

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**  
**Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University**

**МАТЕРІАЛИ IV Міжнародної науково-практичної**  
**інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти:**  
**реалії, проблеми якості, інновації»**

**MATERIALS of the IV International Scientific and Practical**  
**Internet Conference «The development of modern science and**  
**education: realities, problems of quality, innovations»**

**29-31 травня 2023**  
**May 29-31, 2023**

## **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Інститут професійної освіти (Україна)

Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України

Федеральний інститут професійної освіти (ФРН)

Вища технічна школа в Катовіце (Польща)

Технічний університет Дортмунда (ФРН)

Люблінська політехніка (Польща)

Європейський інститут безперервної освіти (Словацька Республіка)

Технічний університет Дортмунда (ФРН)

ЗАТ «Національний центр ядерних досліджень» Міністерства транспорту, зв'язку та високих технологій Азербайджанської республіки (Азербайджанська Республіка)

Інститут іонно-плазмових і лазерних технологій Академії наук Республіки Узбекистан (Республіка Узбекистан)

Маріямпольська колегія (Литва)

## **«РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ»**

### **МАТЕРІАЛИ**

## **IV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

*29-31 травня 2023 року*

**Запоріжжя – 2023**

УДК [001.895÷378.1](043.2)  
Т13

**Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації:**  
матеріали IV Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 29-31  
травня 2023 р.) / [за наук. ред. С. В. Кюрчев, В. О. Радкевич, В. М. Кюрчев та  
інш.]. Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. 462 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного  
університету імені Дмитра Моторного  
(протокол № 11 від 30.05.2023 р.)

Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації» вміщує результати наукових досліджень науковців, наукових співробітників, викладачів, здобувачів різних рівнів вищої освіти, вчителів з актуальних проблем гуманітарних, природничо-математичних і технічних наук. Напрямки роботи конференції: актуальні питання та проблеми фізико-математичних наук; інновації та закономірності розвитку технічних наук; перспективні напрями наукових досліджень з біосистемної агроінженерії, агротехнологій та агроекології; стан, шляхи і перспективи розвитку фізико-математичної освіти в умовах сучасних викликів та глобалізаційних змін; використання інноваційних технологій в освітньому процесі в умовах воєнного стану.

**Редакційна колегія:**

**Кюрчев С. В.** – доктор технічних наук, професор;

**Радкевич В. О.** – доктор педагогічних наук, професор, дійсний член (академік)  
НАПН України;

**Кюрчев В. М.** – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії  
України в галузі науки і техніки, член-кореспондент НААН України, Заслужений  
працівник освіти України;

**Кідалов В. В.** – доктор фізико-математичних наук, професор, Заслужений діяч  
науки і техніки України;

**Тітова О. А.** – доктор педагогічних наук, професор;

**Дьоміна Н. А.** – кандидат технічних наук, доцент;

**Тараненко Г. Г.** – кандидат педагогічних наук, доцент;

**Дяденчук А. Ф.** – кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальність за грамотність, автентичність цитат, достовірність фактів і  
посилань, зміст тез несуть автори публікацій. Матеріали видані в авторській редакції.

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2023

© Автори, 2023

# ЗМІСТ

## СЕКЦІЯ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНИХ НАУК

<b>Микола М. Ткачук, Наталя Дьоміна, Микола А. Ткачук, Андрій Грабовський.</b> Внесення додаткових чинників у варіаційні постановки контактних задач для системи пружних тіл .....	10
<b>Вікторія Леонтєва, Наталія Кондрат'єва, Володимир Сидюк, Яна Єлховська.</b> Автоматизація процесів шифрування та дешифрування інформації на основі шифрів Полібія, Цезаря та Тритемія.....	16
<b>Тетяна Гришанович.</b> Реалізація алгоритмів відшукування виходів із лабіринтів.....	22
<b>Вікторія Леонтєва, Наталія Кондрат'єва, Станіслав Полос, Генадій Усатенко.</b> Математичне моделювання динаміки вертикального падіння тіла з урахуванням сили опору повітря.....	28
<b>Максим Макута.</b> Комбіновані методи шифрування в мобільних додатках.....	35

## СЕКЦІЯ 2. ІННОВАЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ НАУК

<b>Б. М.Абдурахманов, М. Ш.Курбанов, С. А.Тулаганов, М. Ерназаров , Ж. А.Панжиєв</b> Техногенні металургійні відходи як джерело нанопорошків аморфного SiO <sub>2</sub> .....	38
<b>Валерій Кідалов, Альона Дяденчук.</b> Виготовлення сонячних фотоелементів на основі гетероструктур SiC/porous-Si/Si .....	43
<b>Євген Гавриленко, Андрій Чаплінський, Ілля Тетервак.</b> Розробка функціональної моделі процесу створення САПР геометричних поверхонь зубозаточувального інструменту .....	48
<b>Людмила Глинчук.</b> Технології захисту мобільних телефонів від загроз на рівні пристрою.....	57
<b>Олександр Вершков, Олександр Івженко, Андрій Чаплінський, Микола Зюзін.</b> Методика колективної розробки технологічного процесу	

в системі автоматизованого проектування .....	63
<b>Олександр Мацулевич, Олена Дереза, Олена Михайленко.</b> Створення комп'ютерної моделі функціональної поверхні зубозаточувального інструменту при виконанні лабораторної роботи з дисципліни «Інформаційні технології у виробництві» .....	68
<b>Олександр Вершков, Олександр Івженко, Ілля Тетервак.</b> Автоматизоване проектування складних дизайнерських виробів .....	74
<b>Олександр Мацулевич, Євген Гавриленко, Микола Мірошніченко, Ганна Гешева.</b> Набуття навичок комп'ютерної обробки аудіо сигналів з використанням програмного забезпечення Adobe Audition .....	80
<b>Микола Мірошніченко, Андрій Чаплінський, Олена Михайленко, Ганна Гешева.</b> Комп'ютерна обробка відеозображень у програмному середовищі Adobe Audition.....	87
<b>Ольга Зінов'єва.</b> Програмна реалізація аналізу часових рядів.....	94
<b>Станіслав Пастушок.</b> Онлайн редактор для сумісного створення та редагування нотаток.....	99
<b>Каріна Зубко.</b> Розробка IOS-додатку для відображення 3D моделей з використанням Firebase .....	103
<b>Ярослав Литвинчук.</b> Реалізація алгоритмів взаємодії об'єктів у грі жанру файтинг.....	107
<b>Андрій Слободюк.</b> Дослідження та реалізація алгоритмів знаходження оптимального шляху до рухомих об'єктів в ігрових програмах.....	111
<b>Дмитро Левченко.</b> Програмний продукт для приховування та вилучення інформації із зображень та аудіофайлів .....	114

### СЕКЦІЯ 3.

#### ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З БІОСИСТЕМНОЇ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА АГРОЕКОЛОГІЇ

<b>Тетяна Герлянд.</b> Обґрунтування застосування екоорієнтованих педагогічних технологій у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників аграрної галузі.....	118
---	-----

<b>Андрій Каленський.</b> Екоорієнтовані педагогічні технології у професійній підготовці кваліфікованих робітників.....	122
<b>Олена Данченко, Микола Данченко, Данііл Майборода, Любов Здоровцева.</b> Вплив біологічно активних сполук вівса посівного на харчову цінність м'яса .....	126
<b>Олександр Мацулевич, Галина Антонова, Ілля Тетервак, Карина Валієва.</b> Програмна реалізація процесу проектування равлика турбокомпресора на основі методики дискретного геометричного моделювання.....	132
<b>Олександр Мацулевич, Олександр Вершков, Галина Антонова, Микола Зюзін.</b> Застосування САD-системи Unigraphics для технологічної підготовки виробництва корпусних деталей .....	139
<b>Олена Дереза, Галина Антонова, Ілля Тетервак, Карина Валієва.</b> Аналітичні дослідження методики інтелектуального аналізу даних.....	114

#### СЕКЦІЯ 4.

### СТАН, ШЛЯХИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ТА ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ЗМІН

<b>Микола Шут, Людмила Благодаренко, Тарас Січкач.</b> Інтеграція освітнього і науково-дослідницького компонентів у діяльності університетів.....	154
<b>Людмила Благодаренко, Сергій Василенко.</b> Ознайомлення студентів з новітніми досягненнями фізики як чинник осучаснення освітнього процесу .....	160
<b>Сергій Охременко.</b> Практичні заходи стрімкого розвитку професійної освіти.....	165
<b>Наталя Дьоміна.</b> Особливості вивчення дисциплін математичного циклу в умовах дистанційного навчання в закладі вищої освіти.....	171
<b>Альона Дяденчук.</b> Особливості інтегрованого навчання фізики і математики в закладах вищої освіти.....	177
<b>Сергій Сімченко, Ніна Демченко.</b> Науковий підхід при вивченні STEM-	

дисциплін в ЗПО.....	184
<b>Сергій Сімченко, Ніна Демченко, Володимир Левченко.</b> Організація дистанційного навчання в гуртках STEAM-напрямів ЗПО в умовах воєнного часу.....	187
<b>Леся Козак.</b> Стан, шляхи і перспективи розвитку фізико-математичної освіти в умовах сучасних викликів та глобалізаційних змін.....	196
<b>Тимофій Бонюк.</b> KOTLIN-додаток для навчання дітей математики з генерацією PDF.....	203
<b>Аліна Іванченко, Альона Дяденчук.</b> Студентська конференція як засіб формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти .....	206

## СЕКЦІЯ 5. ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

<b>Валентина Радкевич.</b> Державно-приватне партнерство у розвитку професійної освіти в умовах воєнного та повоєнного часу .....	210
<b>Микола Пригодій.</b> Проблеми цифрової трансформації країн ЄС у контексті освітніх викликів.....	215
<b>Валентина Попова.</b> Інновації у професійній освіті (зарубіжний досвід).....	219
<b>Сергій Терепищій.</b> Вплив медіаграмотності на формування критичного мислення в умовах воєнного стану: використання інноваційних освітніх технологій.....	224
<b>Андрій Гуржій, Микола Пригодій.</b> Формування цифрових навичок і компетентностей здобувачів освіти для цифрової трансформації суспільства.....	229
<b>Олена Тітова.</b> Інноваційність професійної діяльності педагога: аналіз зарубіжного досвіду.....	233
<b>Регіна Андрюкайтене, Роман Олексенко, Альона Дяденчук.</b> Перехід до дистанційного навчання як виклик сьогодення.....	239
<b>Вікторія Кручек.</b> Причини успішності та неуспішності програм змішаного навчання.....	244



<b>Олександр Радкевич.</b> Інтеграція електронних засобів внутрішнього контролю та оцінювання якості освіти в навчальному процесі.....	249
<b>Людмила Базиль, Валентин Гайчук.</b> Переваги та особливості використання мікронавчання у дизайнерів комп'ютерної графіки в умовах воєнного стану .....	255
<b>Людмила Єршова.</b> Уплив молодіжної політики України на підготовку здобувачів професійної освіти до підприємницької діяльності .....	260
<b>Микола-Олег Єршов.</b> Дошкільна ІТ-освіта в цифровій гуманістичній педагогіці XXI століття.....	265
<b>Лариса Бачієва.</b> Індивідуальна дослідницька траєкторія магістрів педагогічної освіти .....	271
<b>Оксана Субіна.</b> Практичні підходи до використання технологій змішаного навчання в процесі підготовки педагогів професійної освіти.....	274
<b>Ольга Єршова.</b> Фактчекінг в інформаційній війні з РФ як засіб виховання критичного мислення.....	280
<b>Олександр Мацулевич, Галина Антонова, Макар Гасан.</b> Використання інтерактивних форм проведення лекційних занять у сучасних умовах.....	286
<b>Марина Кабиш.</b> Інноваційні технології розвитку педагогічної майстерності викладача загальноосвітніх дисциплін закладу професійної освіти.....	291
<b>Тетяна Пащенко.</b> Кейс-метод як технологія розвитку професійної компетентності педагогічних працівників.....	296
<b>Олена Власенко.</b> Психологічна вимога формування уваги при онлайн навчанні майбутніх менеджерів в умовах воєнного стану.....	302
<b>Галина Тараненко.</b> Інноваційні системи навчання у сучасному освітньому просторі .....	306
<b>Світлана Кравець.</b> Розвиток проєктної культури педагогів професійного навчання шляхом неформальної та інформальної освіти .....	312
<b>Анна Остапенко.</b> Інноваційні технології в удосконаленні педагогічних	



компетентностей педагогів фахових коледжів.....	318
<b>Дмитро Закатнов.</b> Консультування з професійної кар'єри: європейські практики .....	322
<b>Тетяна Пятничук.</b> Використання кейс-методу у дослідженні енергетичної ефективності у професійній підготовці будівельників.....	328
<b>Ірина Мося, Петро Лузан.</b> Професійна компетентність викладача коледжу: сутність, структура, розвиток.....	332
<b>Людмила Шлеїна.</b> Комунікативна компетентність майбутніх економістів.....	341
<b>Інна Гриценок.</b> Ефективні стратегії консультування для просування підприємництва серед учнівської молоді ЗП(ПТ)О.....	345
<b>Аліна Джурило.</b> До питання про використання штучного інтелекту у сфері професійної освіти.....	349
<b>Наталія Ваніна.</b> Консультування як ресурс для підтримки інноваційної діяльності молодіжного підприємництва у повоєнний час.....	354
<b>Ольга Митцева, Вікторія Клим.</b> Сучасні методи формування та розвитку гнучких навичок у здобувачів вищої освіти в ІТ галузі.....	361
<b>Тетяна Ямкова, Олександр Ямковий.</b> Технологія тестування в дистанційному навчанні.....	367
<b>Ілля Пахомов.</b> Використання інноваційних технологій при формуванні психолого-педагогічних компетентностей педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти.....	373
<b>Галина Антонова, Віолетта Старостюк, Єгор Венедиктов.</b> Інноваційний розвиток навчального процесу.....	379
<b>Андрій Чаплінський.</b> Використання інноваційних технологій при вивченні дисциплін з комп'ютерного проектування виробів.....	384
<b>Лідія Гуменна.</b> Державно-приватне партнерство в освіті в Болгарії: досвід, переваги та недоліки.....	389
<b>Дар'я Вороніна-Пригодій.</b> Особливості розвитку державно-приватного партнерства з професійної освіти у Німеччині та Франції .....	396

<b>Ганна Гешева, Максим Супрун, Карина Валієва.</b> Розробки електронних підручників за умов дистанційного навчання.....	401
<b>Валентина Костенюк.</b> Дистанційна освіта в період воєнного стану та повоєнного відновлення економіки України.....	406
<b>Ірина Слинюк.</b> Значення педагогічної культури викладача закладу вищої освіти в сучасному освітньому середовищі.....	411
<b>Тетяна Пирожок.</b> Вплив педагогічної майстерності на результати навчання студентів у закладах вищої освіти .....	416
<b>Тетяна Сіцінська.</b> Вплив педагогічної майстерності на результати навчання студентів у закладах вищої освіти.....	421
<b>Каріна Олексенко.</b> Використання цифрових технологій у проектуванні навчального середовища початкової школи.....	426
<b>Ксенія Яцина.</b> Роль куратора у формуванні професійно-ціннісних орієнтацій майбутніх агротехніків.....	430
<b>Галина Сердюк.</b> Освітній процес у науковому ліцеї під час війни.....	433
<b>Лариса Гончар.</b> Переваги та недоліки використання інноваційних технологій в освітньому процесі в умовах воєнного стану.....	438
<b>Данило Сиволап.</b> Інноваційні методи професійного розвитку керівників у зарубіжній практиці.....	442
<b>Людмила Шестерікова.</b> Застосування цифрових засобів для підготовки майбутніх художників-виконавців до підприємництва.....	448
<b>Юліана Польова.</b> Сучасні вимоги до професійної підготовки майбутніх фахівців beauty-індустрії.....	452
<b>Юлія Єршова.</b> Соціогуманітарна складова вищої освіти в Україні.....	457

УДК 519.233.5

**Ольга Зінов'єва**, старший викладач кафедри комп'ютерних наук,  
Таврійський державний агротехнологічний  
університет імені Дмитра Моторного,  
м. Запоріжжя, Україна

## ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

**Анотація.** Описано алгоритм прогнозування часових рядів на підставі їх структурування головними інваріантами матриці різних вимірностей та представлена програма для прогнозування часових рядів на вбудованій мові Matlab.

**Ключові слова:** часові ряди, інформаційні технології, аналіз, прогнозування

**Abstract.** The algorithm for forecasting time series based on their structuring by the main invariants of the matrix of different dimensions is described, and the program for forecasting time series in the built-in Matlab language is presented.

**Key words:** time series, information technologies, analysis, forecasting

Проблема прогнозування часових рядів (ЧР) була і залишається актуальною, особливо останнім часом, коли стали доступними потужні засоби для збору і обробки інформації. Разом з цим підвищилися вимоги до процесу прогнозування і ускладнилися залежності ЧР. Стаціонарні методи прогнозування на сучасному етапі не можна вважати достатньо актуальними, тому розв'язок проблеми потрібно шукати у сфері інтелектуальних технологій [1].

Загальний недолік статистичних моделей (таких як, наприклад, *ARIMA* та *GARCH*) полягає в тому, що всі вони постійно використовують історичні дані, при чому незалежно від методу прогнозування [1]. І якщо умови різко змінюються, то ці зміни будуть враховані тільки через певний проміжок часу. А до цього моменту прогнозування буде некоректним. Для оцінок використовуються різні моделі, а це означає наявність модельного ризику в розрахунках, оскільки не завжди вдається перевірити і порівняти всі можливі варіації моделей. Тому необхідна періодична перевірка адекватності застосовуваної моделі. З даними пов'язана ще одна проблема, а саме яку довжину часового ряду використовувати в якості вхідної

вибірки. Відомо, що в загальному випадку, збільшення вхідної вибірки веде до покращення результатів прогнозування, але разом з тим ускладнює модель, а також збільшує час для отримання результату.

Враховуючи вищезгадані проблеми, необхідно розробити нову методику прогнозування, яка має на меті:

1) використання прихованої інформації за рахунок структурування ЧР тензорами парних рангів і використання їх інваріантів;

2) при структуруванні часового ряду повинно якомога менше втрачатися важливої інформації, яка характеризує даний часовий ряд;

3) побудована модель структурованого часового ряду повинна видавати прогнозоване значення з допустимою похибкою.

Виходячи з поставленої мети, алгоритм програми для прогнозування часових рядів повинен відповідати наступним вимогам [2]:

- дозволяти завантажувати сформовані часові ряди з файлу;
- надавати можливість вибирати параметри структурування вхідного часового ряду;
- надавати можливість вибору архітектури нейронної мережі, кількості нейронів в шарах та передаточної функції кожного шару;
- представляти результати прогнозування в зрозумілій формі.

Згідно описаних вимог, загальний алгоритм програми для прогнозування ЧР має наступний вигляд:

#### 1. Завантаження часового ряду.

Програма дозволяє завантажувати дані з файлів типу *\*.dat*, а також надає можливість завантажувати змінні з робочого середовища *Matlab*

2. Вибір параметрів структурування. Після того як завантажено ЧР потрібно вибрати яким чином проводити структурування вхідних даних, програма дозволяє вибрати структурування тензором з матрицями 3x3, 4x4, 5x5, 6x6, 7x7, 8x8, 9x9.

3. Структурування. Ідея структурування вхідного ЧР полягає в тому, щоб використовувати головні інваріанти для отримання розрідженого часового ряду (т.з. ЧР у тензорному часі). Процедуру структурування можна представити

наступним чином. Вхідний часовий ряд  $X = \{x_1 x_2 \dots x_9 x_{10} x_{11} \dots x_{18} \dots x_{n-1} x_{n-2} x_{n-3} x_n\}$ , який представляє собою навчаючу, тестову і контрольну послідовності, структурується. В результаті чого вхідна вибірка приймає вигляд:

$$(x_1 x_2 \dots x_9)^{(0)}, (x_1 x_2 \dots x_9)^{(1)}, \dots, (x_1 x_2 \dots x_9)^{(k-1)}.$$

Потім для кожного отриманого елемента  $(x_1 x_2 \dots x_9)^{(i)}$ ,  $i = \overline{0, k}$  ЧР, знаходяться головні інваріанти, в результаті отримуються розріджені часові ряди, компонентами яких є інваріанти:

$$\begin{aligned} I_1 &= \{I_1^{(0)}, I_1^{(1)} \dots I_1^{(k-1)}\}, \\ I_2 &= \{I_2^{(0)}, I_2^{(1)} \dots I_2^{(k-1)}\}, \\ I_3 &= \{I_{31}^{(0)}, I_{31}^{(1)} \dots I_3^{(k-1)}\}. \end{aligned}$$

Вигляд «розрідженого» часового ряду залежить від того, який параметр структурування був обраний.

4. Вибір архітектури нейронної мережі. Після того як встановлено параметри структурування вхідного ЧР, потрібно вибрати архітектуру нейронної мережі, яка буде використовуватися для прогнозування. Програма дозволяє вибрати один з двох типів нейронних мереж: каскадну нейронну мережу зворотного поширення або нейронну мережу зворотного поширення. Рекомендується використовувати каскадну нейронну мережу для отримання більш точних результатів та для прогнозування складних часових рядів.

5. Прогнозування. Отриманий «розріджений» ЧР подається на вхід сформованої нейронної мережі. Прогнозоване значення інваріанту використовується для знаходження невідомого елемента  $x_n$  вхідної вибірки, яка структурується наступним чином:

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ x_4 & x_5 & x_6 \\ x_7 & x_7 & x_8 \end{pmatrix} \dots \begin{pmatrix} x_{n-8} & x_{n-7} & x_{n-6} \\ x_{n-5} & x_{n-4} & x_{n-3} \\ x_{n-2} & x_{n-1} & x_n \end{pmatrix}$$

6. Результати прогнозування. Після отримання результату прогнозування, програма обчислює похибки прогнозування інваріанту та елемента, який

обчислений за допомогою цього інваріанту, виводить необхідну інформацію про ЧР.

Результати нейронної мережі виводяться на графік, також при необхідності можна вивести на графік і вхідний часовий ряд.

Після отримання результатів прогнозування інваріантів, обчислюється значення невідомого елементу ЧР, за формулами наведеними вище, з урахуванням параметру структурування. Варто відмітити, що чим більший параметр структурування, тим більш складними є математичні вирази для обчислення необхідного елементу.

У роботі для отримання і обробки результатів прогнозування використовується математичний комплекс *Matlab* з використанням пакету *Neural Network Toolbox*.

Завантажимо з файлу попередньо сформований часовий ряд, який описується формулою:

$x_n = 70rand(1,1) + n$ , де  $rand(1,1)$  – вбудована в *Matlab* функція, яка генерує будь-яке число в діапазоні  $[0;1]$ .

Перейдемо до параметрів структурування. Вхідні дані будуть структуруватися матрицею  $3 \times 3$ . Прогнозування буде робитися на основі першого інваріанта. В результаті структурування вхідної вибірки з 1000 елементів, формується «розріджений» ЧР з перших інваріантів, який складається з 111 елементів.

В якості вхідних даних буде використовуватися 110 елементів «розрідженого» ряду, 111 елемент буде використовуватися для порівняння результатів прогнозування і для знаходження помилки прогнозування інваріанту і елементу вхідного часового ряду.

Для вирішення поставленої задачі формувалася тришарова каскадна нейронна мережа зворотного поширення, що включає 10 нейронів у вхідному шарі з передаточною функцією *tansig*, 30 нейронів в схованому шарі з передаточною функцією *tansig* і 1 нейрон у вихідному шарі з передаточною функцією *purelin*.

При цьому в якості навчального алгоритму вибраний алгоритм *Levenberg-Marquardt (trainlm)*, а для знаходження похибки використовується функція *MSE (Mean Square Error)* – середньоквадратична похибка).

Щоб уникнути неоднозначності в результатах прогнозування за допомогою нейронної мережі, дослід буде проводитися декілька разів.

Результати прогнозування тестового часового ряду задовільні, помилка знаходиться в допустимих межах.

### **Список використаних джерел**

1. Селін Ю. М., Баклан І. В. Математичний апарат для прогнозування часових рядів економічного та екологічного типів, що можуть бути піддані зовнішнім впливам. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2013. № 2. С. 315-318.
2. Берзлев О. Ю. Сучасний стан інформаційних систем прогнозування часових рядів. *Управління розвитком складних систем*. Ужгород, 2013. Вип. 13. С. 78-82



## **МАТЕРІАЛИ**

### **IV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**29-31 травня 2023 року**

**«РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ:  
РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ»**

**(м. Запоріжжя, 29-31 травня 2023 р.)**

Відповідальний за випуск: Н. А. Дьоміна  
Дизайн і верстка: А. Ф. Дяденчук, А. А. Іванченко

Адреси для листування:

69006, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226

E-mail: [alena.dyadenchuk@tsatu.edu.ua](mailto:alena.dyadenchuk@tsatu.edu.ua)

Сайт конференції: <https://sites.google.com/tsatu.edu.ua/mvfconf>

