



Силабус курсу Моделювання систем

Ступінь вищої освіти-бакалавр
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерні науки»

Рік навчання: III, Семестр: I

Кредитів: 5 Мова викладання: українська

Керівник курсу

ППП

к.т.н., доцент Ліп'яніна-Гончаренко Христина Володимирівна

Контактна інформація

xrustya.com@gmail.com, +380968000965

Опис дисципліни

Курс охоплює підходи дискретно-подійного моделювання (СМО/черги), системної динаміки (запаси-потоки, петлі зворотного зв'язку), агентно-орієнтованого моделювання (емерджентна поведінка), а також мережі Петрі, імовірнісне моделювання (Монте-Карло) та планування експериментів (DoE/ANOVA). Робота ведеться в екосистемі Python (SimPy, Ciw, NumPy/SciPy, PySD, Mesa, pm4py/SNAKES, statsmodels). Акцент — побудова коректних концептуальних моделей, верифікація/валідація та прийняття рішень на підставі симуляційних експериментів.

Структура курсу

Години (лек./лаб.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/-	1. Загальні положення та визначення	Вміти розрізняти типи моделей; пояснювати зв'язок «система–модель»; декомпонувати систему; будувати простір станів	Питання
2/4	2. Програмні середовища моделювання	Знати інструментарій DES/SD/ABM; вміти налаштовувати експерименти та візуалізацію	Практична робота
4/4	3. Моделі систем масового обслуговування	Вміти застосовувати моделі черг М/М/1, М/М/с; оцінювати λ , μ , ρ ; перевіряти формулу Літтла	Практична робота
2/2	4. Мережі Петрі	Вміти створювати PN-моделі; перевіряти досяжність/блокування; обчислювати інваріанти	Практична робота
4/4	5. Імовірнісне моделювання	Вміти генерувати випадкові величини; реалізовувати метод оберненої функції; будувати довірчі інтервали	Практична робота
4/4	6. Імітаційне моделювання	Вміти розробляти концептуальні моделі; виконувати верифікацію/валідацію	Практична робота
4/4	7. Планування експериментів з моделями	Вміти формувати факторні плани; виконувати ANOVA; пришвидшувати обчислення	Практична робота
4/4	8. Системна динаміка	Вміти проєктувати моделі «запаси-потоки»; будувати петлі зворотного зв'язку; виконувати сценарний та чутливісний аналіз	Практична робота
4/4	9. Агентне моделювання	Вміти проєктувати агентні моделі; збирати метрики; аналізувати емерджентну поведінку	Практична робота

Літературні джерела

Основні джерела

1. Виклюк Я. І., Камінський Р. М., Пасічник В. В. Моделювання складних систем: Посібник. Львів: Новий Світ-2000, 2020. 404 с.
2. Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: Навч. посібник. Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2022. 202 с.
3. Ніколюк П. К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с.
4. Томашевський В. М. Моделювання систем. – Режим доступу: https://dut.edu.ua/uploads/1_1130_37566297.pdf
5. Бутко М. П., Бутко І. М., Дітковська М. Ю., Мурашко М. І., Олійченко І. М., Оліфіренко Л. Д. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях. Київ: Центр учбової літератури, 2025. 360 с.
6. Інтелектуальне моделювання нелінійних динамічних процесів в керуванні, кібербезпеці, телекомунікаціях: підручник / В. І. Корнієнко, О. Ю. Гусєв, О. В. Герасіна. Дніпро, НТУ «ДП», 2020. 531 с.
7. Grigoryev I. AnyLogic in three days. – Режим доступу: <https://www.anylogic.com/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/>
8. Muller G. System Modeling and Analysis: a Practical Approach. – Режим доступу: <https://www.gaudisite.nl/SystemModelingAndAnalysisBook.pdf>
9. Електронний курс з дисципліни «Моделювання систем» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» на платформі Moodle ЗУНУ / Гладій Г.М. Тернопіль, 2025.
10. Law, A. M. *Simulation Modeling and Analysis* (6th ed., 2024), McGraw-Hill: <https://www.mheducation.com/highered/mhp/product/simulation-modeling-analysis-sixth-edition.html> [mheducation.com](https://www.mheducation.com)
11. Law, A. M. *Simulation Modeling and Analysis* (5th ed. PDF, довідково): <https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/108-Simulation-Modeling-and-Analysis-Averill-M.-Law-Edisi-5-2014.pdf> industri.fatek.unpatti.ac.id
12. Shortle, J. F. та ін. *Fundamentals of Queueing Theory* (5th ed.), Wiley: <https://www.wiley.com/en-us/Fundamentals%2Bof%2BQueueing%2BTheory%2C%2B5th%2BEdition-p-9781118943526> [wiley.com](https://www.wiley.com)
13. Kleinrock, L. *Queueing Systems, Volume I: Theory*, Wiley: <https://www.wiley.com/en-us/Queueing%2BSystems%2C%2BVolume%2BI-p-9780471491101> [wiley.com](https://www.wiley.com)
14. Little, J. D. C. “A Proof for the Queueing Formula: $L = \lambda W$ ” (*Operations Research*, 1961): <https://www.isye.gatech.edu/~spyros/courses/IE7201/Fall-13/Little-OR-paper.pdf> [isye.gatech.edu](https://www.isye.gatech.edu)
15. Sterman, J. D. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*: <https://web.mit.edu/jsterman/www/BusDyn2.html> [Massachusetts Institute of Technology](https://www.mit.edu/jsterman/www/BusDyn2.html)
16. Montgomery, D. C. *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.), Wiley: <https://www.wiley.com/en-us/Design%2Band%2BAnalysis%2Bof%2BExperiments%2C%2B10th%2BEdition-p-9781119492443> [wiley.com](https://www.wiley.com)
17. van der Aalst, W. *Process Mining: Data Science in Action* (2nd ed.), Springer: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-49851-4> [SpringerLink](https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-49851-4)
18. Kroese, D. P., Taimre, T., Botev, Z. *Handbook of Monte Carlo Methods*, Wiley: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118014967> [Wiley Online Library](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118014967)
19. SimPy (дискретно-подійне моделювання): <https://simpy.readthedocs.io/> [SimPy](https://simpy.readthedocs.io/)
20. Приклади SimPy: <https://simpy.readthedocs.io/en/latest/examples/index.html> [SimPy](https://simpy.readthedocs.io/en/latest/examples/index.html)
21. Ciw (мережі черг): <https://ciw.readthedocs.io/> [Ciw](https://ciw.readthedocs.io/)
22. Наукова стаття про Ciw: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17477778.2018.1473909> [Taylor & Francis Online](https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17477778.2018.1473909)

23. Mesa (агентне моделювання): <https://mesa.readthedocs.io/> Python Hosted
24. PySD (системна динаміка з Vensim/XMILE): <https://pysd.readthedocs.io/rdocumentation.org>
25. Vensim Documentation (корисно для діаграм «запаси-потоки»): <https://vensim.com/documentation/> vensim.com
26. PM4Py (process mining та мережі Петрі): <https://pm4py.fit.fraunhofer.de/pysd.readthedocs.io>
27. PM4Py (офіційні tutorіали/інсталяція): <https://processintelligence.solutions/pm4py/processintelligence.solutions>
28. SNAKES (мережі Петрі для Python): <https://snakes.ibisc.univ-evry.fr/snakes.ibisc.univ-evry.fr>
29. NumPy (random/ГВЧ): <https://numpy.org/doc/stable/reference/random/index.html> [wiley.com](https://numpy.org/doc/stable/reference/random/index.html)
30. SciPy.stats (розподіли): <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/stats.html> [GitHub](#)
31. pandas: <https://pandas.pydata.org/docs/> [faculty.ksu.edu.sa](https://pandas.pydata.org/docs/)
32. Matplotlib (pyplot): https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.html [statsmodels.org](https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.html)
33. statsmodels (ANOVA): <https://www.statsmodels.org/stable/anova.html> [statsmodels.org](https://www.statsmodels.org/stable/anova.html)
34. DOE пакети для Python — doepy: <https://doepy.readthedocs.io/en/latest/> ; pyDOE3: <https://pydoe3.readthedocs.io/> [doepy.readthedocs.io.py](https://doepy.readthedocs.io/)
35. Касьяненко В. О., Старченко Л. В. Моделювання та прогнозування економічних процесів. Київ: Університетська книга, 2023. 185 с.
36. Моделювання систем. Практикум / уклад.: К. Х. Зеленський, К. С. Бовсуновська. Київ : КІП ім. Ігоря Сікорського, 2022. 82 с.
37. DeLaurentis D. A., Moolchandani K., Guariniello C. System of Systems Modeling and Analysis. Routledge, 2023. 287 p.
38. Mahdavi A. The Art of Process-Centric Modeling with AnyLogic – Режим доступу: <https://www.anylogic.ru/resources/books/the-art-of-process-centric-modeling-with-anylogic/>
39. The AnyLogic Company. AnyLogic Help [Online]. – Режим доступу: <http://www.anylogic.com/anylogic/help/>
40. Український портал з імітаційного моделювання – Режим доступу: <http://www.simulation.org.ua>
41. Науковий журнал «Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація» – Режим доступу: <http://kmauo.org/>
42. Журнал "Mathematical Modeling and Computing"– Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/uk/mmc>

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Оцінювання

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Машинне навчання» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
----------	----------	----------	----------	----------

10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модуль-ний контроль 1	Поточне оцінювання	Модуль-ний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання і захист лабораторних робіт (3 роботи)	10 тестових завдань (по 10 балів кожне)	Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих за виконання і захист лабораторних робіт (3 роботи)	10 тестових завдань (по 10 балів кожне)	Оцінювання тренінгового завдання	1. Підготовка презентації за заданою тематикою 2. Виконання практично-го завдання	20 тестових завдань по 5 балів кожне.