

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій

Затверджую

В.о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
2023 р.

Затверджую

В.о. проректора
з науково – педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
2023 р.

Затверджую

Директор ННІОТ
Святослав ПИТЕЛЬ
2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«Імітаційне моделювання»

Ступінь вищої освіти – другий (магістерський)

Галузь знань 12 „Інформаційні технології”

Спеціальність 124 „Системний аналіз”

Освітньо – професійна програма «Системний аналіз»

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

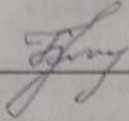
Форма навчання/ факультет	Курс	Семест р	Лекції	Практ.	ІР С	СР С	Тренінг	Разом (год.)	Залік
Денна	I	II	30	15	5	66	4	120	II
Заочна	I	II	8	4		108		120	II

Тернопіль, ЗУНУ - 2023

Робочу програму склали к.е.н., доценти кафедри економічної кібернетики та інформатики Людмила БАБАЛА, Ірина ДАНИЛЮК.

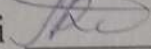
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 1 від 28.08. 2023 р.

Завідувач кафедри

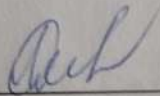


Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 124 «Системний аналіз» (протокол № 1 від 20.08. 2023 р.)

Голова групи забезпечення спеціальності  Роман ПАСІЧНИК

Гарант ОП



Людмила БАБАЛА

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Імітаційне моделювання»**

1. Опис дисципліни «Імітаційне моделювання»

Дисципліна – «Імітаційне моделювання»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS - 5	Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»	Вибіркова дисципліна мова навчання - українська
Кількість залікових модулів - 3	Спеціальність – 124 «Системний аналіз»,	Рік підготовки: Денна –1 Заочна – 1 Семестр: Денна –2 Заочна – 2
Кількість змістових модулів - 2	Ступінь вищої освіти – другий (магістерський)	Лекції: <i>денна – 30 год.;</i> <i>заочна – 8 год.;</i> Практичні заняття <i>денна - 15 год;</i> <i>заочна – 24год.</i>
Загальна кількість годин - 120/120		Самостійна робота: Денна - <i>66 год.</i> Заочна – 108 год. Індивідуальна робота - <i>5 год.</i>
Тижневих годин: 6 год., з них аудиторних – 3 год		Вид підсумкового контролю – залік

2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Імітаційне моделювання»

Мета вивчення дисципліни:

Предметом дисципліни є методи побудови та аналізу імітаційних моделей економічних систем, що дає фахівцю інструмент всебічного дослідження та аналізу складних системи, дозволяє провести попередній аналіз розроблених рішень щодо управління системою, провести оцінку майбутніх наслідків та можливих ускладнень у реалізації рішень

Метою вивчення дисципліни «Імітаційне моделювання» є розширення та поглиблення знань про принципи та методи побудови моделей, використання моделювання під час дослідження економічних та виробничих об'єктів та систем.

Завдання вивчення дисципліни є набути навичок імітаційного моделювання у складних економічних та технічних системах.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

Знати:

- методи машинної імітації випадкових подій і випадкових величин;
- навчитися розробляти програмне забезпечення імітаційних моделей за допомогою мов програмування і моделювання.

Вміти:

- утворювати концептуальні імітаційні моделі складних економічних систем на основі їх дослідження;
- розробляти логічні схеми імітаційних моделей;
- застосовувати машинну імітацію в процесі прийняття рішень

3. Програма дисципліни «Імітаційне моделювання» ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання

1. Основні аспекти імітаційного моделювання
2. Методи моделювання

Література: [1, с.1-12]

Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання

1. Загальна характеристика системи GPSS
2. Процедурне моделювання, його особливості

Література: [4, с.89-98, 5, с. 90-100, 7, с. 23-45]

Тема 3. Основні етапи побудови імітаційної моделі

1. Основи моделювання в системі GPSS
2. Основні блоки і команди мови GPSS
3. Побудова моделей в системі GPSS

Література: [2, с. 90-100, 3, с. 23-45]

Тема 4. Імітаційна модель керування запасами

1. Модель роботи переговорного пункту
2. Модель системи М/М/1 з відмовами
3. Модель работы Call –центру

Література: [1, с. 48-60]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Тема 5. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло.

1. Теоретичні основи методу статистичного моделювання
2. Моделювання випадкових величин
3. Моделювання випадкових подій
4. Моделювання випадкових величин як системотвірна імітаційного процесу моделювання
5. Метод Монте-Карло

Література: [3, с. 39-46 5, с. 34-76]

Тема 6. Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин

1. Генератори псевдовипадкових чисел
2. Метод східчастої апроксимації
3. Метод усікання
4. Метод узяття зворотної функції

Література: [1, с.65-98 , 3, с. 38-50, 6, с.51-64]

Тема 7. Генерування неперервних випадкових величин

1. Метод оберненої функції
2. Рівномірний розподіл
3. Експоненціальний розподіл
4. Марківський ланцюг

Література: [2, с.65-98 , 5, с. 38-50, 7, с.51-64]

Тема 8. Планування імітаційних експериментів

1. Сутність і цілі планування експерименту
2. Елементи стратегічного планування експериментів
3. Стандартні плани
4. Формальний підхід до скорочення загального числа прогонів
5. Елементи тактичного планування

Література: [3, с.65-98 , 4, с. 38-50, 6, с.51-64]

Тема 9. Планування експериментів при дослідженні та оптимізації систем

1. Точність і кількість реалізацій моделі при визначенні середніх значень параметрів
2. Визначення оцінки дисперсії
3. Точність і кількість реалізацій моделі при залежному ряді даних
4. Проблема початкових умов

Література: [3, с.65-98, 4, с. 38-50, 6, с.51-64]

3. Структура залікового кредиту з дисципліни «Імітаційне моделювання» денна форма навчання

	Кількість годин				
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контроль заходи
Змістовий модуль 1.					
Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання.	4	2	7	3	Виконання практичного завдання
Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання.	3	1	7		Виконання практичного завдання
Тема 3. Основні етапи побудови імітаційної моделі.	3	2	7		Виконання практичного завдання
Тема 4. Імітаційна модель керування запасами.	4	2	7		Виконання практичного завдання
Тема 5. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло.	3	1	7		Модульна робота
Змістовий модуль 2					
Тема 6. Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин	3	2	7	2	Виконання практичного завдання
Тема 7. Генерування неперервних випадкових величин.	4	1	8		Виконання практичного завдання
Тема 8. Планування імітаційних експериментів.	3	2	8		Виконання практичного завдання
Тема 9. Планування експериментів при дослідженні та оптимізації систем.	3	2	8		Ректорська контрольна робота
Разом 150	30	15	66	5	

Заочна форма навчання

	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання	0,5	2	12
Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання	0,5		12
Тема 3. Основні етапи побудови імітаційної моделі	1		12
Тема 4. Імітаційна модель керування запасами	1		12
Тема 5. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло	1	2	12
Тема 6. Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин	1		12
Тема 7. Генерування неперервних випадкових величин	1		12
Тема 8. Планування імітаційних експериментів	1		12
Тема 9. Планування експериментів при дослідженні та оптимізації систем	1		12
Разом	8	4	108

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1

Тема: Теоретичний вступ до предметного середовища

Мета: ознайомитися із системою «Служба зайнятості в рамках ВНЗ».

Питання для обговорення:

1. Для чого призначена система «Служба зайнятості» і з яких підсистем вона складається? Пояснити модульну структуру системи. Перелічити основні інформаційні об'єкти системи. Опишіть порядок занесення студента в БД. Перелічити функціональні характеристики системи. Назвіть категорії користувачів системи та їх повноваження. Опишіть критерії експертних оцінок.

Література: [1, с.1-12]

Практичне заняття 2

Тема: МЕТОДОЛОГІЯ IDEF0

Мета: вивчити основні принципи методології IDEF0 зі створенням нового проекту в BPWin, формуванням контекстної діаграми та виконанням функціональної декомпозиції

Питання для обговорення:

Модель у нотації IDEF0 та порядок найменування робіт. Як розташовуються роботи за принципом домінування? Перелічіть типи стрілок та назвіть види взаємозв'язків. Які методології підтримуються BPWin?

Література: [4, с.89-98, 5, с. 90-100, 7, с. 23-45]

Практичне заняття 3

Тема: ДОПОВНЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ ДІАГРАМАМИ DFD ТА IDEF3

Мета: побудувати діаграми потоків даних (DFD) та описати взаємозв'язки між процесами за допомогою діаграм IDEF3 (WorkFlow).

Питання для обговорення:

Що описує діаграма DFD та яка нотація використовується у BPWin для побудови відповідних діаграм? Для чого служить діаграма IDEF3 та які вона має складові? Зв'язки та типи стрілок в діаграмах IDEF3. Для чого використовуються перехрестя в діаграмах IDEF3? Типи перехресть. Механізм доповнення діаграми IDEF0 діаграмами DFD.

Література: [2, с. 90-100, 3, с. 23-45]

Практичне заняття 4

ТЕМА: ВИВЧИТИ МЕТОДОЛОГІЮ IDEF1X ТА ЇЇ РІВНІ; ОСВОЇТИ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ERWIN.

Мета: навчитися будувати діаграми IDEF1X та її рівні.

Питання для обговорення:

Назвіть рівні методології IDEF1X. З яких моделей складаються логічний і фізичний рівень? Що містить у собі діаграма сутність-зв'язок, модель даних, заснована на ключах, трансформаційна модель, повна атрибутивна модель,

модель СУБД? Які кнопки панелі інструментів дозволяють змінити рівень огляду моделі? Як згенерувати схему БД? Яким чином здійснюється вибір сервера для генерації схеми БД? Як додати сутність на діаграму? Як додати категорію в сутність? Як переміщати атрибути усередині сутності?

Література: [2, с. 48-60]

Практичне заняття 5

Тема: СТВОРЕННЯ ЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

Мета: оволодіти технологією побудови логічної моделі в ERWin; вивчити методи визначення ключових атрибутів сутностей; освоїти метод перевірки адекватності логічної моделі; вивчити типи зв'язків між сутностями

Питання для обговорення:

1. Назвіть основні частини E-R діаграми та її мету. Сформулюйте принцип іменування сутностей. Назвіть типи логічних взаємозв'язків. Що називається первинним ключем? Принципи, згідно з якими формується первинний ключ. У якому випадку утворюються зовнішні ключі?

Література: [5, с. 39-46 7, с. 34-76]

Практичне заняття 6

Тема: НОРМАЛІЗАЦІЯ. СТВОРЕННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ

Мета: вивчити види нормальних форм, освоїти роль CASE-засобу ERWin при нормалізації й денормалізації БД, навчитись будувати фізичну модель і алгоритми переведення БД у першу, другу й третю нормальні форми (1NF, 2NF, 3NF).

Питання для обговорення:

Що називається процесом нормалізації. Перша, друга і третя нормальні форми. Що називається процесом денормалізації? Мета створення фізичної моделі. Функції ERWin, які підтримують денормалізацію

Література: [1, с.65-98, 4, с. 38-50, 8, с.51-64]

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Виконання індивідуального завдання полягає в самостійному оцінюванні рейтингів методом об'єктивного оцінювання публікаційної активності за формальними характеристиками публікацій

Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ) виконується самостійно при консультуванні викладачем протягом вивчення дисципліни у відповідності до графіка навчального процесу.

Із виконується з метою закріплення, поглиблення й узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання, та придбання практичних навичок їх застосування при розробці. При розробці студент повинен використовувати знання та вміння, набуті на заняттях і в ході самостійної роботи. Прийняті технічні та технологічні рішення повинні бути обґрунтовані.

Для досягнення мети студент повинен виконати всі передбачені технологією етапи для кожного виду робіт.

Приклад типового завдання:

Нормалізувати БД системи служби зайнятості до третьої нормальної форми включно і побудувати фізичну модель БД.

Побудувати логічну та фізичну модель БД інформаційної системи для таких предметних областей:

1. Пасажири відправляються згідно з придбаними квитками в каютах, а товари в контейнерах морським транспортом, певним рейсом. Рейс характеризується типом і назвою судна, портом відправлення та портом прибуття, датою відправлення і датою прибуття. Порт має назву, місто базування, номер ліцензії, адресу, директора, причали, складські приміщення. Морське судно має назву, тип (пасажирське, вантажне, танкер), порт приписки, водотоннажність, пасажирські місця, місця для контейнерів. Пасажир має ПШБ, номер квитка, номер каюти. Контейнер має номер, опис товарів, правила розвантаження. На контейнер оформляється накладна, в яку заноситься номер контейнера, назва судна, рейс, вантажовідправник, вантажоодержувач.

2. Будівельна організація будує будинки на замовлення. В будівництві беруть участь декілька бригад працівників різних спеціальностей, що використовують різні матеріали. Будівля характеризується типом, номером майданчика, датою здачі. Бригада характеризується спеціальністю, бригадиром, кількістю робітників. Матеріали мають назву, специфікацію, кількість. Одна бригада може працювати на декількох будівництвах.

3. Корпорація складається із декількох підприємств. Кожне підприємство випускає декілька видів продукції і поставляє на склади, які розташовані в різних містах. Підприємство має такі властивості: назву, адресу, види продукції та їх кількість. Продукція має назву, код, упаковку. Склад має номер, адресу, назву. Поставка характеризується кодом продукції, датою, кількістю, шифром підприємства.

Оформити КПЗ, представити викладачу побудовані діаграми, захистити роботу.

7. Самостійна робота – 66/108 год

№ п/п	Тематика самостійної роботи студентів	К-сть годин	
1.	Тема 1. Сутність, розвиток і застосування імітаційного моделювання Вивчення лекційного матеріалу. Дайте визначення поняттю «моделювання». Які існують основні методи моделювання? Поясніть суть імітаційного методу моделювання. Поясніть різницю між аналітичним та імітаційним моделюванням. Які переваги комбінованих методів? Поясніть сфері застосування імітаційного моделювання.	7	12

2.	<p>Тема 2. Засоби та системи імітаційного моделювання Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>Перелічіть основні параметри найпростішого потоку. Чим відрізняється система GPSS від інших систем моделювання. Поясніть архітектуру інтерфейсу GPSS World. Яким чином підтримується інтерактивність процесу моделювання? В чому динамічність транзактів.</p>	7	12
3.	<p>Тема 3. Основні етапи побудови імітаційної моделі Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>Наведіть приклади універсальних мов моделювання. Чи є сенс в збільшенні кількості експериментів в моделі для оцінки втрат. Наведіть приклади операторів та їх призначення.</p>	7	12
4.	<p>Тема 4. Імітаційна модель керування запасами Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>Які основні процеси протікають в системі масового обслуговування. Поясніть аргументи вбудованої функції експоненціального розподілу. Що Ви знаєте про блоки моделювання роботи з чергами.</p> <p>Як по завантаженню системи обслуговування вибрати необхідну кількість каналів обслуговування.</p>	7	12
5.	<p>Тема 5. Моделювання випадкових подій і випадкових величин засобами імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>Які існують етапи статистичного моделювання? Сформулюйте теорему стосовно рівномірного розподілу випадкової величини. В чому полягає статистична обробка у таблиці статистичних даних.</p> <p>Які блоки використовуються для імітації роботи обслуговуючих пристроїв з системою.</p>	7	12
6.	<p>Тема 6. Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>В чому полягає різниця між агентним та дискретно-подієвим моделюванням. В чому полягає точність статистичного оцінювання? Чи знаєте Ви для чого призначений канал PRI</p>	7	12
7.	<p>Тема 7. Генерування неперервних випадкових величин Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.</p> <p>Що таке матриця комірок пам'яті. Яким чином можна задавати функції розподілу користувача. Опишіть модель PRI. Як в моделі задати задану (відому) функцію розподілу.</p>	8	12

8.	Тема 8. Планування імітаційних експериментів Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Що таке «потік заявок»? Що потрібно для визначення потоку заявок? Які два види потоку заявок?	8	12
9.	Тема 9. Планування експериментів при дослідженні та оптимізації систем Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. Які основні параметри мають бути задані для моделювання. Чи є сенс в збільшенні кількості експериментів в моделі для оцінки втрат.	8	12
Разом:		66	108

8. Тренінг з дисципліни

Практичне завдання:

Задати атрибути сутностей та визначити первинні ключі в сутностях. Зв'язати сутності, використовуючи описані типи зв'язків. Після проведення зв'язків визначити зовнішні ключі. Виконати вказані дії для таких предметних галузей:

1. Клієнт має банківські рахунки в різних банках. Дані банку: назва, адреса, номер телефону, номер ліцензії, ПІБ директора. Клієнт має ПІБ, адресу, номер телефону. Банківський рахунок має властивості: номер рахунку, номер клієнта, вид рахунку, сума.

2. Бібліотека має декілька відділів, які мають назву, номер, приміщення, телефон. Читач може бути записаним в декількох відділах і брати там книги. Читач має номер, ПІБ, адресу, телефон. Книга має назву, автора, УДК, ББК.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Імітаційне моделювання» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- оцінювання результатів КПЗ;
- ректорська контрольна робота.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Імітаційне моделювання» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3	Разом
30%	40%	30%	100%
Усне опитування під час занять (5 тем по 10 балів =50 балів) Модульна контрольна робота (теми 1-5) = 50 балів	Усне опитування під час занять (4 теми по 10 балів = 40 балів) Ректорська контрольна робота (1-9) = 60 балів	Написання КПЗ =50 балів Захист КПЗ=30 балів Участь в тренінгах = 20 балів	100

Шкала оцінювання:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60-64 E (достатньо) 35–59		E (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Персональний комп'ютер	1-9
2.	Мультимедійний проектор Epson EB-505	1-9
3	Прикладне програмне забезпечення загального призначення (засоби Microsoft Office)	1-9

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Anylogic. Навчальний посібник по Enterprise Library: XJ Technologies Company Ltd. - 2010- 2014. - 117 с.
2. Буртняк І.В. Імітаційне моделювання: методичні рекомендації [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://194.44.152.155/elib/local/1032.pdf>
3. Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва: навч. пос. / заред. О. М. Шелкового. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 500 с.
4. Кельтон В., Лоу А. Імітаційне моделювання. Класика CS .3-е видання. - Київ:

Видавнича група ВНУ, 2014. - 847с.

5. Кравець І.О. Імітаційне моделювання: Навч. Посібник / І.О. Кравець. - ЧДУ ім. Петра Могили, 2010.- 107 с.

6. 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.

7. Ластовченко М. М. Комп'ютерне моделювання. К.: 2018.

8. Павленко П.М Основи математичного моделювання систем і процесів. К.: 2018.

9. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський.- К .: Видавнича група ВНУ, 2015. - 352с.

10. Уривський Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях. Навчальний посібник/ Л.О. Уривський, А.В. Мошинська, С.О. Осипчук. Київ. - КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 202 с.

