

ДЕРЖАВНИЙ 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 ДТЕУ

(пост. № 9 від «29» 09 2022 р.)

Ректор



Анатолій МАЗАРАКІ

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ/
SIMULATION MODELING**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

Київ 2022

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

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

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних систем 17.05.2022р., протокол № 18

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

Г.Т. Самойленко, кандидат фізико - математичних наук,
доцент

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ/ SIMULATION MODELING

ПРОГРАМА / COURSE SUMMARY

ВСТУП

Програма дисципліни «Імітаційне моделювання» призначена для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної форми навчання галузі знань 12 «Інформаційні технології» 126 «Інформаційні системи та технології».

Програму підготовлено відповідно до Стандартів вищої освіти України із зазначених спеціальностей та відповідних освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів ДТЕУ

Програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми.
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Імітаційне моделювання» є засвоєння методологій та технологій моделювання (в першу чергу комп'ютерного) при дослідженні, проектуванні та експлуатації систем обробки інформації та управління.

Завданнями вивчення дисципліни є розвиток у студентів системного мислення, уміння формалізувати задачі міжнародної торгівлі та будувати імітаційні моделі логістичних операцій.

Предметом вивчення дисципліни є методи побудови та аналізу імітаційних моделей економічних систем.

2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Знання:

- основні підходи до побудови математичних моделей систем;
- методи, способи формалізації систем, об'єктів, процесів, явищ;
- статистичні методи, які використовуються при моделюванні;
- застосування моделей В. Леонтьєва в задачах міжнародної торгівлі;
- основні складові моделей GPSS;
- основні складові моделей Any Logic.

Вміння:

- формалізувати та алгоритмізувати процеси функціонування систем;
- використовувати статистичні методи в моделюванні;
- оптимізувати параметри моделей;
- будувати імітаційні моделі логістичних операцій у міжнародній торгівлі.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Імітаційне моделювання», як обов'язкова компонента освітньої програми, забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання, за відповідними освітньо-професійними програмами.

Інформаційні системи та технології (ОС бакалавр)

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
КЗ 1.	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
<i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності за освітньою програмою</i>		
КС 1.	Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.	2,3,4,7
КС 2.	Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.	1,6,10
КС 3.	Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.	5, 6,10
КС 6.	Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології	2,6,9

	(виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.	
КС 12.	Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет).	1,2,3,8
КС13.	Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	4,5
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
ПР 2.	Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.	4,5,6,7,8,10
ПР 7.	Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.	1,2,3,9,10

4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Сучасний стан проблеми моделювання

Формалізація і алгоритмізації процесів моделювання функціонування систем. Сучасний стан проблеми моделювання систем. Основні поняття теорії моделювання систем. Елементи загальної теорії систем як теорії побудови моделей систем. 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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [40-60], 3 [50-90]
Додатковий: 4 [80-130], 6 [65-75]
Інтернет-ресурси: 9, 10

Тема 2. Математичні схеми моделювання

Математичне моделювання систем в імітаційному моделюванні. 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).

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [45-80], 3 [93-114]
Додатковий: 6 [710-740], 7 [30-37]
Інтернет-ресурси: 9, 10

Тема 3. Формалізація та алгоритмізація процесів функціонування систем

Формування можливих значень випадкових величин із заданим законом розподілу. Принцип Δt . 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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [85-96], 3 [125-140]
Додатковий: 4 [145-184], 5 [61-99]
Інтернет-ресурси: 9, 10

Тема 4. Статистичні методи в моделюванні

Статистичне моделювання. Технологія моделювання систем за допомогою IDF0. 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. Створення нотацій IDF0. Створення сценарію.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [97-105], 3 [180-203]

Додатковий: 6 [270-310], 8 [101-140]

Інтернет-ресурси: 9, 10

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 дослідями. Дробовий факторний експеримент. Принципи складання матриці дробового факторного експерименту.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [106-117], 3 [240-270]

Додатковий: 4 [290-312], 8 [150-177]

Інтернет-ресурси: 9, 10

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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [118-122], 2 [86-112]

Додатковий: 4 [360-380], 5 [130-150]

Інтернет-ресурси: 9, 10

Тема 7. Статичні моделі

Модель «затрати-випуск». Спрощена трисекторна модель «затрати – випуск». Матриця структурних коефіцієнтів трисекторної моделі. Аналіз продуктивності моделі «затрати – випуск». Застосування закритих моделей в міжнародній торгівлі. Моделі В. Леонт'єва 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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [140-150], 2 [169-189]

Додатковий: 5 [174-185], 7 [41-50]

Інтернет-ресурси: 9, 10

Тема 8. Динамічні моделі

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

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [155-170], 2 [64-88]

Додатковий: 5 [211-241], 6 [432-510]

Інтернет-ресурси: 9, 10

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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [172-188], 3 [290-304]

Додатковий: 4 [410-440], 8 [263-290]

Інтернет-ресурси: 9, 10

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.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [70-150], 2 [201-240]

Додатковий: 4 [360-490], 7 [14-30]

Інтернет-ресурси: 9, 10

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. *Імітаційне моделювання систем і процесів. Навч. посібник / Л. О. Уривський. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 202 с.*
2. Дмитрієва О.А. *Числові методи моделювання динамічних об'єктів в мультипроцесорних системах: монографія / О.А. Дмитрієва, Н.Г. Гуськова, Є.О. Башков, І.А. Назарова: монографія. – П: ДВНЗ «ДНТУ», 2020. – 268 с.*
3. Григорків В.С. *Моделювання економіки: підручник / В.С. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. – 360 с.*

Додатковий

4. *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.*
5. Синєглазов В. М., Зеленков О. А., Аскеров Ш. І. *Математичні методи оптимізації. Навч. посібн. Нац. Авіаційний ун-т. К.: Освіта України. 2018. Ч. 1. – 329 с.*
6. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В. *Моделювання та оптимізація систем: підручник. Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.*

7. Артищук І.В., Митник І.М. Імітаційне моделювання. Завдання та методичні вказівки для аудиторної та самостійної роботи студентів усіх форм навчання. / І.В. Артищук, І.М. Митник.- Львів: вид-во ЛКА, 2016. – 94 с.
8. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі. Підручник. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. 2016. – 400 с.

Інтернет-ресурси

9. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – URL: <http://studentam.kiev.ua/content/view/701/94/>
10. І.В. Буртняк Імітаційне моделювання: методичні рекомендації. URL: <http://194.44.152.155/elib/local/1032.pdf>