

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

**Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої
освіти**

сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. п. 11 від «16» 11 2020 р.)

Ректор



А.А. Мазаракі

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ/
SIMULATION MODELING**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр	/ Bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології	/ Information Technologies
спеціальності	122 Комп'ютерні науки	/ Computer Science
	124 Системний аналіз	/ System Analysis
	126 Інформаційні системи та технології	/ Information Systems And Technologies

Київ 2020

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автори: В.Є.Краскевич, доктор технічних наук, професор
І.А.Тищенко, асистент

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 10.11.2020р., протокол № 10

Рецензенти: В.П. Шварц, кандидат технічних наук, голова наглядової ради фірми «Львів оргсинтез»

П.Г. Демідов, кандидат технічних наук, доцент

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ/
SIMULATION MODELING**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр	/ Bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології	/ Information Technologies
спеціальності	122 Комп'ютерні науки	/ Computer science
	124 Системний аналіз	/ System analysis
	126 Інформаційні системи та технології	/ Information systems and technologies

1. Структура дисципліни та розподіл годин за темами

Назва теми	Кількість годин					Форма контролю
	Усього годин/кредитів	Лекції	Лабораторні, у т.ч. модульний контроль	Самостійна робота	КР з імітаційного моделювання	
Тема 1. Сучасний стан проблеми моделювання	14	2	6	6		О, ПСР, ППР
Тема 2. Математичні схеми моделювання	14	2	6	6		О, ПСР, ППР
Тема 3. Формалізація та алгоритмізація процесів функціонування систем	16	4	6	6		О, ПСР, ППР
Тема 4. Статистичні методи в моделюванні	16	4	6	6		О, ПСР, ППР
Тема 5. Методика вибору та оптимізації параметрів систем, що моделюються	18	2	4	8	4	О, ПСР, ППР, З
Тема 6. Імітаційне моделювання складних систем	18	2	4	8	4	О, ПСР, ППР, З
Тема 7. Статичні моделі економіки	20	2	6	8	4	О, ПСР, ППР, З
Тема 8. Динамічні моделі економіки	20	2	4	8	6	О, ПСР, ППР, З
Тема 9. Машинні економічні моделі	20	2	4	8	6	О, ПСР, ППР, З
Тема 10. Прикладні аспекти імітаційного моделювання у міжнародній торгівлі	24	4	6	8	6	О, ПСР, ППР, З
Підсумковий контроль - екзамен						
Разом	180/6	26	52	72	30	

Умовні позначення: ПСР – перевірка самостійної роботи; МК – модульний контроль; ППР-перевірка практичної роботи; О – опитування; З-захист.

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ.

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год	
<p>Засвоїти: Основні принципи імітаційного моделювання.</p> <p>Вміти: Використовувати основні імітаційні моделі на практиці.</p>	<p>Тема 1. Сучасний стан проблеми моделювання</p> <p><i>Лекція 1. Моделювання як метод наукового пізнання.</i></p> <p><i>1. Поняття моделювання.</i></p> <p><i>2. Методологічна основа моделювання.</i></p> <p><i>3. Загальні принципи моделювання.</i></p>	2	
	<p><i>Лабораторне заняття №1. Тема: «Використання моделювання при проектуванні складних систем».</i></p> <p><i>Завдання. Проектування складної системи.</i></p>	2	
	<p><i>Лабораторне заняття №2. Тема: «Особливості використання моделей».</i></p> <p><i>Завдання. Практика використання моделей фірми.</i></p>	2	
	<p><i>Лабораторне заняття №3. Тема: «Вибір методу моделювання».</i></p> <p><i>Завдання. Навчитись будувати схему моделювання.</i></p>	2	
	<p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1 Додатковий: 5,6,8,10 Інтернет-ресурси: 13</p>		

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деталізація моделей 2. Принципи системного підходу в моделюванні. 3. Види моделювання систем. 4. Теорія подібності. 5. Дослідження моделей. 6. Результати моделювання. 	6
<p>Засвоїти: Математичні схеми моделювання.</p> <p>Вміти: Використовувати математичні схеми моделювання.</p>	<p>Тема 2. Математичні схеми моделювання</p> <p><i>Лекція 2. Основні підходи до побудови математичних моделей систем.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Математичні схеми.</i> 2. <i>Формальна модель об'єкту.</i> 3. <i>Вхідні впливи.</i> <p><i>Лабораторне заняття №4. Тема:</i> <i>«Впливи зовнішнього середовища».</i></p> <p><i>Завдання. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми).</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №5. Тема:</i> <i>«Внутрішні параметри системи».</i></p> <p><i>Завдання. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми).</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №6. Тема:</i> <i>«Незалежні змінні».</i></p> <p><i>Завдання. Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми).</i></p> <p>Список рекомендованих джерел:</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p>Основний: 1 Додатковий: 6,7,9,10,11 Інтернет-ресурси: 14</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вихідна траєкторія. 2. Закон функціонування системи 3. Статична модель. 4. Динамічна модель. 5. Типові математичні схеми 6. Неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми). 7. Комбіновані моделі (A-схеми). 	6
<p>Засвоїти: Процесі функціонування систем.</p> <p>Вміти: Виконувати формалізацію та алгоритмізацію процесів функціонування систем.</p>	<p>Тема 3. Формалізація та алгоритмізація процесів функціонування систем</p> <p><i>Лекція 3. Алгоритмізація моделей систем.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Етапи моделювання системи. 2. Принцип Δt. <p><i>Лабораторне заняття №7. Тема: «Принципи побудови моделюючих алгоритмів».</i></p> <p><i>Завдання. Синтетичний підхід до синтезу моделей.</i></p> <p>Лекція 4. Форми подання моделюючих алгоритмів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Узагальнена схема моделюючого алгоритму. 2. Детальна схема моделюючого алгоритму. 3. Логічна схема моделюючого 	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p><i>алгоритму.</i></p> <p>Лабораторне заняття №8. Тема: «Символи та схеми моделюючих алгоритмів».</p> <p><i>Завдання. Побудова схеми алгоритму.</i></p> <p>Лабораторне заняття №9. Тема: «Схеми алгоритмів, програм, даних та систем».</p> <p><i>Завдання. Побудова схем алгоритмів, даних, систем.</i></p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 3,7,8 Інтернет-ресурси: 13,14</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отримання та інтерпретація результатів моделювання. 2. Визначення моделі та приклад системи з дискретними подіями. 3. Алгоритм фіксації та обробки результатів моделювання системи. 4. Класичний підхід до синтезу моделі. 5. Синтетичний підхід до синтезу моделей. 	<p>2</p> <p>2</p> <p>6</p>
<p>Засвоїти: Статистичні методи В</p>	<p>Тема 4. Статистичні методи в моделюванні</p>	

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
<p>моделюванні.</p> <p>Вміти: Використовувати статистичні методи в моделюванні.</p>	<p>Лекція 5. Статистичне моделювання.</p> <p>1. Моделювання випадкових величин і процесів.</p> <p>2. Експериментальний аналіз випадкових величин.</p>	2
	<p>Лабораторне заняття №10. Тема: «Елементарні статистичні процедури».</p> <p>Завдання. Виконання елементарних статистичних процедур.</p>	2
	<p>Лекція 6. Методи точкового та інтервального оцінювання основних характеристик випадкових величин.</p> <p>1. Загальні поняття теорії масового обслуговування.</p>	2
	<p>Лабораторне заняття №11. Тема: «Формування можливих значень випадкових величин за заданим законом розподілу».</p> <p>Завдання. Навчитись формувати можливі значення випадкових величин за заданим законом розподілу.</p>	2
	<p>Лабораторне заняття №12. Тема: «Моделювання систем масового обслуговування».</p> <p>Завдання. Моделювання систем масового обслуговування</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 11,12 Інтернет-ресурси: 14</p>	2

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналіз моделювання систем масового обслуговування. 2. Імітація випадкових величин. 	6
<p>Засвоїти: Основні методики оптимізації системи.</p> <p>Вміти: Обирати методику оптимізувати систему.</p>	<p>Тема 5. Методика вибору та оптимізації параметрів систем, що моделюються</p> <p><i>Лекція 7. Основні положення класичного регресійного аналізу і методу найменших квадратів.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правила вибору контрольованих параметрів. 2. Повний факторний експеримент. 3. Етапи повного факторного експерименту. <p><i>Лабораторне заняття №13. Тема: «Планування експерименту».</i></p> <p><i>Завдання. Побудова схеми експерименту.</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №14. Тема: «Матриця планування експерименту».</i></p> <p><i>Завдання. Побудова матриці планування експерименту.</i></p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 12 Інтернет-ресурси: 13</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципи складання матриці 	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>8</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні складові моделей Any Logic. 2. Агентне моделювання. 3. Об'єктно-орієнтоване моделювання. 4. Процесно-орієнтоване моделювання. 5. Метод системної динаміки. 6. Проблеми розробки імітаційних моделей. 7. Етапи імітаційного моделювання. 8. Системний аналіз в імітаційному моделюванні. <p>Захист КР з імітаційного моделювання</p>	<p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">4</p>
<p>Засвоїти: Статичні моделі економіки.</p> <p>Вміти: Використовувати статичні моделі економіки на практиці.</p>	<p>Тема 7. Статичні моделі економіки</p> <p>Лекція 9. Модель «затрати-випуск».</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Спрощена трисекторна модель «затрати – випуск». 2. Матриця структурних коефіцієнтів трисекторної моделі. 3. Аналіз продуктивності моделі «затрати – випуск». <p>Лабораторне заняття №17. Тема: «Застосування закритих моделей в міжнародній торгівлі».</p> <p><i>Завдання. Навчитись застосовувати на практиці закриті моделі в міжнародній торгівлі.</i></p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	<p><i>Лабораторне заняття №18. Тема: «Моделі В».</i></p> <p><i>Завдання. Вивчення моделі В.</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №19. Тема: «Імітаційне моделювання міжнародної торгівлі в середовищі Any Logic».</i></p> <p><i>Завдання. Імітаційне моделювання міжнародної торгівлі в середовищі Any Logic.</i></p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 8,9 Інтернет-ресурси: 14</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Леонтєва в операціях міжнародної торгівлі. 2. Теорема про заміщення. 3. Лінійна модель обміну (модель міжнародної торгівлі). 4. Оптимізаційний експеримент в середовищі Any Logic. 5. Обробка і аналіз даних експерименту. <p>Захист КР з імітаційного моделювання</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>8</p> <p>4</p>
<p>Засвоїти: Динамічні моделі економіки.</p> <p>Вміти:</p>	<p>Тема 8. Динамічні моделі економіки</p> <p><i>Лекція 10. Ефективність та оптимальність в динамічних моделях.</i></p> <p><i>1. Ефективність.</i></p>	<p>2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
<p>Вміти використовувати динамічні моделі економіки на практиці.</p>	<p>2. <i>Принципи оптимальності.</i> 3. <i>Збалансований зріст.</i> 4. <i>Ефективний зріст.</i></p> <p>Лабораторне заняття №20. Тема: <i>«Теорема про магістралі».</i></p> <p><i>Завдання. Доведення теореми про магістралі.</i></p> <p>Лабораторне заняття №21. Тема: <i>«Імітація випадкових подій методом Монте-Карло».</i></p> <p><i>Завдання. Імітація випадкових подій методом Монте-Карло</i></p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 6,7,11 Інтернет-ресурси: 13</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приклад магістралі. 2. Типи ефективних траєкторій. 3. Статистичні моделі економіки. 4. Динамічні моделі економіки. 5. Модель зростання фон Неймана. 6. Оптимізація кінцевих запасів. <p>Захист КР з імітаційного моделювання</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>8</p> <p>6</p>
<p>Засвоїти: Машинні економічні моделі</p>	<p>Тема 9. Машинні економічні моделі</p> <p>Лекція 11. Моделі торгівлі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Модель фірми.</i> 2. <i>Павутиноподібні моделі фірми</i> 	<p>2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
<p>Вміти: Вміти використовувати машинні економічні моделі на практиці.</p>	<p>3. <i>Фінансова модель.</i> 4. <i>Модель конкурентної галузі.</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №22. Тема: «Імітаційні моделі управління запасами».</i></p> <p><i>Завдання. Створення імітаційної моделі управління запасами.</i></p> <p><i>Лабораторне заняття №23. Тема: «Імітаційне моделювання фірми».</i></p> <p><i>Завдання. Імітаційне моделювання фірми.</i></p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 2 Додатковий: 8,9 Інтернет-ресурси: 13,14</p> <p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання: 1. Модель дуополії. 2. Модель олігополії. 3. Макроекономічні моделі.</p> <p>Захист КР з імітаційного моделювання</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>8</p> <p>6</p>
<p>Засвоїти: Прикладні аспекти імітаційного моделювання у міжнародній торгівлі.</p> <p>Вміти:</p>	<p>Тема 10. Прикладні аспекти імітаційного моделювання у міжнародній торгівлі</p> <p><i>Лекція 12. Аналіз бізнес-процесів міжнародної торгівлі.</i> 1. <i>SCOR-модель.</i> 2. <i>Імітаційне моделювання бізнес процесів міжнародної торгівлі з</i></p>	<p>2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
Виконувати аналіз та моделювання бізнес-процесів в міжнародній торгівлі за допомогою програмних комплексів імітаційного моделювання.	<p><i>метою їх оптимізації та реінжинірингу.</i></p>	
	<p>Лабораторне заняття №24. <i>Тема: «Моделі логістичних процесів міжнародної торгівлі».</i></p>	2
	<p><i>Завдання. Створення моделі логістичних процесів міжнародної торгівлі.</i></p>	
	<p>Лекція 13. Світовий досвід аналізу бізнес процесів у міжнародній торгівлі.</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Методики аналізу бізнес процесів.</i> <i>2. Концепції спрощення процедур торгівлі.</i> 	2
	<p>Лабораторне заняття №25. <i>Тема: «Моделювання міжнародної логістичної системи за допомогою програмного продукту AnyLogic».</i></p>	2
<p><i>Завдання. Розробка імітаційних моделей на прикладі управління запасами в ланцюгах поставок міжнародної торгівлі.</i></p>		
<p>Список рекомендованих джерел: Основний: 2 Додатковий: 10,11,12 Інтернет-ресурси: 14</p>		
<p>Самостійна робота студентів. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель лінійного ланцюга поставок з стохастичним попитом. 	8	

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
	2. Модель з кількома роздрібними точками. 3. Розширена модель ланцюга поставок. 4. Побудова системно-динамічної моделі за допомогою програмного продукту AnyLogic. 5. Побудова моделі ринку в поєднанні з ланцюгами поставок, логістикою та моделями виробництва. Захист КР з імітаційного моделювання	6
	Разом	180

*Курсивом виділені лекційні і практичні заняття, які проводяться з використанням інтерактивних методів навчання.

3. 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.

Додатковий

3. *Моделювання і симуляція логістичних систем* / Ю.І. Толу, С.І. Планка / - Курс лекцій для вищих технічних навчальних закладів. - Київ: «Міленіум», 2010. - 85 с.
4. Коробова М.В. *Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів* / М.В. Коробова, І.М. Ляшенко, А.М. Столяр. - Тернопіль: "Навчальна книга - Богдан", 2016. - 304 с.
5. Anylogic. *Навчальний посібник по Enterprise Library: XJ Technologies Company Ltd.* - 2010-2014. - 117 с.
6. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. *Імітаційне моделювання: Навч. посібник.* - К.: КНЕУ, 2010. - 232 с.
7. Рославцев Д. М. *Конспект лекцій з курсу «Організація і проектування логістичних систем»* / Д. М. Рославцев; Харк. нац. акад. міськ. госпва. - Х.: ХНАМГ, 2012. - 111 с.
8. Пономаренко, С. В. *Теорія та практика моделювання бізнес-процесів: монографія* / В. С. Пономаренко, С. В. Мінухін, С. В. Знахур. - Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. - 244 с.
9. Кельтон В., Лоу А. *Імітаційне моделювання. Класика CS .3-е видання.* - Київ: Видавнича група ВНУ, 2014. - 847с.
10. Стеценко І.В., Батора Ю.В. *Імітаційне моделювання транспортного руху через світлофорні об'єкти* // Вісник Черкаського державного технологічного університету. - Черкаси, 2016. - №3. - С.75-79.
11. *Міжнародна торгівля: підручник. Видання 5-те, перероб. та доп.* - Київ-Катовіце-Краків: Центр учбової літератури, 2015. - 272 с.
12. Стеценко І.В. Бойко О.В. *Технологія імітаційного моделювання систем управління засоби сіток Петрі* // Вісник Черкаського державного технологічного університету. - Черкаси, 2016. - №4. - С.29-32.

Інтернет-ресурси

13. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. *Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц.* – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://studentam.kiev.ua/content/view/701/94/>.

14. І.В. Буртняк Імітаційне моделювання: методичні рекомендації
[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<http://194.44.152.155/elib/local/1032.pdf>

** Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці КНТЕУ