



# КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 год) 8 лек. 4 лаб. 108 СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Науково-педагогічний працівник
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, <a href="mailto:leshu@i.ua">leshu@i.ua</a> , тел. 050-470-15-67 Лабораторні: д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, <a href="mailto:leshu@i.ua">leshu@i.ua</a> , тел. 050-470-15-67
Розміщення курсу	Google classroom, Кампус

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Сучасне програмне забезпечення стає все більш інтелектуальним, надаючи користувачеві допомогу з аналізу ситуації та прийняття рішень. Комп'ютерні моделі стали звичайним інструментом і застосовуються у різних галузях. Тому високопідготовлені фахівці в галузі інформаційних технологій мають володіти методами комп'ютерного моделювання і оптимізації для розробки програмного забезпечення автоматизованих систем управління та підтримки прийняття рішень.

**Метою** дисципліни є опанування студентами методів, алгоритмів та програмного забезпечення для розв'язку задач моделювання, управління та підтримки прийняття рішень, в тому числі методології моделювання та ідентифікації, чисельного розв'язку обчислювальних задач та задач оптимізації, основ теорії ігор, статистичного моделювання, багатокритеріальної оптимізації.

**Завдання.** В результаті вивчення дисципліни у студентів повинні сформуватися наступні компетентності:

*загальні:*

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1),
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2).

*фахові:*

- здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування (ФК 1),
- здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного

моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач (ФК 4),

- здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів (ФК 7),

- здатність розробляти програмне забезпечення для вирішення задач комп'ютерного моделювання та оптимізації.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації (ПР 2),

- зміти складати алгоритми чисельних розрахунків та комп'ютерні моделі фізичних явищ і процесів (ПР 22)

- вміти використовувати методи наближеного розв'язання математичних задач

- вміти розробляти алгоритми та програмне забезпечення для розв'язання задач комп'ютерного моделювання та оптимізації

- знати і застосовувати існуюче програмне забезпечення для розв'язання задач комп'ютерного моделювання та оптимізації

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

**Пререквізити дисципліни.** Знання та вміння, отримані при вивченні дисциплін: Математичний аналіз», «Аналітична геометрія та лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика», «Дискретна математика», «Алгоритмізація та програмування», «Чисельні методи в моделюванні енергетичних процесів», «Дослідження операцій».

**Постреквізити дисципліни.** Отримані знання при вивченні дисципліни «Комп'ютерне моделювання» формує базові знання та вміння для вивчення дисциплін, пов'язаних з моделюванням, чисельним розв'язком обчислювальних задач, оптимізації та розробки програмного забезпечення інформаційних.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Теорія комп'ютерного моделювання

Тема 1.1. Основи комп'ютерного моделювання

Тема 1.2. Методика комп'ютерного моделювання процесів та систем

Розділ 2. Моделювання стаціонарних систем

Тема 2.1. Аналітичне статичне моделювання

Тема 2.2. Оптимальне управління стаціонарними системами

Тема 2.3. Імітаційне статистичне моделювання

Розділ 3. Моделювання нестаціонарних систем

Тема 3.1. Моделювання нестаціонарних систем з зосередженими параметрами

Тема 3.2. Моделювання нестаціонарних систем з розподіленими параметрами

Тема 3.3. Оптимальне управління нестаціонарними системами

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

**Основна література**

1. Р. Н. Кветний., І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О.М. Шушура. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1:– Вінниця: ВНТУ, 2013.– 191с.
2. Р. Н. Кветний., І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софіна, О.М. Шушура. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2:– Вінниця: ВНТУ, 2013.– 235с.
3. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи : підручник / С.П. Вислоух, О.В. Волошко, Г.С. Тимчик, М.В. Філіппова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с. ISBN 978-966-990-028-9.
4. Нефьодов, Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах [Текст] : навч. посіб. / Ю. М. Нефьодов, Т. Ю. Балицька. – К. : Кондор, 2011. – 324 с.
5. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч.посіб./ П. М.Павленко – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.
6. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
7. Дубовой В. М. Моделювання та оптимізація систем: підручник/ В. М.Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І.Михальов, А. В. Усов – Вінниця: ПП «ТДЕдельвейс», 2017. –804. с.
8. Кузяєв І.М. Основи комп'ютерного моделювання технічних систем : навчальний посібник / І.М. Кузяєв, В.І. Ситар. - Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2020. - 392 с.
9. Обод І.І. Математичне моделювання систем : навчальний посібник для студентів спеціальностей "Комп'ютерна інженерія", "Комп'ютерні науки та інформаційні технології" / І.І. Обод, Г.Е. Заволодько, І.В. - Харків : Друкарня Мадрид, 2019. - 267 с.

### **Додаткова література**

10. Лук'яненко С.О. Чисельні методи в інформатиці: навч. Посіб. / С.О.Лук'яненко // К.: Політехніка, 2007. – 140с.
11. Бартіш М.Я. Дослідження операцій. Ч.1. Лінійні моделі : підручник / Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 168 с..
12. Вітлінський В.В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник /Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. – К.: КНЕУ, 2016.–303 с.
13. Верлань А.Ф. Числові методи розв'язання диференціальних рівнянь: навч.посіб. / А.Ф. Верлань, С.О. Лук'яненко. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 172 с. . ISBN 978-966-622-620-7.
14. Основи теорії і методів оптимізації: /М.І. Жалдак, В.Триус – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 607с.
15. Томашевский В.М. Моделювання систем.– К.:Видавнича група BHV,2005.–352с.
16. Соколовський Я.І. Моделювання систем у GPSS WORLD : навчальний посібник / Я.І. Соколовський, Ю.В. Шабатура, Я.І. Виклюк, І.М. Крошній, М.В. Дендюк. - Львів : Видавництво "Новий Світ-2000", 2021. - 288 с.
17. Міхайленко В.М. Математичне та імітаційне моделювання систем масового обслуговування : навчальний посібник для студентів спеціальностей 122 "Комп'ютерні науки" і 126 "Інформаційні системи та технології" / В.М. Міхайленко, О.В. Горда. - Київ : КНУБА, 2019. - 216 с.
18. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с.

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Лекція 1. Вступ до комп'ютерного моделювання. Методика комп'ютерного моделювання процесів та систем

Вступ до курсу лекцій. Класифікація моделей та методи моделювання процесів і систем. Особливості комп'ютерного моделювання та комп'ютерних обчислень. Похибки та властивості обчислювальних алгоритмів. Аналіз характеристик об'єкта моделювання, постановка задачі, концептуальна модель, класифікація змінних, розробка структури математичної моделі та її параметрична ідентифікація, оцінка адекватності моделі.

Лекція 2. Методика аналітичного статичного моделювання. Ідентифікація параметрів та оптимізація статичних моделей

Постановка задачі моделювання. Основні етапи побудови моделі. Проведення експерименту, типи експериментів. Аналіз статистичних даних. Розрахунок кореляційної матриці, побудова гістограм. Застосування методу найменших квадратів для лінійної моделі. Оцінки якості моделей. Побудова нелінійних статичних моделей. Каскадний регресійний аналіз.

Лекція 3. Основи теорії ігор

Основні визначення теорії ігор. Постановка задачі прийняття рішень в умовах конфлікту. Класифікація ігор. Матрична гра двох осіб з нульовою сумою, її розв'язок у чистих стратегіях. Поняття матричної гри в змішаних стратегіях. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Ігри з природою.

Лекція 4. Методика моделювання нестационарних систем з зосередженими параметрами. Ідентифікація динамічних моделей

Постановка задачі моделювання. Концептуальна модель. Формалізація моделі у вигляді задачі Коші або крайової задачі. Метод Рунге-Кутти для задачі Коші з одного рівняння та для систем рівнянь. Автоматичний вибір кроку при розв'язку задачі Коші. Постановка задачі параметричної ідентифікації. Критерії похибки. Метод двох моделей. Чисельні методи ідентифікації.

## **6. Самостійна робота студента**

Розділ 1. Теорія комп'ютерного моделювання

Особливості комп'ютерного виконання арифметичних операцій

Моделювання та системний аналіз

Визначення та властивості систем.

Класифікація систем.

Види ресурсів у системах.

Основи системного підходу.

Види оцінок похибки моделювання

Розділ 2. Моделювання стаціонарних систем

Статистична обробка експериментальних даних

Поняття регресії

Узагальнена постановка задачі управління стаціонарними системами. Класифікація задач оптимального управління та характеристика методів розв'язку.

Багатокритеріальна оптимізація.

Застосування пакету Microsoft Excel «Пошук рішень» для розв'язку задач математичного програмування.

Домінування стратегій гравців

Методи вирішення матричної гри в змішаних стратегіях

Комп'ютерна модель розрахунку значень функцій на основі ступеневих рядів

Комп'ютерне моделювання псевдовипадкових числових послідовностей з заданими характеристиками

Розділ 3. Моделювання нестационарних систем

Дискретні динамічні моделі

Постановка задачі Коші для звичайного диференційного рівняння та для їх систем.

Особливості чисельного розв'язання задачі Коші.

Простий явний метод Ейлера для одного рівняння та для систем рівнянь.

Геометрична інтерпретація методу Ейлера

Геометрична інтерпретація методу Рунге-Кутти.

Зведення задачі Коші для диференційного рівняння високого порядку до задачі Коші для системи диференційних рівнянь першого порядку.

Багатокрокові методи. Методи Адамса-Башфорта.

Метод прогнозу та корекції Адамса 4-го порядку точності.

Порівняльний аналіз методів розв'язку задачі Коші.

Методи контролю точності розв'язання задачі Коші багатокроковими методами.

Методи ідентифікації другого порядку

Постановка крайової задачі. Метод стрільби. Різницева схема.

Метод Галеркіна.

Постановка крайової задачі для рівнянь у частинних похідних. Класифікація моделей у вигляді рівнянь у частинних похідних другого порядку. Рівняння параболічного, еліптичного та гіперболічного типу. Метод сіток.

Стійкість методів розв'язку рівнянь у частинних похідних.

Постановка задачі управління нестационарними системами. Принцип оптимальності Беллмана. Алгоритм розв'язку задачі динамічного програмування.

Застосування динамічного програмування в економічних задачах.

Інструментальні засоби комп'ютерного моделювання

Системи автоматизованого проектування.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороби, форс-мажорних обставин).

В разі пропуску занять з поважних причин викладач надає можливість студенту виконати усі або деякі завдання лабораторних занять (винятком є виконання деяких завдань у зв'язку із закінченням навчального процесу).

В разі пропуску занять без поважних причин, а також через порушення граничного терміну виконання завдання (deadline) студент може отримати зменшену кількість балів від максимальної оцінки за відповідне завдання.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають лабораторні роботи у відповідні терміни,
- пишуть модульну контрольну роботу,
- повинні позитивно закрити дві атестації,
- по закінченні навчального процесу складають залік.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

#### *Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання*

Максимальна кількість балів з кредитного модуля дорівнює 100.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист лабораторних робіт,
- модульну контрольну роботу (МКР) тривалістю 1 акад. година.

#### **Виконання лабораторних робіт**

Завдання лабораторної роботи являє собою індивідуальне виконання робіт, що пов'язані з моделюванням та рішенням на ЕОМ заданої задачі комп'ютерного моделювання.

Вагові бали завдань наведено у таблиці.

<i>Види завдань</i>	<i>Внесок до семестрового рейтингу балів</i>
Завдання №1. Статистичне моделювання	15
Завдання №2. Моделювання та прийняття рішень в умовах конфлікту	15
Завдання №3. Комп'ютерне моделювання нестационарних процесів	15
Завдання №4. Параметрична ідентифікація моделей	15

Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює 60 балів.

### **Критерії оцінювання**

***Підготовка до роботи (у відсотках від максимальної кількості балів за відповідну роботу):***

- протокол відповідає вимогам, охайний – 20 %;
- протокол відповідає вимогам, але є чисельні виправлення – 10 %;

***Виконання завдання:***

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 50 %;
- робота виконана пізніше зазначеного терміну – 20 %;

***Якість захисту роботи:***

- студент вірно і повністю відповів на запитання – 30 %;
- студент при відповіді допустив несуттєві неточності – 20 %;
- студент при відповіді на запитання допустив суттєві неточності, але самостійно виправив їх – 10 %.

### **2. Модульний контроль**

Ваговий бал – 40. Контрольна робота складається з 20 тестових завдань. За кожну вірну відповідь на запитання надається 2 бали.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали (RD)	Традиційна оцінка
	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD ≤ 60	Незадовільно
RD < 40 або не виконані інші умови допуску до заліку	Не допущений

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професор, д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 10.05.23)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.05.23)