

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. декана факультету



Комп'ютерних  
 Інформаційних технологій  
 Виктор ЯКИМЕНКО  
 2023 р.

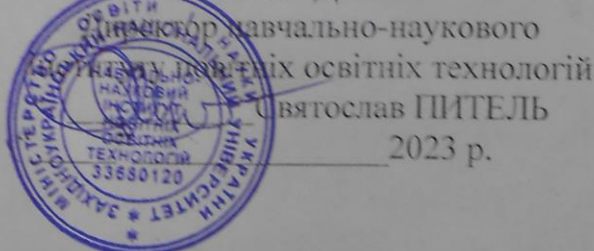
ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи



Виктор ОСТРОВЕРХОВ  
 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



Виктор ЯКИМЕНКО  
 Викладач навчально-наукового  
 Інформаційних освітніх технологій  
 Святослав ПИТЕЛЬ  
 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА  
 з дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 12 Інформаційні технології

Спеціальність – 124 Системний аналіз

Освітня програма – Системний аналіз

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самоост. робота (год.)	Разом (год.)	Екзамен (сем.)
Денна	4	7	40	38	5	12	55	150	7
Заочна	4	7	8	4	-	-	138	150	7

8108.95331  
 [Signature]

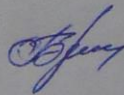
Тернопіль – ЗУНУ, 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань – 12 Інформаційні технології спеціальності 124 Системний аналіз, затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол №10 від 14.06.2020 р.

Робочу програму розробила д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики та інформатики Леся БУЯК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Завідувач кафедри  
д.е.н, професор



Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Системний аналіз, протокол № 1 від 30.08.2023 р.

Голова ГЗС



Роман ПАСІЧНИК

Гарант ОП



Роман ПАСІЧНИК

## СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Моделювання економічних систем і процесів»

#### 1. Опис дисципліни «Моделювання економічних систем і процесів»

Дисципліна – Моделювання економічних систем і процесів	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS 5.0	<b>Галузь знань – 12</b> «Інформаційні технології»	Статус дисципліни: обов'язкова Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів - 4	<b>Спеціальність – 124</b> «Системний аналіз»,	Рік підготовки: 4 Семестр: 7
Кількість змістових модулів - 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>денна – 40 год.;</i> <i>заочна – 8 год.;</i> Практичні заняття <i>денна - 38 год;</i> <i>заочна –4 год.</i>
Загальна кількість годин - - 150		Самостійна робота: Денна - 55 год.,(в тому числі Тренінг, КПЗ – 12 год.).Заочна – 138 год. Індивідуальна робота (КПЗ) - 5 год.
Тижневих годин: денна форма навчання 1 семестр - 10 год., з них аудиторних - 3 год.		Вид підсумкового контролю - екзамен

## **2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Моделювання економічних систем і процесів»**

### **2.1. Мета вивчення дисципліни**

Метою викладання дисципліни «Моделювання економічних систем і процесів» є ознайомлення студентів з основами моделювання та управління об'єктами в умовах невизначеності а також конфліктних ситуацій.

### **2.2. Завдання вивчення дисципліни**

В результаті вивчення курсу «Моделювання економічних систем і процесів» студенти повинні:

- знати методи моделювання невизначеностей за допомогою нечітких чисел, методи оцінювання ризику інвестиційного проекту, методи побудови ризик функцій, типи споживацьких функцій корисності; модель Річардсона гонки озброєнь, модель полковника Блотто, модель бойової взаємодії, моделі Ланчестера, модель розповсюдження інформації в соціальних мережах;
- вміти використовувати методи побудови ризик функцій інвестиційного портфеля.

### **2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисциплін:**

СК1. Здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи.

СК4. Здатність оцінювати ризики, розробляти алгоритми управління ризиками в складних системах різної природи.

СК6. Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи.

### **2.4. Передумови для вивчення дисципліни.**

Проектування інформаційних систем.

### **2.5. Результати навчання:**

РН1. Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.

РН2. Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання.

РН5. Використовувати міри оцінювання ризиків та застосовувати їх при аналізі багатофакторних ризиків в складних системах.

РН6. Застосовувати методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, математичний апарат нечіткої логіки, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту для розв'язання складних задач системного аналізу.

РН8. Здійснювати ідентифікацію та оцінювання параметрів математичних моделей об'єктів керування.

## **2.6. Завдання лекційних занять**

**Мета** проведення лекцій полягає у тому, щоб ознайомити студентів із головними питаннями курсу «Моделювання економічних систем і процесів».

**Завдання** проведення лекцій полягає у:

- викладенні студентам у відповідності з програмою та робочим планом основних питань курсу «Моделювання економічних систем і процесів»;
- сформуванні у студентів цілісної системи теоретичних знань з курсу «Моделювання економічних систем і процесів».

## **2.7. Завдання проведення практичних занять**

**Мета** проведення практичних занять полягає у тому, щоб виробити у студентів практичні навички використання теоретичного матеріалу.

**Завдання** проведення практичних занять полягає у глибшому засвоєнні та закріпленні теоретичних знань, одержаних на лекціях.

# **3. Програма дисципліни**

## **«Моделювання економічних систем і процесів»**

### ***Змістовий модуль 1 – Моделювання в умовах невизначеності***

#### **Тема 1. Складні системи .**

Великі та складні системи. Фактори невизначеності та протистояння. Нечіткі числа. Трапецієподібне та трикутне нечіткі числа. Операції над нечіткими числами. Нечіткі функції та операції над ними. Нечітка оцінка обсягів надходжень.

#### **Тема 2. Нечіткі оцінки ризику**

Критерій ефективності інвестиційного проекту. Критерій ефективності проекту із врахуванням невизначеностей. Оцінка ризику неефективності інвестиційного проекту. Верхня границя зони ризику. Зона неефективних інвестицій. Оцінка ризику неефективності.

#### **Тема 3. Ризик функції неефективності проекту**

Оцінка ризику неефективності проекту у випадку чіткого критерія ефективності. Ризик функція проекту та її інтерпретація. Лінгвістична змінна «ступінь ризику» за пріоритетами інвестора.

#### **Тема 4. Оцінка корисності інвестиційного портфеля**

Функція корисності Неймана-Моргенштерна. Формалізація споживацького вибору. Типи функцій корисності. Логарифмічна корисність. Функція корисності інвестиційного портфеля.

#### **Тема 5. Ризик функції інвестиційного портфеля**

Вибір структури портфеля за мінімальним ризиком при заданій дохідності. Графічна інтерпретація вибору оптимального портфеля. Інвестиційний

портфель із врахуванням невизначеності. Оцінка ризику недоотримання прибутку. Ризик функція портфеля.

## ***Змістовий модуль 2 – Управління в умовах невизначеності та протистояння***

### **Тема 6. Модель балансу антагоністичних інтересів**

Модель Річардсона гонки озброєнь. Аналіз динаміки історичних протистоянь. Оцінка впливу економічного потенціалу суспільства. Модифікована модель Каспарі.

### **Тема 7. Моделі бойових операцій**

Розподіл ресурсів в конфліктах. Модель полковника Блотто. Модель бойової взаємодії. Моделі Ланчестера.

### **Тема 8. Інформаційні протистояння**

Моделі інформаційного протистояння в конфліктах. Групи агентів та супутники. Репутація та впливи. Модель інформаційного управління. Модель розповсюдження інформації в соціальних мережах.

# 1. Структура залікового кредиту дисципліни «Моделювання економічних систем і процесів»

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивід робота	Тренінг, КПЗ	Контроль заходи
<b>Змістовий модуль 1</b>						
Тема 1. Складні системи	5	5	7			поточне опит.
Тема 2. Нечіткі оцінки ризику	5	5	7	1	2	поточне опит.
Тема 3. Ризик функції неефективності проекту	5	5	7	1	2	поточне опит.
Тема 4. Оцінка корисності інвестиційного портфеля	5	5	7	1	2	поточне опит.
Тема 5. Ризик функції інвестиційного портфеля	5	5	7			поточне опит.
<b>Змістовий модуль 2</b>						
Тема 6. Модель балансу антагоністичних інтересів	5	5	7	1	2	модульн контр
Тема 7. Моделі бойових операцій	5	4	7	1	2	поточне опит.
Тема 8. Інформаційні протистояння	5	4	6		2	поточне опит.
<b>Разом</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>5 5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	

## Заочна форма навчання

	Кількість годин		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1</b>			
Тема 1. Складні системи			17
Тема 2. Нечіткі оцінки ризику	2		17
Тема 3. Ризик функції неефективності проекту			17
Тема 4. Оцінка корисності інвестиційного портфеля			17
Тема 5. Ризик функції інвестиційного портфеля	2	2	17
<b>Змістовий модуль 2</b>			

Тема 6. Модель балансу антагоністичних інтересів	2		17
Тема 7. Моделі бойових операцій			17
Тема 8. Інформаційні протистояння	2	2	19
<b>Разом</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>138</b>

## 5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1. Аналіз складних систем. – 1 год.

1. Великі та складні системи.
2. Фактори невизначеності та протистояння.
3. Операції над нечіткими числами.
4. Нечіткі функції та операції над ними
5. Нечітка оцінка обсягів надходжень.

Практичне заняття 2. Нечіткі оцінки ризику – 2 год

1. Критерій ефективності інвестиційного проекту.
2. Критерій ефективності проекту із врахуванням невизначеностей.
3. Оцінка ризику неефективності інвестиційного проекту.
4. Верхня границя зони ризику.
5. Зона неефективних інвестицій.

Практичне заняття 3. Ризик функції неефективності проекту.-2 год

1. Оцінка ризику неефективності проекту у випадку чіткого критерія ефективності.
2. Ризик функція проекту та її інтерпретація.
3. Лінгвістична змінна «ступінь ризику» за пріоритетами інвестора.

Практичне заняття 4. Оцінка корисності інвестиційного портфеля -2 год

1. Функція корисності Неймана-Моргенштерна
2. Формалізація споживацького вибору.
3. Типи функцій корисності.
4. Логарифмічна корисність.
5. Функція корисності інвестиційного портфеля.

Практичне заняття 5. Ризик функції інвестиційного портфеля -2 год

1. Вибір структури портфеля за мінімальним ризиком при заданій дохідності.
2. Графічна інтерпретація вибору оптимального портфеля.
3. Інвестиційний портфель із врахуванням невизначеності.
4. Оцінка ризику недоотримання прибутку.
5. Ризик функція портфеля.

Практичне заняття 6. Модель балансу антагоністичних інтересів.-2 год

1. Модель Річардсона гонки озброєнь.
2. Аналіз динаміки історичних протистоянь.



3. Оцінка впливу економічного потенціалу суспільства.
4. Модифікована модель Каспарі.

Практичне заняття 7. Моделі бойових операцій.-2 год

1. Розподіл ресурсів в конфліктах.
2. Модель полковника Блотто.
3. Модель бойової взаємодії.
4. Моделі Ланчестера.

Практичне заняття 8. Інформаційні протистояння.-2 год

1. Моделі інформаційного протистояння в конфліктах.
2. Групи агентів та супутники. Репутація та впливи.
3. Модель інформаційного управління.
4. Модель розповсюдження інформації в соціальних мережах.

**6. Комплексне практичне індивідуальне завдання.**

1. Вибір моделі динаміки бізнес-процесу.
2. Вибір функції параметричного управління перебігом процесу
3. Ідентифікація параметрів моделі системи при стаціонарному управлінні
4. Ідентифікація моделі із параметричним управлінням
5. Нечітка модель динаміки бізнес-процесу

**7. Самостійна робота**

№ п/п	Тематика
1.	Великі та складні системи. Фактори невизначеності та протистояння. Нечіткі числа. Трапецієподібне та трикутне нечіткі числа
2.	Операції над нечіткими числами. Нечіткі функції та операції над ними. Нечітка оцінка обсягів надходжень.
3.	Критерій ефективності інвестиційного проекту. Критерій ефективності проекту із врахуванням невизначеностей.
4	Оцінка ризику неефективності інвестиційного проекту. Верхня границя зони ризику. Зона неефективних інвестицій. Оцінка ризику неефективності.
5	Оцінка ризику неефективності проекту у випадку чіткого критерія ефективності. Ризик функція проекту та її інтерпретація. Лінгвістична змінна «ступінь ризику» за пріоритетами інвестора.
6	Функція корисності Неймана-Моргенштерна. Формалізація споживацького вибору. Типи функцій корисності.
7	Логарифмічна корисність. Функція корисності інвестиційного портфеля.

8	Вибір структури портфеля за мінімальним ризиком при заданій дохідності. Графічна інтерпретація вибору оптимального портфеля.
9	Інвестиційний портфель із врахуванням невизначеності. Оцінка ризику недоотримання прибутку. Ризик функція портфеля.
10	Динаміка активної компоненти та субстрату в періодичному реакторі. Формула швидкості росту популяції.
11	Модель динаміки хіміко-технологічної системи з періодичним режимом. Система диференціальних рівнянь Моно та її інтерпретація..
12	Метод ідентифікації системи Моно при постійному температурному режимі. Середньо квадратичний критерій. Функціонал якості ідентифікації.
13	Вибір початкових значень параметрів системи. Оптимізація параметрів системи.
14	Нечітка модель динаміки хіміко-технологічної системи. Нечітке подання траєкторії субстрату в періодичному реакторі.
15	Адаптивна нечітка модель траєкторії субстрату. Період стабілізації процесу. Алгоритм адаптації траєкторії.
16	Багатокритеріальна задача оптимізації температурного режиму хіміко-технологічної системи. Кодування елементів температурного режиму в хромосомах.
17	Функції пристосованості хромосом. Генетичний алгоритм побудови оптимального температурного режиму. Схрещення, мутація та відбір хромосом.
18	Налаштування параметрів генетичного алгоритму. Порівняння ефективності побудованого режиму із типовим емпіричним.
19	Модель Річардсона гонки озброєнь.
20	Аналіз динаміки історичних протистоянь. Оцінка впливу економічного потенціалу суспільства. Модифікована модель Каспарі.
21	Розподіл ресурсів в конфліктах. Модель полковника Блотто.
22	Модель бойової взаємодії. Моделі Ланчестера.
<b>Разом:</b>	

## 8 Тренінг з дисципліни

Тематика: Проектування та тестування інформаційних систем

Порядок проведення:

1. Вибір моделі динаміки бізнес-процесу.
2. Вибір функції параметричного управління перебігом процесу

### 3. Ідентифікація параметрів моделі системи при стаціонарному управлінні

## 9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Моделювання економічних систем і процесів» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен;

## 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

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

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20 %	20%	20%	40%	100%
1. Усне опитування під час заняття (5 теми по 10 балів = 50 балів) 2. Письмова робота = 50 балів	1. Усне опитування під час заняття (3 тем по 10 балів = 30 балів) 2. Письмова робота = 70 балів	1. Написання та захист КППЗ = 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 20 балів	1. Тестові завдання (25 тестів по 2 бали за тест) – макс. 50 балів 2. Завдання. 1 – макс. 25 балів 3. Завдання. 2 – макс. 25 балів	100

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

№	Найменування	Номер теми
2.	Персональний комп'ютер	1-8
3.	Програмне середовище Python	1-8

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Одінцов М.М., Одінцова Т.М. Моделювання та прогнозування впливу фінансових ресурсів домогосподарств на розвиток економіки регіону. Вісник Запорізького університету. 2017. №4(36). С. 132–140.
2. Одінцов М.М., Одінцова Т.М. Оцінка фінансового потенціалу заощаджень населення

та його впливу на економічне зростання регіону. *Фінанси та оподаткування*. 2017. №3 (77). С. 83–90.

3. Piccoli, Gabriele; Pigni, Federico (July 2018). *Information systems for managers: with cases* (Edition 4.0 ed.). Prospect Press. p. 28. 3
4. Kasitskij A., Bidyuk P., Gozhyi A. (2018) Effective expectation maximization algorithm implementation using multicore computer systems/ *Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 4(4).pp. 35-37
5. Errea J. (2017) *Visual Journalism. Infographics from the World's Best Newsrooms and Designers*. Gestalten. 256 p.
6. Knaflіc C. (2017) *Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals* New York : John Wiley & Sons. 288 p
7. Кобилін А. М. Системи обробки економічної інформації : навчальний посібник Київ: Центр учбової літератури, 2019. 234 с.
8. Campbell S. L. *Modeling and Simulation in Scilab/Xcos with XcosLab 4.4, Second Edition*. Campbell, Jean-Philippe Chancelier and, Ramine Nikoukhah. Springer, 2017.
9. J. Köhler, M. A. Müller and F. Allgöwer (2018) "Nonlinear reference tracking with model predictive control: An intuitive approach", *Proc. Eur. Control Conf.*
10. Baumeister C., Hamilton J. D. (2019) Structural interpretation of vector autoregressions with incomplete identification: Revisiting the role of oil supply and demand shocks. *American Economic Review*, 109, 5, pp. 1873-1910
11. Kilian L., Zhou X. (2020) The econometrics of oil market VAR models.
12. Грохольський Я.М, Сова О.Я., Степаненко Є.О. Основи теорії інформації, методів її обробки та передачі. Частина 1. Інформація. Сигнали. Канали К.: ВІТІ, 2017. 276 с.
13. 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.