

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань *12 "Інформаційні технології"*
Спеціальність *126 "Інформаційні системи та технології"*
Освітній рівень *перший (бакалаврський)*
Освітня програма *Інформаційні системи та технології*

Статус дисципліни *обов'язкова*
Мова викладання, навчання та оцінювання *українська*

Завідувач кафедри
інформатики та комп'ютерної техніки

Сергій УДОВЕНКО

Харків
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри інформатики та комп'ютерної техніки
Протокол №1 від 26 серпня 2022 р.

Розробники:

Тютюник О. О., к.т.н., доц., доц. кафедри інформатики та комп'ютерної техніки

Задачин В. М., к.ф.-м.н., доц. кафедри інформаційних систем

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Сучасний розвиток науки і обчислювальної техніки характеризується все більш зростаючим рівнем використання комп'ютерних моделей як для дослідження поведінки явищ і процесів, що оточують людину, так і для розв'язання практичних задач, пов'язаних з управлінням та прогнозуванням. Методи комп'ютерного моделювання широко застосовуються в усіх сферах людської діяльності – від конструювання моделей технічних, технологічних та організаційних систем до вирішення проблем розвитку людства та всесвіту. Вивчення дисципліни "Моделювання систем та методи оптимізацій" передбачає набуття теоретичних знань та опанування практичними навичками стосовно основних підходів і принципів побудови моделей. Дисципліна спрямована на формування у студентів загальних основ застосування загальновідомих методологій та сучасних технологій моделювання складних систем; оволодіння практичними навичками роботи в середовищі спеціалізованих пакетів моделювання.

Метою викладання даної навчальної дисципліни є формування знань і навичок стосовно основних підходів і принципів побудови моделей та надбання навичок їх застосування для розв'язання задач моделювання систем та методів їх оптимізації. При цьому велика увага приділяється практичній роботі студентів на персональних комп'ютерах із застосуванням математичних пакетів.

Об'єктом вивчення дисципліни є різні (соціально-економічні, технічні, фізичні та ін.) системи (явища, процеси, об'єкти), з якими пов'язана людська діяльність.

Предметом вивчення дисципліни є загальновідомі методології і сучасні технології моделювання складних систем та методи їх оптимізації.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять: лекційних та лабораторних. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	екзамен

Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Вища математика, Теорія ймовірностей та математична статистика	Основи проектування інформаційних систем

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності. КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область. КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.	ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації

КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності. КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів. КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій
КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм на мовах високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій
КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів	ПР 4. Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях
КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 5. Аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійної діяльності
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності	ПР 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій
КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів. КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 8. Застосовувати правила оформлення проектних матеріалів інформаційних систем та технологій, знати склад та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів для запровадження у професійної діяльності
КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експеримента-	ПР 9. Здійснювати системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ-інфраструктури, прово-

льних даних і отриманих рішень	дити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури
КС13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміння оцінювати економічну ефективність їх впровадження
КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область. КС 16. Здатність створювати та використовувати моделі штучних нейронних мереж для розв'язання прикладних задач обробки даних	ПР 13. Застосовувати нейромережеву обробку даних для розв'язання задач прогнозування, кластеризації та класифікації, здійснювати інтерпретацію результатів роботи побудованої моделі, виконувати аналіз якості, вдосконалювати модель

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Чисельні методи та методи оптимізації

Тема 1. Вступ до моделювання систем. Сутність чисельних методів. Загальні поняття.

Предмет дисципліни, її зміст та задачі. Сутність чисельних методів, їх загальні поняття. Характеристики чисельних методів. Похибка рішення.

Тема 2. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.

Постановка задачі. Прямі та ітераційні методи, їх відмінність. Прямі методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод Гауса з вибором головного елемента. Ітераційні методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь. Метод простої ітерації, умови його збіжності. Метод дихотомії.

Тема 3. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коші.

Постановка задач наближення функцій, їх відмінність. Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів для апроксимації функцій. Інтерполяція функцій. Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн-інтерполяція. Формули чисельного диференціювання функцій. Формула трапецій. Формула Сімпсона. Постановка задачі Коші для диференціального рівняння n-го порядку та системи диференціальних рівнянь.

Тема 4. Чисельні методи знаходження екстремуму функцій однієї змінної. Методи безумовної оптимізації. Методи нелінійного та лінійного програмування. Динамічне програмування.

Загальна постановка задачі оптимізації. Поняття цільової функції та допустимої множини. Класифікація задач оптимізації. Математичне програмування. Безумовна та умовна оптимізація. Лінійне та нелінійне програмування. Постановка задачі знаходження екстремуму функцій однієї змінної. Чисельні методи знаходження екстремуму функції однієї змінної: метод дихотомії, метод золотого січення. Постановка задачі безумовної оптимізації. Необхідні умови мінімуму 1-го і 2-го порядків функції кількох змінних. Загальна схема чисельних методів рішення задачі безумовної оптимізації. Градієнтні методи. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій. Метод модифікованої функції Лагранжа. Чисельні методи лінійного програмування. Симплекс-метод. Постановка задачі динамічного програмування.

Змістовий модуль 2. Моделювання систем

Тема 5. Моделювання: основні поняття, основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей.

Поняття системи. Поняття моделі. Поняття моделювання. Види моделей та їх класифікація за різними критеріями. Вимоги до моделей. Основні види моделювання (аналітичне, імітаційне, статистичне), їх характеристики та відношення між собою. Формальні

методи побудови моделей: кібернетичний підхід, системна динаміка, теоретично-множинний підхід.

Тема 6. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.

Постановка задачі ідентифікації, основні етапи її рішення та їх взаємозв'язок. Поняття адекватності, чутливості та несуперечливості моделі, формальні способи їх перевірки. Основні принципи побудови моделей: інформаційної достатності, доцільності, здійсненності, множинності моделей, агрегації, параметризації, застосування методології ітераційного багаторівневого моделювання. Технологія моделювання: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики.

Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів. Моделі розрахункових процесів та управління. Динамічні моделі, P, Q, F, A- схеми.

Поняття імовірнісного моделювання. Метод Монте-Карло. Генератори псевдовипадкових чисел. Моделювання випадкових процесів. Загальний вид математичної моделі системи. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми), неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми).

Тема 8. Побудова моделі прогнозу. Нейромережеві моделі.

Поняття «прогнозування», принципи та методи прогнозування, коефіцієнт кореляції, регресійна модель прогнозу. Поняття «нейромережа», моделі нейромереж. Побудова нейромережевої моделі.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Методи навчання та викладання

Дисципліна «Моделювання систем та методи оптимізацій» використовує такі методи навчання та викладання:

В темах 1-8: проблемні лекції та лабораторні роботи.

У разі здобуття освіти за дистанційною формою або за використання дистанційних технологій навчання – лекційні та лабораторні заняття проводяться в режимі он-лайн систем відео-конференц зв'язку: ZOOM та GoogleMeet.

В темах 1-8 застосовуються такі методи навчання як проблемні лекції, дискусії, робота в малих групах.

Порядок оцінювання результатів навчання

ХНЕУ ім. С. Кузнеця використовує накопичувальну (100-бальну) систему оцінювання.

Оцінювання здійснюється за такими видами контролю:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять та контрольних робіт і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати доступ до екзамену – 35 балів);

підсумковий/семестровий контроль здійснюється у формі екзамену. Екзамен виставляється як загальна сума балів, набраних за результатами поточного, модульного контролю та при складанні іспиту.

Поточний контроль включає оцінювання студентів під час:

Лабораторних занять – захист кожної лабораторної роботи оцінюється у 10 балів. Оцінка за лабораторну роботу отримується студентом за наявності звіту з лабораторної роботи, виконаних завдань лабораторної роботи, розгорнутої відповіді на запитання та виконання контрольних прикладів. Максимальна кількість балів 40.

Модульний контроль проводиться з урахуванням поточного контролю за відповідний змістовий модуль у вигляді контрольної роботи.

Контрольні роботи виконуються на комп'ютері з застосуванням системи дистанційного навчання. Контрольна робота містить два або три практичні завдання (задачі) та оцінюється у 10 балів. Оцінка за контрольну роботу знижується при відсутності виконаного завдання, припущення помилок у розроблених вимогах та діаграмах, неповного виконання завдання. Максимальна кількість балів 20.

Екзамен виконується на комп'ютері з застосуванням системи дистанційного навчання. Екзамен містить чотири практичні завдання (задачі) та кожне завдання оцінюється у 10 балів. Оцінка за екзамен знижується при відсутності виконаного завдання, припущення помилок у розрахунках, неповного виконання завдання. Максимальна кількість балів 40.

Студента слід вважати атестованим, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується як сума балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою та балів отриманих на екзамені. Сумарний результат у балах за семестр заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 1. Вступ до моделювання систем. Сутність чисельних методів. Загальні поняття		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 1. Вступ у систему R		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю		
Тема 2	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 2. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь	Лабораторні роботи (захист)	10
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю		

Т е м а 3	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 3. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коши		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим і систем нелінійних рівнянь		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
Т е м а 4	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 4. Чисельні методи знаходження екстремуму функцій однієї змінної. Методи безумовної оптимізації. Методи нелінійного та лінійного програмування. Динамічне програмування		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 4. Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація та інтерполяція функцій. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	Лабораторні роботи (захист)	10
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Підготовка до контрольної роботи	Контрольна робота 1	10
Т е м а 5	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 5. Моделювання: основні поняття, основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 5. Чисельні методи розв'язання задач одновимірної оптимізації та задач безумовної оптимізації. Чисельні методи розв'язання задач нелінійного програмування		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю		

Т е м а 6	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 6. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 6. Розв'язання задач лінійного програмування	Лабораторні роботи (захист)	10
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю		
Т е м а 7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів. Моделі розрахункових процесів та управління. Динамічні моделі, P, Q, F, A- схеми		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 7. Обробка й аналіз даних експерименту. Підбір параметрів розподілу		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
Т е м а 8	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 8. Побудова моделі прогнозу. Нейромережеві моделі		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 8. Ідентифікація параметрів моделей прогнозу методом найменших квадратів. Побудова багатофакторної регресійної моделі. Нейромережеве моделювання	Лабораторні роботи (захист)	10
	<i>Самостійна робота</i>			
		Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю. Підготовка до контрольної роботи	Контрольна робота 2
			Екзамен	40

Рекомендована література

Основна

1. Великодний С. С. Моделювання систем: конспект лекцій. – Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2018. – 186 с.
2. Теорія систем та системний аналіз: курс лекцій / В.В. Тютюник, О.О. Писклакова. – Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2020. – 104 с.

3. Моделювання систем та методи оптимізацій [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня / уклад. В. М. Задачин. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 218 с.

4. Обод І.І. Математичне моделювання систем: навчальний посібник. / За редакцією І.І. Обода – Харків : НТУ «ХПІ», Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.

5. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: Навчальний посібник. / Л.О. Волонтир, Н.А. Потапова, І.М. Ушкаленко, І.А. Чіков, Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця : ВНАУ, 2020. – 404 с.

6. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Частина 1 : навчальний посібник / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.

7. Дослідження операцій : конспект лекцій / О.В. Шибаніна, В.П. Клочан, І.В. Клочан та ін. – Миколаїв : МНАУ, 2021. – 150 с.

Додаткова

8. Моделювання процесів і систем / Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. : О.В. Савчук, О.М. Моргаль – Електронні текстові дані (1 файл: 6,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 220 с.

9. Методи оптимізації в економіці: методичні рекомендації та завдання для практичних занять і самостійної роботи здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» для спеціальностей 073 «Менеджмент» та 281 «Публічне управління та адміністрування» денної та заочної форм навчання / О. В. Шибаніна, В. П. Клочан, І. В. Клочан та ін. – Миколаїв : МНАУ, 2020. – 92 с.

10. Tiutiunyk V., Tiutiunyk O., Teslenko O., Brynza N. Peculiar properties of creating a system of support to make anti-crisis decisions by experts of the situational center at the cyber protection object. International Scientific And Practical Conference “Information Security And Information Technologies”: Conference Proceedings. Kharkiv – Odesa : Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 2021. – pp. 53-62.

11. Левкін Д.А. Прикладні моделі та методи оптимізації систем / Д.А. Левкін. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, 2020, С.99-103.

Інформаційні ресурси

12. Моделювання систем та методи оптимізації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/enrol/index.php?id=9010>

13. Вступ до R [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://r-intro.kleban.page/>

14. Online R Compiler [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mycompiler.io/new/r>