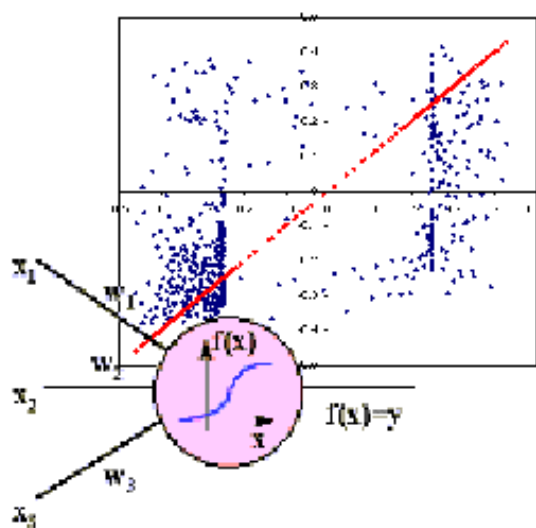


Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук вищої освіти України  
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)  
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)  
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)  
Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina)  
DAAAM International Vienna  
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek (Croatia)  
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering  
University of Zielona Góra (Poland)  
"American Jurnal Neural Network and Aplication" (USA)  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Вінницький національний аграрний університет (Україна)  
Вінницький національний технічний університет (Україна)  
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)



# ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XXI Міжнародної наукової конференції

## «НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТЗ-2022»

м.м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль - 2022

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук вищої освіти України  
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)  
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)  
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)  
Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina)  
DAAAM International Vienna  
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek (Croatia)  
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering  
University of Zielona Góra (Poland)  
"American Jurnal Neural Network and Application" (USA)  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Вінницький національний аграрний університет (Україна)  
Вінницький національний технічний університет (Україна)  
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)

# **НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТЗ-2022**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**XXI Міжнародної наукової конференції**

за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і  
Hon.D.Sc., prof. Dasic Predrag

мм. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль - 2022

УДК 004.032.26+621(061.3)

Н46

**Рецензенти:**

Рамазанов С.К., докт.техн.наук, докт.екон.наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

Суботін С. О., докт. техн. наук, професор, Запорізький національний технічний університет

**Рекомендовано**

вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії  
(протокол № 4 від 24.11.2022)

Н46            Нейромережні технології та їх застосування НМТЗ-2022: збірник наукових праць XXI Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТЗ-2022» / [за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Hon.D.Sc., prof. Dasic Predrag]. - Краматорськ: ДДМА, 2022. – 122 с.

ISBN 978-617-7889-32-7

У збірнику праць представлені перспективні теоретичні та практичні розробки в області нейромережних технологій, виконані в 2021 р. науковими школами України і світу. Розглядається можливість застосування нейронних мереж для управління об'єктами в режимі реального часу і особливості нейронного керування динамічними об'єктами. Наводиться ряд розробок по застосуванню нейронних мереж в різних областях практичної і науково-дослідної діяльності та створенню інтелектуальної системи для підвищення швидкості та зниження трудомісткості технологічної підготовки виготовлення нових виробів.

Для здобувачів освіти, наукових працівників широкого профілю та фахівців.

ISBN 978-617-7889-32-7

©ДДМА, 2022

## Програмний комітет конференції

**Dašić Predrag** – Hon.D.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - Department in Trstenik (Serbia);

**Jenek Mariusz** – Dr. inz (Polska, Uniwersitet Zielonogorski);

**Marušić Vlatko** – Dr.Sc., Prof., J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod (Croatia);

**Sandra Poirier** – Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);

**Dorđević Milan, president** – Dr.Sc., Prof., Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia);

**Guida Domenico** – Dr.Sc., Prof., University of Salerno, Department of Industrial Engineering (DIIn), Fisciano (Italy);

**Zdravko Krivokapić** – Dr.Sc., Prof., Faculty of Mechanical Engineering, Podgorica, Montenegro;

**Karabegović Isak** – Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo (Bosnia and Herzegovina);

**Mirjanić Dragoljub** – Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska (ANURS), Banja Luka (Republic of Srpska - Bosnia and Herzegovina);

**Nedeff Valentin** – Dr.Sc., Prof., University of Bacău, Faculty of Engineering, Bacău (Romania)

**Pele Alexandru-Viorel, dean** – Dr.Sc., Prof., University of Oradea, Faculty of Management and Technological Engineering, Oradea (Romania);

**Zhelezarov S. Piya, rector** – Dr.Sc., Prof., Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria);

**Yevhenii Shkvar** - Dr.Sc., Prof., College of Engineering, Zhejiang Normal University, Department of Mechanical Design and Automaton (China);

**Ковалевська О.С.** – к.т.н., доц., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль (Україна);

**Ковалевський С.В.** – д.т.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль (Україна);

**Ковальов В.Д.** – д.т.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль (Україна);

**Новіков Ф.В.** – д.т.н., проф., ХНЕУ, м.Харків (Україна);

**Рамазанов С.К.** – д.т.н., д.е.н., проф., КНЕУ, м.Київ (Україна);

**Сапон С.П.** – к.т.н., доц., ЧНТУ, м. Чернігів (Україна);

**Суботін С.О.** – д.т.н., проф., ЗНУ, м. Запоріжжя (Україна);

**Турчанін М.А.** – д.х.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль (Україна);

**Хасцька О.П.** – к.е.н., доц., ВНАУ, м.Вінниця (Україна);

**Шевченко А.І.** – д.т.н., проф., ППШ НАНУ, м.Київ, (Україна);

**Шевчук О.Ф.** – к.ф-м.н., доц., ВНАУ, м.Вінниця (Україна).

**Шевчук О.Ф., Хасцька О.П., Ковалевський С.В.** (Вінницький національний аграрний університет, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

## **ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ПІДСТАВІ НЕЙРОМОДЕЛЕЙ.**

*В роботі показано, що сучасні компанії будують свої стратегії інноваційного розвитку на оперуванні великими даними, які формуються в процесі функціонування виробничої системи і в процесі її взаємодії з зовнішнім середовищем. Вони створюють системи, що здійснюють збір і аналіз ідей і пропозицій щодо розвитку виробничої системи, а також приймають рішення в області реалізації інноваційних проектів на основі ресурсів штучного інтелекту. Надані завдання, які вирішуються за допомогою інтелектуальних моделей, зокрема побудованих на нейронних мережах.*

*The work shows that modern companies build their innovative development strategies on the basis of big data, which is formed in the process of functioning of the production system and in the process of its interaction with the external environment. They create systems that collect and analyze ideas and proposals for the development of the production system, as well as make decisions in the field of implementation of innovative projects based on artificial intelligence resources. Tasks are provided that are solved using intelligent models, in particular, built on neural networks.*

Привабливість країн і регіонів, концентрація в них кваліфікованої робочої сили, ресурсів, виробничих потужностей, а разом з ними освітніх установ, підприємств високотехнологічного виробництва, інфраструктурних та культурних об'єктів безпосередньо залежить від ступеня озброєності штучним інтелектом. Технології і виробництво є секторами з найбільшим потенціалом трансформацій за допомогою ШІ. Штучний інтелект стає ключовим елементом виробничих систем, який дозволяє будувати інтелектуальні системи управління інноваційною діяльністю, а також розвивати розумні системи просування інноваційної продукції.

Нові (інноваційні) цифрові технології підривають традиційні підходи до автоматизації виробництва і бізнесу. Розвиток виробничих систем направлений на заміщення людського інтелекту засобами машинного управління на основі використання засобів цифрового менеджменту і активного залучення в мережеву структуру управління можливостей штучного інтелекту.

Комбінаторні процеси оптимізують планування виробництва і послідовності робіт. Перевага цієї процедури полягає в усуненні конкуруючих цілей в сенсі всеосяжних стратегій з урахуванням специфікацій конкретного підприємства.

Управління інноваційною діяльністю в сучасних виробничих системах засноване на використанні значного обсягу даних. Сучасні компанії будують свої стратегії інноваційного розвитку на оперуванні великими даними, які формуються в процесі функціонування виробничої системи і в процесі її взаємодії з зовнішнім середовищем. Вони створюють системи, що здійснюють збір і аналіз ідей і пропозицій щодо розвитку виробничої системи, а також приймають рішення в області реалізації інноваційних проектів на основі ресурсів штучного інтелекту.

Зараз роль систем штучного інтелекту в інноваційній діяльності в умовах множинності суб'єктів з різнорідними системами визначення мети й мотивами поведінки, неточності і динамічності їх цілей і завдань вивчена недостатньо.

Ключовою компетенцією управлінців в мережевий виробничої системі стає вміння організувати масову творчість зацікавлених, нейтральних і незацікавлених людей, цілеспрямована розумова активність яких утворює інтелект соціуму.

Налаштування та постійна перебудова виробничої системи - це складні та трудомісткі процеси. Комплексна інженерна платформа підтримує виробництво інженерів у цьому процесі та суттєво зменшує виробництво Інженерна платформа: від 3D-моделі продукту до кінцевої концепції виробництва.

Зміна характеру роботи в виробничих системах з використанням штучного інтелекту вплине на всіх працівників усіх рівнів кваліфікації. Буде менше рутини і повторювана робота, заснована на заснованій на правилах діяльності, оскільки це може бути автоматизовано для багатьох професій та галузей. Це, в свою чергу, означитиме, що може знадобитися багатьом працівникам набувати нових навичок. Робоче місце стане постійним більше місця взаємодії людей та технологій продуктивне. Основна частина більшості людських робіт включатиме спільна робота зі штучним інтелектом, робототехнікою, та інших технологій. Автоматизація вплине більше ніж різні робочі дії: процеси та процедури також, ймовірно, теж доведеться адаптуватися. Це в свою чергу матиме глибокі наслідки для структури робочого місця і організацію. Для самих техніків автоматизація може змінити робоче місце та їх ролі.

Застосування нейромережних технологій у наукових дослідженнях і у виробничих цілях вже давно стало досить поширеним явищем. Будучи легко адаптованим інструментом, що дозволяє з достатньою для практики точністю моделювати об'єкти з їх відгуків, одержуваним або в процесі експерименту або в реальних умовах для суто прагматичних цілей, він знаходить як прихильників так і опонентів. Основні переваги використання нейроподібних елементів для конструювання обчислювальних систем полягають у основній парадигмі побудови нейронних мереж – «усі нейроподібні елементи пов'язані з усіма». Відмінності у трактуванні цієї парадигми видаються у вигляді різних відомих видів архітектур нейронних мереж. У зв'язку з цим можна відзначити, що найбільш повним, на наш погляд, є створення нейронних мереж – «гомеостатів», які фактично відображають широке визнання як в Україні так і за її межами метод групового обліку аргументів. Застосування таких «нейромережних гомеостатів» дозволило вирішити низку таких завдань, як:

- управління ефективністю використання основних фондів підприємств;
- формування особистісних якостей студентів вишу;
- структурна оптимізація виробничих процесів і т.п.;

Вирішення багатьох практичних завдань на нейромережевому базисі цілком коректно досягається і при застосуванні широко поширених інструментальних засобів, серед яких особливо слід відзначити відомий нейромережевий пакет NeuroPro-0. Маючи прозору ідеологію, гнучке налаштування, зручність застосування і можливість інтерпретації результатів, цей пакет цілком виправдано може широко використовуватися в наукових дослідженнях. У поєднанні з традиційними засобами перевірки адекватності створених моделей такий підхід може бути рекомендований як свого роду стандарт, але за умови забезпечення однорідності даних, що використовуються, а також правильного поєднання рівнів похибки навчальних і тестових множин. До недоліків цього пакета можна віднести використання dbf - формату вихідних даних і відсутність графічного інтерфейсу для інтерпретації отриманих результатів. Однак зручність застосування та оптимізаційні функції щодо архітектури мережі роблять цей пакет кращим для вирішення більшості прикладних завдань, що відносяться до класу «навчання з учителем». У зв'язку з цим, у рамках розвитку напряму застосування нейромережних технологій, розроблено методичні підходи та вирішено завдання оптимального проектування виробничих процесів та управління ними для:

Більшість завдань оптимальної кластеризації, які стосуються класу «навчання без вчителя» успішно вирішується із застосуванням пакетів класу Data Mining. Широко відомі карти Кохонена дозволяють вирішувати завдання, що ґрунтуються на застосуванні таких

комплексно-інформативних ознак, як частотний спектр власних коливань виробів. Застосування зазначених ознак для кластеризації об'єктів за сукупністю відомих і невідомих характеристик, дозволяє ставити і розв'язувати задачі не тільки кластеризації, а й завдання забезпечення якості об'єкта. Це, зокрема, такі завдання, як:

- Оцінка відповідності параметрів об'єктів необхідному (заданому) полю допусків;
- Визначення абсолютних значень параметрів якості об'єктів в межах заданих полів допусків;
- Створення алгоритмів поведінки об'єктів у слабо певному середовищі;
- Оцінка якості виробів за багатьма якісними та кількісними ознаками.

Еволюція парадигми штучного нейроподобного елемента дає підстави припустити, що подальші роботи в цьому напрямку слід здійснювати в напрямку створення самообчислювальних конструкцій, що саморозвиваються в  $n$ -мірному просторі на основі клітинних автоматів. У зв'язку з цим необхідно відповісти на такі питання:

- якими мають бути правила клітинних автоматів;
- як має бути представлено багатовимірне простір клітинних автоматів;
- як забезпечити нескінченні можливості еволюції клітинних автоматів на кінцевому клітинному полі;
- як слід тестувати моделі на таких множинах клітинних автоматів;
- яка ефективність вирішення практичних завдань на запропонованому обчислювальному базисі.

Нами виконуються дослідження, що дозволяють відповісти на ці запитання і вже отримані певні результати, що дозволяють намітити ряд перспективних наукових напрямів, частина з яких представлена наступним переліком:

- наукове забезпечення подальшого розвитку систем та засобів штучного інтелекту для створення експертних та керуючих систем нового покоління;
- наукове забезпечення проектування та створення еволюційних алгоритмів;
- фізичне моделювання систем штучного інтелекту;
- дослідження можливостей реалізації квантової математики на основі моделюючих систем;
- наукове забезпечення підвищення ефективності системно-інформаційних засобів розвитку регіональних інфраструктур;
- наукове забезпечення інтелектуального моделювання процесів розвитку та подолання надзвичайних соціальних, екологічних, виробничих та економічних ситуацій;
- створення комплексу систем інтелектуального управління виробничим процесом;
- створення комплексу систем інтелектуального управління технологічною підготовкою виробництва;
- створення комплексу систем інтелектуального управління енергозберігаючими процесами

Таким чином, в даний час не тільки не можна нейромережне моделювання розглядати як повністю розроблений науковий напрям, але слід продовжувати розширювати діапазон наукового пошуку і практичного застосування отриманих результатів.