



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

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання систем

Галузь знань
Спеціальність
Назва освітньої програми
Рівень вищої освіти

01 Освіта / Педагогіка
014.09 Середня освіта (Інформатика)
Інформатика та програмування
перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук Розенвассер Денис Михайлович	+38067-485-21-09	denysrozenvasser@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

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 студенти мають змогу використовувати сучасне відкрите програмне забезпечення GNU Octave та Scilab.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Мета викладання дисципліни – придбання студентами 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.

ПЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є опанування навчальних дисциплін «Вища математика», «Організація баз даних та знань» та «Алгоритмізація та програмування», 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 «Веб-програмування», «Програмування мікроконтролерів та робототехніка в закладах освіти», «Безпека програм та даних», а також у подальшій професійній діяльності.

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

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

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у галузі освіти, інформатики та інформаційних технологій, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічних та комп'ютерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення, генерувати нові ідеї, виявляти, ставити та вирішувати проблеми

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК7. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності.

ФК9. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

ФК10. Здатність брати участь у проєктуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формального опису) його структури, поведінки та процесів функціонування, розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

ФК16. Здатність застосовувати наукові методи пізнання в освітньому процесі..

Результати навчання

РН10. Використовувати інформаційно-комунікаційні технології в освітньому процесі та для професійного розвитку, створювати й використовувати цифрові освітні ресурси, застосовувати навчально-методичний інструментарій, обладнання навчального й загального призначення для кабінетів (за предметними спеціальностями), мультимедійне обладнання в освітньому процесі.

РН11. Орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, перевіряти її достовірність, оперувати нею у професійній діяльності.

Предметні програмні результати навчання

ПРН4. Будувати інформаційну модель, реалізовувати її засобами цифрових технологій; проводити комп'ютерний експеримент, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати.

ПРН5. Розв'язувати задачі з інформатики різного рівня складності раціональними методами.

ПРН7. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

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. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна / заочна форма навчання)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
3	90	14 / 8	26 / 4	50 / 78	3/3	5/5	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	у тому числі					у тому числі				
	Заг.	Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.	Заг.	Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Наука моделювання. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та задачі. Моделювання як метод наукового пізнання. Етапи наукового дослідження та роль моделей у розв'язуванні наукових і прикладних задач. 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.	20	2	6	0	12	20	2	0	0	18

Питання: сутність моделювання як методу пізнання; класифікація моделей; етапи побудови моделі; постановка та розв'язування задач оптимізації; використання математичного апарату для моделювання; формування навичок прийняття обґрунтованих рішень; застосування наукових методів; побудова інформаційних моделей; розв'язування задач.										
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. Питання: програмні засоби моделювання; алгоритмізація обчислювальних процесів; візуалізація результатів; використання ІКТ у моделюванні; робота з даними та їх аналіз; реалізація моделей засобами програмування; застосування алгоритмів і структур даних.	20	4	6	0	10	20	2	0	0	18
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. Моделювання структури та поведінки програмних систем (UML-діаграми, функціональні та поведінкові моделі). Питання: принципи та етапи моделювання систем; побудова інформаційних моделей; використання UML-діаграм; аналіз і проектування програмних систем; робота з інформаційними моделями даних; проведення комп'ютерних експериментів; розвиток умінь розв'язування складних задач.	24	4	8	0	12	24	2	2	0	20
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. Питання: постановка оптимізаційних задач; методи їх розв'язування; аналіз ефективності рішень; застосування оптимізаційних моделей у практичних задачах; формування здатності приймати обґрунтовані рішення; використання ІКТ для моделювання та оптимізації; критичний аналіз результатів; застосування алгоритмічних методів.	26	4	6	0	16	26	2	2	0	22
Загалом	90	14	26	0	50	90	8	4	0	78
Підсумковий контроль – ЕКЗАМЕН										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Навчально-методичне забезпечення розміщується в системах дистанційної освіти Moodle або Google Classroom. Для спілкування зі здобувачами під час занять, консультацій та підсумкового контролю може використовуватись ПЗ для проведення відеоконференцій Zoom або Google Meet. На лекційних заняттях використовуються інтерактивні дошки Prestigio MultiBoard PSMB068P860. Для виконання практичних завдань використовується відкрите ПЗ GNU Octave та Scilab.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів щодо вивчення дисципліни «Моделювання систем» включаються наступні тематики завдання.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

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. 7. Моделювання як метод наукового пізнання. Етапи наукового дослідження та роль моделей у розв'язуванні наукових і прикладних задач.	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. 5. Аналіз, перевірка та інтерпретація результатів комп'ютерного моделювання. Критична оцінка достовірності отриманих	10	18

даних.		
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. 6. Моделювання структури та поведінки програмних систем (UML-діаграми, функціональні та поведінкові моделі). 7. Методи постановки задач моделювання: формалізація проблеми, вибір параметрів та критеріїв ефективності моделі, раціональні підходи до розв'язання задач. 8. Моделювання та використання цифрових двійників (Digital Twin) для аналізу та оптимізації функціонування телекомунікаційних систем і мереж.	12	20
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 пропускної здатності мережі з обмеженнями на затримку. 7. Прийняття рішень на основі результатів моделювання. Аналіз альтернативних варіантів і вибір оптимального рішення.	16	22
Загалом	50	78

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання	
	Для екзамену	Для заліку
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача тощо.	50%	100%
підсумковий контроль	50%	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферати, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, практичних завдань, екзамен
--	---

**8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У
МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**
(поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат оцінювання)

ЕКЗАМЕН

<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** (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;

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

- 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 вноситься на самостійне вивчення, для переводу 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 переводу 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

«Відмінно» / «Зараховано» (A) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, на підсумковому контролі демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (B) – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу на підсумковому контролі, 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, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляв активність і творчість у науково-дослідній роботі.

«Добре» / «Зараховано» (C) – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу на підсумковому контролі, 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 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, на підсумковому контролі володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність виконаних завдань до самостійної роботи.

«Задовільно» / «Зараховано» (E) – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, на підсумковому контролі 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 матеріалом.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		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
1-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України “Про освіту” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.18 року), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом МГУ від 03.05.2024 р., № 708а.

Відповідно до ст.42 Закону України “Про освіту” академічна доброчесність - це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;

надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. 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., Saerens 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.
12. V. Pedyash, A. Mazur, D. Rozenvasser Evaluation of quality parameters of an intensity-modulated optical transmission system // Springer, Odesa, Ukraine, 2021, Pages 21-37.
13. Denys Rozenvasser and Kateryna Shulakova Estimation of the Starlink Global Satellite System Capacity//Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11, Issue 1, pp. 55-59. – 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89296-7_12
14. Педяш, В., Мазур, Г., & Розенвассер, Д. (2023). Визначення довжини ділянки 3R регенерації ВОСП з поляризаційним мультиплексуванням. Measuring and computing devices in technological processes, (4), 177–182. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-76-24>
15. Rusu, O., Rozenvasser, D., Vakarchuk, A. (2025). Determination the Conversion Power of the Most Popular Switching Converters for Computer Systems. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kapiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied Innovations in Information and Communication Technology. ICAIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. pp. 231-245. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89296-7_12
16. Yona, L., Pedyash, V., Rozenvasser, D., Mazur, A., Bairamova, Y. (2025). Estimation of the Repeater Span Length of OTH Transmission System with QAM Modulation. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kapiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied In-novations in Information and Communication Technology. ICAIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. pp. 431-443. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89296-7_22

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