



ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Спеціальність

Е6 Інформаційні системи і технології

Освітньо-професійна
програма

Інформаційні системи та технології

Освітньо-
професійний ступінь

фаховий молодший бакалавр

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Статус навчальної дисципліни	вибіркова
Шифр навчальної дисципліни (за ОПП)	ВК 1
Мова викладання	українська
Семестр(и)	3
Обсяг дисципліни (у кредитах ЄКТС і годинах)	3 кредити ЄКТС / 90 годин
Передумови вивчення дисципліни:	ОК 7. Вища математика ОК 9. Інформатика ОК 10. Дискретна математика ОК 11. Основи програмування (Python)
Анотація навчальної дисципліни:	Дисципліна «Комп'ютерне моделювання» спрямована на формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок використання сучасних методів та засобів комп'ютерного моделювання детермінованих, стохастичних та імітаційних процесів. У межах курсу студенти опановують чисельні методи розв'язання прикладних задач, метод Монте-Карло, інструменти моделювання у середовищі Python (NumPy, SciPy, SimPy) та засоби візуалізації результатів (Matplotlib, Plotly).
Мета і завдання навчальної дисципліни:	<i>Мета:</i> формування у студентів цілісного уявлення про комп'ютерне моделювання як універсальний інструмент дослідження систем і процесів та практичних навичок побудови, аналізу й валідації комп'ютерних моделей з використанням сучасних програмних засобів. <i>Завдання:</i> ознайомлення з основами теорії моделювання, класифікацією моделей та етапами їх побудови; вивчення чисельних методів (апроксимація, СЛАР, інтегрування, диференціювання); опанування методів моделювання стохастичних процесів та методу Монте-Карло; формування навичок імітаційного моделювання та використання SimPy; практичне застосування NumPy/SciPy для наукових обчислень; вивчення засобів візуалізації результатів моделювання у Python.
Мета орієнтована на формування у студентів таких компетентностей	ЗК5. Знання та розуміння предметної області і професійної діяльності. ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. СК1. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення. СК3. Здатність застосовувати фундаментальні та міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань у галузі інформаційних систем та технологій. СК8. Здатність використовувати математичні моделі і методи для

	аналізу, синтезу, узагальнення й оптимізації інформаційних систем та технологій. СК10. Здатність брати участь у проєктуванні, розробці, налагодженні та удосконаленні компонентів інформаційних систем. СК12. Здатність проводити обчислювальні експерименти, оцінювати результати обробки та аналізу експериментальних даних і отриманих рішень.
Результати навчання	РН1. Аналізувати отримане завдання та розробляти алгоритм його вирішення з використанням сучасних інформаційних систем та технологій. РН3. Знаходити аналогії та застосовувати знання, вміння та навички з суміжних дисциплін для формування та розв'язання професійних задач у галузі інформаційних систем та технологій. РН5. Обирати доцільний спосіб вирішення завдань, налаштовувати та користуватися відповідними інструментальними засобами. РН8. Застосовувати базові математичні поняття, методи об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання в галузі інформаційних систем та технологій. РН12. Виконувати обчислювальні експерименти, аналізувати та порівнювати їх результати, обирати на їх основі оптимальні рішення поставлених завдань.

2 ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма організації освітнього процесу	Кількість кредитів	Загальна кількість годин	Семестр вивчення	Обсяги за видами навчальних занять			Самостійна робота (год)	Вид індивідуального завдання	Форма підсумкового контролю (іспит/залік)
				Лекції (год)	Практичні, семінарські (год)	Лабораторні (год)			
Денна форма навчання	3	90	3	14	28		48	Презентації, ситуаційні, аналітичні завдання	залік
Заочна форма навчання	3	90	3	4	2		84	Контрольна робота	залік

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

Тема 1. Поняття моделі та моделювання. Класифікація моделей.

Сутність моделі. Види моделей: математичні, фізичні, інформаційні. Класифікація: детерміновані, стохастичні, статичні, динамічні, дискретні, неперервні. Місце моделювання в наукових дослідженнях та інженерній практиці. Принципи побудови моделей: адекватність, точність, простота.

Тема 2. Етапи побудови математичних моделей.

Постановка задачі моделювання. Збір даних. Формалізація моделі. Програмна реалізація. Валідація та верифікація. Аналіз чутливості моделі. Документування результатів.

Тема 3. Чисельні методи: основи та задачі апроксимації.

Похибки обчислень: абсолютна, відносна. Інтерполяція: Лагранжа, Ньютона. Сплайн-інтерполяція. Апроксимація функцій методом найменших квадратів. Регресійний аналіз.

Тема 4. Чисельне розв'язання нелінійних рівнянь та СЛАР.

Метод бісекції, простої ітерації, Ньютона для нелінійних рівнянь. СЛАР: метод Гаусса, метод Гаусса-Жордана, ітераційні методи (Якобі, Гаусса-Зейделя). Норми векторів і матриць. Зумовленість системи.

Тема 5. Чисельне інтегрування та диференціювання.

Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Метод Гаусса. Чисельне диференціювання. Метод Рунге-Кутта для звичайних диференціальних рівнянь.

Змістовий модуль 2. ПРИКЛАДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У PYTHON

Тема 6. Моделювання детермінованих процесів.

Моделі систем масового обслуговування. Лінійне програмування. Транспортна задача. Задача комівояжера. Динамічне програмування. Використання SciPy.optimize.

Тема 7. Моделювання стохастичних процесів. Метод Монте-Карло.

Генерація випадкових чисел: рівномірний розподіл, нормальний, експоненційний. Метод Монте-Карло для обчислення інтегралів та оцінки ймовірностей. Моделювання у NumPy.random.

Тема 8. Імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання як інструмент аналізу складних систем. Дискретно-подієве моделювання. Бібліотека SimPy: основні концепції (Environment, Process, Resource). Приклади: моделювання черги, виробничої лінії, мережі.

Тема 9. Моделювання у Python: NumPy, SciPy.

NumPy: робота з масивами, broadcasting, лінійна алгебра. SciPy: модулі optimize, integrate, interpolate, stats. Pandas для обробки даних. Інтеграція з Jupyter Notebook.

Тема 10. Візуалізація результатів моделювання.

Matplotlib: базові графіки, налаштування. Seaborn для статистичної візуалізації. Plotly для інтерактивних графіків. Принципи ефективною візуалізації даних. Створення дашбордів.

3.2 Тематика лекцій

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Поняття моделі та моделювання. Класифікація моделей	1	
2	Етапи побудови математичних моделей	1	1
3	Чисельні методи: основи та задачі апроксимації	1	
4	Чисельне розв'язання нелінійних рівнянь та СЛАР	2	1
5	Чисельне інтегрування та диференціювання	2	
6	Моделювання детермінованих процесів	2	
7	Моделювання стохастичних процесів. Метод Монте-Карло	1	1
8	Імітаційне моделювання	2	1
9	Моделювання у Python: NumPy, SciPy	1	
10	Візуалізація результатів моделювання	1	
Усього годин		14	4

3.3 Тематика практичних занять

№ з/п	Назва теми заняття	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Поняття моделі та моделювання. Класифікація моделей	2	
2	Етапи побудови математичних моделей	2	
3	Чисельні методи: основи та задачі апроксимації	4	
4	Чисельне розв'язання нелінійних рівнянь та СЛАР	2	
5	Чисельне інтегрування та диференціювання	4	
6	Моделювання детермінованих процесів	2	1
7	Моделювання стохастичних процесів. Метод Монте-Карло	4	1
8	Імітаційне моделювання	4	
9	Моделювання у Python: NumPy, SciPy	2	
10	Візуалізація результатів моделювання	2	
Усього годин		28	2

3.4 Самостійна робота студента (СРС)

№ з/п	Тема СРС	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	1. Поняття моделі та моделювання. Класифікація моделей	4	8
2	Етапи побудови математичних моделей	5	8
3	Чисельні методи: основи та задачі апроксимації	5	9
4	Чисельне розв'язання нелінійних рівнянь та СЛАР	5	9
5	Чисельне інтегрування та диференціювання	4	8
6	Моделювання детермінованих процесів	5	9
7	Моделювання стохастичних процесів. Метод Монте-Карло	5	8
8	Імітаційне моделювання	5	9
9	Моделювання у Python: NumPy, SciPy	5	8
10	Візуалізація результатів моделювання	5	8

3.5 Індивідуальні завдання

3.5.1 Індивідуальні завдання для студентів денної форми навчання:

1. Тематика доповідей та презентацій:

- 1) Життєвий цикл команди.
- 2) Інформаційні технології в команді.
- 3) Командний стиль керівництва.
- 4) Проблемні люди в команді.
- 5) Що роблять лідери, щоб люди йшли за ними?
- 6) Якості ефективного члена команди.
- 7) Стратегії створення довіри в команді.
- 8) Етапи створення команди.
- 9) Мистецтво створення команди.
- 10) Формування спільного бачення в команді.
- 11) Команда мрії.
- 12) Практичні кроки персонального росту.
- 13) Ефективні навички спілкування.
- 14) Якості лідера.
- 15) Функції команди.
- 16) Мотивація команди.
- 17) Формування організаційної культури в організації.
- 18) Структура організаційної культури.
- 19) Проблеми соціально-психологічної адаптації команди.
- 20) Характеристика групових процесів.
- 21) Типи груп в організації.
- 22) Ефект групи.
- 23) Міфи про команди.
- 24) «Ядовита» атмосфера в команді.
- 25) Організація спільної роботи в команді.

2. Ситуаційні завдання:

1. Ситуаційне завдання: Роль лідера в маркетинговій команді

Опишіть ситуацію, коли в маркетинговому агентстві виник конфлікт між креативним відділом і аналітиками щодо концепції рекламної кампанії.

Завдання:

- Запропонуйте дії лідера команди для вирішення конфлікту.
- Обґрунтуйте свій вибір стилю лідерства.
- Визначте, які soft skills допоможуть підтримати продуктивність команди.

2. Аналітичне завдання: Побудова ефективної маркетингової команди

Складіть структуру команди для запуску нового продукту (наприклад, еко-бренд напоїв).

Завдання:

- Визначте ключові ролі та функції (маркетолог, аналітик, дизайнер, SMM-спеціаліст тощо).
- Опишіть, які якості мають бути в кожного члена команди.
- Розробіть короткий план адаптації нових працівників у команду.

3. Кейс: Дистанційна маркетингова команда

Компанія перейшла на віддалений формат. Через місяць продуктивність команди знизилася.

Завдання:

- Запропонуйте заходи з мотивації та підтримки командної взаємодії в онлайн-середовищі.
- Обґрунтуйте інструменти командного менеджменту, які доцільно використати (наприклад, Scrum, Trello, регулярні Zoom-стендапи).

4. Креативне завдання: Командна цінність у бренд-комунікації

Уявіть, що ви працюєте в команді, яка розробляє маркетингову кампанію для бренду, що просуває цінності співпраці та довіри.

Завдання:

- Розробіть слоган кампанії та опишіть її ключове повідомлення.
- Поясніть, як принципи командної роботи можуть бути інтегровані в бренд-стратегію.

5. Практичне завдання: Визначення командних ролей (за Белбіним)

Проведіть самодіагностику своєї командної ролі за методикою Мередіта Белбіна.

Завдання:

- Опишіть свою домінуючу роль у команді.
- Наведіть приклади, як ця роль проявляється в групових проєктах.
- Оцініть, із якими типами командних ролей вам працювати найпростіше і найважче.

6. Ситуаційне завдання: Управління конфліктами

У маркетинговій команді один із членів ігнорує дедлайни, що викликає роздратування інших.

Завдання:

- Запропонуйте алгоритм вирішення конфлікту.
- Визначте можливі управлінські помилки у цій ситуації.
- Порекомендуйте превентивні заходи для уникнення подібного в майбутньому.

7. Завдання-дослідження: Мотивація в команді маркетингологів

Проведіть онлайн-опитування серед знайомих студентів або молодих фахівців з маркетингу.

Завдання:

- З'ясуйте, що їх мотивує працювати в команді.
- Побудуйте просту інфографіку або таблицю результатів.
- Проаналізуйте: які мотиватори є найважливішими і як це впливає на командну ефективність.

8. Сценарне завдання: Успішна та провальна команди

Порівняйте два приклади команд (можна реальні або вигадані): одну успішну маркетингову команду, іншу – з низькою ефективністю.

Завдання:

- Охарактеризуйте, які чинники вплинули на успіх або провал.
- Розробіть рекомендації для покращення командної динаміки в обох випадках.

3.5.2 Індивідуальні завдання для студентів заочної форми навчання:

Студенти заочної форми навчання виконують такі види робіт для успішного засвоєння курсу:

- 1) Самостійно опрацьовують конспект з курсу, матеріали базового підручника та основної літератури з навчальної дисципліни.
- 2) Виконують контрольну роботу з курсу.
- 3) Проходять тестування.

Питання до контрольної роботи вибираються по одному з двох десятків за останньою цифрою порядкового номера у списку групи (наприклад, 1, 11).

Завдання для виконання контрольної роботи:

1. Команда як форма ефективної взаємодії між співробітниками компанії.
2. Мотивація команди.
3. Проблемні люди в команді.
4. Формування управлінських команд: рольовий підхід.
5. Формування управлінських команд: типологічний підхід.
6. Технологія створення команди.
7. Моніторинг ефективності команди.
8. Роль команди у формуванні корпоративної культури.
9. Побудова структури ефективної команди.
10. Формування командного духу та корпоративні цінності.
11. Групові процеси в організації.
12. Важкі ситуації в команді.
13. Вплив організаційної культури на роботу команди.
14. Винагорода і визнання в команді.
15. Сучасні підходи до створення команд.
16. Схема формування команд в організації.
17. Роль лідера в створенні команди.
18. Командний консалтинг.
19. Причини розпаду команди.
20. Управління конфліктами в команді.

3.6 Форми поточного, проміжного та підсумкового контролю

Контрольні заходи з перевірки успішності засвоєння навчального матеріалу з дисципліни включають: поточний контроль, виконання ІЗ, проміжний контроль.

Поточний контроль:	– підготовка доповідей з тематики практичних занять; – усне опитування або письмовий експрес-контроль на практичних заняттях; – тестування, в тому числі електронне; – перевірка виконання самостійної роботи та індивідуальних завдань; – презентація і захист підготовлених рефератів.
Проміжний контроль	усне й письмове опитування за матеріалами тем змістових модулів курсу
Підсумковий контроль:	семестровий залік

3.7 Методика навчання

Лекції (проблемні лекції, лекції-демонстрації з використанням мультимедійного обладнання).

Практичні заняття (публічне обговорення питань тем курсу, навчальні дискусії, виконання практичних завдань, що стосуються вирішення проблем).

Самостійне навчання: виконання завдань самостійної роботи (СРС); індивідуальні завдання (ІЗ): контрольна робота.

4 КРИТЕРІЇ ТА ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Кожний вид поточної навчальної роботи студента оцінюються за 5-бальною шкалою.

Критерії оцінювання роботи студентів на практичних заняттях, виконання завдань СРС:

Оцінка	Критерії оцінювання початкових досягнень
5 балів	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки
4 бали	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки
3 бали	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки
2 бали	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань
1 бал	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді
0 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє початковим матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань

Критерії оцінювання виконання ІЗ для дисциплін, вивчення яких завершується заліком:

оцінка	Критерії оцінювання
10 балів	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко

оцінка	Критерії оцінювання
	та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки. Може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань.
8-9 балів	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки. За зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдання.
7 балів	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки. Планує та виконує частину завдання за допомогою викладача.
6 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань. Виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача.
5 балів	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді. Виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача.
< 5 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

Згідно з діючою в коледжі системою комплексної діагностики знань студентів, з метою стимулювання планомірної та систематичної навчальної роботи, оцінка знань студентів здійснюється за 100-бальною системою.

Підсумкова оцінка (залік) виставляється на підставі суми накопичених балів студентом, отриманих у ході поточного контролю, виконання індивідуального завдання.

Схема розподілу балів:

70 балів (поточний контроль)	30 балів (контроль виконання індивідуального завдання)
---------------------------------	---

Мінімальний пороговий рівень з кожного виду контролю:

45 балів (поточний контроль)	15 балів (контроль виконання індивідуального завдання)
---------------------------------	---

Підсумкова семестрова оцінка за 100-бальною шкалою переводиться у національну шкалу відповідно до таблиці:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи)	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C	задовільно	
64-73	D		
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5 ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання» є:

- тести;
- контрольна робота;
- усні, письмові відповіді при проведенні контрольних заходів (рубіжний контроль);
- доповіді і виступи на практичних заняттях;
- усні відповіді під час проведення опитування на заняттях;
- звіти з виконання завдань СРС;
- звіти з виконання практичних завдань;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

6 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ, ПРОГРАМНЕ І МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Електронні ресурси: конспект лекцій, електронна бібліотека навчальної літератури, презентації окремих тем, банк тестів, методичні вказівки до вивчення дисципліни для студентів.

7 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Вислоух С.П., Волошко О.В., Тимчик Г.С., Філіппова М.В. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 228 с. ISBN 978-966-990-028-9. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42195>
2. Барабаш О.В., Свинчук О.В., Мусієнко А.П. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57298>
3. Уривський Л.О., Мошинська А.В., Осипчук С.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/de7cd488-c9a3-433a-b6ce-a5dacff9e9dd/content>
4. Шарадкін Д.М., Субач І.Ю., Микитюк А.В. Інструментальні засоби Python для моделювання та системного аналізу часових рядів: навч. посіб. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 139 с. ISBN 978-966-2577-18-1. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52426>
5. McKinney W. Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd ed. O'Reilly Media, 2022 (online edition updated 2023). ISBN 978-1098104030. URL: <https://wesmckinney.com/book/>
6. NumPy Developers. NumPy v2.4 Manual: User Guide and API Reference. 2025. URL: <https://numpy.org/doc/stable/>
7. Scientific Python Community. Scientific Python Lectures (Release 2025). 2024-2025. URL: <https://lectures.scientific-python.org/>
8. Matplotlib Development Team. Matplotlib documentation (v3.10). 2024-2025. URL: <https://matplotlib.org/stable/index.html>
9. SimPy Team. SimPy 4.1: Discrete Event Simulation for Python — Documentation. 2024-2026. URL: <https://simpy.readthedocs.io/en/latest/>
10. Plotly Technologies. Plotly Python Graphing Library (v6.7). 2024-2026. URL: <https://plotly.com/python/>
11. Real Python. Python Statistics Fundamentals: How to Describe Your Data. 2023 (актуально). URL: <https://realpython.com/python-statistics/>