


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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор навчально-наукового  
інформаційних освітніх технологій  
Святослав ПИТЕЛЬ  
2022 р.



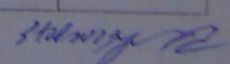
РОБОЧА ПРОГРАМА  
з дисципліни  
«ПРОГНОЗУВАННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ»

Ступінь вищої освіти – магістр  
Галузь знань – 12 Інформаційні технології  
Спеціальність – 124 Системний аналіз  
Освітньо-професійна програма – «Системний аналіз»

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екзамен (сем.)
Денна	1	1	30	15	5	4	96	150	1
Заочна	1	1	8	4			138	150	1

Тернопіль – ЗУНУ, 2023

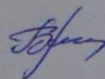


Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки магістра галузі знань – 12 Інформаційні технології спеціальності 124 Системний аналіз, затвердженої Вченою радою ЗУНУ, (протокол №10 від 23.06.2023 р.).

Робочу програму розробила викладач кафедри економічної кібернетики та інформатики Катерина Пришляк.

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

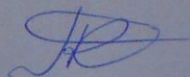
Завідувач кафедри  
д.е.н., професор



Леся БУЯК

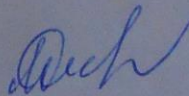
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 124 Системний аналіз (протокол 1 від 30.08.2023 р.).

Голова групи  
забезпечення спеціальності,  
д.т.н, професор



Роман Пасічник

Гарант ОП



Людмила БАБАЛА

## СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "ПРОГНОЗУВАННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ"

### 1. Опис дисципліни "Прогнозування в складних системах"

Дисципліна – Прогнозування в складних системах»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5.0	Галузь знань – 12 Інформаційні технології	Нормативна дисципліна Мова викладання: українська
Кількість залікових модулів – 4	124 Системний аналіз	Рік підготовки: <i>Денна – 1</i> Семестр: <i>Денна – 1</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – магістр	Лекції: <i>Денна – 30 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 15 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: <i>Денна – 100 год.</i> (з них 4 год тренінг) <i>Заочна – 138 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 5 год.</i>
Тижневих годин Денна форма навчання: 1 семестр – 10 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – іспит

## **2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Прогнозування в складних системах»**

### **2.1. Мета вивчення дисципліни**

**Метою викладання дисципліни «Прогнозування в складних системах»** є надання здобувачам вищої освіти знань щодо теорії та методики прогнозування складних систем та процесів, знайомство з алгоритмами прогнозування часових рядів, здобуття практичних навиків прогнозування з використанням сучасних програмних засобів.

При вивченні створюються та досліджуються моделі розвитку різних сфер економічної діяльності у цифровому просторі, розглядається впровадження та використання цифрових технологій для ефективного функціонування складних економічних об'єктів, процесів і систем.

### **Завдання вивчення навчальної дисципліни:**

Основними завданнями дисципліни «Прогнозування в складних системах» є вивчення основних теоретико-методологічних засад формування системи економічного прогнозування, застосування сучасних методів, засобів і можливостей прогнозування.

### **2.2. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни «Прогнозування в складних системах»:**

Здатність моделювати, прогнозувати та проєктувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу.

### **2.3. Результати навчання**

- Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природ.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни.**

Засвоєння знань за програмою вступного фахового випробування по спеціальності (додаткового вступного фахового випробування по спеціальності).



## **4. Програма дисципліни « Прогнозування в складних системах »**

### **Тема 1. Методологічні основи прогнозування**

1. Суть прогнозування, його предмет і об'єкти.
2. Основні функції та завдання прогнозування.
3. Система і принципи прогнозування. Прогноз, види і призначення прогнозів.
4. Класифікація прогнозів. Якісні та кількісні методи прогнозування.

### **Тема 2. Прогнозування з використанням часових рядів**

1. Часові ряди. Виділення циклічної компоненти часового ряду. Прогнозування методом ковзного середнього.
2. Прогнозування методом екстраполяції тренду. Точковий та інтервальний прогноз.
3. Оцінка якості моделі. Оцінка точності прогнозованої моделі.

### **Тема 3. Методи й моделі прогнозування одновимірних процесів**

1. Часовий ряд. Визначення й типологія часових рядів.
2. Компоненти часових рядів. Основні показники часового ряду.
3. Прогнозування на основі часового ряду. Тренд, циклічні коливання, сезонні коливання, нерегулярна компонента.
4. Адитивна й мультиплікативна моделі часового ряду. Основні характеристики часових рядів.
5. Перевірка стаціонарності часових рядів. Критерій Стьюдента, критерій Фішера. Метод поворотних точок.

### **Тема 4. Методи прогнозування багатомірних процесів**

1. Регресійні моделі, їх позитивні якості та недоліки. Оцінка параметрів лінійних багатомірних моделей.
2. Рівняння множинної лінійної регресії. Прогнози на основі багатомірної лінійної моделі.
3. Мультиколінеарність, алгоритм Фаррара-Глобера. Автокореляція. Методи виміру на основі кореляційного зв'язку.
4. Множинна та окрема кореляції. Кореляція в рядах динаміки. Дисперсійний аналіз. Методи кластерного аналізу.

### **Тема 5. Інтуїтивні методи прогнозування**

1. Класифікація методів.
2. Інтуїтивні методи прогнозування як науковий інструмент вирішення складних неформалізованих проблем що дають змогу отримати прогнозну оцінку стану розвитку об'єкта в майбутньому незалежно від інформаційної забезпеченості.

### **Тема 6. Методи експертних оцінок**

1. Принципи формування експертних систем прогнозування.
2. Сутність евристичних методів прогнозування. Індивідуальні та колективні експертні методи.
3. Організація експертних опитувань. Етапи проведення колективної експертної оцінки.
4. Визначення чисельності експертних груп і коефіцієнта компетентності експерта..

### **Тема 7. Оцінювання якості та точності прогнозів**

1. Оцінювання якості прогнозів. Критерії оцінки якості прогнозу.
2. Вибір довірчого інтервалу для прогнозної оцінки. Міри точності прогнозів. Коефіцієнт невідповідності (коефіцієнт Тейла).
3. Середня похибка прогнозу. Середня абсолютна похибка прогнозу. Середньоквадратична похибка прогнозу. Середня відсоткова похибка прогнозу. Середня абсолютна відсоткова похибка прогнозу..

### **Тема 8. Методи прогнозування складних систем**

1. Визначення ступеня випадковості системи. Передпрогнозний аналіз часових рядів.
2. Дослідження автокореляцій часового ряду. Авторегресійна прогнозна модель. Описання стану системи у фазовому просторі. Прогнозування часових рядів методом найближчих сусідів.
3. Модель штучної нейронної мережі

#### 4. Структура залікового кредиту дисципліни « Прогнозування в складних системах»

##### Денна форма навчання

	Кількість годин			
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота
Тема 1. Методологічні основи прогнозування	3	1	12	
Тема 2. Прогнозування з використанням часових рядів	3	2	12	1
Тема 3. Методи й моделі прогнозування одновимірних процесів	4	2	12	1
Тема 4. Методи прогнозування багатомірних процесів	4	2	12	1
Тема 5. Інтуїтивні методи прогнозування	4	2	12	
Тема 6. Методи експертних оцінок	4	2	12	1
Тема 7. Оцінювання якості та точності прогнозів	4	2	12	1
Тема 8. Методи прогнозування складних систем	4	2	12	
Тренінг			4	
Разом	30	15	100	5

##### Заочна форма навчання

	Кількість годин		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Тема 1. Методологічні основи прогнозування			17
Тема 2. Прогнозування з використанням часових рядів	2	2	17
Тема 3. Методи й моделі прогнозування одновимірних процесів			17
Тема 4. Методи прогнозування багатомірних процесів	2		17
Тема 5. Інтуїтивні методи прогнозування			17
Тема 6. Методи експертних оцінок			17
Тема 7. Оцінювання якості та точності прогнозів	2		17
Тема 8. Методи прогнозування складних систем	2	2	19
Разом	8	4	138

## **5. Тематика практичних занять.**

### **Практичне заняття 1**

#### **Методологічні основи прогнозування .**

1. Суть прогнозування, його предмет і об'єкти.
2. Основні функції та завдання прогнозування.
3. Система і принципи прогнозування. Прогноз, види і призначення прогнозів.
4. Класифікація прогнозів. Якісні та кількісні методи прогнозування.

### **Практичне заняття 2**

#### **Прогнозування з використанням часових рядів**

1. Часові ряди. Виділення циклічної компоненти часового ряду. Прогнозування методом ковзного середнього.
2. Прогнозування методом екстраполяції тренду. Точковий та інтервальний прогноз.
3. Оцінка якості моделі. Оцінка точності прогнозованої моделі.

### **Практичне заняття 3**

#### **Методи й моделі прогнозування одновимірних процесів**

1. Часовий ряд. Визначення й типологія часових рядів.
2. Компоненти часових рядів. Основні показники часового ряду.
3. Прогнозування на основі часового ряду. Тренд, циклічні коливання, сезонні коливання, нерегулярна компонента.
4. Адитивна й мультиплікативна моделі часового ряду. Основні характеристики часових рядів.
5. Перевірка стаціонарності часових рядів. Критерій Стюдента, критерій Фішера. Метод поворотних точок.

### **Практичне заняття 4**

#### **Методи прогнозування багатомірних процесів**

1. Регресійні моделі, їх позитивні якості та недоліки. Оцінка параметрів лінійних багатофакторних моделей.
2. Рівняння множинної лінійної регресії. Прогнози на основі багатофакторної лінійної моделі.
3. Мультиколінеарність, алгоритм Фаррара-Глобера. Автокореляція. Методи виміру на основі кореляційного зв'язку.
4. Множинна та окрема кореляції. Кореляція в рядах динаміки. Дисперсійний аналіз. Методи кластерного аналізу.



## **Практичне заняття 5**

### **Інтуїтивні методи прогнозування**

1. Класифікація методів.
2. Інтуїтивні методи прогнозування як науковий інструмент вирішення складних неформалізованих проблем що дають змогу отримати прогнозну оцінку стану розвитку об'єкта в майбутньому незалежно від інформаційної забезпеченості.

## **Практичне заняття 6**

### **Методи експертних оцінок.**

1. Принципи формування експертних систем прогнозування.
2. Сутність евристичних методів прогнозування. Індивідуальні та колективні експертні методи.
3. Організація експертних опитувань. Етапи проведення колективної експертної оцінки.
4. Визначення чисельності експертних груп і коефіцієнта компетентності експерта..

## **Практичне заняття 7**

### **Оцінювання якості та точності прогнозів**

1. Оцінювання якості прогнозів. Критерії оцінки якості прогнозу.
2. Вибір довірчого інтервалу для прогнозної оцінки. Міри точності прогнозів. Коефіцієнт невідповідності (коефіцієнт Тейла).
3. Середня похибка прогнозу. Середня абсолютна похибка прогнозу. Середньоквадратична похибка прогнозу. Середня відсоткова похибка прогнозу. Середня абсолютна відсоткова похибка прогнозу..

## **Практичне заняття 8**

### **Методи прогнозування складних систем**

1. Визначення ступеня випадковості системи. Передпрогнозний аналіз часових рядів.
2. Дослідження автокореляцій часового ряду. Авторегресійна прогнозна модель. Описання стану системи у фазовому просторі. Прогнозування часових рядів методом найближчих сусідів.
3. Модель штучної нейронної мережі

## **6. Тематика самостійної роботи студентів**

1. Вимоги до розробки прогнозуючих систем.
2. Структурна схема системи економічного прогнозування.
3. Вимоги, необхідні для забезпечення точності прогнозу.
4. Методи прогнозування.
5. Прогнозування на основі методу середнього темпу зростання
6. Недоліки прогнозування на основі тренда.
7. Прогнозування багатовимірних процесів.
8. Поняття інтервалу попередження. Оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові прогнози.
9. Основні принципи прогнозуючої системи.
10. Класифікація моделей прогнозування.

## **7. Комплексне практичне індивідуальне завдання**

Індивідуальні завдання з дисципліни «Прогнозування в складних системах» виконується самостійно кожним студентом. КППЗ оформлюється у відповідності з встановленими вимогами. Кожен з пунктів КППЗ оцінюється за 100-бальною шкалою, а також визначається підсумкова оцінка (як середня арифметична з проміжних оцінок). Виконання КППЗ з одним із обов'язкових складових модулів залікового кредитуз моделювання економічної динаміки і може бути виконано в один із двох способів:

- 1) творче завдання, метою якого є розробка або аналіз уже прийнятого управлінського рішення;
- 2) теоретично-розрахункова робота, що складається з одного теоретичного та двох практичних завдань.

## **8. Організація і проведення тренінгу**

**Тематика:** Комплексний підхід до методів прогнозування в складні ситеми

## **9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

У процесі вивчення дисципліни "Прогнозування в складних системах" використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

### 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни "Прогнозування в складних системах" 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 (іспит)	Разом
20 %	20%	20%	40%	100%
1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 10 балів = 40 балів) 2. Письмова робота = 60 балів	1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 10 балів = 40 балів) 2. Письмова робота = 60 балів	1. Написання та захист КПЗ = 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

### Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	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	Незадовільно	<b>FX</b> (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		<b>F</b> (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

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

№	Найменування	Номер теми
1.	Середовища програмування Turbo Pascal, Embarcadero Delphi, пакет для математиків MathCad	1-8
2.	Мультимедійний проектор	1-8
3.	Проекційний екран	1-8
4.	Комунікаційне програмне забезпечення - браузер	1-8

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Касьяненко В.О., Старченко Л.В. Моделювання та прогнозування економічних процесів. Конспект лекцій: Навч. посібник. Суми: ВТД "Університетська книга", 2017. 185 с.
1. Михалюк Н. І. Планування діяльності підприємств. Навч. посібник. 2-ге видання. Рекомендовано МОН України. 2020. С. 620
2. Галушак М. П., Галушак О. Я., Кужда Т. І. Прогнозування соціально-економічних процесів: навчальний посібник для економічних спеціальностей. Тернопіль: ФОП Паляниця, 2021. 160 с.
3. Макроекономічне прогнозування : навч. посібник : у двох ч. К. : Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2015. Ч. 1. 76 с.
4. Скрипник А., Клименко Н., Стариченко Є., Волошина Т. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посібник. К : НУБІП України, 2019. 237с
5. Гусєва О.Ю., Легомінова С.В., Голобородько А.Ю., Воскобоева О.В., Ромащенко О.С. Основи статистики і прогнозування економічних процесів. Київ: Державний університет телекомунікацій, 2020. 183с.
6. Campbell S. L. Modeling and Simulation in Scilab/Xcos with XcosLab 4.4, Second Edition. Campbell, Jean-Philippe Chancelierand, Ramine Nikoukhah. Springer, 2017.
7. J. Köhler, M. A. Müller and F. Allgöwer (2018) "Nonlinear reference tracking with model predictive control: An intuitive approach", *Proc. Eur. Control Conf.*
8. 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
9. 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
10. Errea J. (2017) Visual Journalism. Infographics from the World's Best Newsrooms and Designers. *Gestalten*. 256 p.