

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютерних наук

Розенвассер Д.М., Соловська І.М.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи здобувачів,
які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
в галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Одеса - 2025 рік

Затверджено Вченою Радою Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № __ від _____ 2025 р.)

Розенвассер Д.М., Соловська І.М.

Моделювання систем: Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів, які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 12 «Інформаційні технології» [Електронне видання] / Розенвассер Д.М., Соловська І.М. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. – 18 с.

Методичні рекомендації з курсу «Моделювання систем» призначено для самостійної роботи здобувачів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем в галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до навчального плану освітньо-професійної програми «Інженерія програмного забезпечення» зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Матеріали призначено для здобувачів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету.

Дисципліна «Моделювання систем» формує у здобувачів необхідний обсяг теоретичних і практичних знань про системне моделювання та галузь його застосування в системному інжинірингу, методи концептуального проектування та функціональний аналіз технічної системи, формує знання з архітектурного моделювання системи та її синтезу.

При вивченні дисципліни особливу увагу приділено теоретичному та експериментальному дослідженню, розробці та використанню математичних моделей систем і процесів, математичних методів, а також отриманню знань,

основних понять, положень та особливостей математичного моделювання, засвоєння теоретичних знань і формуванню практичних навичок з основ моделювання систем та мереж.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія»

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин – 120	Галузь – 12 «Інформаційні технології» Спеціальність – 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія»	Обов'язкова
		Рік підготовки:
		3-й
		Семестр
		6-й
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)	Лекції
		26/8 год.
		Практичні, семінарські
		26/8 год.
		Лабораторні
		-
		Самостійна робота та індивідуальні завдання
		68/104 год.
		Вид контролю:
		екзамен

Сьогоднішні стратегії майбутнього орієнтуються перш за все на нові технології, а саме на розвиток і цифровізацію методів та інструментів системного проектування складних об'єктів. Нові технології системного моделювання, проектування та управління стають все більш актуальними і затребуваними на ринку праці. Предметом дисципліни є аналіз, теоретичне та експериментальне дослідження, розробка та використання математичних моделей систем і процесів,

математичних методів, а також надання знань, основних понять, положень та особливостей математичного моделювання, засвоєння теоретичних знань і формування практичних навичок з основ моделювання систем та мереж. На курсі розглядаються методи системного моделювання та їх застосування в системному інжинірингу; методи концептуального проектування; функціональний аналіз технічної системи; архітектурне моделювання технічної системи; синтез технічної системи. Для виконання завдань курсу здобувачі мають змогу використовувати сучасне відкрите програмне забезпечення GNU Octave та Scilab.

Метою дисципліни є придбання здобувачами знань теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, та інших об'єктів професійної діяльності.

Передумовами для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні навчальних дисциплін «Вища математика», «Теорія інформації та кодування», «Комп'ютерні мережі». Знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при вивченні наступних дисциплін бакалаврської підготовки та при написанні випускної кваліфікаційної роботи. У рамках опанування дисципліни «Моделювання систем» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем).

Знання, уміння та навички, набуті під час вивчення дисципліни, використовуються при подальшому вивченні дисциплін бакалаврської підготовки, практики та написанні кваліфікаційної роботи.

2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

Знати:

- методологію та технологію моделювання у процесі дослідження;
- методи та засоби проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій в процесі професійної діяльності;
- алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних систем.

Вміти:

- створювати та досліджувати математичні та 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 програмно-апаратної реалізації;
- аналізувати та вибирати обчислювальні методи розв'язання задач проектування інформаційних систем за різними критеріями;
- оцінювати точність одержаних результатів.

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 та тривимірні графіки. Символьне розв'язання диференціальних рівнянь. Чисельне інтегрування.

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 систем та мереж телекомунікацій.

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 систем та мереж телекомунікацій.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Наука моделювання	30	6	6	-	18	30	2	2	-	26
Тема 2. Комп'ютерне моделювання	30	6	8	-	16	30	2	2	-	26
Тема 3. Моделювання систем та мереж	30	8	6	-	16	30	2	2	-	26
Тема 4. Оптимізація систем та мереж	30	6	6	-	18	30	2	2	-	26
Всього	120	26	26	-	68	120	8	8	-	104
Підсумковий контроль – екзамен										

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. Наука моделювання.

Арифметичні операції та математичні функції над числами. Матриці та вектори. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, знаходження границь, похідних тощо.

1. Виконайте арифметичні операції над матрицями та векторами
2. Розв'яжіть систему лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гаусса та за допомогою вбудованих функцій
3. Обчисліть похідну функції
4. Знайдіть границю функції
5. Виконайте символічне розв'язання квадратного рівняння

Тема 2. Комп'ютерне моделювання.

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.

1. Напишіть функцію, яка обчислює факторіал числа за допомогою рекурсії та циклу for/while
2. Реалізуйте діалоговий ввід/вивід: користувач вводить коефіцієнти квадратного рівняння, програма виводить корені

3. Згенеруйте 1000 псевдовипадкових чисел з рівномірним розподілом $[0;1]$ та нормальним розподілом (rand, randn). Побудуйте гістограму
4. Побудуйте 3D-графік поверхні
5. Виконайте чисельне інтегрування функції
6. Розв'яжіть диференціальне рівняння символічно чисельно

Тема 3. Моделювання систем та мереж.

Логіко-арифметичне моделювання. Створення моделі. Виконання розрахунків. Моделювання прикладних систем. Моделювання систем та мереж телекомунікацій.

1. Побудуйте логіко-арифметичну модель простої черги
2. Промодельуйте телекомунікаційну мережу з двома вузлами
3. Виконайте моделювання простої комп'ютерної мережі
4. Проведіть розрахунок характеристик телекомунікаційної мережі

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.

1. Розв'яжіть задачу лінійного програмування: максимізувати прибуток при обмеженнях на ресурси
2. Розв'яжіть задачу цілочисельного програмування
3. Побудуйте багатокритеріальну оптимізацію для телекомунікаційної мережі
4. Оптимізуйте розміщення серверів у мережі за критерієм мінімізації середньої затримки
5. Проведіть оптимізацію параметрів мережі з використанням методу Монте-Карло.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Моделювання систем» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.

6. Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИКА ТА ПИТАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

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.

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.

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 процесів у мережах.
5. Опишіть моделювання черг у телекомунікаційних мережах.

Тема 4. Оптимізація систем та мереж.

Дослідження операцій в організаційно-технічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки.

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 пропускної здатності мережі з обмеженнями на затримку.

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання систем» передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання варіантів завдань, проведення консультацій та відпрацювань, підсумковий контроль.	50%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення іспиту.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування, індивідуальне опитування, робота у групах, розв'язання задач і практичних завдань, екзамен
--	---

8. ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Що називається моделлю системи?
2. Які існують класифікації моделей?
3. Які існують способи побудови моделей?
4. Які моделі називають фізичними?
5. Які існують методи моделювання?
6. Що розуміють під терміном аналітичне моделювання?
7. Що розуміють під терміном імітаційне моделювання?
8. Що розуміють під терміном математичне моделювання?
9. Які переваги імітаційного моделювання систем?
10. Сформулюйте постановку задачі моделювання; задачі оптимізації; задачі ідентифікації; задачі управління; задачі прогнозування.
11. У чому полягає системний підхід до побудови моделі?
12. Які основні положення системного підходу?
13. З чого складається концептуальна модель системи?
14. Як створюється концептуальна модель системи?
15. Які критерії застосовуються для визначення відповідності обраного закону розподілу досліджуванним випадковим числам?
16. Опишіть дії, що виконуються дослідником при визначенні закону розподілу випадкової величини.
17. За якої умови задача апроксимації не має розв'язку?
18. Які існують обмеження на вид функціональної залежності, що дослідник висуває в задачі апроксимації?
19. За яким критерієм визначаються параметри функціональної залежності?
20. Як складається система умовних рівнянь?
21. Як складається система нормальних рівнянь?
22. За якими формулами розраховуються параметри апроксимуючої функціональної залежності?
23. За яким критерієм оцінюється значимість параметрів функціональної залежності?
24. Чим визначається структура експерименту?
25. Які фактори вважаються кількісними і які якісними?
26. Які задачі стратегічного планування експериментів?
27. Опишіть процес побудови ряду повних чи дробових експериментів з метою оптимізації відгуку моделі.
28. Наведіть приклад, коли задача відшукування оптимального значення

відгуку моделі не може бути розв'язана.

29. У чому полягає ідея пошуку оптимального значення?

30. Які дії виконують для пошуку оптимального значення?

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для екзамену)

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10
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.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль екзамен			50
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю екзамен

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

(максимум 50 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 30 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 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 10 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 2;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10- 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 2.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «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 студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент 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, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ІСПИТ

(максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;
- 20 - 30 балів - студент 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.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;
- 0 - 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ (для екзамену)

Рівень знань оцінюється:

– «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, практичних та лабораторних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав лабораторні роботи та завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В – 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, практичних та лабораторних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав лабораторні роботи та завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С – 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 виконаних лабораторних робіт та завдань до самостійної роботи 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 виконаних лабораторних робіт та завдань до самостійної роботи;

– «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, виконав не всі завдання 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 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1.Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський.- К.: Видавнича група BVH, 2015. - 352с.

2. Awad M., Khanna R. Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers. eBook: Springer, 2015. 263 p.
3. Desfray P., Raymond G. Modeling enterprise architecture with TOGAF: A practical guide using UML and BPMN. Waltham: Elsevier, 2014. 285 p.
4. Ptolemaeus C. System design, modeling, and simulation using Ptolemy: 1st ed. Mountain View: Ptolemy, 2014. 690 p.
5. Fouss F., Saerens M., Shimbo M. Algorithms and models for network data and link analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 547 p.
6. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
8. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст]. 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 імені Петра Могили, 2015. 244 с.

Допоміжна

1. Baudin M. Programming in Scilab. eBook: DIGITEO, 2011. 155 p.
2. Bellomo N., De Angelis E., Delitala M. Lecture notes on mathematical modelling from applied sciences to complex systems. Roma: SIMAI, 2010. 171 p.
3. GNU Octave documentation: 5th ed. / J.W. Eaton et al. Boston: Free Software Foundation, Inc., 2020. 1094 p.
4. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Моделювання систем: конспект лекцій. Харків: ХНЕУ, 2010. 268 с.
5. 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

1. GNU Octave. Scientific programming language [Електронний ресурс] // GNU General Public License. 2010. URL: <https://www.gnu.org/software/octave/>. Дата звернення: 08.08.2021
2. Scilab tutorials [Електронний ресурс] // GNU General Public License (GPL) v2.0. 2015. URL: <https://www.scilab.org/tutorials>

3. Scicos: Block diagram modeler/simulator [Электронный ресурс] // INRIA. 2015. URL: <http://www.scicos.org/>

4. Simulink for system modeling and simulation [Электронный ресурс] // The MathWorks, Inc. 2015. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/system-design-simulation.html>

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	3
2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	6
6. САМОСТІЙНА РОБОТА.....	7
7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	9
8. ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ.....	10
9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ.....	13
10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	14

Навчальне видання

Розенвассер Денис Михайлович

Соловська Ірина Миколаївна

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів, які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Українською мовою