

КЛАСИЧНИЙ ПРИВАТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра інформаційних технологій та дизайну

СИЛАБУС

навчальної дисципліни «АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ»

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДОПОМОГА (включаючи електронну пошту, робочий час / місцезнаходження тощо).

Викладач (-і)	Кравченко Володимир Миколайович
Контактний тел.	+38(061)228-07-69, +38(061)764-67-50 (внутр. 274)
E-mail:	kravchenko.vn@gmail.com
Сторінка курсу на сайті підтримки навчальних програм КПУ	http://www.zhu.edu.ua/cpu_edu/course/view.php?id= 4848
Консультації	<i>Очні консультації:</i> за графіком консультацій, а. 203, головний корпус КПУ <i>Консультації off-line:</i> шляхом повідомлення на сторінці навчальної дисципліни сайту підтримки навчальних програм КПУ http://www.zhu.edu.ua/cpu_edu/message/index.php

АНОТАЦІЯ

Дисципліна «Аналіз та прогнозування часових рядів» є нормативною дисципліною циклу професійної підготовки, яка спрямована на формування у студентів практичних навичок моделювання динаміки соціально-економічних процесів. Особливістю курсу є поглиблене вивчення інструментарію табличного процесора MS Excel (включаючи матричні операції та пакет «Аналіз даних») та спеціалізованого програмного забезпечення (Advanced Grapher, Gretl) для побудови трендових, сезонних та економетричних моделей прогнозування.

Самостійна робота проводиться під час аудиторних занять та в час, вільний від обов'язкових навчальних занять, без участі викладача шляхом самостійного опрацювання лекційного матеріалу, виконання домашніх завдань з кожного модуля курсу. Повний курс лекційного матеріалу та методичні рекомендації до виконання завдань розміщено на сторінках дисципліни сайту підтримки навчальних програм університету.

Консультації призначені для роз'яснення студентам теоретичних або практичних питань під час очних зустрічей з викладачем та шляхом повідомлення на сторінці навчальної дисципліни сайту підтримки навчальних програм.

Засвоєння навчального матеріалу перевіряється за допомогою поточного контролю, який здійснюється на практичних заняттях у формі усних відповідей та самостійних робіт, перевірці виконання практичних робіт з використання інформаційних технологій та тестів.

Для визначення результатів модульного та підсумкового контролю використовується система накопичення балів, яка стимулює систематичну роботу студента протягом семестру.

Підсумковий (семестровий) контроль після завершення 5 семестру здійснюється у формі екзамену.

ФОРМАТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальна кількість годин – 120 год., у т. ч. 48 годин аудиторних занять і 72 годин самостійної роботи студента. Кількість кредитів ECTS – 4.

Всього кредитів	Всього годин	Аудиторних годин	У тому числі			Сам. робота
			Лекц.	Лабор.	Семін. (практ.)	
4	120	48	24	24	-	72

ОЗНАКИ ДИСЦИПЛІНИ

Курс (рік навчання)	Семестр	Цикл підготовки	Нормативна/ вибіркова
3	5	професійна	нормативна

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни: надання студентам теоретичних знань та практичних навичок щодо методів виявлення закономірностей розвитку процесів у часі, побудови адекватних математичних моделей та отримання надійних прогнозів для прийняття управлінських рішень.

Завдання навчальної дисципліни:

- формування системного розуміння структури часових рядів, виокремлення їх основних компонентів (тренд, сезонність, циклічність, випадковий шум) та розрахунок аналітичних показників динаміки;
- оволодіння методами попередньої обробки даних, зокрема згладжування рядів методами ковзного середнього та експоненційного згладжування для виявлення прихованих тенденцій;
- набуття практичних навичок моделювання трендів (лінійних, поліноміальних, показникових) засобами табличного процесора MS Excel та спеціалізованого ПЗ Advanced Grapher;
- глибоке вивчення регресійного аналізу часових рядів, включаючи реалізацію методу найменших квадратів (МНК) в Excel чотирма різними способами (вбудовані функції, графічний метод, пакет «Аналіз даних», матричні операції);
- освоєння методів аналізу сезонності, розрахунку індексів сезонності та побудови прогнозів для процесів із внутрішньорічною циклічністю;
- вивчення сучасних економетричних підходів (тести на стаціонарність, методологія Бокса-Дженкінса) та їх реалізація у середовищі Gretl;
- розвиток навичок комплексного прогнозування соціально-економічних явищ (рівень безробіття, інфляція) з використанням сценарного підходу та верифікації якості моделей.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- класифікацію часових рядів та систему показників аналізу їх динаміки (ланцюгові, базисні, середні);

- теоретичні основи методу найменших квадратів (МНК) та умови його застосування (теорема Гаусса-Маркова);
- методи лінеаризації нелінійних трендових моделей (логарифмування, заміна змінних);
- алгоритми механічного (ковзне середнє) та аналітичного вирівнювання часових рядів;
- відмінності між адитивною та мультиплікативною моделями сезонності;
- способи діагностики мультиколінеарності у багатофакторних моделях та методи її усунення;
- поняття стаціонарності часового ряду, види тестів на одиничний корінь (ADF-тест);
- принципи побудови стохастичних моделей ARIMA (авторегресія та ковзне середнє);
- функціональні можливості ПЗ Advanced Grapher для автоматичного підбору функцій регресії;
- інтерфейс та інструментарій пакету Gretl для моделювання часових рядів.

Після вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

- здійснювати попередню обробку даних: імпорт, виявлення аномальних значень, візуалізацію динаміки процесів за допомогою програмних засобів (Excel, Advanced Grapher, Gretl);
- ідентифікувати структуру часового ряду, розраховувати автокореляційну (ACF) та часткову автокореляційну (PACF) функції;
- виконувати моделювання детермінованих трендів та сезонних коливань, будувати адитивні та мультиплікативні моделі;
- проводити діагностику рядів на стаціонарність та обирати відповідний клас моделей;
- будувати та верифікувати прогностні моделі ARIMA/SARIMA у середовищі Gretl та Python, аналізувати залишки моделі на наявність автокореляції;
- розробляти сценарії розвитку соціально-економічних процесів (інфляція, безробіття, ВВП) на основі побудованих моделей;
- обґрунтовувати вибір методу прогнозування та інтерпретувати отримані кількісні результати для прийняття управлінських рішень.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 11 Математика та статистика спеціальності 112 Статистика, освітня програма: Комп'ютерна статистика та аналіз даних. вивчення дисципліни «Аналіз та прогнозування часових рядів» сприяє формуванню **компетентностей та програмних результатів навчання:**

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані математичні та статистичні задачі, що характеризується комплексністю і невизначеністю умов і передбачає застосування теоретико-ймовірнісних і статистичних методів, комп'ютерних технологій.

Загальні компетентності:

ЗК 6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 2. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів.

СК 7. Здатність робити якісні висновки з кількісних даних.

СК 15. Здатність до здійснення статистичних спостережень за економічними явищами і процесами та проводити розрахунки показників економічної статистики.

СК 16. Здатність досліджувати тенденції розвитку економіки за допомогою інструментарію статистичного аналізу, оцінювати сучасні економічні явища.

Програмні результати навчання:

РН 9. Вміти визначати числові та якісні характеристики випадкових подій, величин, елементів, процесів.

РН 11. Вміти аналізувати та прогнозувати лінійні статистичні моделі та моделі регресії, оцінювати їхні параметри.

РН 15. Володіти математичними та статистичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів математичних моделей, статистичними методами інтерпретації та обробки числових даних.

РН 16. Вміти використовувати в практичній діяльності спеціалізоване статистичне програмне забезпечення (Advanced Grapher, Gretl).

ПЛАН КУРСУ

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Прак	Завдання для самостійної роботи
Змістовий модуль 1. Детерміновані методи аналізу (Excel)			
Тема 1. Вступ до аналізу часових рядів. Сутність та класифікація часових рядів. Аналітичні показники динаміки. Найпростіші методи прогнозування.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 1. 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №1: «Розрахунок аналітичних показників динаміки та найпростіші методи прогнозування (Excel)».
Тема 2. Детерміновані тренди: поліноміальні моделі. Метод найменших квадратів (МНК). Лінійні та параболічні тренди. Оцінка адекватності	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 2. 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №2: «Побудова лінійних та квадратичних трендів методом найменших квадратів (Excel)».
Тема 3. Нелінійні тренди та лінеаризація.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 3. 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №3: «Моделювання тренду у вигляді показникової функції. Лінеаризація».
Тема 4. Методи згладжування рядів. Ковзне середнє (SMA). Експоненціальне згладжування. Вибір параметрів адаптації.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 4. 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №4: «Згладжування рядів методами ковзного середнього та експоненціального згладжування».
Тема 5. Аналіз сезонності. Сезонні коливання. Індеси сезонності. Адитивні та мультиплікативні моделі.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 5. 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №5: «Розрахунок індесів сезонності та побудова прогнозу». 3. Виконання контрольної роботи з модуля 1.
Всього:	10	10	30
Змістовий модуль 2. Моделювання тп прогнозування часових рядів та прикладне програмне забезпечення для аналізу			
Тема 6. Однофакторні лінійні моделі. Реалізація парної регресії в	2	4	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 6. 2. Повторення функцій Excel.

Назва змістових модулів та тем	Лекц.	Прак.	Завдання для самостійної роботи
Excel: функції, пакет аналізу, графік, матричний метод.			3. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №6: «Побудова та аналіз однофакторної лінійної моделі одновимірного процесу (чотири методи) з використанням функцій Excel».
Тема 7. Багатофакторні лінійні моделі. Множинна регресія. Мультиколінеарність.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 7. 2. Повторення інструменту «Регресія» в пакеті «Аналіз даних». 3. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №7: «Побудова та аналіз двофакторної лінійної моделі (два способи) з використанням функцій Excel».
Тема 8. Автоматизація підбору трендів. Робота з ПЗ Advanced Grapher. Автоматичний пошук функцій.	2	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 8. Підготовка до практичної роботи №7. 2. Встановлення та ознайомлення з інтерфейсом Advanced Grapher. 3. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №8: «Моделювання нелінійних трендів та вибір найкращої моделі за допомогою програми Advanced Grapher».
Тема 9. Стохастичне моделювання в Gretl. Імпорт даних. Тести на стаціонарність. Моделі ARIMA, SARIMA.	4	4	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 9. 2. Перегляд відеопідручника «Gretl: Моделювання даних». 3. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №9: «Моделювання прогнозів за допомогою прикладної програми Gretl».
Тема 10. Комплексне соціально-економічне прогнозування. Макроекономічні показники. Сценарний підхід.	4	2	1. Опрацювати лекційний матеріалу та інтерактивного навчального контенту з теми 10 2. Оформлення звіту з Лабораторної роботи №10 (Кейс): «Побудова комплексної моделі прогнозування соціально-економічного показника (рівень безробіття/інфляція)». 3. Виконання контрольної роботи з модуля 2. 4. Підготовка до Екзамену (робота з базою тестових питань).
Всього:	14	14	42
Разом:	24	24	72

Опрацювання інтерактивного навчального контенту передбачає: перегляд ментальної карти (структури матеріалу), відеоогляду лекції, прослуховування аудіосупроводу, робота з флешкартками (самоперевірка термінів), виконання навчальних тестів з самоперевіркою.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Аналіз та прогнозування часових рядів» використовуються наступні види контролю:

1. Поточний контроль – здійснюється протягом семестру шляхом опитування на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, модульних тестів та контрольної роботи.

За змістом він включає перевірку ступеню засвоєння студентом навчального матеріалу, який охоплюється темою лекційного та практичного заняття, уміння самостійно опрацьовувати навчально-методичну літературу, здатність осмислювати зміст теми, уміння оформлювати звіти з лабораторних робіт, використовуючи програмне забезпечення.

2. Підсумковий семестровий контроль – здійснюється у формі тестового екзамену відповідно до графіка освітнього процесу.

Для оцінювання студентів використовується система накопичування балів. Згідно з «Положенням про організацію освітнього процесу в КПУ» підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою з наступним переведенням у національну шкалу та шкалу ECTS.

Шкала оцінювання: 100-бальна, національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
67-74	D	задовільно	
60-66	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Результати поточного контролю здобувачів вищої освіти є складовими елементами підсумкової оцінки з дисципліни.

Розподіл балів поточного та підсумкового (семестрового) оцінювання

Вид діяльності	Бали	Примітка
Поточний контроль	50	10 лабораторних робіт по 5 балів
Модуль 1	25	
Модуль 2	25	
Модульний контроль	20	
МКР 1	10	Контрольна робота
МКР 2	10	Тестування в Moodle
Екзамен	30	Тестування в Moodle
РАЗОМ	100	

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

5 балів: Робота виконана в повному обсязі (100%). Всі завдання розв'язані правильно. Студент вільно володіє інструментарієм ПЗ (знає, чому використана конкретна функція Excel або тест Gretl). Надано глибоку економічну інтерпретацію отриманих результатів (не просто «тренд зростає», а пояснено характер динаміки). Студент дає вичерпні, обґрунтовані відповіді на всі запитання викладача під час захисту. Звіт оформлено охайно, графіки мають підписи, легенди та вісі.

4 бали: Робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні неточності в розрахунках або оформленні (які не впливають на загальний висновок). Студент розуміє алгоритм виконання, але може припускатися дрібних помилок при поясненні синтаксису формул. Висновки присутні, але мають формальний характер (констатація фактів без глибокого аналізу). Під час захисту студент відповідає на більшість питань, але потребує навідних питань при поясненні теоретичних аспектів.

3 бали: Робота виконана не менше ніж на 70%, або допущені суттєві помилки у виборі методу прогнозування чи моделі. Студент виконав розрахунки механічно, має труднощі з поясненням суті використаних статистичних методів (наприклад, не може пояснити зміст R^2 або тесту ADF). Відсутні або помилкові висновки до роботи. Студент невпевнено відповідає на запитання, плутається в термінології.

1-2 бали: Робота виконана менше ніж на 50%. Допущені грубі помилки (невірно обрана модель, неправильно введені дані). Студент не може пояснити хід виконання роботи, не орієнтується у власному файлі (підозра на плагіат/списану роботу). Звіт не оформлено належним чином (відсутні необхідні скріншоти, графіки).

0 балів: Робота не здана. Виявлено факт прямого плагіату без розуміння матеріалу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Підручники та навчальні посібники

1. Бідюк П. І., Романенко В. Д., Тимошук О. Л. Аналіз часових рядів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 600 с.
2. Клебанова Т. С., Гур'янова Л. С., Богоніс Б. Р. Моделювання та прогнозування економічних процесів : підручник. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 288 с.
3. Лук'яненко І. Г., Жук В. М. Моделювання часових рядів в економіці : навч. посіб. Київ : НаУКМА, 2010. 250 с.
4. Литвин В. В. Інтелектуальні системи. Методи аналізу та прогнозування часових рядів : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 240 с.

Статті у наукових фахових виданнях

1. Захарченко П. В., Черняк О. І. Застосування моделей ARIMA для короткострокового прогнозування індексу споживчих цін. Економіка та прогнозування. 2017. № 3. С. 118–127.
2. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія. Київ : ХНЕУ, 2011. 439 с. (Розділи про прогнозування часових рядів).
3. Шевчук В. О. Порівняльний аналіз методів прогнозування нестационарних часових рядів. Системні дослідження та інформаційні технології. 2020. № 1. С. 55–64.
4. Коваленко О. В. Використання адаптивних моделей для прогнозування соціально-економічних показників. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2019. Вип. 6 (207). С. 34–40.

Автореферати дисертацій

1. Слюсарчук П. В. Статистичний аналіз та прогнозування часових рядів з довгостроковою залежністю : автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01.03.01. Київ, 2012. 20 с.
2. Іванов С. М. Моделі та методи прогнозування фінансових часових рядів на основі нейронних мереж : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06. Харків, 2018. 22 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

Програмне забезпечення та документація (Software)

1. Gretl Official Homepage (gretl.sourceforge.net) — офіційний сайт для завантаження програми Gretl (Open Source), доступ до посібників користувача та прикладів даних.

2. Advanced Grapher. Сайт для завантаження програми побудови графіків та аналізу функцій. <https://www.softportal.com/en/advanced-grapher/windows/software>
3. Real Statistics Using Excel (<https://real-statistics.com/>) — потужний ресурс з прикладами реалізації складних статистичних тестів та регресій у середовищі MS Excel (без використання макросів).

Джерела статистичних даних (Datasets)

(Необхідні для виконання лабораторних робіт та кейсу з прогнозування)

1. Державна служба статистики України (ukrstat.gov.ua) — офіційний портал з даними про інфляцію, безробіття, ВВП, демографію. Основне джерело для соціально-економічного кейсу.
2. Національний банк України (bank.gov.ua) — розділ «Статистика» (офіційні курси валют, облікова ставка, монетарні показники) для аналізу фінансових часових рядів.
3. Світовий банк / World Bank Open Data (data.worldbank.org) — глобальна база даних для порівняльного аналізу економічних трендів різних країн.
4. Kaggle Datasets (kaggle.com/datasets) — платформа з тисячами відкритих наборів даних (CSV-файли) для тренування навичок прогнозування.

Електронні підручники та освітні платформи

1. OTexts: Forecasting: Principles and Practice (otexts.com/fpp3/) — безкоштовний інтерактивний онлайн-підручник Роба Гіндмана (Rob J Hyndman). Вважається світовим стандартом у навчанні прогнозуванню (теорія ARIMA, експоненційного згладжування, сезонності).
2. Coursera: Practical Time Series Analysis (coursera.org) — матеріали курсів від провідних університетів для додаткового ознайомлення з методами згладжування.
3. StatQuest with Josh Starmer (youtube.com/c/joshstarmer) — YouTube-канал, де простою мовою з візуалізацією пояснюються принципи роботи ARIMA, регресії та Р-значень (p-values).

Фахові спільноти та ресурси

1. Gretl Users Guide — офіційний посібник з економетричного моделювання в Gretl (вбудований у програму та доступний онлайн).
2. Stack Overflow (stackoverflow.com/questions/tagged/time-series) — спільнота для вирішення технічних питань при роботі з помилками в моделях або даних.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна література:

1. Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: principles and practice*.
2. Лук'яненко І. Г., Краснікова Л. І. *Економетрика: підручник*.

Програмне забезпечення:

1. **MS Excel** (з надбудовою Analysis ToolPak) — основний інструмент курсу.
2. **Advanced Grapher** — для роботи з графіками та трендами.
3. **Gretl** — для економетричного аналізу та моделей ARIMA.

Інтерактивні ресурси курсу:

1. Відеоогляди лекцій («Розшифровуючи майбутнє» та ін.).
2. Відеопідручник по роботі з Gretl.
3. Ментальні карти та флешкартки до кожної теми.