

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2020**

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



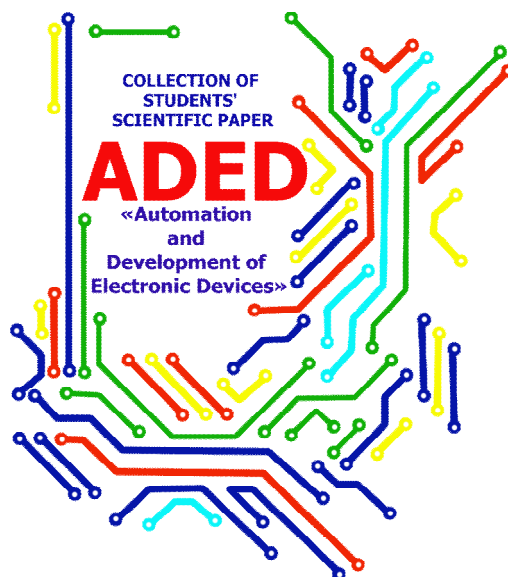
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2020

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки  
(КІТАМ)



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2020**

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2020

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

**Голова:** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету

**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

**Шило Галина Миколаївна**, доктор технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 2. – 298 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2020 Part 2 (Key infrastructure 2020) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2020.- 298 p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих  
технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 2 від 23.11.2020

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

## ЗМІСТ

<i>Алексєєнко Д.В.</i> Автоматизація процесів прийняття рішення доступу до роботизованих об'єктів .....	9
<i>Білоус М. Ю</i> Аналіз сучасних середовищ розробки програмного забезпечення .....	13
<i>Близнюк Д.С.</i> RepRap Firmware. Аналіз особливостей прошивки .....	17
<i>Бородін К.О.</i> Аналіз мікропроцесорних систем .....	21
<i>Давидов О.В.</i> Методи підвищення продуктивності на підприємстві через автоматизацію .....	24
<i>Дієсперов А. В.</i> Вибір середовища візуалізації процесів інтелектуальної системи прийняття рішень для аналізу якості рішень .....	27
<i>Кононенко М.Д.</i> Пайка VGA компонентів .....	32
<i>Коритченко В.К.</i> Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах .....	35
<i>Коротенко І. В.</i> Інфрачервоні промені та їх застосування .....	40
<i>Крapiвiн В.С.</i> Аналіз засобів керування роботом Festo Robotino .....	44
<i>Кривуля О.М.</i> Аналіз показників якості зубчастих коліс .....	48
<i>Лукиєнко І.О.</i> Дослідження видів екструдерів для харчових 3D-принтерів .....	52
<i>Медведєв А.М.</i> Переваги використання компактних паяльних станцій під час технологічного процесу пайки .....	58
<i>Приходько В.О.</i> Аналіз хімічних властивостей композиційних матеріалів в залежності від механічних впливів .....	62
<i>Новенко М.Д.</i> Аналіз особливостей волоконно-оптичних сенсорів .....	66
<i>Панова А.С.</i> Використання інтелектуальних технологій для аналізу багатомірних даних .....	70
<i>Паскарюк Д.О.</i> Розпізнавання образів за допомогою нейронних мереж .....	74
<i>Рижов В.Б.</i> Аналіз можливостей сенсорної системи Festo Robotino .....	78
<i>Малiнiн Є.</i> Дослідження регулятора адаптивної системи управління фрезерним верстатом з ЧПУ ...	81
<i>Сухов В.О.</i> Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах .....	85

<i>Стрілець Р.Є.</i>	
Аналіз та налаштування програмного засобу для управління 3D – принтерами за технологіями стереолітографії NANODLP .....	89
<i>Тесля О.Р.</i>	
Вибір середовища моделювання та проектування для забезпечення якості виготовлення нероз’ємного з’єднання оптоволоконних кабелів .....	94
<i>Тищенко С.М.</i>	
Акселерометри: основні типи, принципи дії та характеристика .....	98
<i>Филиппов И.Ю.</i>	
Анализ электронных ключей на базе транзисторов .....	102
<i>Ходус Д.В.</i>	
Применение автоматической линии в машиностроительном производстве .....	108
<i>Шевченко К.О.</i>	
Створення главбоксу з урахуванням і контролем стану внутрішнього середовища .....	111
<i>Шевченко Д. О.</i>	
Создание умного дверного замка с конструктивной вариативностью .....	115
<i>Ракитенко Д. В.</i>	
Деякі задачі керованості рівняння теплопровідності в плоскій нескінченій стінці .....	119
<i>Білоус М. Ю.</i>	
Аналіз сучасних CAD/CAM/CAE систем у приладобудуванні .....	125
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Зв’язок промислової автоматизації і контролюючих систем .....	129
<i>Єрмашева А. С.</i>	
Розробка структури цифрового осцилографу на базі Arduino Uno .....	133
<i>Стеценко К.В.</i>	
Системи слідкуючого привода промислового робота .....	136
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Засоби захисту систем промислової автоматизації та управління .....	140
<i>Бородін К. О.</i>	
Процес регулювання і реєстрації сировини на виробництві метизних виробів .....	145
<i>Васільєв В.А.</i>	
Автоматизовані методи контролю друкованих плат .....	150
<i>Костенко С.В.</i>	
Агентне моделювання переміщення мобільних роботів .....	154
<i>Піддубний М.А.</i>	
Математичні моделі об’єктів автоматизації для конструювання програмного управління нагрівом конструкцій .....	158
<i>Белєй Р.С.</i>	
Інтелектуальна система тестування параметрів технологічного обладнання .....	165
<i>Мамонько Д.В.</i>	
Дослідження методів прокладання шляху мобільної платформи в невизначеному просторі .....	170
<i>Бабічев О.О.</i>	
Вплив ексцентриситету оптичних волокон на якість з’єднання оптичних волокон .....	175
<i>Зеленов Д.В.</i>	
Автоматична система діагностики генераторів змінного струму .....	180
<i>Стеценко К.В.</i>	
Функціонування гнучких виробничих систем .....	185

<i>Карікова К.Р.</i> Пристрій для виділення корисного сигналу на тлі перешкод .....	188
<i>Корхов Д.М.</i> Макет автоматизованої лінії для сортування та переробки відпрацьованих елементів живлення .....	194
<i>Калашиников М</i> Розробка методу ідентифікації деталей для процесу сортування на базі комп'ютерного зору .....	200
<i>Усенко Д.С.</i> Принципова будова сучасних оптичних волокон .....	206
<i>Рябовол Д.А.</i> Аналіз методів оцінки якості та ефективності інформаційних ресурсів .....	210
<i>Батуліна Д. А.</i> Аналіз концепції «JUST IN TIME» .....	216
<i>Бондаренко Ю.В., Гіль А.А., Валківська Є. Ю.</i> Аналіз програмного забезпечення для моделювання та тестування параметрів виробничої лінії .....	220
<i>Брадул А.А.</i> Аналіз малогабаритних фрезерних верстатів, які застосовуються у виробництві електронної техніки .....	224
<i>Закіпний К.П.</i> Аналіз існуючих систем та приладів для вимірювання температури тіла людини .....	228
<i>Козирь М. О.</i> Автоматизація вимірювань фотоелектричних параметрів концентраторних сонячних модулів .....	234
<i>Коротєєв Д.Р.</i> Огляд і аналіз методів 3D сканування і 3D сканерів .....	240
<i>Мажара А.Є., Левченко Є.О, Юрков Д. В.</i> Деградація (стагнація) та регенерація у кремнієвих сонячних панелях .....	246
<i>Левченко Є. О., Мажара А. Є., Юрков Д. В.</i> Дослідження технологій та методів обробки монокристалічних матеріалів .....	252
<i>Мамін В.А.</i> Імітаційне моделювання роботизованої виробничої ділянки .....	257
<i>Медведєв А.М.</i> Аналіз стану систем управління роботизованими системами .....	262
<i>Назаренко В.С.</i> Аналіз комп'ютерно-інтегрованих методів контролю гнучких друкованих плат .....	266
<i>Павленко В.І., Сітало І.А, Буць Д. Є.</i> Інтернет речей. Індустрія 4.0. ....	271
<i>Павленко В. І., Сітало І. А., Валківська Є. Ю.</i> Кіберфізичні системи .....	275
<i>Шалько Є.В.</i> Система стеження і підрахунку об'єктів складної геометричної форми на виробництві з використанням інфрачервоних датчиків .....	279
<i>Шевченко М.Ю.</i> Проектування оптимальних систем автоматичного управління .....	283
<i>Щербаков Г.Л.</i> Метод багатокритеріального вибору термодинамічного обладнання .....	287

*Юкленчук Р. О.*

Система допомоги водієві при проїзді регульованих перехресть ..... 292

*Алфавітний список* ..... 293

## ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ БАГАТОМІРНИХ ДАНИХ

**Панова А. С.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: anastasiia.panova@nure.ua

**Анотація:** Завдання підвищення достовірності даних є одним з найбільш важливих в системах збору та обробки інформації. Найбільшу нестабільність мають датчики і вхідні перетворювачі сприйняття інформації. Застосування методу калібрування вимагає переривання взаємодії з об'єктом, обмежує використання методу. Тому доцільно прогнозування нестабільності датчиків за допомогою апарату штучних нейронних мереж.

**Ключові слова:** нейронна мережа, нейрон, інтелектуальна система.

## THE USING SMART TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF MULTIMENSIONAL DATA

**A. Panova**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: anastasiia.panova@nure.ua

**Abstract:** The task of improving the reliability of data is one of the most important in information and processing systems. Sensors and input transducers of information perception have the greatest instability. Using of the calibration method requires the interruption of interaction with the object, that limits using of the method. Therefore, it is advisable to predict the instability of the sensors using neural networks.

**Key words:** neural network, neuron, smart system.

Найважливішим напрямком удосконалення та організації нормування праці є автоматизація та комп'ютеризація будь-якої роботи. Новою тенденцією є використання інтелектуальних технологій в технічній промисловості. Застосування таких технологій на сьогоднішній день є одним з перспективних напрямків в прогнозуванні, плануванні та управлінні виробничими процесами, який дозволяє встановлювати надзвичайно складні залежності, та має здатність до навчання. Для полегшення процесу нормування і отримання тимчасових значень в найкоротші терміни можна застосовувати нейронні мережі, що дозволяють обробляти надзвичайно складні залежності, які імітують роботу кори головного мозку людини.

Нервова система і мозок людини складаються з нейронів, з'єднаних між собою нервовими волокнами. Нервові волокна здатні передавати електричні імпульси між нейронами. Кожен нейрон має відростки нервових волокон двох типів – дендрити, за допомогою яких приймаються імпульси, і один аксон, по якому нейрон може передавати імпульс. Аксон контактує з дендритами інших нейронів через спеціальні утворення – синапси, які впливають на силу імпульсу (рис. 1).

Можна вважати, що при проходженні синапсу сила імпульсу змінюється в певну кількість разів, які ми будемо називати значущістю синапса. Імпульси, що надійшли до нейрона одночасно за кількома дендритам, підсумовуються. Якщо сумарний імпульс перевищує деякий поріг, нейрон збуджується, формує власний імпульс і передає його далі через аксон.

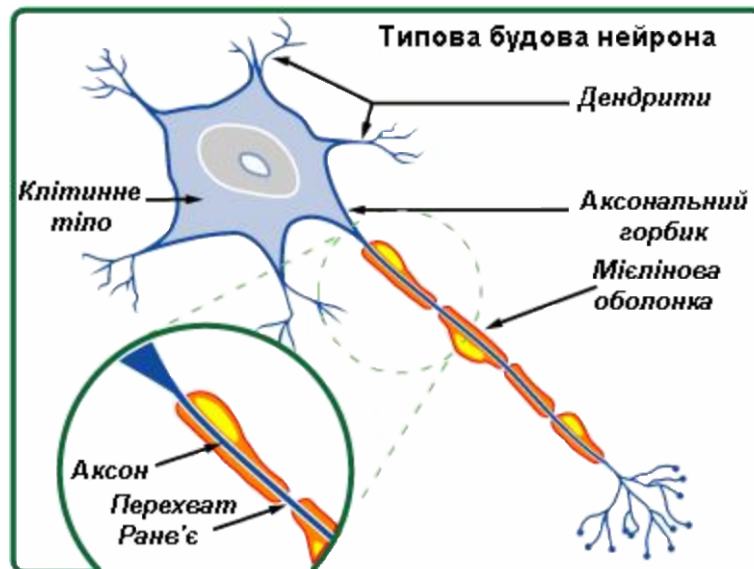


Рисунок 1 – Типова будова нейрона

Важливо відзначити, що значущість синапсів можуть змінюватися з часом, тому, змінюється і поведінка відповідного нейрона (рис. 2).

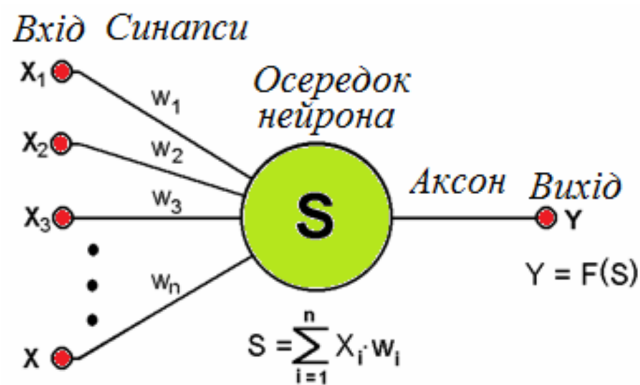


Рисунок 2 – Модель штучного синапсу

При роботі штучної нейронної мережі, на її виході формується вектор (вихідний вектор) відповідно до означувального вектора (вихідний вектор), які подаються на вхід мережі. Вхідним вектором може служити вектор, компонентами якого є ознаки (наприклад, температура, вологість повітря, рівень вуглекислого газу і т.п.), що характеризують конкретну ситуацію, технічне нормування якої необхідно виконати. Тоді компонентами вихідного вектора будуть норми (Y) до певної ситуації (рисунок 3).

Алгоритм реалізації нейронної мережі:

1. Підготовка вхідних даних
2. Визначення архітектури мережі
3. Навчання нейронної мережі
4. Перевірка роботи.

Дані мережі мають наступні переваги:

- універсальність;
- просте використання;
- відсутність поняття розмірності;
- швидкість.

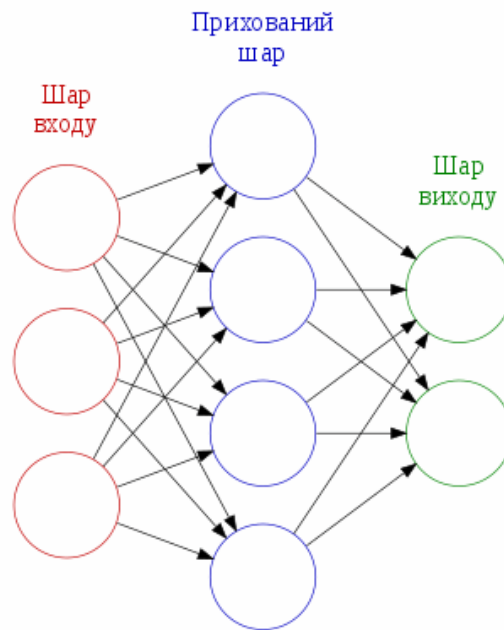


Рисунок 3 – Структура нейронної мережі

Нейронні мережі не залежать від властивостей вхідних даних, не мають вимог до певного типу розподілу вихідних даних або вимог лінійності необхідних функцій.

Використання нейронних мереж не вимагає спеціальної підготовки, для практичного застосування немає необхідності поглиблено вивчати внутрішні механізми роботи мережі, на відміну від статичних методів, що вимагають фундаментальних знань з теорії ймовірностей і математичної статистики.

Найважливіша здатність моделювання залежності у випадку великого числа змінних, тому відсутнє поняття розмірності.

Прискорюють процес знаходження залежностей за рахунок одночасної обробки даних усіма нейронами.

Побудова нейронної мережі виконується методом проб та помилок. Дослідник задає параметри мережі (кількість шарів та нейронів, структуру зв'язків між нейронами), а потім спостерігає результати.

Нейронні мережі мають властивість до навчання, виконуючі певні алгоритми з заданими даними, що характерно до конкретної ситуації. За допомогою цього значно скорочуються витрати часу і трудомісткість операцій.

Для навчання використовується навчальна вибірка, що містить набори вхідних сигналів  $X$  і відповідні еталонні значення вихідних сигналів  $Y$ . Використання навчальної множини даних дозволяє налаштувати значущість зв'язків  $w$  штучної нейронної мережі за допомогою градієнтних алгоритмів. Зміна значущості зв'язків відбувається внаслідок відхилення значень дійсних вихідних сигналів штучної нейронної мережі від необхідних  $Y$ . Зазвичай, це відхилення є помилкою  $\epsilon$ .

Формування навчальної вибірки пов'язане зі складністю визначення значень компонентів вектора  $Y$  з навчальної множини. Ця проблема може виникнути при вирішенні ряду специфічних завдань, а також якщо необхідно оцінити послідовність вихідних сигналів штучної нейронної мережі.

До таких завдань можна віднести завдання, які пов'язані з адаптивною поведінкою та управлінням, прогнозуванням, аналізом часових рядів, ігровими стратегіями, обробкою зображень і т.д.. Для вирішення даної проблеми можна використовувати наближену інтегральну оцінку, яка буде відображати якісні характеристики штучної нейронної мережі. В такому випадку оцінюється не відповідність вихідних сигналів штучної нейронної мережі та еталонних значень  $Y$ , а якість роботи мережі в цілому. Конкретні приклади таких оцінок залежать від

сфери застосування рішення: час підтримки стабільного стану об'єкта управління для завдання нейроуправління, точність прогнозування, справність приладів, похибки датчиків і т.п. Такі оцінки не можуть бути використані градієнтними алгоритмами навчання для налаштування значущості зв'язків.

Одним і варіантів розв'язання задачі є нейроеволюційний підхід до навчання та налаштування нейронної мережі. Цей підхід використовує абстракцію природної еволюції - еволюційні алгоритми для побудови абстракцій біологічних нейронних мереж – штучних нейронних мереж. Використання комбінації штучна нейронна мережа та еволюційні алгоритми дозволяє організувати системи, здатні до розумної поведінки, поєднуючи гнучкість налаштування штучної нейронної мережі та адаптивність еволюційних алгоритмів.

Головною перевагою нейроеволюції є те, що вона дає можливість навчати нейронну мережу, без інформації про відповідність вектора вхідних сигналів  $X$  і вектора вихідних еталонних сигналів  $Y$ . Завдяки такому підходу представляється можливим знайти оптимізовану навчену нейронну мережу, не маючи прямої інформації про те, що мережа повинна видавати на виході.

Кожну ітерацію циклу закодована інформація про штучну нейронну мережу у вигляді генів - генотип декодується у відповідну нейронну мережу – фенотип. Потім отримана мережа проходить тестування, в ході якого вона використовується для вирішення поставленого завдання. В ході тестування вимірюється продуктивність досліджуваної конфігурації штучної інтелектуальної системи.

Таким чином, процесом навчання штучної нейронної мережі є інтелектуальний паралельний пошук в напрямку поліпшення генотипів, і триває до тих пір, поки не буде знайдена оптимальна мережа з досить високою функцією пристосованості.

Після навчання виконується аналіз роботи нейронної мережі, визначення частки випадків неправильної діагностики нейронною мережею. Якщо мережа навчена добре, вона набуває здатності моделювати невідому функцію, яка б пов'язала значення вхідних і вихідних змінних.

Нейронну мережу можна використовувати для прогнозування ситуацій, коли вихідні значення не відомі, мережа здатна прогнозувати цю величину відповідно до нових значень факторів, що впливають. Таким чином, прискорюється процес нормування часу тієї чи іншої технічної операції і, крім того, досягається досить точний результат. Вибір топології штучної нейронної мережі є найважливішим етапом при використанні нейромережевих технологій для вирішування практичних завдань на виробництві. Від цього залежить якість та адекватність отриманої нейромережевої моделі.

Використання еволюційних алгоритмів дозволяє вирішувати завдання налаштування та навчання штучної нейронної мережі як окремо, так і водночас. Такий синтезований підхід надає уніфікований підхід до вирішення різноманітних завдань класифікації, апроксимації, управління та моделювання.

Використання якісної оцінки функціонування штучної нейронної мережі дозволяє застосовувати нейроеволюційні алгоритми для вирішення задач дослідження адаптивної поведінки інтелектуальних агентів та обробки сигналів. Незважаючи на те, що проблем і питань, що стосуються розробки та застосування нейроеволюційних алгоритмів велике, для успішного вирішення завдання з використанням нейроеволюційного підходу досить адекватного розуміння проблеми і даного підходу, свідченням чого є велика кількість цікавих і успішних робіт в даному напрямку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дорогов А. Ю. Теория и проектирование быстрых перестраиваемых преобразований и слабосвязанных нейронных сетей. — Изд-во: Политехника, 2014. — 344 с.
2. Тархов Д. А. Нейросетевые модели и алгоритмы / Справочник. — Изд-во: Радиотехника, 2014. — 352 с. Хайкин С. Нейронные сети. — Изд-во: Вильямс, 2016. — 1104 с.
3. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые

извлекают знания из данных / Учебник. — Изд-во: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.

4. Марманис Х., Бабенко Д. Алгоритмы интеллектуального Интернета: Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011, 480 с.

5. Valsalam, Vinod K.; Hiller, Jonathan; MacCurdy, Robert; Lipson, Hod and Miikkulainen, Risto (2012). Constructing controllers for Physical Multilegged Robots using the ENSO Neuroevolution approach. *Evolutionary Intelligence* 5(1): 1-12.

6. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.

7. Невлюдов І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2018. 320 с.

8. Yevsieiev, V. Program code automated system development at early stage of software life cycle / V. Yevsieiev // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ». Випуск 1 (30). – 2017. – С. 69 – 78.

9. Yevsieiev, V. Object semantic model for life cycle model 'Jamp' / I.Sh. Nevlyudo, V. Yevsieiev, S. Miliutina, K. Kolesnyk // CAD in Machinery Design. Implementation and Educational Issues. 25 Proceedings of Polish-Ukrainian Conference CADMD'2017, October 20-21, 2017, Bielsko Biala. – P. 31 – 32.