



ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ



**Силабус курсу «Імітаційне моделювання систем»  
(обов'язкова компонента)**

|                    |                                                                                                                                |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обсяг              | загальна кількість: кредитів – 4; годин – 120; змістовних модулів – 5                                                          |
| Семестр            | весняний                                                                                                                       |
| Дні, Час, Місце    | за розкладом занять                                                                                                            |
| Викладач(і)        | Малахов Євгеній Валерійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем |
| Контактний телефон | (048)7340723                                                                                                                   |
| E-mail             | eugene_malakhov@i.ua                                                                                                           |
| Робоче місце       | кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем                                                                         |
| Консультації       | очні консультації: середа з 14.00-15.00<br>on-line консультації: ZOOM (посилання генерується на початку занять)                |

**КОМУНІКАЦІЯ**

Комунікація зі студентами буде здійснюватися електронною поштою, в аудиторії або через ZOOM.

**АНОТАЦІЯ КУРСУ**

**Предметом** вивчення курсу є теорія черг (масового обслуговування) потоки подій, системи та мережі масового обслуговування, моделі на підставі часового моделювання.

**Пререквізити курсу**

Матеріал курсу ґрунтується на раніше отриманих студентами знаннях, практичних вміннях та навичках з тем та напрямів щодо алгоритмів, теорії ймовірності, теорії скінчених автоматів, високорівневих мов програмування.

**Постреквізити курсу**

Цей курс є основою для засвоєння наступних дисциплін освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія»: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування», дисциплін лінії підготовки «Математичне забезпечення комп'ютерних систем та мереж».

**Метою курсу** є формування:

- системних знань щодо методів та засобів побудови моделей на підставі теорії масового обслуговування, засобів визначення характеристик та дослідження поведінки складних об'єктів, вивчення альтернативних засобів моделювання процесів;
- практичних навичок побудови імітаційних моделей з використанням спеціалізованих мов програмування, зокрема, GPSS.

**Зміст курсу**

Розглядаються класифікація моделей, властивості характеристик моделей, потоки подій (розподіл Пуассона, найпростіший потік, потік Ерланга, гіперекспоненціальний потік), поняття коефіцієнту варіації, мнемоніка Башаріна-Кендала, однорідні системи масового обслуговування (M/M/1, M/M/N, M/M/1/K), параметри та характеристики систем масового обслуговування (стаціонарні ймовірності, кількість заявок в системі, кількість заявок в черзі, рівняння Літла та середній час очікування в черзі), поняття завантаження обслуговуючого приладу, розподіл загального виду та система M/G/1, формули Полачека-Хінчіна, неоднорідні системи масового обслуговування (СМО M/G/1 з безпріоритетною дисципліною

обслуговування (ДО), з ДО з відносними, абсолютними та змішаними пріоритетами), застосування моделі на підставі СМО M/G/1 (системи обробки даних та управляючі системи без обмеження на час обробки заявок, з відносними та абсолютними обмеженнями), розімкнені мережі масового обслуговування (РММО), параметри та характеристики РММО, теорема Джексона, замкнені мережі масового обслуговування (ЗММО), алгоритм Б'юзена, перетворення мереж, агрегування, хвильовий алгоритм моделювання на підставі зважених орієнтованих графів мереж (часове моделювання).

### **ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ**

У результаті вивчення курсу студент повинен

**знати:** методи та засоби побудови моделей різних видів, засоби визначення характеристик складних об'єктів, засоби дослідження поведінки складних об'єктів, методи математичного моделювання, методи теорії масового обслуговування, методи часового моделювання.

**вміти:** будувати аналітичні та імітаційні моделі систем та процесів у різних галузях застосування, розраховувати моделі та їхні характеристики, випрацьовувати рекомендації щодо вдосконалення систем, використовувати спеціалізовані мови моделювання (програмування), зокрема, GPSS.

**Компетентності**, які отримує студент у результаті вивчення курсу:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність приймати обґрунтовані рішення.
- здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.
- здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.
- здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів;
- здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.
- здатність використовувати методи аналізу, ідентифікації й синтезу комп'ютерних систем та мереж, кіберфізичних систем, IT-інфраструктур.
- здатність застосовувати математичний апарат для аналізу, дослідження, проектування, синтезу, програмного та алгоритмічного забезпечення комп'ютерних систем, мереж, та їх складових.
- здатність досліджувати, проектувати та моделювати елементи кіберфізичних систем з використанням сучасних науково-технічних методів.

**Результати навчання:** по завершенню курсу студент матиме навички

- застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.
- знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.
- будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.
- аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.
- вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.
- планувати і виконувати наукові дослідження в сфері комп'ютерної інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.
- застосовувати сучасні науково-технічні методи досліджування, проектування та моделювання елементів кіберфізичних систем.

### **ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Курс буде викладений у формі лекцій (20 год.) та лабораторних занять (20 год.), організації самостійної роботи студентів (80 год.).

Основна підготовка студентів здійснюється на лекційних та лабораторних заняттях.

Під час викладання курсу використовуються такі **методи навчання**: *словесні* (лекція, пояснення); *наочні* (презентація Power Point); *практичні* (лабораторні роботи); *робота з літературними джерелами* (самостійна робота студентів).

## **ВІДПОВІДНІСТЬ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ**

Курс безпосередньо підтримує сталий розвиток через підготовку фахівців, які зможуть оптимізувати системи різного рівня складності — від локальних виробничих процесів до глобальних інфраструктурних проєктів. Він особливо корисний для досягнення цілей, пов'язаних з інноваціями, ефективним використанням ресурсів і розвитком міст

*Якісна освіта (ЦСР 4), а саме: 4.4. Збільшення кількості молоді з відповідними навичками для гідної праці та підприємництва.* Курс надає магістрам поглиблені знання з моделювання складних систем, що підвищує їхню кваліфікацію та відповідає завданню забезпечення якісної освіти в галузі ІТ, вивчення теорії черг та імітаційного моделювання готує фахівців для роботи з сучасними проблемами оптимізації та аналізу даних.

*Гідна праця та економічне зростання (ЦСР 8), а саме: 8.2. Підтримка інновацій та підвищення економічної продуктивності через сучасні ІТ-технології.* Навички імітаційного моделювання дозволяють оптимізувати бізнес-процеси, логістичні ланцюги та виробничі системи, що підвищує ефективність економіки. Випускники можуть працювати в галузях, де потрібне моделювання складних систем (наприклад, фінанси, охорона здоров'я, транспорт), сприяючи створенню високотехнологічних робочих місць.

*Інновації та інфраструктура (ЦСР 9), а саме: 9.4. До 2030 року модернізувати інфраструктуру і переобладнати промислові підприємства ...; 9.5 Активізувати наукові дослідження, нарощувати технологічний потенціал промислових секторів ...* Імітаційне моделювання є ключовим інструментом для проєктування та оптимізації інфраструктури (транспортні мережі, енергетичні системи, SMART-міста) – воно дозволяє тестувати інноваційні рішення в віртуальному середовищі, зменшуючи витрати та ризики при впровадженні.

*Сталі міста та громади (ЦСР 11), а саме: 11.2. До 2030 року забезпечити всім можливість користуватися безпечними, недорогими, доступними та екологічно стійкими транспортними системами на основі підвищення безпеки дорожнього руху ...; 11.3 До 2030 року розширити масштаби відкритої для всіх і екологічно стійкої урбанізації та можливості для комплексного і сталого планування населених пунктів та управління ними ...; 11.а Підтримувати позитивні економічні, соціальні та екологічні зв'язки між міськими, приміськими і сільськими районами ...* Теорія черг і імітаційне моделювання використовуються для оптимізації міської інфраструктури (наприклад, громадський транспорт, світлофори, енергопостачання), що допомагає зменшити затори, енергоспоживання та покращити якість життя в містах.

*Відповідальне споживання та виробництво (ЦСР 12), а саме: 12.5 До 2030 року суттєво зменшити обсяг відходів через вживання заходів щодо запобігання їх утворенню, їх скорочення, переробки та повторного використання; 12.а Надавати розвитковим країнам допомогу в нарощуванні їх науково-технічного потенціалу для переходу до більш раціональних моделей споживання і виробництва.* Моделювання дозволяє аналізувати та оптимізувати використання ресурсів (наприклад, зменшення відходів у виробництві, ефективне планування логістики), знаходити способи зменшення енерговитрат та інших ресурсів.