



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії
та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Міжнародного
гуманітарного університету
Д.ю.н., професор

Костянтин ГРОМОВЕНКО

«29» *серпня* 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
Спеціальність	<u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>
Назва освітньої програми	<u>Інженерія програмного забезпечення</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>

Одеса – 2025 рік

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук.

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 року.

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук Розенвассер Денис Михайлович	+380674852109	denysrozenvasser@gmail.com

Завідувачка кафедри комп'ютерних наук,

к.т.н., доцент

 Ірина СОЛОВСЬКА

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

 Олександр РУСУ

Узгоджено

Начальник навчального відділу

 Лілія САЄНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 3, загальна кількість годин – 90	Галузь – 12 Інформаційні технології Спеціальність – 121 Інженерія програмного забезпечення	Денна форма	Заочна форма
		Обов'язкова	
		Рік підготовки:	
		3	
		Семестр:	
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)	5	
		Лекційні заняття:	
		26	8
		Практичні заняття:	
		12	4
		Лабораторні роботи	
		0	0
		Самостійна робота	
		52	78
		Вид контролю:	
		залік	

Дисципліна «Моделювання систем» спрямована на формування у здобувачів розуміння принципів побудови та використання математичних і комп'ютерних моделей під час дослідження, проєктування та аналізу складних систем і процесів. У межах дисципліни розглядаються основні підходи до математичного та комп'ютерного моделювання, методи побудови моделей систем, принципи їх дослідження та аналізу результатів моделювання. Значна увага приділяється застосуванню математичних методів моделювання, зокрема задач лінійного та нелінійного програмування, використанню матричних методів, чисельних методів та методів оптимізації. Також розглядаються підходи до моделювання динамічних систем, інформаційних систем і мереж. Для виконання практичних завдань використовуються програмні засоби комп'ютерного моделювання, зокрема відкрите програмне забезпечення GNU Octave та Scilab.

Результатом вивчення дисципліни є формування у здобувачів здатності створювати та досліджувати математичні й комп'ютерні моделі систем і процесів, аналізувати результати моделювання, обирати обчислювальні методи розв'язання прикладних задач та застосовувати методи оптимізації для дослідження характеристик і параметрів складних систем.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти системного розуміння методології та технології моделювання, оволодінні теоретичними основами побудови математичних і комп'ютерних моделей, а також розвитку здатності застосовувати методи моделювання під час дослідження, проєктування та аналізу інформаційних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є опанування навчальних дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика» та «Теорія імовірностей та математична статистика», що забезпечують математичну підготовку для побудови та аналізу

математичних моделей систем і процесів, використання методів оптимізації та проведення обчислювальних експериментів.

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, уміння та навички, отримані здобувачами після вивчення цієї дисципліни, використовуються під час опанування навчальних дисциплін «Системний аналіз» та «Програмування інфокомунікаційних сервісів та систем», виконання кваліфікаційної роботи, а також у подальшій професійній діяльності, пов'язаній з дослідженням, проектуванням та оптимізацією інформаційних систем і мереж.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

K14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

K15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

K16. Здатність формувати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами.

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

Результати навчання

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР11. Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПР12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.

ПР14. Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набути такі компетентності.

Знання:

- методології та технології моделювання систем і процесів у наукових та інженерних дослідженнях;
- методів і засобів проєктування та аналізу інформаційних систем і сервісів інформаційних технологій;
- алгоритмів моделювання для дослідження характеристик і стану складних систем.

Уміння:

- створювати та досліджувати математичні і програмні моделі обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;
- вибирати та перетворювати математичні моделі явищ, процесів і систем для їх ефективної програмної реалізації;
- аналізувати та обирати обчислювальні методи розв'язання задач проєктування інформаційних систем за різними критеріями;
- оцінювати точність та адекватність результатів моделювання.

Навички:

- побудови математичних і комп'ютерних моделей систем та процесів;
- використання програмних засобів моделювання, аналізу та візуалізації результатів;
- проведення обчислювальних експериментів та інтерпретації результатів моделювання;
- застосування методів оптимізації для дослідження та вдосконалення функціонування систем.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Наука моделювання.

Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та задачі. Основні види моделювання. Задача лінійного програмування. Симплекс-метод. Задачі нелінійного програмування. Арифметичні операції та математичні функції над числами. Матриці та вектори. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, знаходження границь, похідних тощо.

Тема 2. Комп'ютерне моделювання.

Класифікація задач математичного програмування. Функції. Введення і виведення в діалоговому режимі. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел. Графіки. Двовимірні і тривимірні графіки. Символьне розв'язання диференціальних рівнянь. Чисельне інтегрування. Застосування програмних засобів комп'ютерного моделювання, аналізу та візуалізації результатів.

Тема 3. Моделювання систем та мереж.

Принципи побудови моделей. Технологія моделювання. Логіко-арифметичне моделювання. Створення моделі. Виконання розрахунків. Моделювання прикладних систем. Моделювання динамічних систем. Моделювання програмних та інфокомунікаційних систем та мереж.

Тема 4. Оптимізація систем та мереж.

Поняття оптимізації. Базові визначення для завдань оптимізації. Способи завдання цільової функції. Використання методів оптимізації в системах та мережах телекомунікацій. Розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування. Оптимізація параметрів функціонування систем та мереж телекомунікацій.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.		Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Наука моделювання	20	6	2	0	12	20	2	0	0	18
Тема 2. Комп'ютерне моделювання	20	6	2	0	12	20	2	0	0	18
Тема 3. Моделювання систем та мереж	24	6	4	0	14	24	2	2	0	20
Тема 4. Оптимізація систем та мереж	26	8	4	0	14	26	2	2	0	22
Загалом	90	26	12	0	52	90	8	4	0	78
Підсумковий контроль – залік										

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Наука моделювання. Арифметичні операції та математичні функції над числами. Матриці та вектори. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, знаходження границь, похідних тощо.	2	0
Тема 2. Комп'ютерне моделювання. Функції. Введення і виведення в діалоговому режимі. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел. Графіки. Двовимірна і тривимірна графіка. Символьне розв'язання диференціальних рівнянь. Чисельне інтегрування.	2	0
Тема 3. Моделювання систем та мереж. Логіко-арифметичне моделювання. Створення моделі. Виконання розрахунків. Моделювання прикладних систем. Моделювання систем та мереж телекомунікацій.	4	2

Тема 4. Оптимізація систем та мереж. Поняття оптимізації. Розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування. Оптимізація систем та мереж телекомунікацій.	4	2
Загалом	12	4

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Консультації з викладачем впродовж семестру.
4. Ознайомлення з додатковою літературою відповідно до зазначених у програмі тем.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка індивідуальних завдань у вигляді презентацій або рефератів.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Наука моделювання. Моделювання об'єктів, процесів і явищ. Задачі математичного моделювання. Моделювання організаційно-технічних систем. 1. Опишіть основні етапи математичного моделювання об'єкта або процесу (від постановки задачі до верифікації моделі). 2. Наведіть приклади моделювання фізичних, біологічних та соціально-економічних явищ. 3. Поясніть відмінності між фізичними, математичними та імітаційними моделями. 4. Які задачі математичного моделювання найчастіше виникають в інформаційних технологіях? 5. Опишіть особливості моделювання організаційно-технічних систем (наприклад, інформаційна система підприємства). 6. Наведіть приклади успішного застосування математичного моделювання в ІТ-галузі.	12	18
Тема 2. Комп'ютерне моделювання. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел. 1. Поясніть роботу операторів керування: if, switch, for, while, break, continue. Наведіть приклади помилок. 2. Опишіть функції генерації псевдовипадкових чисел (rand, randn, random.seed) та їх застосування в моделюванні. 3. Як забезпечити відтворюваність результатів при використанні випадкових чисел? 4. Наведіть приклади використання псевдовипадкових послідовностей для імітаційного моделювання.	12	18
Тема 3. Моделювання систем та мереж. Моделювання випадкових процесів та розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей. 1. Опишіть методи моделювання випадкових процесів. 2. Як побудувати прогнозну модель на основі статистичних даних? 3. Наведіть приклади задач статистичної обробки даних у телекомунікаційних системах. 4. Поясніть використання методу Монте-Карло для моделювання випадкових	14	20

процесів у мережах. 5. Опишіть моделювання черг у телекомунікаційних мережах.		
Тема 4. Оптимізація систем та мереж. Дослідження операцій в організаційно-технічних системах різного призначення та визначення їх оптимальних розв'язків. 1. Поясніть основні методи дослідження операцій: лінійне, нелінійне, динамічне програмування. 2. Наведіть приклади застосування оптимізації в організаційно-технічних системах. 3. Як визначити оптимальне рішення в багатокритеріальній задачі? 4. Опишіть задачі оптимізації телекомунікаційних мереж. 5. Які методи використовуються для стохастичної оптимізації в умовах невизначеності? 6. Наведіть приклад задачі оптимізації пропускну здатності мережі з обмеженнями на затримку.	14	22
Загалом	52	78

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної роботи здобувача тощо.	100%
Підсумковий контроль – залік	

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування; наукова доповідь, реферат, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, виконання практичних завдань, залік
--	--

Питання для підсумкового контролю

1. Поняття моделі та моделювання. Роль моделювання у дослідженні та проєктуванні систем.
2. Класифікація моделей та основні види моделювання.
3. Етапи процесу моделювання систем.
4. Принципи побудови математичних моделей систем.
5. Основні вимоги до моделей складних систем.
6. Поняття математичної моделі та її структура.
7. Поняття комп'ютерного моделювання та його призначення.
8. Основні задачі та етапи комп'ютерного моделювання.
9. Класифікація задач математичного програмування.
10. Задача лінійного програмування та її математична постановка.
11. Основні властивості задач лінійного програмування.
12. Симплекс-метод та принцип його роботи.
13. Поняття задач нелінійного програмування.
14. Методи розв'язання задач нелінійного програмування.
15. Арифметичні операції та математичні функції у задачах моделювання.
16. Матриці та вектори у математичному моделюванні систем.
17. Методи розв'язування систем лінійних рівнянь у задачах моделювання.
18. Використання похідних та границь у математичному моделюванні.

19. Чисельні методи розв'язування рівнянь у задачах моделювання.
20. Чисельні методи інтегрування у задачах моделювання.
21. Символьні методи розв'язування диференціальних рівнянь.
22. Основні принципи побудови моделей систем.
23. Технологія моделювання складних систем.
24. Логіко-арифметичне моделювання систем.
25. Моделювання прикладних систем та сфери його застосування.
26. Моделювання динамічних систем.
27. Моделювання програмних систем та інформаційних процесів.
28. Моделювання інфокомунікаційних систем та мереж.
29. Обчислювальний експеримент та аналіз результатів моделювання.
30. Використання генераторів псевдовипадкових чисел у моделюванні.
31. Побудова та аналіз графіків результатів моделювання.
32. Використання двовимірної та тривимірної графіки у моделюванні.
33. Програмні засоби комп'ютерного моделювання систем.
34. Використання GNU Octave та Scilab для моделювання систем.
35. Поняття оптимізації у задачах моделювання систем.
36. Постановка задач оптимізації та цільова функція.
37. Однокритеріальні та багатокритеріальні задачі оптимізації.
38. Цілочисельне та стохастичне програмування у задачах оптимізації.
39. Методи оптимізації параметрів функціонування систем.
40. Застосування методів моделювання та оптимізації для дослідження систем і мереж.

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	20
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю залік (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

– за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

– за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

– за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

Критерії оцінювання поточного контролю

– «2» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

– «3» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

– «4» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

– «5» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, демонструє вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання у практичній площині.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– «Відмінно»/«зараховано» (А) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (B)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (C)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала за ECTS	Національна шкала	
		Екзамен	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Томашевський В. М. Моделювання систем: підручник. Київ: Видавнича група BHV, 2015. 352 с.
2. Awad M., Khanna R. Efficient Learning Machines: Theories, Concepts, and Applications for Engineers and System Designers. Cham: Springer, 2015. 263 p.

3. Desfray P., Raymond G. Modeling Enterprise Architecture with TOGAF: A Practical Guide Using UML and BPMN. Waltham: Morgan Kaufmann, 2014. 285 p.
4. Ptolemaeus C. System Design, Modeling, and Simulation Using Ptolemy. Mountain View: Ptolemy.org, 2014. 690 p.
5. Fouss F., Saeuens M., Shimbo M. Algorithms and Models for Network Data and Link Analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 547 p.
6. Кветний Р. Н., та ін. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
7. Кветний Р. Н., та ін. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
8. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 399 с.
9. Хусаїнов Д. Я., Харченко І. І., Шатирко А. В. Введення в моделювання динамічних систем: навч. посіб. Київ: КНУ, 2010. 132 с.
10. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. 244 с.
11. Розенвассер Д. М., Соловська І. М. Моделювання систем: методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів. Одеса: Міжнародний гуманітарний університет, 2025. 16 с.

Допоміжна

12. Baudin M. Programming in Scilab. Paris: DIGITEO, 2011. 155 p.
13. Bellomo N., De Angelis E., Delitala M. Lecture Notes on Mathematical Modelling: From Applied Sciences to Complex Systems. Roma: SIMAI, 2010. 171 p.
14. Eaton J. W., та ін. GNU Octave Documentation. 5th ed. Boston: Free Software Foundation, 2020. 1094 p.
15. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Моделювання систем: конспект лекцій. Харків: ХНЕУ, 2010. 268 с.
16. Павлов В. А., Носовець О. К. Методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів з навчальної дисципліни «Моделювання систем». Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. 61 с.

Інформаційні ресурси

17. GNU Octave. Scientific Programming Language. URL: <https://octave.org/>
18. Scilab Tutorials. URL: <https://www.scilab.org/tutorials>
19. Scicos: Block Diagram Modeler/Simulator. URL: <https://www.rocq.inria.fr/scicos/downloads.html>
20. Simulink for System Modeling and Simulation. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/system-design-simulation.html>