



**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-  
ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інформаційних технологій**  
**Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем**

**СИЛАБУС (SYLLABUS)**

**Дисципліна «Імітаційне моделювання / Simulation modeling»**

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Викладач	Краскевич Валерій Євгенович
Науковий ступінь	Доктор технічних наук
Вчене звання	Професор
Посада	Професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем
Адреса кафедри	м.Київ, вул. Кіото 19, каб. Б-507, Б-526
E-mail	compdep@knute.edu.ua
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій на сайті кафедри

**ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ**

<https://knute.edu.ua/file/NjY4NQ==/bf27ad9293fa2bb6f9b2c3031d4b6e4a.pdf>

**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 не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

**Порушенням академічної доброчесності вважається:**

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

**За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до академічної відповідальності:**

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньо-професійної програми;
- відрахування з Університету;
- позбавлення наданих університетом пільг;
- відмова у присудженні відповідного ступеня вищої освіти;

## ПОЛІТИКА ЩОДО ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ

- відвідування занять є обов'язковим;
- Студент, який пропустив практичне заняття, самостійно вивчає матеріал (при виникненні питань може звертатися за консультацією згідно розкладу консультацій викладачів оприлюдненого на сайті кафедри) за наведеними джерелами, виконує завдання і здає його викладачу.
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та ін.) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни.

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Назва дисципліни / тип дисципліни</b>	Імітаційне моделювання / обов'язкова
<b>Навчальний рік</b>	2022-2023
<b>Факультет</b>	Факультет інформаційних технологій
<b>Курс</b>	3
<b>Семестр</b>	6
<b>Освітній ступінь</b>	Бакалавр
<b>Галузь знань</b>	12 «Інформаційні технології»
<b>Спеціальність</b>	122 «Комп'ютерні науки»
<b>Загальна характеристика</b>	Кількість годин –180 Кількість кредитів – 6 <b>Види занять:</b> лекції, практичні, самостійна робота, написання курсової роботи <b>Співвідношення аудиторних годин і годин самостійної роботи -</b> 78/102 <b>Мова викладання</b> – українська <b>Форма викладання</b> – очна
<b>Підсумковий контроль</b>	Екзамен
<b>Програмне забезпечення</b>	Microsoft Word, Microsoft Excel, Any Logic, Erwin
<b>Обладнання</b>	Проектор, комп'ютерна техніка із встановленим програмним забезпеченням та доступом до мережі Інтернет.
<b>Необхідні попередні дисципліни</b>	Оптимізаційні методи і моделі», «Дискретна математика», «Комп'ютерні технології обробки та візуалізації даних», «Теорія систем і системний аналіз».
<b>Методика вивчення</b>	Методика вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань теоретичного і практично-прикладного характеру під час лекцій, лабораторних занять, самостійної роботи та вивчення першоджерел і навчально-методичної літератури.
<b>Мета і завдання</b>	<b>Метою</b> дисципліни «Імітаційне моделювання» є засвоєння методологій та технологій моделювання (в першу чергу комп'ютерного) при дослідженні, проектуванні та експлуатації систем обробки інформації та управління. <b>Завданнями</b> вивчення дисципліни є розвиток у студентів системного мислення, вміння формалізувати задачі міжнародної торгівлі та будувати імітаційні моделі логістичних операцій.
<b>Місце дисципліни в освітньо-професійній програмі</b>	
<b>Загальні компетентності</b>	ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

	<p>ЗК 6 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК 8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК 11 Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p>
<b>Фахові компетентності (результати навчання)</b>	<p>СК 3 Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.</p> <p>СК 4 Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.</p> <p>СК 5 Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.</p> <p>СК 7 Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.</p> <p>СК 15 Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>ПР 3 Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.</p> <p>ПР 7 Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного</p> <p>ПР 8 Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.</p> <p>ПР 15 Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.</p>

## **ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Тема 1. Сучасний стан проблеми моделювання**

Поняття моделювання. Моделювання як метод наукового пізнання. Методологічна основа моделювання. Загальні принципи моделювання. Використання моделювання при проектуванні складних систем. Особливості використання моделей. Вибір методу моделювання. Деталізація моделей. Принципи системного підходу в моделюванні. Види моделювання систем. Теорія подібності. Дослідження моделей. Результати моделювання.

## **Тема 2. Математичні схеми моделювання**

Основні підходи до побудови математичних моделей систем. Математичні схеми. Формальна модель об'єкту. Вхідні впливи. Впливи зовнішнього середовища. Внутрішні параметри системи. Незалежні змінні. Вихідна траєкторія. Закон функціонування системи. Статична модель. Динамічна модель. Типові математичні схеми. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми). Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми). Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми). Неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми). Комбіновані моделі (A-схеми).

## **Тема 3. Формалізація та алгоритмізація процесів функціонування систем**

Алгоритмізація моделей систем. Етапи моделювання системи. Принцип  $\Delta t$ . Принципи побудови моделюючих алгоритмів. Форми подання моделюючих алгоритмів. Узагальнена схема моделюючого алгоритму. Детальна схема моделюючого алгоритму. Логічна схема моделюючого алгоритму. Символи та схеми моделюючих алгоритмів. Схеми алгоритмів, програм, даних та систем. Отримання та інтерпретація результатів моделювання. Визначення моделі та приклад системи з дискретними подіями. Алгоритм фіксації та обробки результатів моделювання системи. Класичний підхід до синтезу моделі. Синтетичний підхід до синтезу моделей.

## **Тема 4. Статистичні методи в моделюванні**

Статистичне моделювання. Моделювання випадкових величин і процесів. Експериментальний аналіз випадкових величин. Елементарні статистичні процедури. Методи точкового та інтервального оцінювання основних характеристик випадкових величин. Імітація випадкових величин. Формування можливих значень випадкових величин за заданим законом розподілу. Загальні поняття теорії масового обслуговування. Моделювання систем масового обслуговування. Аналіз моделювання систем масового обслуговування.

## **Тема 5. Методика вибору та оптимізації параметрів систем, що моделюються**

Основні положення класичного регресійного аналізу і методу найменших квадратів. Правила вибору контрольованих параметрів. Планування експерименту. Повний факторний експеримент. Етапи повного факторного експерименту. Матриця планування експерименту. Принципи складання матриці повного факторного експерименту. Повний факторний експеримент з паралельними дослідами. Дробовий факторний експеримент. Принципи складання матриці дробового факторного експерименту.

## **Тема 6. Імітаційне моделювання складних систем**

Визначення і приклад імітаційної моделі систем з дискретними подіями. Системний аналіз в імітаційному моделюванні. GPSS (General Purpose Simulation system) – загально цільові системи моделювання. Визначення функцій в GPSS. Організація роботи в GPSS/PC. Програмний комплекс Any Logic. Графічний редактор AnyLogic. Основні складові моделей Any Logic. Агентне моделювання. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Процесно-орієнтоване моделювання. Метод системної динаміки. Проблеми розробки імітаційних моделей. Етапи імітаційного моделювання.

## **Тема 7. Алгоритми.**

Модель «затрати-випуск». Спрощена трисекторна модель «затрати – выпуск». Матриця структурних коефіцієнтів трисекторної моделі. Аналіз продуктивності моделі «затрати – выпуск». Застосування закритих моделей в міжнародній торгівлі. Моделі В. Леонтьєва в операціях міжнародної торгівлі. Теорема про заміщення. Лінійна модель обміну (модель міжнародної торгівлі). Імітаційне моделювання міжнародної торгівлі в середовищі Any Logic. Оптимізаційний експеримент в середовищі Any Logic. Обробка і аналіз даних експерименту.

## **Тема 8. Динамічні моделі економіки**

Ефективність. Ефективність та оптимальність в динамічних моделях. Принципи оптимальності. Збалансований зріст. Ефективний зріст. Теорема про магістралі. Приклад магістралі. Типи ефективних траєкторій. Імітація випадкових подій методом Монте-Карло. Статистичні моделі економіки. Динамічні моделі економіки. Модель зростання фон Неймана. Оптимізація кінцевих запасів.

### Тема 9. Машинні економічні моделі

Моделі торгівлі. Імітаційні моделі управління запасами. Модель фірми. Павутиноподібні моделі фірми. Фінансова модель. Модель конкурентної галузі. Модель дуополії. Модель олігополії. Імітаційне моделювання фірми. Макроекономічні моделі.

### Тема 10. Прикладні аспекти імітаційного моделювання у міжнародній торгівлі

Аналіз бізнес-процесів міжнародної торгівлі. SCOR-модель. Імітаційне моделювання бізнес процесів міжнародної торгівлі з метою їх оптимізації та реінжинірингу. Моделі логістичних процесів міжнародної торгівлі. Моделювання міжнародної логістичної системи за допомогою програмного продукту AnyLogic. Світовий досвід аналізу бізнес процесів у міжнародній торгівлі. Методики аналізу бізнес процесів. Концепції спрощення процедур торгівлі. Розробка імітаційних моделей на прикладі управління запасами в ланцюгах поставок міжнародної торгівлі. Модель лінійного ланцюга поставок з стохастичним попитом. Модель з кількома роздрібними точками. Розширена модель ланцюга поставок. Побудова системно-динамічної моделі за допомогою програмного продукту AnyLogic. Побудова моделі ринку в поєднанні з ланцюгами поставок, логістикою та моделями виробництва.

### Перелік навчальних робіт студентів та оцінки їх у балах з дисципліни «Імітаційне моделювання»

Види робіт	К-сть балів
Лабораторне заняття №1. Тема «Використання моделювання при проектуванні складних систем»	2
Лабораторне заняття №2. Тема «Особливості використання моделей»	2
Лабораторне заняття №3. Тема «Вибір методу моделювання»	2
Лабораторне заняття №4. Тема «Впливи зовнішнього середовища»	2
Лабораторне заняття №5. Тема «Внутрішні параметри системи»	2
Лабораторне заняття №6. Тема «Незалежні змінні»	2
Лабораторне заняття №7. Тема «Принципи побудови моделюючих алгоритмів»	2
Лабораторне заняття №8. Тема «Символи та схеми моделюючих алгоритмів»	2
Лабораторне заняття №9. Тема «Схеми алгоритмів, програм, даних та систем»	2
Лабораторне заняття №10. Тема «Елементарні статистичні процедури»	2
Лабораторне заняття №11. Тема «Формування можливих значень випадкових величин за заданим законом розподілу»	2
Лабораторне заняття №12. Тема «Моделювання систем масового обслуговування»	2
Лабораторне заняття №13. Тема «Планування експерименту»	2
Лабораторне заняття №14. Тема «Матриця планування експерименту»	2
Лабораторне заняття №15. Тема «Програмний комплекс Any Logic»	2
Лабораторне заняття №16. Тема «Графічний редактор AnyLogic»	2
Лабораторне заняття №17. Тема «Застосування закритих моделей в міжнародній торгівлі»	2
Лабораторне заняття №18. Тема «Моделі В»	2
Лабораторне заняття №19. Тема «Імітаційне моделювання міжнародної торгівлі в середовищі Any Logic»	2
Лабораторне заняття №20. Тема «Теорема про магістралі»	2

Лабораторне заняття №21. Тема «Імітація випадкових подій методом Монте-Карло»	4
Лабораторне заняття №22. Тема «Імітаційні моделі управління запасами»	4
Лабораторне заняття №23. Тема «Імітаційне моделювання фірми»	4
Лабораторне заняття №24. Тема «Моделі логістичних процесів міжнародної торгівлі»	4
Лабораторне заняття №25. Тема «Моделювання міжнародної логістичної системи за допомогою програмного продукту AnyLogic»	4
Модульний контроль	30
Виконання індивідуального завдання (СР)	20
<b>Разом: Аудиторна робота</b>	<b>70</b>
<b>Всього:</b>	<b>100</b>

### **КОНТРОЛЬ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ**

При вивченні дисципліни використовуються наступні форми контролю знань студентів: поточний; модульний; підсумковий.

**Поточний контроль** передбачає перевірку теоретичних питань, самостійної роботи, практичних робіт та усне опитування по кожній практичній роботі. По даному виду контролю оцінювання знань здійснюється у відповідності до бального розподілу наведеного в попередній таблиці.

**Модульний контроль** передбачає виконання модульної контрольної роботи. Всі завдання оцінюються в 20 балів. Перше завдання (теоретичне) – 4 бали, друге завдання (практичне) – 8 балів, третє завдання (практичне) – 8 балів.

**Формою підсумкового контролю** є екзамен. Екзаменаційна оцінка (100 балів) є результатом виконання двох теоретичних питань (2 x 20 балів = 40 балів) та практичного завдання (60 балів).

**Результуюча оцінка з дисципліни** визначається як середня від балів набраних протягом семестру та отриманих на іспиті.

### **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

#### **Основний:**

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський.- К .: Видавнича група ВНУ, 2015. - 352с.
2. Кравець І.О. Імітаційне моделювання: Навч. Посібник / І.О. Кравець. - ЧДУ ім. Петра Могили, 2010.- 107 с.