

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Кафедра економіки та економічної кібернетики

І.М. Пістун.

НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
для студентів загальноекономічної підготовки

Дніпро

2023

1

Нейронні мережі в моделюванні економічних систем: метод. рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальності 051 «Економіка» / уклад. І.М. Пістунов. – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. – 17 с.

Укладач **І.М. Пістунов**, докт. техн. наук, проф.

ЗМІСТ

Методичні вказівки до виконання практичних завдань	4
Основні принципи роботи з програмою Statistica.....	5
Завдання №1. ЗНАЙОМСТВО З ПРОГРАМОЮ STATISTICA. ПОБУДОВА ОДНОМІРНОЇ МОДЕЛ	9
Завдання №2. ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСІВ ВАЛЮТ	12
Завдання №3. ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.....	15
Завдання №4. АВТОМАТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ	17

Методичні вказівки до виконання практичних завдань

Навчальним планом з дисципліни "НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ" передбачено виконання практичних робіт.

Всі роботи виконуються із застосуванням пакету Statistica/

/Перед розв'язуванням задач необхідно вивчити відповідний розділ теоретичного матеріалу з книги:

Пістунов І.М. Нейромережеві технології економіці та фінансах з розрахунками на комп'ютері [Електронний ресурс]: навч. посібн. / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк ; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д. : НГУ, 2014. – 105 с. – Режим доступу: http://pistunovi.narod.ru/N_M.pdf (дата звернення: 11.07.2014). – Назва з екрана.

При виконанні практичної роботи студент повинний дотримувати таких правил:

1. Титульна сторінка роботи оформлюється за зразком.
2. Розв'язування кожної задачі треба починати з наведення її повної умови.
3. Рішення задач необхідно супроводжувати поясненнями, графіками та посиланнями на відповідні теоретичні поняття та формули.
4. Якщо лабораторна робота після перевірки не зарахована, треба виправити помилки згідно з зауваженнями викладача. Це необхідно робити у кінці роботи (або в окремому зошиті), написавши спочатку титул "Робота над помилками". Вносити зміни до тексту вже перевіреної роботи категорично забороняється. Доопрацьована практична робота надається для повторної перевірки разом з першим варіантом.

У письмовому звіті, створеному програмою Word, повинно міститися:

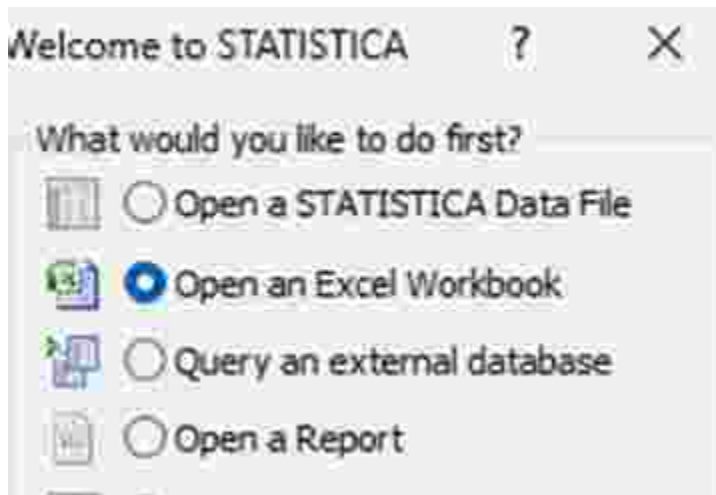
1. Постановка завдання і вихідні дані.
2. Графіки, що відображають навчання мережі та тестування.

3. Графіки, що відображають результати роботи мережі і числові значення середньоквадратичної похибки.

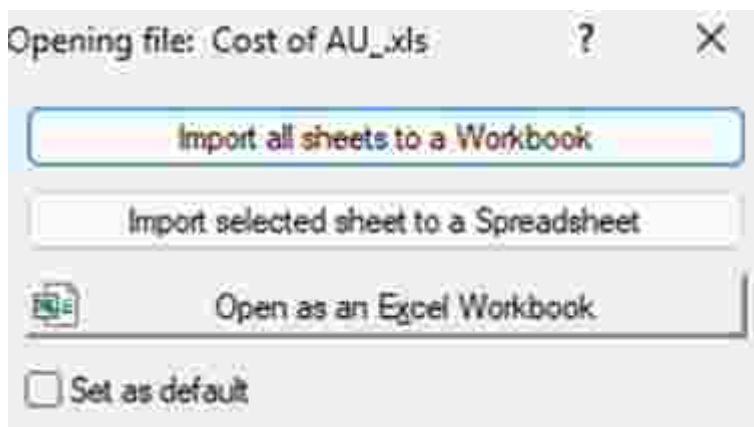
Основні принципи роботи з програмою Statistica

Усі ваші дані мають бути сформовані по стовпцях у документі програми Microsoft Excel.

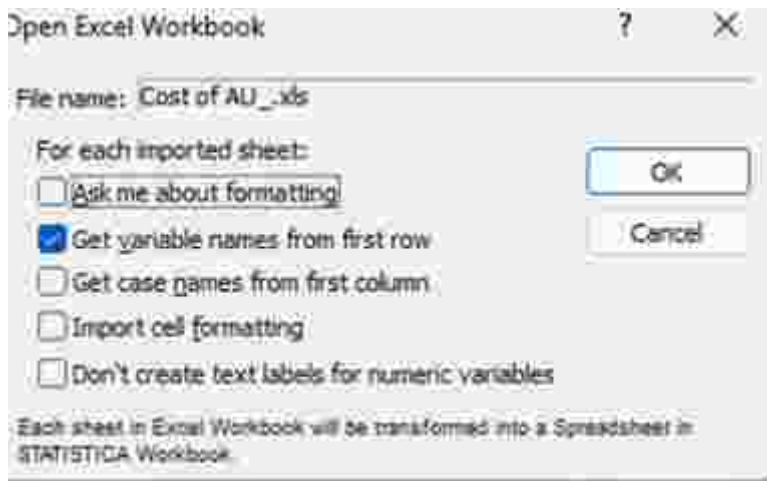
Після увімкнення програми **Statistica** оберіть пункт Open Excel Workbook і натисніть ОК. І далі, після виконання кожного пункту натискайте цю кнопку у кожному вікні.



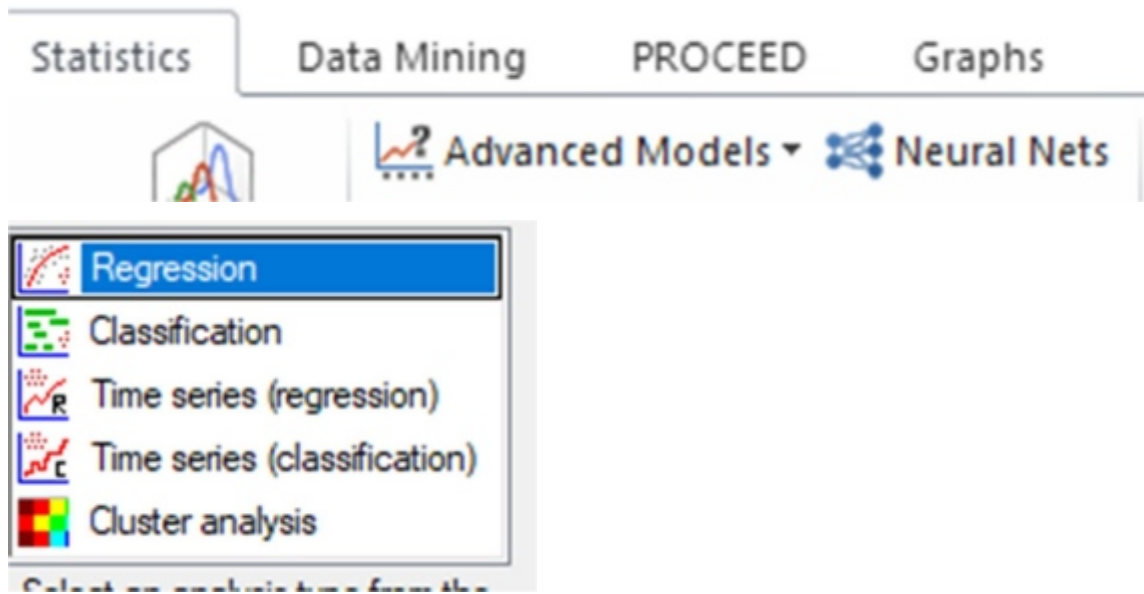
Далі обирайте перший пункт нового меню



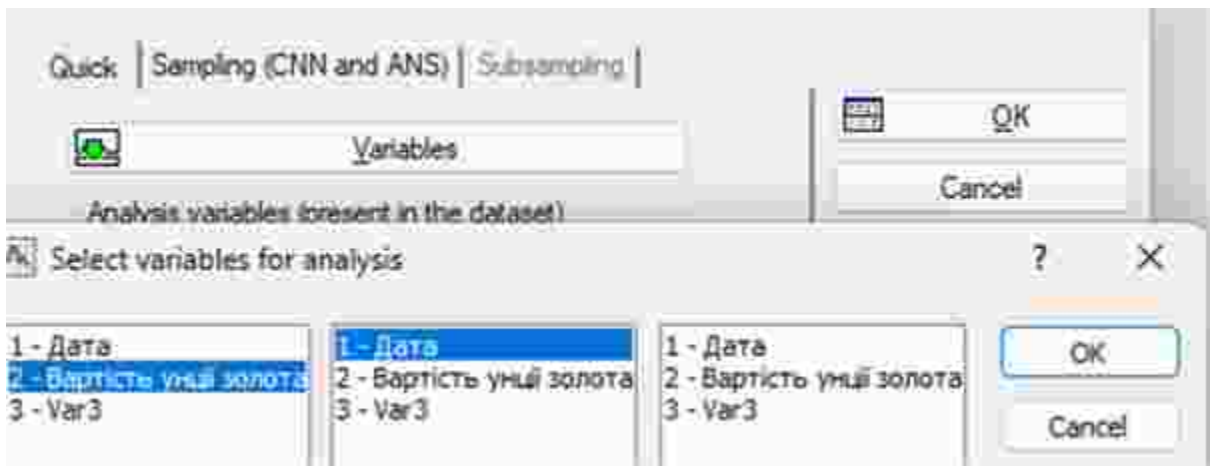
Якщо сформована вами таблиця має заголовки, відмітьте другий пункт меню. Якщо ні – приберіть галочку в ньому.



Оберіть потрібний тип роботи з нейронними сітками.



Вкажіть, які стовці даних є залежними змінними (Y), а які – незалежними (X).



Оберіть функції активації



Вкажіть структуру мережі



Після розрахунку можна переглянути пункт «Predicting»

Predictions spreadsheet for Вартість унції золота \$ (Аркуш1 in Cost of AU_)			
Samples: Train			
Case name	Вартість унції золота \$ Target	Вартість унції золота \$ - Output 1. MLP 1-8-1	Вартість унції золота \$ - Output 2. MLP 1-5-1
1	38,95000	38,70376	39,01178
2	38,82000	38,72517	38,98011
3	38,90000	38,74827	38,94482
4	38,90000	38,77322	38,90751
5	38,92000	38,80019	38,86991
6	38,95000	38,82936	38,83379
7	38,90000	38,86092	38,80104
8	38,90000	38,80607	38,77361

А якщо натиснути кнопку «Custom predicting», то можна ввести свої значення іксів і отримати розраховані по всіх відібраних моделях ігреки.



Завдання №1
ЗНАЙМОМСТВО З ПРОГРАМОЮ STATISTICA.
ПОБУДОВА ОДНОМІРНОЇ МОДЕЛІ

Мета роботи: Побудова нейронної мережі для апроксимації обраної функції,

Зміст і методика виконання розрахункової частини:

Студенту пропонується створити нейронну мережу і виконати апроксимацію функції (табл. 2.4) з урахуванням впливу шуму, розподіленого за нормальним законом. Вибір варіанта завдання здійснюється за номером по списку групи.

1. Вибрати архітектуру нейронної мережі (число шарів, число нейронів у шарах, активаційні характеристики в шарах) для апроксимації функції.

2. Виконати навчання мережі за алгоритмом зворотного розповсюдження помилки.

3. Провести тестування навченої нейронної мережі. Результати вивести в графічній формі або у таблиці, що її друкує програма Statistica.

4. Побудувати графік залежності середньоквадратичної помилки апроксимації функції нейронною мережею від кількості нейронів у прихованому шарі. Для цього створити декілька (5 – 6) моделей з різною кількістю нейронів у прихованому шарі.

5. Виконати апроксимацію функції створеної нейронної мережею і поліномами за методом найменших квадратів. Побудувати графіки функції, що апроксимується, її наближених значень (сума значень функції, що апроксимується і випадкових величин, розподілених за нормальним законом) і результату апроксимації.

6. Порівняти ефективність апроксимації функції нейронною мережею і поліномами за методом найменших квадратів, через функцію Regression.

Таблиця 1 – Набір функцій для апроксимації

№ за списком групи	Функція
1	$y = 2 \sin^2 x, x \in [0;1]$
2	$y = 4 \frac{\cos x}{x}, x \in [-\pi; \pi]$
3	$y_1 = 0,5x^2 - 4,8x + 3,5, y_2 = x^3 - 12,$ $y_3 = x + 3,5, x \in [0;1]$
4	$y_1 = \frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2}, y_2 = \frac{1}{y_1}, x_1, x_2 \in [1;10]$
5	$y_1 = x_1 - x_2 , y_2 = x_1 + x_2, y_3 = x_1 \cdot x_2,$ $x_1, x_2 \in [1;10]$
6	$y_1 = x_1 \cdot \sin x_2, x_1 \in [1;10],$ $x_2 \in [-90^\circ; 90^\circ]$
7	$y_1 = x_1 \cdot x_2 + x_3, y_2 = 2y_1, x_1, x_2, x_3 \in [1;10]$
8	$y_1 = 1,5 \cdot x_1 + x_2 - 2x_3 , y_2 = x_3 - y_1,$ $x_1, x_2, x_3 \in [1;10]$
9	$y = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}, x_1, x_2 \in [-10;10]$
10	$y_1 = 2,3 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,5 \cdot x_1^2 + 1,8 \cdot x_2^2, y_2 = y_1^2,$ $x_1, x_2 \in [1;10]$
11	$y = 2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_1 \cdot x_2 + x_2, x_1, x_2 \in [-5;5]$
12	$y = \sin x_1 \cdot \sin x_2 \sin x_3, x_1, x_2, x_3 \in [1; \pi]$
13	$y = 2 \cdot x_1 \cdot \cos x_2, x_1 \in [0;1], x_2 \in [0; \pi]$
14	$y = x_1 + x_2 + x_3, x_1, x_2, x_3 \in [1;10]$
15	$y = 3 \sin^2 x, x \in [0;1]$

№ за списком групи	Функція
16	$y = 7 \frac{\cos x}{x^2}, x \in [-\pi; \pi]$
17	$y = x_1 \cdot \cos x_2, x_1 \in [1; 10],$ $x_2 \in [-90^\circ; 90^\circ]$
18	$y_1 = \frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2}, y_2 = \frac{1}{y_1}, x_1, x_2 \in [1; 10]$
19	$y = x^3 - 12, x \in [0; 1]$
20	$y = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}, y_2 = \operatorname{arctg} \frac{x_2}{x_1}, x_1, x_2 \in [-10; 10]$
21	$y = 4 \frac{\cos x}{3x}, x \in [-\pi; \pi]$
22	$y = 0,7x_1 \cdot \sin 2x_2, x_1 \in [1; 10],$ $x_2 \in [-90^\circ; 90^\circ]$
23	$y = x_1 + x_2 - x_3, x_1, x_2, x_3 \in [1; 10]$
24	$y = 5 \sin^3 x, x \in [0; 1]$
25	$y = -3x^3 + 10, x \in [0; 5]$
26	$y = 0,3x^2 - 5,2x + 3,5,$ $x \in [0; 1]$
27	$y = -2 \sin 3x, x \in [0; 1]$
28	$y = 3x_1 - x_2 - x_3, x_1, x_2, x_3 \in [1; 10]$
29	$y = 2x + 1,5, x \in [0; 1]$
30	$y = x^3 - \frac{1}{2x}, x \in [1; 2]$

Завдання №2

ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСІВ ВАЛЮТ

Мета роботи: Прогнозування обраних курсів валют

Зміст і методика виконання розрахункової частини:

Студенту пропонується створити нейронну мережу і виконати апроксимацію зміни в часі валют (табл. 2). Тип валюти обрається згідно номеру за списком групи.

Виконати прогнозування на наступний рік курсу гривні по відношенню до інших валют, згідно варіанту (табл. 2.6). Статистичні дані отримати: *minfin.com.ua*

1. Вибрати архітектуру нейронної мережі (число шарів, число нейронів у шарах, активаційні характеристики в шарах) для апроксимації функції.
2. Виконати навчання мережі.
3. Провести тестування навченої нейронної мережі. Результати вивести в графічній формі.
4. Дані узяти до 2021 року включно.
5. Прогнозувати курс валюти на 2022-2023 роки.
6. Порівняти прогноз, отриманий за допомогою нейронну мережу та трендового аналізу в MS Excel.
7. Порівняти прогноз на 2022 з фактичними даними.

Таблиця 2. – Варіанти індивідуальних завдань

Варіант	Назва валюти
1	100 австралійських доларів

Варіант	Назва валюти
2	100 австрійських шилінгів
3	1000 бельгійських франків
4	100 датських крон
5	100 ірландських фунтів
6	100 шведських крон
7	1000 іспанських песет
8	10000 італійських лір
9	100 канадських доларів
10	100 німецьких марок
11	100 норвезьких крон
12	100 польських злотих
13	10 російських рублів
14	100 сінгапурських доларів
15	100 словацьких крон
16	1000 угорських форинтів
17	100 юанів женьміньбі (Китай)
18	100 фінських марок
19	100 французьких франків
20	100 чеських крон
21	10 російських рублів
22	100 французьких франків
23	1000 бельгійських франків
24	100 датських крон
25	100 ірландських фунтів

Варіант	Назва валюти
26	100 шведських крон
27	1000 іспанських песет
28	10000 італійських лір
29	100 канадських доларів
30	100 німецьких марок

Завдання №3

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Мета роботи: прогнозувати економічні показники України

Зміст і методика виконання розрахункової частини:

Студенту пропонується створити нейронну мережу і виконати прогнозування економічних показників (табл. 3). Статистичні дані отримати: *minfin.com.ua*

1. Виконати прогнозування на 2022-23 рік згідно варіанту (табл. 3).
2. Порівняти реальні дані на 2022 року з прогнозованими і визначити точність прогнозу.
3. Знайти фактори, що впливають на обрані вами методом кореляційного аналізу і побудувати модель.
4. Створити прогноз на 2022, підставляючи реальні дані вхідних факторів.
5. Порівняти цей прогноз із попереднім.

Таблиця 3. – Варіанти індивідуальних завдань

№ за списком групи	Статистична інформація
1.	Ринок праці
2.	Освіта
3.	Охорона здоров'я
4.	Доходи та умови життя
5.	Соціальний захист
6.	Населені пункти та житло

№ за списком групи	Статистична інформація
7.	Правосуддя та злочинність
8.	Культура
9.	Макроекономічна статистика
10.	Національні рахунки
11.	Економічна діяльність
12.	Діяльність підприємств
13.	Внутрішня торгівля
14.	Капітальні інвестиції
15.	Основні засоби
16.	Сільське, лісове та рибне господарство
17.	Енергетика
18.	Промисловість
19.	Будівництво
20.	Транспорт
21.	Туризм
22.	Реєстр статистичних одиниць
23.	Навколишнє середовище
24.	Державні фінанси, податки та публічний сектор
25.	Зовнішньоекономічна діяльність
26.	Ціни
27.	Наука, технології та інновації
28.	Інформаційне суспільство

Завдання №4

АВТОМАТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ

Мета роботи: навчитися робити класифікацію об'єктів методами нейронних мереж.

Зміст і методика виконання розрахункової частини:

1. Згенеруйте чотири множини по 30 значень, розподілених за нормальним законом, з координатами $(-30N,0)$, $(0,30N)$, $(30N,0)$, $(0,-30N)$, N – номер за списком.
2. Згенеровані сукупності розбийте на два, чотири, шість, вісім кластерів.
3. Визначте якість класифікації для кожного розбиття.
4. Покажіть варіанти розбиття.