорія і методологія побудови нелінійних моделей, метод фазових портретів, розв'язання диференціальних рівнянь, числові методи тощо.

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### Тема 1. Індуковані шумом переходи.

1.1 Синергетична теорія фазового переходу. Основні положення термодинамічної теорії фазових переходів. Основні положення синергетичної теорії фазових переходів. Перехід другого роду. Перехід першого роду.

1.2 Стаціонарна картина нерівноважних переходів. Загальний підхід. Модель популяційної динаміки. Модель генного відбору. Переходи у системі із шумом довільної інтенсивності. Багатопараметрична модель.

##### Тема 2. Еволюція ієрархічної системи.

2.1 Теорія ієрархічного зв'язку. Мікроскопічна теорія структурної релаксації. Ієрархічно підпорядковані статистичні ансамблі. Часова залежність структурного фактора скла. Метод найшвидшого спуску (перевалу) для обчислення інтегралів.

##### Тема 3. Нелінійна математична модель межового тертя.

3.1 Фазова динаміка тертя ультратонких рідких плівок. Статистична нелінійна теорія плавлення ультратонкої плівки мастила. Вплив флуктуацій на плавлення ультратонкої плівки мастила.

3.2 Гістерезисні явища при плавленні ультратонкої плівки мастила. Багатовимірний термодинамічний потенціал для опису плавлення ультратонкої плівки мастила.

#### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1.	будувати нелінійні математичні моделі стохастичних процесів.
PH2.	застосовувати математичні методи аналітично та за допомогою ЕОМ.
PH3.	формулювати та розв'язувати задачі моделювання нелінійних стохастичних процесів.
PH4.	робити змістовні висновки згідно з результатами комп'ютерного моделювання.
PH5.	аналізувати та обробляти великі масиви даних, будувати та реалізувати алгоритми спрощення даних, їх класифікації як без навчання так і за попереднього навчання.

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

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

–

#### 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

##### 7.1 Види навчальних занять

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та практичні заняття

(ПЗ):

**Тема 1.**

Л 1. Основні положення термодинамічної теорії фазових переходів. Основні положення синергетичної теорії фазових переходів.

Л 2. Перехід другого роду. Перехід першого роду. Стаціонарна картина нерівноважних переходів. Загальний підхід.

ПЗ 1. Термодинамічний та синергетичний фазові переходи.

ПЗ 2. Побудова фазових портретів, що подають кінетику синергетичного фазового переходу.

Л 3. Модель популяційної динаміки. Модель генного відбору.

ПЗ 3. Моделювання поведінки випадкового процесу та стаціонарної густини ймовірності у моделі Мальтуса-Ферхюльста.

ПЗ 4. Моделювання поведінки випадкового процесу та стаціонарної густини ймовірності у генетичній моделі.

Л 4. Переходи у системі із шумом довільної інтенсивності. Багатопараметрична модель.

ПЗ 5. Числове дослідження моделі із довільною амплітудою шуму.

ПЗ 6. Моделювання поведінки випадкового процесу та стаціонарної густини ймовірності у системі Лоренца-Хакена у різних областях фазових діаграм.

**Тема 2.**

Л 5. Теорія ієрархічного зв'язку. Мікроскопічна теорія структурної релаксації. Ієрархічно підпорядковані статистичні ансамблі. Часова залежність структурного фактора скла. Метод найшвидшого спуску (перевалу) для обчислення інтегралів.

ПЗ 7. Моделювання різних видів ієрархічного зв'язку.

**Тема 3.**

Л 6. Фазова динаміка тертя ультратонких рідких плівок. Статистична нелінійна теорія плавлення ультратонкої плівки мастила.

ПЗ 8. Дослідження плавлення ультратонкої плівки мастила у випадках фазових переходів другого та першого родів в адіабатичному наближенні.

Л 7. Вплив флуктуацій на плавлення ультратонкої плівки мастила.

Л 8. Гістерезисні явища при плавленні ультратонкої плівки мастила. Багатовимірний термодинамічний потенціал для опису плавлення ультратонкої плівки мастила.

**7.2 Види навчальної діяльності**

НД 1. Учуть у лекціях-дискусіях

НД 2. Підготовка до лекцій

НД 3. Формування звітів за результатами практичних завдань

НД 4. Виконання ситуативних вправ

НД 5. Виконання практичних завдань

НД 6. Конспектування

НД 7. Підготовка до поточних і підсумкових контролів

**8. Методи викладання, навчання**

МН1. Лекції-візуалізації із використанням мультимедійних технологій, лекції з використанням студентами опорного конспекту.

МН2. Інтерактивні (он-лайн) лекції

МН3. Проблемно-пошуковий метод

МН4. Творчий

**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	

- 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;
- 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;
- при успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «E\*», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів;
- 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) виконання практичних завдань та їх захист (ОПЗ) (8 завдань, 10 балів за кожне завдання) – всього 80 балів

2) складання комплексних модульних контролів (МК) - всього 20 балів (один у кожному модульному циклі, шкала оцінювання кожного (при позитивному оцінюванні) – від 6 до 10 балів).

## 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. А.В. Хоменко, Синергетика фазовых и кинетических переходов в низкоразмерных системах. Физические основы, концепции, методы. – Saarbrücken, Deutschland/Германия: Palmarium Academic Publishing, 2015. – 328 с.

2. A.V. Khomenko, D.S. Troshchenko, Nonequilibrium thermodynamics and kinetics of metals fragmentation during severe plastic deformation // Advances in Materials Science Research. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2018. - V.33, Chap.9. - P.231-273.

3. Курс лекцій з навчальної дисципліни «Нелінійні процеси та моделі» / Укладач: Хоменко О.В. (англ. мовою).

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.

Додаткова література.

1. Methodological instructions for practical training on the discipline “Nonlinear processes and models” / compiler O. V. Khomenko. – Sumy : Sumy State University, 2018. – 12 p.

2. Methodological instructions for practical training on the discipline “Nonlinear processes and models” on the topic “Modelling of random process” / Compilers O. V. Khomenko, A. M. Zaskoka. – Sumy : Sumy State University, 2018. – 35 p.

3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Моделювання фізичних процесів і систем (моделювання стохастичних процесів і систем)” / укладач О.В. Хоменко. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 18 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Нелінійна модель плавлення ультратонкої плівки мастила» з дисципліни «Нелінійні процеси та моделі» (зразок виконання і завдання) / укладач О.В. Хоменко. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 22 с.
5. Methodological instructions for course work “Nonlinear model of ultrathin lubricant film melting” on the discipline “Nonlinear processes and models” (example of execution and tasks) / compiler O. V. Khomenko. – Sumy : Sumy State University, 2019. – 22 p.
6. 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.
7. 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.