

Міністерство освіти і науки України

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»



«ТАК»

Телекомунікації, автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані та інформаційні технології

Збірка доповідей Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених
(Луцьк, 1 грудня 2022 р.)

Луцьк
ДВНЗ «ДонНТУ»
2022

Рекомендовано до видання Вченою радою ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Редакційна колегія:

Вікторія Воропаєва, к.т.н., проф., в.о. проректорки з науково-педагогічної роботи ДонНТУ;

Гліб Ступак, ст. викл. кафедри автоматики та телекомунікацій, керівник мережної академії Cisco ДонНТУ, голова клубу підприємництва YEP!Club DNTU;

Едуард Петелін, к.т.н., доц., декан факультету комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації ДонНТУ;

Валерій Поцєпаєв, к.т.н., доц., в.о. завідувача кафедри автоматики та телекомунікацій ДонНТУ;

Олександр Вовна, д.т.н., проф., академік Академії Метрології України, завідувач кафедри електронної техніки, ДонНТУ;

Анатолій Зорі, д.т.н., проф., професор кафедри електронної техніки ДонНТУ;

Олександр Колларов, к.т.н., доц., завідувач кафедри електричної інженерії ДонНТУ;

Семен Батир, к.т.н., провідний інженер-розробник Ring Ukraine;

Володимир Ставицький, к.т.н., інженер-програміст вбудованих систем, ТОВ «РЗА СИСТЕМЗ».

Відповідальність за зміст, новизну та оригінальність наданого матеріалу несуть автори.

Т 15 **«ТАК»:** телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології: зб. доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 1 грудня 2022 р. / ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. Г.В. Ступак. – Луцьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2022. – 110 с.

До збірника увійшли матеріали доповідей, представлених на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології. Конференція проводилася кафедрою автоматики та телекомунікацій (АТ) ДВНЗ «Донецький національний технічний університет».

У збірнику представлені результати досліджень та розробок молодих вчених із технічних вузів та наукових закладів України.

Збірник призначений для викладачів, аспірантів і студентів вищих технічних навчальних закладів, а також фахівців з телекомунікацій, автоматизації, інформаційних та комп'ютерно-інтегрованих технологій, електротехніки та електромеханіки.

УДК 621.39+681+004

© ДВНЗ «ДонНТУ», 2022

СЕКЦІЯ 1

«Інформаційні технології, телекомунікації та
кібербезпека»

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СЕРЕДОВИЩА МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Жабко О.С.¹, магiстрант, oleksandr.zhabko.kita@donntu.edu.ua;

Воропаєва А.О.², к.т.н., доц., anna.voropaieva@nung.edu.ua

¹ *Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

² *Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу,
Івано-Франківськ, Україна*

Останнім часом можна відмітити актуалізацію наукових досліджень навколо теми розумної інфраструктури. Розповсюдження систем радіозв'язку та значний технологічний прогрес дають широкого розвитку концепції Інтернету речей (IoT) і відкривають нові горизонти для програм Smart City та його послуг.

У цьому контексті постає потреба розробки інструментів моделювання для підготовки майбутнього розгортання інфраструктури IoT великих масштабів для розумних міст з дотриманням оптимальних показників надійності, доступності та енергоефективності системи.[1]

Основними частинами бездротового сенсорного вузла є: мікроконтролер, ряд датчиків, батарея та радіомодуль з низьким енергоспоживанням, оскільки це частина, яка споживає найбільше. Одним із способів знизити це споживання є зменшення діапазону радіозв'язку, як у випадку зі стандартом ZigBee 802.15.4, розробленим спеціально для програм бездротової сенсорної мережі (WSN). Оскільки радіус дії невеликий, необхідно використовувати багато сенсорних вузлів, щоб направляти інформацію до координатора або до базової станції. Оскільки ці вузли спілкуються бездротовим способом, пропонується використовувати недорогий алгоритм зв'язку. У літературі описано багато протоколів, як-от Leach, багато до одного, AODV тощо. Альтернативним способом є маршрутизація повідомлень безпосередньо до базової станції лише за один стрибок. Це можливо завдяки використанню недорогих модулів бездротового зв'язку на великі відстані, як у випадку з протоколами LoRa та SigFox.[2]

При проектуванні зазначених вище мереж датчиків необхідне проведення експериментальних досліджень перед розгортання діючої системи. Одним з найбільш розповсюджених підходів є моделювання у спеціальних середовищах: Matlab[3], CupCarbon, Cisco Packet Tracer[4], Opnet та інші. Кожне середовище має свої особливості та спектр можливостей, тому актуальним стає вибір найбільш вдалого.

При моделюванні мережі датчиків, з яких складається мережа Інтернету речей важливими є наступні параметри:

- розгортання бездротових сенсорних мереж з урахуванням мобільності та доступності спектру,

- симуляція продуктивності та послуг бездротової сенсорної мережі в реалістичному середовищі,
- доцільність зв'язку, надійність мережі та її вартість,
- виявлення зон перешкод, щоб покращити якість розгортання,
- моделювання точного та швидкого поширення радіохвиль у реальному міському середовищі.[5]

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику, зазначених середовищ моделювання:

Таблиця 1. Порівняльна характеристика

Назва середовища	MATLAB	Cisco Packet Tracer	CupCarbon
Направленість системи	Моделі у вигляді логічних блоків	Імітаційна мережа на логічному рівні	Побудова мережі на базі гео-локації
Деталізація вузлів	Висока	Середня	Середня
Ступінь декомпозиції мережі	Високий	Низький	Середній
Розробка для вузлів	Загальної системи передачі	Комп'ютерні мережі	Мережі датчиків
Ступінь інтуїтивності	Низький	Високий	Високий
Ступінь інтеграції	Високий	Низький	Низький
Універсальність моделювання	Висока	Середня	Середня

Відповідно до описаних вище умов для мережі сенсорів та порівняльної характеристики, найбільш оптимальним є використання середовища моделювання CupCarbon. Воно надає достатній рівень деталізації та інструменти моніторингу за кожним вузлом системи, дозволяє проводити дослідження мережі загалом та придатне для наближення мережі до природніх умов розгортання системи.

Література

1. What-is-iot-the-internet-of-things [Електронний ресурс]: www.networkworld.com – Режим доступу: <https://www.networkworld.com/article/3207535/what-is-iot-the-internet-of-things> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.
2. iot-architecture-topology-and-edge-compute [Електронний ресурс]: www.digi.com – Режим доступу: <https://www.digi.com/blog/post/iot-architecture-topology-and-edge-compute> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

3. Wireless Communications [Електронний ресурс]: [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com/solutions/wireless-communications/standards.html) – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/solutions/wireless-communications/standards.html> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

4. Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс]: www.netacad.com – Режим доступу: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

5. CupCarbon [Електронний ресурс]: www.freenwork.com – Режим доступу: <http://freenwork.com/cupcarbon/> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

Анотація

Проведено аналіз середовищ моделювання бездротових мереж з метою обрання найбільш оптимального рішення з точки зору Інтернету речей (IoT). Основну увагу зосереджено на описі особливостей мережі датчиків, встановленні критеріїв та проведенні порівняльної характеристики найбільш розповсюджених рішень. За результатами запропоновано найоптимальніше з середовищ.

Ключові слова: IoT, Smart City, бездротова мережа, Matlab, Cupcarbone, Cisco Packet Tracer.

Abstract

An analysis of wireless network simulation environments was carried out in order to choose the most optimal solution from the point of view of the Internet of Things (IoT). The main attention is focused on the description of the features of the sensor network, the establishment of criteria and the comparative characteristics of the most common solutions. As a result, we proposed the most optimal of environments.

Keywords: IoT, Smart City, wireless network, Matlab, Cupcarbone, Cisco Packet Tracer.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Єжова Є. О., магістрантка, yelyzaveta.yezhova@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м. Луцьк, Україна

Останнім часом для ідентифікації людей широко використовуються системи розпізнавання осіб. Ці підсистеми можуть бути використані в автоматизованих системах безпеки, наприклад, на національних контрольно-пропускних пунктах, у великих аеропортах, різноманітних громадських місцях тощо, щоб ідентифікувати розшукуваних злочинців і одночасно передавати відповідну оперативну інформацію службам, які займаються ідентифікацією осіб.



Рисунок 1. Архітектура системи розпізнавання обличчя
Джерело: Авторська схема

У цій роботі ми обговорюємо різні методи з використанням нейронних мереж (далі – НМ), які наразі активно впроваджуються.

В роботі проведено огляд основних алгоритмів та методів використання НМ, запропонованими науковцями, для розв’язання задач розпізнавання облич.

Система розпізнавання має чотири основні елементи, що показані на рисунку 1.

Як зазначено на рисунку першою задачею даної системи є знаходження обличчя на захопленому зображенні, цей етап загалом перевіряє чи є на зображенні обличчя, чи ні.

На наступному етапі виконується обробка зображення: видалення непотрібного шуму, розмиття та інших небажаних ефектів. Після того як зображення наблизиться до ідеального, на наступному етапі з нього будуть вилучені риси обличчя та перетворені на вектор з фіксованим розміром, набором точок та їх відповідним положенням.

На останньому етапі система аналізує отриманий вектор та порівнює його з вже наявними в базі. Для створення бази беруть декілька зображень однієї людини, з них вилучають риси обличчя та зберігаються. Потім коли вхідне зображення пройде перші три етапи воно порівнюється з усіма наявними обличчями в базі.

Є два основні види даних систем. Одна може бути використана для визначення особи людини навіть без її знання, інша – враховуючи зображення особи та припущення про ідентифікацію, повинна повідомити про істинність чи хибність припущення.

Безліч дослідників використовували НМ в системі розпізнавання обличчя, використовуючи різні підходи. Тому спочатку обговоримо концепцію НМ та її застосування для розпізнавання обличчя.

НМ — це сімейство статистичних моделей навчання, натхненних біологічними НМ, які використовуються для оцінки функції, яка може залежати від великої кількості вхідних даних і зазвичай невідома. НМ складається з мережі штучних нейронів, які називаються вузлами, що поєднані один з одним, і сили їх зв'язку присвоюються значення на основі їх сили гальмування (максимум становить мінус один) та збудження (максимум становить плюс один). НМ належать до взаємозв'язку між нейронами на різних рівнях системи. Перший рівень має вхідні нейрони, які надсилають дані на другий рівень, а потім через синапси на третій рівень вихідних нейронів (рис. 2). Синапси зберігають параметри, які називаються «вагами», які маніпулюють даними під час обчислення. НМ зазвичай визначається трьома типами параметрів [1]:

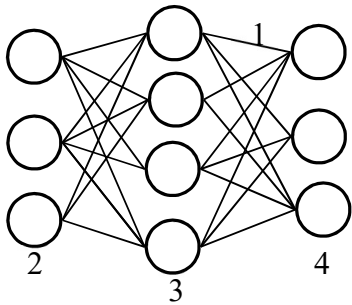


Рисунок 2. НМ: 1 — ваги, 2 — вхідні вузли, 3 — приховані вузли, 4 — вихідні вузли
Джерело: Авторський рисунок

схема взаємозв'язку: між різними шарами нейронів; процес навчання: для оновлення ваг взаємозв'язку; функція активації: для перетворення зваженого вхідного сигналу нейронів у вихідну активацію.

Типи НМ варіюються від тих, що мають лише один або два рівні, до складних з кількома входами, багатьма спрямованими петлями та шарами зворотного зв'язку. Загалом ці системи використовують алгоритми у своєму програмуванні для визначення контролю та організації своєї функції. Більшість систем використовують «ваги» для зміни параметрів пропускну здатності та різноманітних з'єднань із нейронами. НМ можуть бути автономними та навчатися за допомогою зовнішнього «вчителя» або навіть самонавчання [2].

В останні роки для розпізнавання обличчя використовувались різні архітектури та моделі НМ.

Хазем М. Ель-Бакрі запропонував швидкий метод НМ для розпізнавання обличчя. Такий метод розкладав вхідне зображення на множину невеликих по розміру підзображень, що дозволило скоротити час процесу пошуку. Запропоновано простий алгоритм взаємних кореляцій в частотній області між підзображеннями та вагами НМ, щоб пришвидшити час виконання пошуку. Більш того, результати моделювання показали, що при використанні методу паралельної обробки кожне підзображення тестується за допомогою швидкої НМ змодельованої на одному процесорі, завдяки чому можуть бути досягнуті більші значення коефіцієнта прискорення. Запропонований підхід може застосовуватися для виявлення наявності чи відсутності будь-якого іншого об'єкта на зображенні [3].

Навніт Джіндал та Вікас Кумар запропонували метод головних компонент (далі – МГК) з НМ, який розпізнає риси на зображенні обличчя, що виділяються за допомогою МГК. МГК є методом зменшення розмірності, що зберігає більшість варіацій, присутніх у наборі даних. Він фіксує варіації набору даних і використовує цю інформацію для кодування зображень обличчя. Обчислює вектори ознак для різних точок обличчя та формує матрицю стовпців цих векторів. Після обчислення вектора ознак обчислює середнє значення обличчя, потім нормалізує кожне вхідне зображення обличчя шляхом віднімання від середнього значення обличчя, потім обчислює коваріаційну матрицю для нього, обчислює власні значення коваріаційної матриці та зберігає тільки найбільші власні значення, обчислює власний вектор для коваріаційної матриці, використовуючи цю матрицю, обчислює значення зображення обличчя, звертаючись до максимальної інформації зображення обличчя, відповідно до якого обчислює проєктоване зображення [4].

Хаосян Лій, Чже Лінь, Сяохуей Шенц, Джонатан Брандц та Ган Хуа запропонували каскад згорткових НМ для розпізнавання обличчя. Запропонований каскад НМ працює з різною роздільною здатністю, швидко відкидає фонові області низької роздільної здатності й ретельно оцінює невелику кількість складних кандидатів на останньому етапі високої роздільної здатності. Для підвищення ефективності локалізації та зменшення кількості кандидатів на пізніх етапах автор ввів етап калібрування на основі згорткових НМ після кожного з етапів виявлення в каскаді. Калібрування сітки дозволяє більш точно локалізувати обличчя, використовуючи більш грубі вікна сканування в меншій кількості масштабів. Вихід кожного етапу калібрування використовується для коригування положення вікна виявлення для входу на наступний етап. [5].

Також існують і інші методи НМ для розпізнавання обличчя, серед них: НМ з радіальними базисними функціями, білінійні НМ, НМ зворотного поширення, швидка НМ та інші.

Розглянуті дослідження мають свої переваги та обмеження, які були вирішені багатьма дослідниками, але все ще існують деякі інші проблеми в розпізнаванні обличчя, такі як час обчислень та ефективність розпізнавання обличчя з великих баз даних.

Література

1. Hadke P. P., Kale S. G. Use of Neural Networks in cryptography: A review / P. P. Hadke, S. G. Kale // World Conference on Futuristic Trends in Research and Innovation for Social Welfare (Startup Conclave). — 2016. С. 1-4. DOI: 10.1109/STARTUP.2016.7583925.
2. Nadir N. C. Design of Near-Optimal Classifier using Multi-layer Perceptron Neural Network for intelligent Sensor / N. C. Nadir // International Journal of Modeling and Optimization. — 2013. — №3. — С. 56—60.
3. Bakry H M. Fast Face Detection Using Neural Networks and Image Decomposition / H M. Bakry // International Computer Science Conference, Hong Kong, China. — 2001. С. 205-215.

4. Jindal N., Kumar V. Enhanced Face Recognition Algorithm using PCA with Artificial Neural Networks // N. Jindal, V. Kumar // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. — 2013. — №3. — С. 864—872.

5. Liy H., Linz Z., Shenz X., Brandtz J., Hua G., A Convolutional Neural Network Cascade for Face Detection / H Liy, Z Linz, X Shenz, J Brandtz, G. Hua // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Boston. — 2015. — С. 5325 – 5334

Анотація

Розпізнавання обличчя з бази даних є складним завданням, яке пов'язане з великою мінливістю рис обличчя різних людей і зовнішніми факторами, такими як складність освітлення та фон зображення. Розпізнавання облич є одним із найефективніших і актуальних застосувань обробки зображень і біометричних систем. У цій статті розглядаються методи розпізнавання облич, запропоновані вченими з використанням НМ, які застосовувалися в галузі розпізнавання образів. Існує багато методів розпізнавання облич за допомогою НМ, які дають загальне уявлення про розпізнавання облич за допомогою НМ. Таким чином, ця робота містить загальний огляд досліджень і систем розпізнавання облич, заснованих на різних методах і алгоритмах НМ.

Ключові слова: розпізнавання обличчя, біометричні дані, обробка зображень, штучна нейронна мережа.

Abstract

The complexity of face recognition from a photo database is due to the high variability of facial features of different people and external factors, such as complexity of lighting and the background of the picture. Facial recognition is one among the most efficient and popular applications of image analysis and of biometric systems. This paper discusses the face identification methods proposed by scientists using NNs that have been applied in the field of shape analysis. There are many methods for face recognition using NNs that give a general idea about face recognition using NNs. Thus, this paper provides a general overview of face recognition research and systems based on different NNs methods and algorithms.

Keywords: facial recognition, biometric data, image processing, artificial neural network.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В КРИПТОГРАФІЧНОМУ ЗАХИСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Нікітенко А.О., аспірант, andrii.nikitenko@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м. Луцьк, Україна

В епоху безперервного експоненціального розвитку цифрових технологій та збільшення обсягів інформації постає питання щодо сучасного та надійного захисту даних, що передаються. Одним з основних способів захисту даних є їх шифрування. З підвищенням продуктивності вимірної техніки відзначається зростання ефективності методів криптоаналізу, тому виникла необхідність у застосуванні більш складних підходів до шифрування. Зокрема, у використанні такого перспективного підходу, як використання нейронних мереж для шифрування даних – нейрокриптографії. Погана вивченість криптостійкості нейромережових методів шифрування робить актуальною задачу дослідження характерних особливостей та пошуку вразливостей нейромережових криптографічних алгоритмів.

Нейронними мережами можна назвати сімейство статистичних моделей навчання, натхненних біологічними нейронними мережами, які використовуються для оцінки функції, яка може залежати від великої кількості вхідних даних і зазвичай невідома. Нейронна мережа належить до взаємозв'язку між нейронами на різних рівнях системи. Перший рівень має вхідні нейрони, які надсилають дані на другий рівень, а потім через синапси на третій рівень вихідних нейронів. Більш складна система матиме більше шарів нейронів. Синапси зберігають параметри, які називаються «вагами», які маніпулюють даними під час обчислення. Нейронна мережа зазвичай визначається трьома типами параметрів:

- 1) Схема взаємозв'язку: між різними шарами нейронів;
- 2) Процес навчання: для оновлення ваг взаємозв'язку;
- 3) Функція активації: для перетворення зваженого вхідного сигналу нейронів у вихідну активацію.

Типи нейронних мереж варіюються від тих, що мають лише один або два рівні односпрямованої логіки, до складних з кількома входами, багатьма спрямованими петлями та шарами зворотного зв'язку. Загалом ці системи використовують алгоритми у своєму програмуванні для визначення контролю та організації своєї функції. Більшість систем використовують «ваги» для зміни параметрів пропускну здатності та різноманітних з'єднань із нейронами. Нейронні мережі можуть бути автономними та навчатися за допомогою зовнішнього «вчителя» або навіть самонавчання [1].

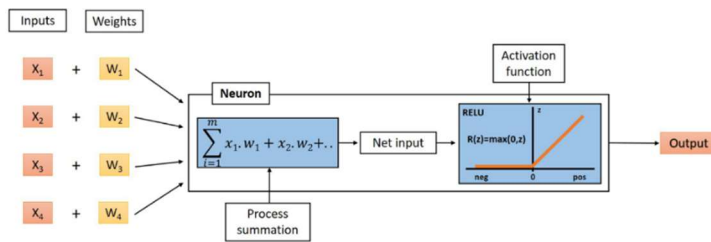


Рисунок 1. Схема навчання нейронної мережі

Джерело: [2]

мережі наведено на рис. 1.

Існують різні підходи, які засновані на нейронних мережах у криптографії, основні з них: стегоаналіз, генерація псевдовипадкових чисел, хешування, керування ключами, їх генерація та обмін [1].

Також існують інші способи захисту інформації до яких можна віднести використання нейронних мереж для виявлення різноманітних кіберзагроз та використання хаотичних нейронних мереж.

В одній із робіт було реалізовано хеш-функцію на основі простої структури хаотичної нейронної мережі. Її основними компонентами є ефективний хаотичний генератор та нейронна мережа, що складається з двох шарів: вхідного шару та вихідного шару. Отримані результати показують задовільну однорідність хеш-значень [8]. Таким чином, реалізована хаотична хеш-функція може використовуватися для забезпечення цілісності даних, аутентифікації та цифрового підпису.

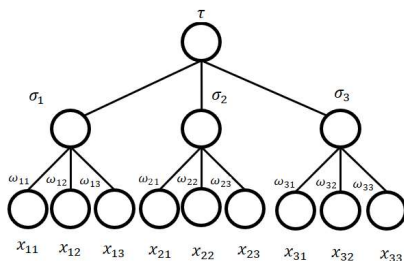


Рисунок 2. Приклад структури деревоподібної машини парності

Джерело: Авторський рисунок

Найпоширенішим сьогодні напрямком є дослідження взаємної синхронізації нейронних мереж. Нейронні мережі прямого поширення, які використовуються в криптографії для взаємної синхронізації, називаються деревоподібними машинами парності (ДМП) [3], які являють собою особливий вид багаторівневої штучної нейронної мережі прямого поширення. Приклад структури класичної ДМП наведено на рис. 2.

Суть ДМП полягає у поступовій взаємній синхронізації двох абонентів, у процесі якої відбувається оновлення та порівняння вагових коефіцієнтів. Синхронізація буде досягнута у разі, якщо вагові коефіцієнти двох ДМП дорівнюють один одному.

Після досягнення синхронізації вагові коефіцієнти можна використовувати як секретний ключ для симетричного алгоритму шифрування, наприклад AES, або як початкове значення для генератора псевдовипадкових чисел.

Головна перевага даного підходу полягає в тому, що ключ можна паралельно створити у двох кінцевих користувачів і його не потрібно передавати через мережу. Що значно зменшує ймовірність злому такого ключа [3].

У роботі [4] були проведені дослідження щодо вибору оптимальної конфігурації ДМП. Використовувалися 5 різних комбінацій співмножників K і N : 1 і 16, 2 і 8, 4 і 4, 8 і 2, 16 і 1. В результаті було визначено, що оптимальною конфігурацією ДМП, яка містить 16 зважених зв'язків, буде $K = 4$, $N = 4$. Якщо число прихованих нейронів пропорційно числу входів у кожного з них – це дає оптимальне співвідношення криптостійкості та швидкості синхронізації машин парності. Треба зауважити, що при великих значеннях L значно підвищується криптостійкість системи, але водночас збільшується обчислювальна складність та необхідний для синхронізації час.

В останні роки з'явилася достатня кількість модифікацій, спрямованих на зменшення часу синхронізації та підвищення криптостійкості ДМП.

У ДМП з використанням комплексних чисел [5] використовуються комплексні числа як ваги, водночас вхідні та вихідні дані не відрізняються від класичної ДМП. В результаті проведення експериментів автор стверджує про підвищення безпеки у порівнянні з класичною ДМП, але для завершення синхронізації потрібно багато часу.

У ДМП з використанням векторів [6] використовуються вектори як ваги, вхідні та вихідні дані. Автор показав, що час синхронізації ДМП з використанням векторів ідентична класичній ДМП та її безпеку можна збільшити з такою самою синаптичною глибиною, відповідно до кількості векторів.

Слід врахувати, що на відміну від ДМП з використанням векторів, у ДМП з використанням комплексних чисел розглядали лише геометричну атаку, і, отже, неясно, чи вона забезпечує достатній захист від більшості атак.

У ДМП з використанням не бінарних векторів [7] автор додає новий параметр M , який позначає мінімальне/максимальне значення кожного елемента вхідного вектора X . В результаті проведення експериментів автор стверджує, що наявність параметра M зменшує час синхронізації та чим швидше синхронізуються ДМП – тим безпечнішою є система. Однак прискорення процесу призводить до нерівномірного розподілу ваги ДМП.

Вищенаведені дослідження показують, що навіть сьогодні існують проблеми забезпечення захисту інформації з використанням штучних нейронних мереж, а саме забезпечення достатньої криптостійкості зі зберіганням часу синхронізації.

Література

1. Ms. Pranita P. Hadke and Mrs. Swati G. Kale, "Use of Neural Networks in Cryptography: A Review," *2016 World Conference on Futuristic Trends in Research and Innovation for Social Welfare (WCFTR'1, 2016*.

2. A. I. Georgevici and M. Terblanche, "Neural networks and deep learning: a brief introduction," *Intensive Care Medicine*, vol. 45, no. 5. Springer Verlag, pp. 712–714, May 01, 2019. doi: 10.1007/s00134-019-05537-w.
3. Александров Никита, "Атаки на взаимную синхронизацию сетей в криптографии," *Computer Science and Technologies*, pp. 15–22, 2020.
4. Ушаков А.К., "Выбор оптимальной конфигурации древовидных машин четности при их использовании для генерации секретного ключа информации," *Научный журнал*, pp. 35–39, 2018.
5. T. Dong and T. Huang, "Neural Cryptography Based on Complex-Valued Neural Network," *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, vol. 31, no. 11, pp. 4999–5004, Nov. 2020, doi: 10.1109/TNNLS.2019.2955165.
6. S. Jeong, C. Park, D. Hong, C. Seo, and N. Jho, "Neural Cryptography Based on Generalized Tree Parity Machine for Real-Life Systems," *Security and Communication Networks*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6680782.
7. M. Stypiński and M. Niemiec, "Synchronization of Tree Parity Machines using non-binary input vectors," Apr. 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2104.11105>
8. N. Abdoun, S. El Assad, M. A. Taha, R. Assaf, O. Deforges and M. Khalil, "Secure Hash Algorithm based on Efficient Chaotic Neural Network," *2016 International Conference on Communications (COMM)*, 2016, pp. 405–410, doi: 10.1109/ICComm.2016.7528304.

Анотація

З розвитком цифрових технологій поступово підвищується продуктивність обчислювальної техніки, що призводить до підвищення ефективності методів криптоаналізу, тому завдання захисту даних на сьогодні дуже актуальне, зокрема використання такого перспективного підходу, як використання нейронних мереж для шифрування даних – нейрокриптографії. У статті розглядається поняття нейронних мереж та існуючі на сьогоднішній день дослідження у цій галузі.

Ключові слова: нейронна мережа, нейрокриптографія, деревоподібні машини парності, захист даних.

Abstract

With the evolution of digital technologies, the efficiency of computing technology is progressively increasing, which leads to improving the performance of cryptanalysis methods, so the problem of data protection today is very relevant, in particular the use of such a perspective approach, as the use of neural networks for data encryption – neural cryptography. The paper covers the concept of neural networks and current researchers in this area.

Keywords: neural network, neural cryptography, tree parity machines, data security.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ МЕНЕДЖЕРІВ У ДИНАМІЧНОМУ БІЗНЕС СЕРЕДОВИЩІ

**Бекетова Анастасія Павлівна, магістрант,
anastasiabeketova7@gmail.com**

Донецький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

Сучасному динамічному бізнес середовищу притаманні інновації, ре-інжиніринг (фундаментальні зміни у бізнес середовищі), а також великі обсяги інформації. Виникнення нових інформаційних технологій, які допомагають розкрити трудовий потенціал менеджера за рахунок додатків та програм, які спрямовані на пришвидшення праці, більш якісну обробку інформації, комунікацію, тобто іншими словами підвищують рівень компетенції фахівців під час виконання їх функціональних обов'язків у сфері управлінської праці. Тому метою тез є аналіз детермінації визначення «компетенція», а також дослідження інформаційних технологій: додатків та програм, які підвищують компетенції персоналу, а у довгостроковому плануванні конкурентоспроможність організації як на мікро, так й на макрорівні динамічного бізнес середовища.

Сучасні енциклопедичні видання трактують поняття «компетентність» як коло питань, в яких людина добре розуміється, її набуття відбувається не лише під час вивчення предмета, групи предметів, а й за допомогою засобів неформальної освіти, внаслідок впливу середовища.

У Словнику іншомовних слів термін «компетентність» у перекладі з латини «competens (competentis)» означає (належний, відповідний) і подається як поінформованість, обізнаність, авторитетність.

Словник української мови детермінує визначення двояко за значенням компетентний – це:

- 1) такий, що має достатні знання в якій-небудь галузі; який з чим-небудь добре обізнаний; тямущий; який ґрунтується на знанні; кваліфікований;
- 2) який має певні повноваження; повноправний, повновладний. Подібне пояснення терміну дає й практичний словник синонімів української мови, який визначає «компетентність» як обізнаність та кваліфікованість у певній сфері діяльності [1, С. 38].

Зазначимо, що на Всесвітньому економічному форумі (World Economic Forum, WEF), що відбувся в жовтні 2020 р., було проаналізовано зміни в межах п'ятнадцяти основних компетентностей, обумовлені розвитком четвертої промислової революції. Зміна компетентностей протягом 2018–2020 років спрямована на формування цифрових компетентностей.[2, С. 22]. Тому наступним кроком для дослідження підвищення компетенції менеджерів за допомогою інформаційних технологій є аналіз додатків та програм, які доцільно представити у таблиці № 1.

Таблиця 1 - Характеристика інформаційних технологій для менеджерів

Назва	Характеристика
Хмарний сервіс «mClicker»	Створений для проведення соціологічних опитувань і маркетингових досліджень в створенні прогнозів.
SMART Response™VE	Система інтерактивних опитувань.
One (MS Sky) Drive, Google Dropbox, e-Disk Ukr.net	Віртуальний диск накопичення та зберігання масивів інформації.
Viber, FaceTime, WhatsApp, Telegram, WeChat, Skype, Messenger	Месенджери, які спрямовані на комунікацію.
Google Docs	Формування текстового документа у режимі спільного редагування.
Youtube, Rutube	Онлайн вебіари та тренінгові відео
«Iforma»	Сервіс для підготовки і подання електронної звітності в режимі on-line.
«1:С»	Спеціалізовані програмні продукти.
«jПарус»	Хмарна платформа для забезпечення автоматизації управління підприємствами загалом і ведення бухгалтерського обліку.
Google Календар	Менеджмент системи хмарного моніторингу.
Дистанційні курси	Хмаро орієнтовані середовища навчання для підвищення кваліфікації та компетенції персоналу.

Складена на основі[3, С.54-55]

Таким чином, розвиток нових інформаційних технологій спрямован на розкриття трудового потенціалу менеджерів за рахунок додатків та програм, які пришвидшують виконання праці, виконують більш якісну обробку інформації, комунікацію, тобто іншими словами підвищують рівень компетенції фахівців під час виконання їх функціональних обов'язків у сфері управлінської праці. Це один із факторів підвищення тенденції збільшення рівня конкурентоспроможності вітчизняних підприємств у довгостроковому плануванні як на мікро, так й на макрорівні динамічного бізнес середовища.

Література

1. Волікова М. М. Сутність понять «компетенція» та «компетентність» в науковому дискурсі. Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Вип. 5 (161). Нац. ун-т «Черн. колегіум» ім. Т. Г. Шевченка; голов. ред. М. О. Носко. Чернігів : НУЧК, 2019. С. 37-43. (Серія: Педагогічні науки). URL: 10.5281/zenodo.3667121

2. Гринчак Н. А., Іващенко О. А., Булах Т. М., Дишлевий Р. В.. Компетентності ефективних менеджерів у епоху четвертої промислової революції. Науковий вісник національної академії статистики, обліку та аудиту. 2021, № 1-2. Економіка та управління. URL: http://194.44.12.92:8080/jspui/bitstream/123456789/6197/1/Vis-1-2-2021-Verstka_28-12-20-28.pdf

3. Москаєва О.О. Хмарні інформаційні технології в менеджменті. Освітній дискурс: збірник наукових праць. Випуск 3 (1-2).

Анотація

У тезах розкрито сутність поняття «компетенція», а також проаналізовані інформаційні технології: додатки та програми, які підвищують компетенції персоналу організації, а у довгостроковому плануванні конкурентоспроможність підприємства як на мікро, так й на макрорівні динамічного бізнес середовища.

Ключові слова: інформаційні технології, компетенції, персонал, програми.

Abstract

The theses revealed the essence of the concept of "competence", as well as analyzed information technologies: applications and programs that increase the competence of the organization's personnel, and in long-term planning, the competitiveness of the enterprise at both the micro and macro levels of the dynamic business environment.

Keywords: information technologies, competencies, personnel, programs.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВБУДОВАНОЮ МОДЕЛЛЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

*Хома Д.Ю., магістр, dmytro.khoma.kita@donntu.edu.ua;
Ануфрієв П.О., аспірант, pavlo.anufriiev@donntu.edu.ua
Донецький національний технічний університет,
м. Луцьк, Україна*

Розпізнавання облич є одночасно однією з найскладніших і найактуальніших задач штучного інтелекту сьогодення. Для вирішення такої задачі системами використовувались звичайні повнозв'язні нейронні мережі, але згодом на зміну їм з'явилися згорткові нейронні мережі (CNN), що від самого початку були створені для розпізнавання зображень. Дана стаття присвячена питанням розробки системи з розпізнавання облич з використанням модифікованої мережі штучного інтелекту.

В якості ШІ з розпізнавання облич була обрана модифікована модель OpenFace, що була натренована на датасеті Labeled Faces in the Wild (LFW), так як в роботі [1] вона показала найкращі результати серед оригінальної моделі OpenFace, і натренованої на датасеті Pin Faces модифікованої OpenFace.

Для розробки системи розпізнавання облич було обрано рішення створити WEB-додаток на основі MVT фреймворку Django для створення основного користувацького інтерфейсу, і міні-фреймворку FastAPI для використання модифікованої нейронної мережі для розпізнавання в реальному часі. Вибір таких фреймворків не є випадковим, оскільки вони використовують мову Python — найпопулярнішу мову програмування для створення і використання моделей ШІ, оскільки для неї створено безліч бібліотек для роботи з ШІ, таких як Tensorflow, Keras, NumPy, OpenCV [2]. Крім того, саме ця мова використовувалась для створення модифікованої мережі OpenFace.

Для зберігання даних наданою системою було обрано бази даних (БД) PostgreSQL. Для використання системою було спроектовано і реалізовано схему БД, що наведено на рис. 1, яка містить таблиці:

- Users — дані про користувачів системою;
- Groups — групи користувачів;
- Persons — особи будуть розпізнаватись системою;
- Cameras — інформація про ір-камери зареєстровані системою;
- PlaybackVideos — відео-плейбеки що були завантажені з ір-камер.

Проектування і розробка програмного забезпечення (ПЗ) проводилось з використанням системи контейнеризації Docker [3]. Реалізація архітектури ПЗ була виконана для Development і Production оточень, і показана на рис. 2 в рамках розробки в Docker-контейнерах.

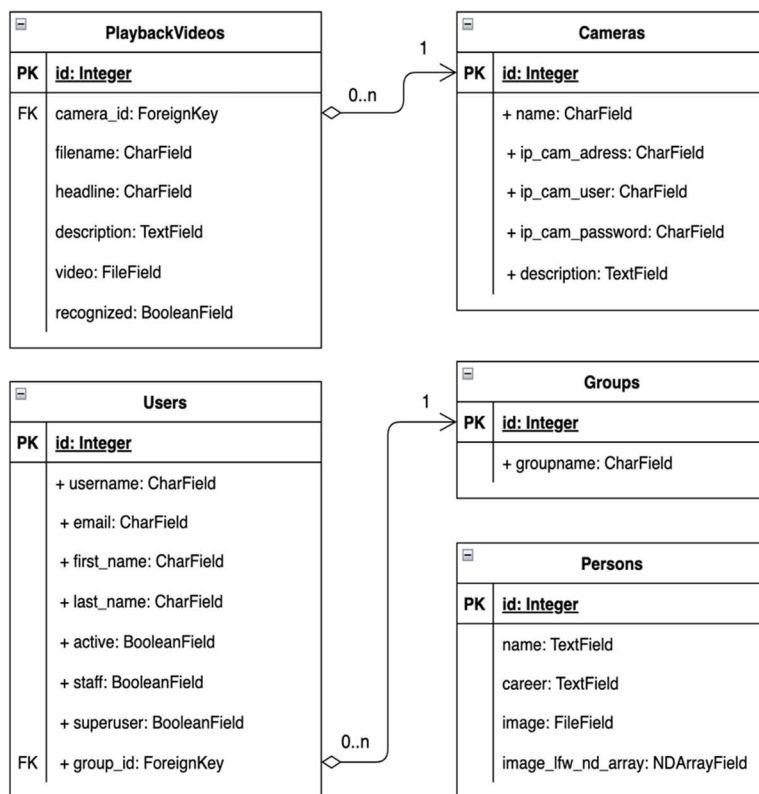


Рисунок 1. Схема БД системи розпізнавання облич

захисту додатку від хакерських атак.

Слід зазначити, що Development оточення запускається в Docker на машині розробника ПЗ, і використовується для розробки ПЗ. В той же час, Production оточення використовується для розгортання ПЗ на сервері університету ДонНТУ.

В Production оточенні в якості проксі-сервера використовується сервер Nginx. Такий підхід служить для перенаправлення користувачів на сторінки додатків Django та FastAPI в рамках одного хосту і порту, та більшо-

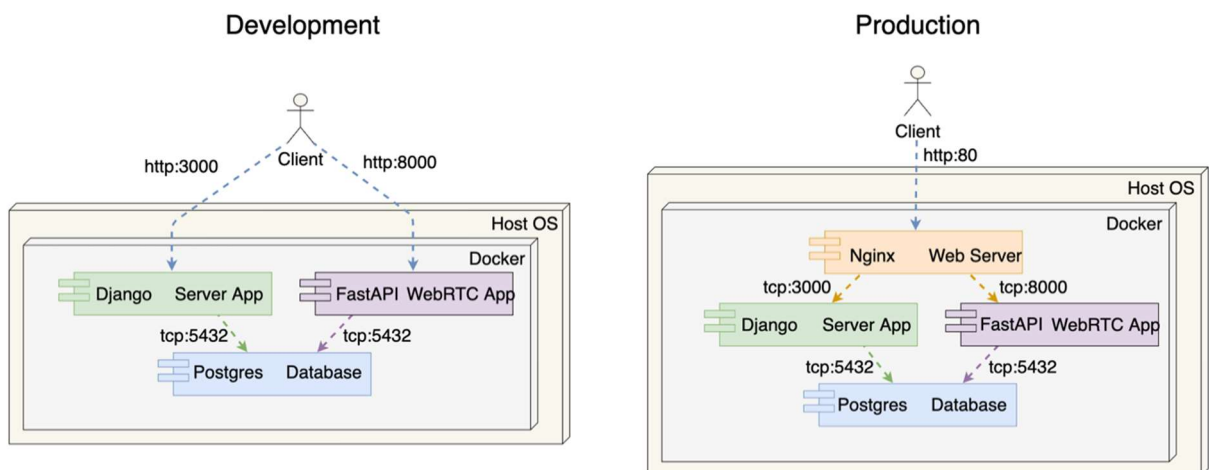


Рисунок 2. Архітектура додатку в Development і Production оточеннях

Серед основних можливостей роботи системи, що безпосередньо пов'язані з роботою вбудованої модифікованої моделі ШІ розпізнавання облич, можна виділити такі:

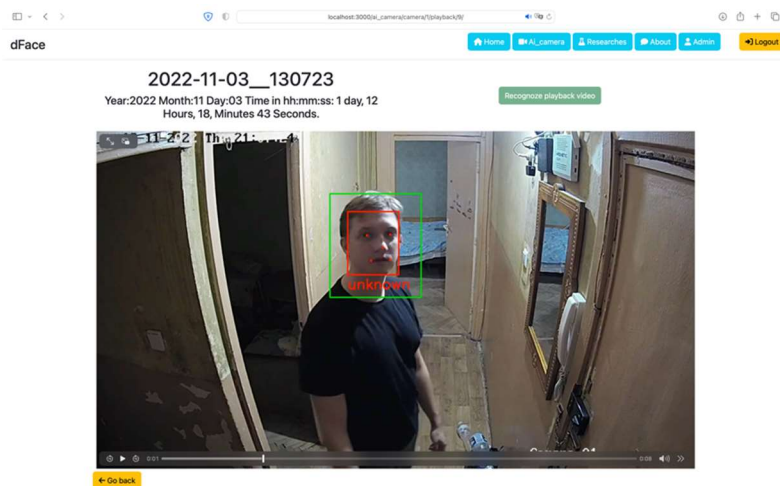


Рисунок 3. Розпізнавання персон з завантаженого відео-плейбеку з ір-камери

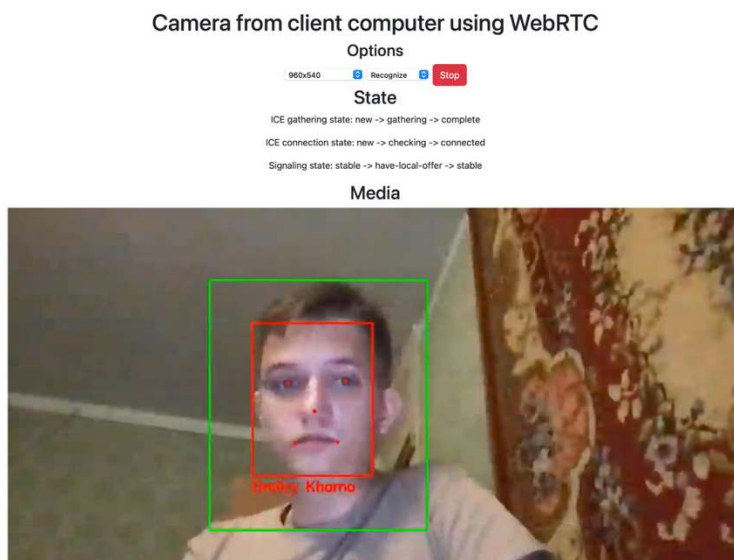


Рисунок 4. Розпізнавання персон з камери клієнта в реальному часі

– перегляд відео з ір-камери в реальному часі;

– взяття з ір-камери скриншоту (фотографії) і розпізнавання персон на такій фотографії;

– перегляд відео з камери клієнта;

– взяття скриншоту з камери клієнта і розпізнавання персон з нього;

– завантаження до системи власних фотографій формату jpeg, розпізнавання персон на них;

– виведення імені і фотографії персон, що були розпізнані з взятих з ір-камери, камери клієнта або завантажених зображень, у окрему таблицю;

– завантаження відео-плейбеків з ір-камер формату mp4, і розпізнавання персон на них (рис. 3);

– розпізнавання

персон з камери клієнта в реальному часі (рис.4).

Серед особливостей додатка слід відзначити, що розпізнавання персон на відео в реальному часі було реалізовано за допомогою FastAPI і Python-бібліотеки Aiortc [4] поза основним додатком сервера Django через неможливість нормального використання Aiortc в Django.

Як результат виконання було розроблено систему розпізнавання обличч з вбудованою моделлю штучного інтелекту на основі модифікованої моделі OpenFace, наведено схему бази даних додатка, розроблено архітектуру дослідницького зразка для Development і Production оточення, наведено основні можливості роботи і інтерфейс системи.

Література

1. Мякшин О. Д. Модифікація архітектури згорткової нейронної мережі OpenFace для системи розпізнавання облич / О. Д. Мякшин, П. О. Ануфрієв // «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології (2021).
2. Best Programming Languages for AI Development in 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.moveoapps.com/blog/best-programming-languages-ai-development>.
3. What is Docker? [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://aws.amazon.com/docker/?nc1=h_ls.
4. Aiortc [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://aiortc.readthedocs.io/en/latest>.

Анотація

Представлено розроблену систему розпізнавання облич що використовує модифіковано модель штучного інтелекту OpenFace. Наведено схему бази даних проєкту, архітектуру додатка для Development і Production оточення, а також деталі щодо розробки системи. Представлено інтерфейс і основні можливості додатку.

Ключові слова: система, розпізнавання облич, модифікована модель, нейронна мережа.

Abstract

The developed face recognition system using a modified OpenFace artificial intelligence model is presented. The scheme of the project database, the architecture of the application for Development and Production environments, as well as the details of system development are given. The interface and main features of the application are presented.

Keywords: system, face recognition, modified model, neural network.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ VPN РІШЕНЬ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ОБ'ЄКТАМИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Садовніченко М.В., магістрант, sadovnichenko.max@gmail.com;
Воропаєва В.Я., к.т.н., доцент, viktoriya.voropayeva@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»,
м. Луцьк, Україна*

У теперішній час із запровадженням цифрових технологій на об'єктах критичної інфраструктури є велика потреба в обміні інформації між цими об'єктами. До об'єктів критичної інфраструктури належать підприємства таких галузей як: енергетика, хімічна промисловість, транспорт тощо. Тобто це установи які є стратегічно важливими для функціонування економіки і безпеки держави і суспільства.

Якщо нема можливості для прокладення окремої лінії зв'язку між об'єктами, тоді приходится використовувати загальнодоступні лінії зв'язку. Але ця мережа повинна відповідати наступним вимогам: своєчасність, достовірність і безпека зв'язку. Для налаштування безпечного і конфіденційного зв'язку в загальній доступній мережі існує технологія віртуальної приватної мережі(VPN).

Головне призначення VPN є побудова приватної мережі між віддаленими об'єктами без застосування виділеної ліній. За допомогою такого з'єднання досягається безпека зв'язку. В даному випадку це означає захист мережевого трафіку щодо конфіденційності, цілісності та автентифікації[1].

Існують наступні топології VPN мереж: однорангова, клієнт-сервер і Site to Site. Для потреб зв'язку між об'єктами доцільно використовувати саме останню топологію мережі. Під час такого з'єднання встановлюється безпечний тунель між 2 локальними мережами через мережу постачальника послуг, де кінцевими точками тунелю є сервер або маршрутизатор з функцією VPN.

Вибір протоколу VPN також залежить від типу трафіку, що надсилається через тунель. Протоколи VPN можна класифікувати відповідно до рівнів OSI отриманих пакетів які використовують для шифрування, і працюють на наступних рівнях: 2, 3, 4. Для наших вимог найкраще вибором будуть протоколи 2 рівня, оскільки він має кращий діапазон застосування і може передавати майже всі види пакетів які можуть генерувати датчики і інші пристрої на об'єктах. Вони можуть генерувати від простих даних, таких як показники лічильників. Але також можливі більш об'ємні дані, як відеозапис з камер. Що буде найкраще для мережі об'єктів критичної інфраструктури, так як можлива передача особливих пакетів даних між пристроями[2].

Головні вимоги до VPN мережі для зв'язку між об'єктами критичної інфраструктури є наступні: високі стандарти безпеки і/або високу якість об-

слуговування (QoS). Це залежить потреб самого зв'язку і які дані будуть відправлятися між об'єктами. Тому потрібно враховувати що висока пропускна здатність для таких мереж не є головним.

Серед доступних протоколів 2 рівня є наступні: PPTP, L2TP з IPSec, OpenVPN, PPP Bridging Control Protocol, EoIP з IPSec і MPLS VPLS. Розглянемо наступні пункти: QoS, аналіз пакетів і автентифікація з шифрування.

Під час аналізу трафіку через VPN мережу перевіряємо наступні параметри QoS. Пропускна здатність: 50 Мбіт/с, затримка: 20 мс, втрата пакетів: 0,1%. Далі наведена табл. 1 після проведення експерименту порівняння пропускної здатності між трафіком, не пов'язаними із VPN, і трафіком VPN на затримці 20 мс.

Таблиця 1

VPN	Пропускна здатність з VPN
PPTP-BCP	45.1 Мбіт/с
L2TP-BCP	45.2 Мбіт/с
L2TP-BCP-IPSec	44 Мбіт/с
OpenVPN	9.6 Мбіт/с
EoIP	46 Мбіт/с
EoIP_IPSec	45.1 Мбіт/с
MPLS VPLS	48 Мбіт/с

Можна побачити що майже всі протоколи мають зменшення пропускної здатності в VPN тунелі в діапазоні 5-12 %. І вони підходять для вибору проколу для зв'язку між об'єктами.

Але пропускна здатність в протоколі OpenVPN зменшується аж на 80%. І якщо для зв'язку між об'єктами не потрібно велика пропускна здатність тунелю, також можна розглядати протокол OpenVPN для вибору.

Аналіз пакетів відбувається за допомогою програми Wireshark, який призначений для аналізу мережевих пакетів Ethernet. Аналізатор фіксує трафік саме в зашифрованому тунелі.

Такі протоколи як PPTP-BCP, L2TP-BCP, EoIP, MPLS VPLS мають наступні проблеми при передачі пакету в тунелі. А саме можна прослухати наступну інформацію: адреси джерела та призначення, і також який саме протокол використовується для шифрування. Найбільш захищений протокол є OpenVPN, завдяки надійному шифруванню в Wireshark відображаються лише те що використовується саме такий протокол без іншої додаткової інформації.

Таблиця 2

VPN	Шифрування	Автентифікація
PPTP	MPPE128	Ім'я і пароль
L2TP	IPSec	Ім'я і пароль
OpenVPN	TLS(AES/BF)	TLS
EoIP	IPSec	Немає
MPLS VPLS	Немає	Немає

Кожен протокол має свій алгоритм шифрування і автентифікації. Серед перелічених в табл.2 найкращі параметри безпеки має протокол OpenVPN. Який використовує TLS для шифрування і автентифікації.

У висновку маємо наступні результат аналізу протоколів VPN. Найкращі параметри безпеки має саме протокол OpenVPN. Його набагато складніше прослухувати ніж інші, а також він має найвищий рівень аутентифікації і шифрування. Один із його недоліків саме нижчий рівень QoS. І якщо для об'єктів інфраструктури важливі високі показники QoS то можливо краще зупинити свій вибір на L2TP з підтримкою IPSec.

Література

1. Habibovic S. VIRTUAL PRIVATE NETWORKS: An Analysis of the Performance in State-of-the-Art Virtual Private Network solutions in Unreliable Network Conditions – URL: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1367277&dswid=-8502>
2. Dr.Manjaiah D.H. Technical Overview of Virtual Private Networks(VPNs) – URL: https://www.researchgate.net/publication/274929918_Technical_Overview_of_Virtual_Private_NetworksVPNs
3. Si Thu Aung, Thandar Thein. Comparative Analysis of Site-to-Site Layer 2 Virtual Private Networks – URL: https://www.researchgate.net/publication/339761254_Comparative_Analysis_of_Site-to-Site_Layer_2_Virtual_Private_Networks

Анотація

У статті був проведений аналіз наявних VPN рішень для використання зв'язку між об'єктами критичної інфраструктури. Був проведений аналіз в таких напрямках як QoS, аналіз пакету і автентифікація з шифрування. І вибір найкращого протоколу.

Ключові слова: VPN, QoS, шифрування, пакет, аутентифікація.

Abstract

The article analyzes the existing VPN solutions for the use of communication between critical infrastructure. The analysis was carried out in such areas as QoS, packet analysis and encryption authentication. And the choice of the best protocol.

Keywords: VPN, QoS, encryption, packet, authentication.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ГОЛОСОВОГО ОПОВІЩЕННЯ ПРО НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ

Савьолкова Д. О.¹, студент, daria.savolkova.kita@donntu.edu.ua;

Воропаєва. А. О.², к.т.н, доцент, anna.voropaieva@nung.edu.ua

¹ ДонНТУ, Луцьк, Україна

² ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна

Інформаційні технології відіграють важливу роль у суспільному розвитку. Вони призначені для полегшення життя та підвищення ефективності праці та виробництва.

Популярність Інтернету та вдосконалення протоколів передачі даних призвели до збільшення користувачів та збільшення обсягу інформації, що зберігається та передається в мережі.

Оповіщення та інформування населення є однією з головних складових системи управління у період воєнного часу. Вона починається зі своєчасного оповіщення та інформування про виникнення або загрозу будь-якої небезпеки.

Система оповіщення та управління евакуацією (СОУЕ): комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на одночасне повідомлення людям інформації про надзвичайні ситуації та необхідних шляхах евакуації.

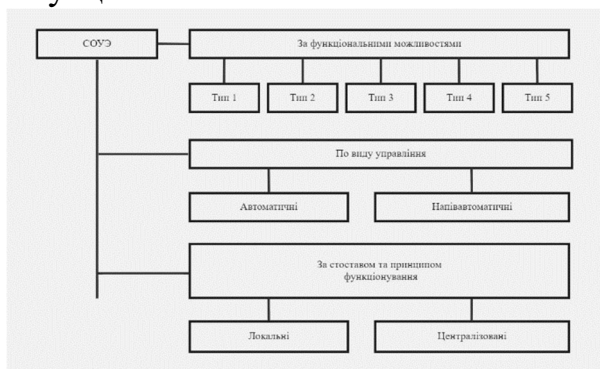


Рисунок 1. Класифікація СОУЕ

На рис.1 можна побачити приблизну класифікацію СОУЕ

В залежності від способу оповіщення, поділу будівель на зони попередження тощо СОУЕ поділяються на 5 типів, опис яких наведено в нормативних документах [1].

Залежно від типу управління розрізняють СОУЕ з автоматичним і напіваавтоматичним керу-

ванням.

Автоматичне керування означає, що СОУЕ активується командним імпульсом від автоматичної пожежної сигналізації або пристрою пожежога-сіння.

Диспетчер здійснює напіваавтоматичний контроль після отримання інформації від призначеного пристрою.

Напіваавтоматичне керування, а також ручне, дистанційне та місцеве перемикання можливе лише в окремих зонах, що охороняються [2].

Вибір типу управління визначається проектувальником виходячи з функціонального призначення будівлі, конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, умов забезпечення безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі, що дозволяє оперативно керувати евакуацією.

За складом і принципом дії СОУЕ поділяється на місцеве і централізоване. Місцеве СОУЕ - це група сповіщувачів, які після отримання команди управління в автоматичному режимі передають сигнали сповіщення в призначений район. Централізована система сигналізації має центральний блок управління і може працювати в автоматичному і напівавтоматичному режимах (для СОУЕ типів 3-5) [3].

Крім того, СОУЕ іноді класифікують на основі максимальної кількості зон, методу реалізації (аналоговий, цифровий) і елементів керування.

Для створення СОУЕ необхідні такі технічні засоби, як сповіщувачі, блоки управління, блоки живлення, підсилювачі та інші. В залежності від того, де буде знаходитися система, на вулиці чи в приміщенні, в приміщеннях опалювальних чи ні, з підвищеною вологістю і температурою, з високим рівнем запилення, характеристики технічних засобів будуть відрізнятися.

Принцип роботи СОУЕ полягає в тому, що командний сигнал від системи автоматичної пожежної сигналізації (АППС) надходить на блок управління, який в свою чергу активує джерело голосового повідомлення. Головний сигнал з блоку голосового повідомлення надходить на систему звукопідсилення з високим пріоритетом, а потім досягає відповідної лінії, обладнаної голосовими сповіщувачами та знаками евакуації, через автоматично керовану систему перемикачів [4].

При проектуванні СОУЕ необхідно мати на увазі, для чого власне потрібна система - по-перше, щоб інформувати людей про пожежу і контролювати їх переміщення в безпечну зону. Невиправдана складність структури СОУЕ призведе до неможливості гарантувати належний рівень надійності, і система не зможе працювати в критичні моменти.

Система повинна мати можливість одночасно надавати необхідну інформацію в різні зони оповіщення у разі загрози здоров'ю та життю персоналу, а головне – автоматично коригувати інформацію про зміну маршруту евакуації у разі надзвичайної ситуації.

Основною складністю при проектуванні системи раннього попередження є правильний вибір кількості сповіщувачів, комутаційної потужності та оптимального розташування. Розташування сирени не повинно ґрунтуватися на простоті монтажу або дизайнерських міркувань, а повинно бути засновано на досягненні максимальної чутності і розбірливості інформації, що передається.

Висновки: У даній роботі була розглянута актуальність опрацьованої теми. Проведено аналіз систем оповіщення та управління евакуацією, виділено класифікацію даних систем та розглянуто їх відмінність. Вказано необхідні технічні засоби для створення СОУЕ, описано короткий принцип

роботи системи та виділено, які складності можуть виникати при роботі з СОУЕ. Подальша робота полягає у виборі правильного обладнання з необхідними характеристиками та створення схеми розташування системи для умов об'єкту проектування.

Література

1. Кочнов, О.В. Особенности проектирования систем оповещения: учебное пособие / О.В. Кочнов, Издательство «Стерх», ИП Коськин А.М., 2012. – 154 с. Библ.: 14 назв.
2. ДСТУ pr EN 50136-1-1:2004 Системи тривожної сигналізації. Системи передавання тривожних сповіщень та обладнання. Частина 1-1 Загальні вимоги до систем передавання тривожних сповіщень.
3. Дерев'янка О.А., Бондаренко С.М., Христич В.В., Антошкін О.А. Системи пожежної та охоронної сигналізації. Текст лекцій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – 136 с.
4. Точилкина В.Г., Айзенштейн Р.М. Требования к проектам установок пожарной сигнализации – К: Будівельник, 1986. 104 с

Анотація

Представлені тези включають аналіз систем оповіщення та управління евакуацією, розгляд типів даних систем та їх відмінність. Виділення необхідних технічних засобів, опис принципу роботи та складності, при виникненні роботи з СОУЕ.

Ключові слова: M.Park, мережа, СОУЕ, система

Abstract

The theses presented include the analysis of warning systems and evacuation management, consideration of the types of these systems and their differences. Identification of the necessary technical equipment, description of the principle of operation and complexity, in the event of work with SUE.

Keywords: M.Park, network, SOUE, system

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ ПРИФРОНТОВОГО МІСТА

Гринчій В.С. , магістрант, vitalii.hrnychii.kita@donntu.edu.ua;

Воропаєва А.О., к.т.н., доц., anna.voropaieva@nung.edu.ua

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Місто Курахове стало прифронтове ще у 2014 року, але під час Російської агресії у 2022, почалися артилерійські обстріли міста, почала страждати інфраструктура, мережа інтернет і зв'язок з містом, в місті є як критична інфраструктура так і звичайна завдяки чому місто продовжує нормально функціонувати. Це як відділ поліції, МЧС, міська лікарня, ТЕС, а також міська і військова адміністрація, але для нормального функціонування місту потрібен надійний зв'язок з владою.

Також місто Курахове є адміністративним центром у Курахівській територіальній громаді, Курахівська територіальна громада складається з 28 населених пунктів і сягає площі у 351.6 км² а також у громаді зараз перебувають близько 30-40 тисяч людей і це тільки цивільних. [1].

Тепер постає завдання, вирішити проблему з зв'язком та доступу до мережі, першорядна задача це критична інфраструктура, потім вже звичайна інфраструктура, другорядна задача це надати доступ до мережі і зв'язку звичайним мешканцям громади, у випадку з ТЕС, проблеми зі зв'язком повинна вирішувати компанія ДТЕК.

Для вирішення завдання була проведена дослідна робота за існуючими технологіями надання послуг зв'язку та послуг доступу до мережі інтернет, за наступними вимогами:

- Компактне обладнання.
- Менший шанс виходу з ладу під час обстрілу.
- Бездротова технологія.
- Велике покриття території.

Виходячи з вимог в Україні існують лише дві технології які підходять це WiMAX та супутниковий інтернет. Якщо ми вирішили обрати супутниковий інтернет то треба брати до уваги що зараз на території України дуже масштабно використовують Starlink, тому один термінал буде знаходитись у адміністрації міста Курахове, де так само знаходиться і військова адміністрація теж.

Також для мешканців громади, залучена технологія WiMAX, ця технологія максимально може покривати площу близько 20 000км². Але існують і інші стандарти даної технології які можуть покривати теж велику площу, але не настільки як це робить стандарт 802.16d [2]

У таблиці 1 наведено порівняння технології та стандартів WiMAX

Таблиця 1. Порівняльна характеристика

Технологія	Стандарт	Використання	Пропускна здатність	Радіус дії	Частота
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбіт/с	25-80 км	1,5-11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 40 Мбіт/с	1-5 км	2,3-13,6 ГГц
WiMax-2	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	до 1 Гбіт/с (WMAN), до 100 Мбіт/с (Mobile WMAN)	такий як і у WiMax	20 ГГц
WiMax-3	802.16n	WMAN, Mobile WMAN	до 10 Гбіт/с (WMAN), до 1 Гбіт/с (Mobile WMAN)	Стандарт в розробці	Стандарт в розробці

Після появи проблеми з доступом до зв'язку та мережі інтернет, треба було швидко шукати рішення проблеми, щоб не паралізувати роботу як громади так і ланку ланцюга оборони, технологія пасивних мереж що була до цього, швидко виходила з ладу після обстрілів, зокрема була проблема в пошуку розрізаного осколком місця в оптоволоконному кабелі, тому прийшли висновку що треба шукати бездротову технологію, я вважаю що технологія WiMAX повинна впоратись з задачею, а супутниковий інтернет буде задіяний в крайньому випадку як екстрений канал.

Література

1. Курахівська громада [Електронний ресурс]: <https://decentralization.gov.ua> – Режим доступу <https://decentralization.gov.ua/newgromada/3731> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

2. WiMAX [Електронний ресурс]: <https://uk.wikipedia.org> – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/WiMAX> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

Анотація

Проведено роботу з пошуку технологій, що надають доступ до зв'язку та доступ до мережі інтернет, які будуть працювати як при обстрілах так і без електрики в області, за допомогою дизельного або бензинового генератора. Технології були обрані з урахуванням можливих проблем у нинішньому чи майбутньому часі, технології бездротові і розраховані на велику площу покриття і ними можуть скористатися не тільки жителі певної громади, а також жителі навколишніх громад.

Ключові слова: Starlink, WiMAX, Курахове.

Abstract

Work was carried out to find technologies that provide access to communication and access to the Internet, which will work both during shelling and without electricity in the region, using a diesel or gasoline generator. The technologies were selected taking into account possible problems in the present or future time, wireless communication technologies and considered on the largest coverage area and they can be used not only by residents of a certain society, but also by residents of surrounding communities.

Keywords: Starlink, WiMAX, Kurakhove.

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУР НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

*Жуковська Д.О., асистент, daria.zhukovska@donntu.edu.ua
Донецький Національний технічний університет, Луцьк, Україна*

Сьогодні, в інноваційному світі, що досить стрімко розвивається вже складно, а подекуди навіть неможливо уявити без використання моделей, що ґрунтуються на штучному інтелекті. Особливої уваги та популярності набули штучні нейронні мережі, що дозволяють будувати прогнозні моделі та широко використовуються при розпізнаванні образів (мови, зображень, сигналів тощо).

Штучні нейронні мережі (НС) відрізняються їх архітектурою: структурою зв'язку між нейронами, кількістю шарів, функцією активації нейронів, алгоритмом навчання. З цієї точки зору можна виділити статичні, динамічні мережі та нечіткі структури; одиночні мережі та багатошарові мережі. Відмінності в обчислювальних процесах в мережах часто пов'язані з методом взаємозв'язку нейронів, тому відрізняються такі типи мереж: мережі прямого розподілу – сигнал проходить через мережу з входу до виходу в одному напрямку; мережі зі зворотнім зв'язком; мережі з бічним відгуком та гібридні (гетерогенні) [1,2].

Якщо розглядати більш загальну класифікацію, то умовно штучні нейронні мережі можна розділити на два великі класи: перший – структурно не містять зворотних зв'язків та другий – зі зворотним зв'язком, які ще називають рекурентними. Перший клас є статичними мережами, що не містять динамічних елементів, другий – це динамічні мережі, тобто через присутність зворотного зв'язку стан мережі в кожен момент часу залежить від попереднього стану. Повна класифікація нейронних мереж, що відома сьогодні представлена на рис.1.

Задача вибору необхідної структури нейронної мережі здійснюється відповідно до особливостей та складності завдання. Для вирішення деяких типів завдань сьогодні вже є оптимальні конфігурації, що полегшують задачу підбору, апробації та цілком підтверджують адекватність моделей. Якщо завдання не може бути зведене до будь-якого з відомих типів, розробник повинен вирішити складну проблему синтезу нової конфігурації. У той же час, при розробці нової конфігурації треба брати до уваги та керуватись кількома основними принципами: можливості мережі значно зростають зі збільшенням кількості мережевих комірок, щільності з'єднань між ними та кількістю вибраних шарів. Впровадження зворотного зв'язку, поряд із збільшенням можливостей мережі, викликає питання про динамічну стабільність мережі; Складність алгоритмів функціонування мережі (введення декількох типів синапсів – захоплюючих, інгібіторних тощо) також допомагає підвищити потужність нейромережі.

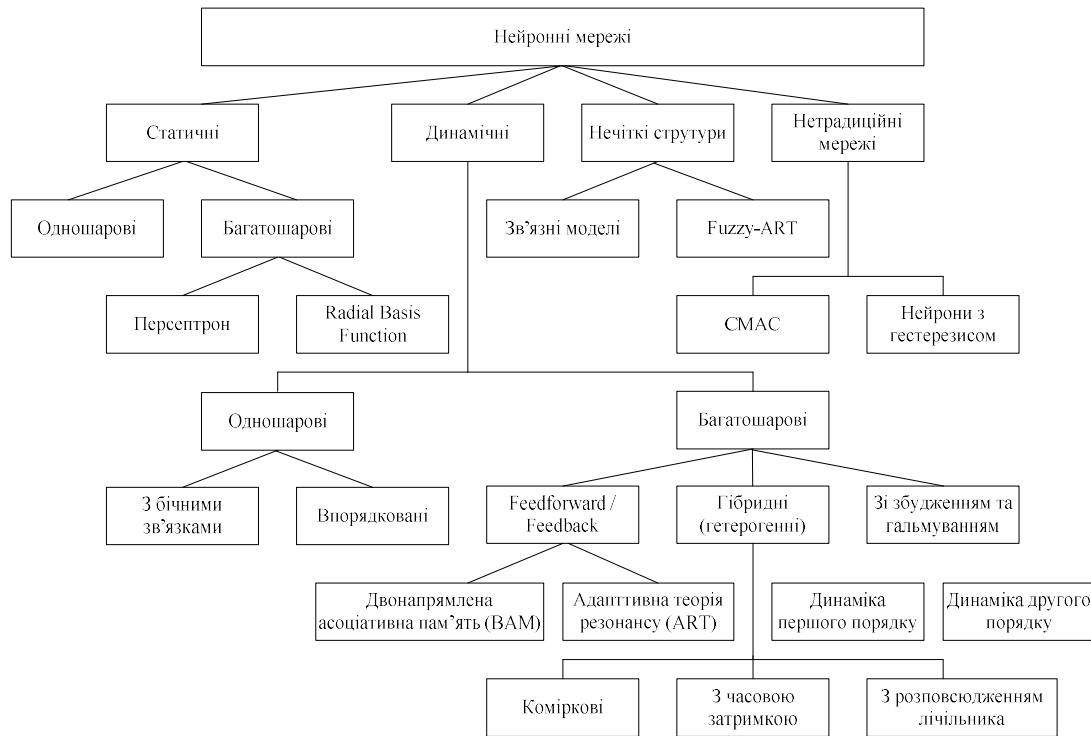


Рисунок 1. Класифікація видів нейронних мереж

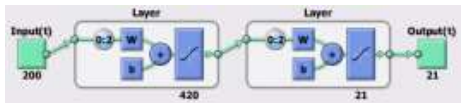
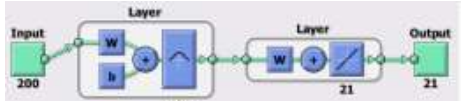
Для проектування та моделювання штучних нейронних мереж використовуються спеціалізовані програмні пакети: нейропакет NEURON є середовищем моделювання окремих нейронів і мереж нейронів; нейропакет SNNS включає два основних компоненти: емулятор ядра і графічний інтерфейс користувача; нейропакет JavaNNS заснований на власному обчислювальному ядрі, володіє розробленим графічним інтерфейсом користувача на Java; нейропакет NeuroPro, що призначений для класифікації, прогнозування, вилучення знань з даних за допомогою нейромереж; нейропакет STATISTICA технологічно розвинуте програмне забезпечення для розробки нейромережних додатків; пакет GENEHUNTER є комплексом інструментальних засобів для розробки нейромережних систем і генетичних алгоритмів; пакет NeuroShell 2 – нейропакет, який об'єднує відомі нейромережні архітектури, графічний інтерфейс оператора, складні утиліти і популярні опції для управління нейромережним експериментальним середовищем; BrainMaker є нейромережним ПЗ, призначений для побудови багатшарових НМ з алгоритмом навчання за алгоритмом зворотного поширення помилки; пакет NeuroSolutions – ПЗ, що об'єднує модульний графічний мережний інтерфейс з виконанням процедур навчання.

Одним з яких є пакет програм MATLAB Neural Network Toolbox – матрична лабораторія, призначена для різноманітних технічних розрахунків, спеціальні процедури та функції якої призначені для моделювання нейронних мереж, об'єднані в інструментарій нейронних мереж. Прогрес, досягнутий за останні роки SNM у розпізнаванні зображень і природної мови, а також значні ресурси, які зараз інвестуються в проектування та розробку про-

грамного та апаратного забезпечення для реалізації штучних нейронних мереж доводить, що існує великий інтерес до подальшого розвитку штучних нейронних мереж [2,3].

Отже, проведений аналіз використання різних архітектур нейронних мереж, порівняльна характеристика видів та результати роботи з пошуку найбільш підходящих нейрон мереж представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика архітектур нейронних мереж та результати роботи у програмному середовищі MATLAB Neural Network Toolbox

Тип нейронної мережі	Архітектура нейронної мережі	Число епох навчання	Точність навчання	Час навчання
З часовою затримкою прямого зв'язку				3 сек
Узагальнена регресія				3 сек
Багатошарова		6	0,317	∞
Linear layer (design)				3 сек
Linear layer (train)		173	$1 \cdot 10^{-6}$	20 хв
NARX				3 сек
Персептрон		221	0,967	5,5 хв
Імовірнісна				3 сек

Питання про необхідні та достатні властивості мережі для вирішення одного чи іншого виду проблем – цілий напрямок нейрокомп'ютерної науки. Оскільки проблема синтезу нейромереж сильно залежить від проблеми,

що вирішується, важко дати загальні детальні рекомендації. У більшості випадків найкращий варіант заснований на інтуїтивному виборі.

Досліджені на теперішній час можливості нейронних мереж дозволяють використовувати їх для вирішення задач розпізнавання зображень, кластеризації даних, асоціативного (контекстуального) пошуку, апроксимації функцій багатьох змінних, прогнозування, оптимізації та інших проблем, які важко формалізувати.

Література

1. Веселов, О. В. Методы искусственного интеллекта в диагностике : учеб. пособие / О. В. Веселов, П. С. Сабуров ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 251 с.
2. Jibin Wu Deep Spiking Neural Networks for Large Vocabulary Automatic Speech Recognition/ Jibin Wu, Emre Yilmaz, hang Malu, Li Haizhou, Tan Kay Chen// *Frontiers in Neuroscience* – 2020. – Vol. 14. – P. 199.
3. Єлагіна К.С. Використання нейромережевої архітектури на основі адаптивного резонансу для розпізнавання мовленнєвого сигналу / К.С. Єлагіна, Д.О. Жуковська, В.Я. Воропаєва, // *Науковий вісник Донецького національного технічного університету*. - Покровськ: ДонНТУ, 2021. – Випуск 1(6)-2(7) – С. 55 – 67.

Анотація

У роботі досліджено різні класифікації відомих на сьогоднішній день штучних нейронних мереж та завдань, які вирішуються різними архітектурами нейромереж. Розглянуто програмні середовища, що дозволяють будувати стимуляційні моделі з використанням нейромережних архітектур. Проведено аналіз у середовищі MATLAB Neural Network Toolbox з використання різних архітектур нейронних мереж, складена порівняльна характеристика видів та результати роботи з пошуку найбільш відповідних нейронних мереж.

Ключові слова: штучний інтелект, нейромережа, прогнозування, розпізнавання.

Abstract

The work examines various classifications of artificial neural networks known today and tasks that are solved by different architectures of neural networks. Software environments that allow building stimulation models using neural network architectures are considered. The analysis was carried out in the MATLAB Neural Network Toolbox environment using different architectures of neural networks, a comparative characteristic of the species was compiled and the results of the search for the most suitable neural networks were compiled.

Keywords: artificial intelligence, neural network, forecasting, recognition.

ІМІТАЦІЙНЕ КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Любименко О.М., к.ф.-м.н., доц. e.n.lyubimenko@gmail.com;

Штепа О.А., к.т.н., доц, oleksandr.shtepa@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Комп'ютерне моделювання роботи вітрогенератора відбуватиметься в програмному пакеті pless [1-2]. Структурна схема керування вітрогенератора представлена на рис. 1.



Рисунок 1 . Структурна схема керування вітрогенератором

Комп'ютерна модель для тестування роботи вітрогенератора та отримання електричної енергії від енергії вітру (DFIG) представлено на рис.2.

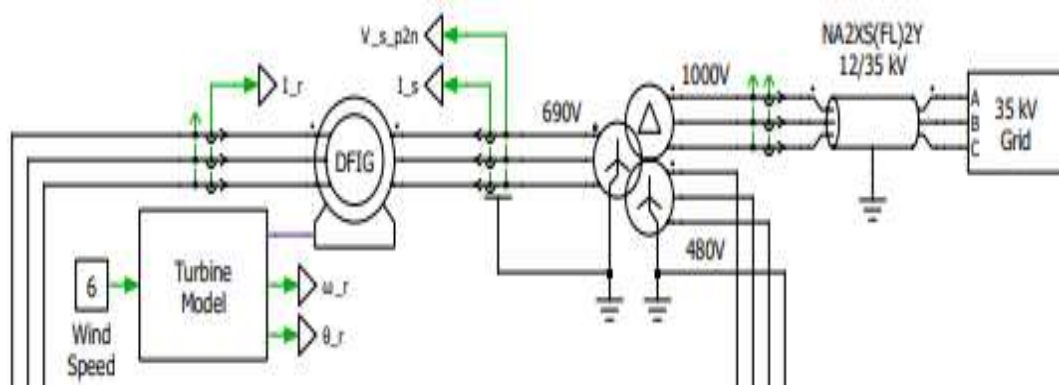


Рисунок 2. Система з індукційним генератором

Ця комп'ютерна модель вітрогенератора з індукційним генератором демонструє підключену до електромережі систему вітрової турбіни. Модель системи включає в себе механічну модель лопатей, втулки та вала, зворотний перетворювач, включаючи обчислення теплових втрат, магнітну модель трифазного трансформатора, а також лінію електропередачі та мережу. Електрична схема живлення складається з двигуна, статор якого безпосередньо

підключений до мережі через трансформатор, а обмотка ротора підключена через контактні кільця до зворотного перетворювача. З боку мережі перетворювач підключений до третинної обмотки трансформатора, який подає вироблену електроенергію в мережу середньої напруги 35 кВ через кабель довжиною 20 км. Лінія передачі моделюється за допомогою компонента лінії з розподіленими параметрами.

Лопаті вітряної турбіни вловлюють енергію вітру і перетворюють її в механічну енергію, а потім генератор DFIG перетворює її в електричну енергію для мережі завдяки встановленим перетворювачам, які максимально намагаються перетворити усю механічну енергію (яка залежить від швидкості вітру та напрямку вітрового потоку). Для цього на вході подається різне значення швидкості вітру, а спроектована модель здійснює пошук необхідних значень. Провели розрахунок для швидкості вітру 6 м/с та 7 м/с (це середнє значення по регіону) та визначили характер зміни поведінки швидкості обертання: 1- ротор; 2 – втулки; 3 – лопатей (рис.3).

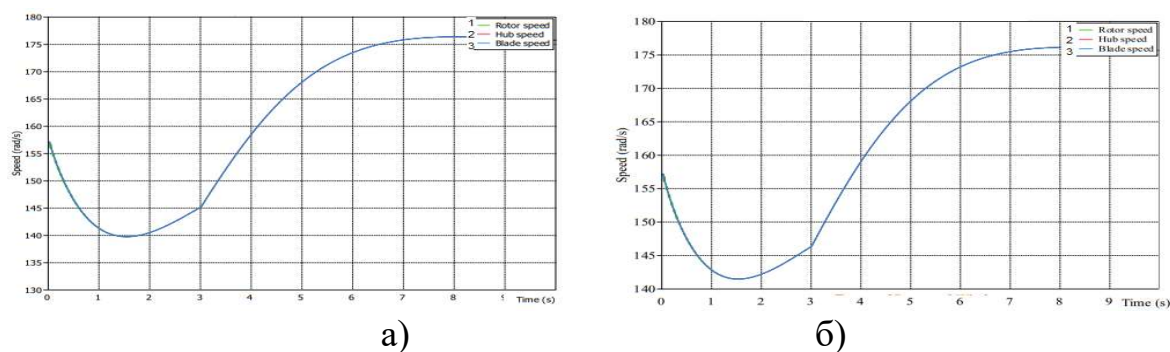


Рисунок 3. Поведінка швидкості обертання: 1- ротор; 2 – втулки; 3 – лопатей при швидкості вітру 6 м/с(а) та 7 м/с(б)

На початку моделювання можна спостерігаємо затухаючі коливання внаслідок пружного зв'язку та зв'язку з пов'язаного втратами енергії на тертя. Після проведення оцінки впливу швидкості вітру 6 м/с та 7 м/с, оцінено поведінку швидкості обертання і обертального моменту.

Література

1. Dongran Song, Junbo Liu, Yinggang Yang, Jian Yang, Mei Su, Yun Wang, Ning Gui, Xuebing Yang, Lingxiang Huang, Young Hoon Joo, Maximum wind energy extraction of large-scale wind turbines using nonlinear model predictive control via Yin-Yang grey wolf optimization algorithm, Energy, Volume 221, 2021, 119866, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119866>.
2. G.M. Joselin Herbert, S. Iniyan, E. Sreevalsan, S. Rajapandian, A review of wind energy technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, Issue 6, 2007, Pages 1117-1145, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.08.004>.

Анотація

Проведено теоретичний аналіз принципу роботи вітроустановки з індукційним генератором та комп'ютерне моделювання впливу швидкості вітра на основні параметри роботи генератора. Протестовано алгоритм виконання послідовних операцій для дослідження процесів в середині вітрогенератора. Модель дозволяє здійснювати порівняння параметрів роботи вітроустановки при різних режимах та заданих швидкостях вітру. Результати моделювання дозволяють отримувати необхідну інформацію для впровадження заходів по компенсації реактивної потужності. Складена модель дозволяє отримувати шляхи вдосконалення вітрогенератора та системи отримання електричної енергії.

Ключові слова: комп'ютерна модель, моделювання, вітрогенератор, швидкість вітру, параметр.

Abstract

A theoretical analysis of the principle of operation of a wind turbine with an induction generator and a computer simulation of the effect of wind speed on the main parameters of the generator were carried out. The algorithm for performing sequential operations for the study of processes in the middle of the wind generator was tested. The model allows comparison of wind turbine operation parameters at different modes and given wind speeds. The results of modeling allow to obtain the necessary information for the implementation of reactive power compensation measures. The complex model makes it possible to find ways to improve the wind generator and the system for obtaining electrical energy.

Key words: computer model, simulation, wind generator, wind speed, parameter.

СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА MOODLE НА БАЗІ SCORM КОМПОНЕНТ

М. Луценко, магістр ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Є. Башков, професор кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Умови сьогодення визначають актуальну проблему розвитку онлайн навчання всіх верств населенні, вирішення якої можливо за рахунок широкого залучення викладачів до створення он-лайн навчальних матеріалів. При цьому виникає завдання створення інтерактивних навчальних елементів, що підвищують інтерес того, хто навчається до оволодіння певної порції знань. Далі розглянемо підхід до створення інтерактивних завдань за допомогою веб сервісу LearningApps.

Онлайн-освіта – це навчання, яке надається та організовується за допомогою Інтернету. Деякий час тому важко було уявити високоякісне навчання онлайн, але сьогодні, в епоху цифрових технологій, це стало реальністю. Зараз онлайн-освіта, є широким терміном. На даний момент існує багато систем для онлайн навчання. Найпопулярнішими з них є: Moodle, Google, Microsoft Teams.

Moodle – це віртуальне середовище керування курсами, які використовуються для навчання та викладання [1].

Google Classroom є частиною пакета G Suite for Education (раніше відомого як Google Apps for Education), до якого входять Gmail, Google Drive, Google Calendar та інші програми [2].

Microsoft Teams – це програма, яка створена для роботи, щоб люди та їх команди були більш проінформованими, організованими та на зв'язку в одному місці [3].

Серед усіх інтерактивних навчальних засобів створенні матеріалів для середовища Moodle вказати лише декілька найбільш використовуваних Quizlet та LearningApps.

Quizlet – це безкоштовний вебсайт, у якому є інструменти для онлайн навчання студентів, зокрема картки, режими навчання та гри [4].

LearningApps – це універсальний інструмент для учнів, вчителів та інструкторів вчителів, які хочуть використовувати або створювати безліч різних вправ для практики всього спектра мовних систем (граматика, словниковий запас та вимова) та мовних навичок [5].

Сервіси підтримують розробку інтерактивних навчальних засобів, які необхідно вбудувати в систему Moodle. Важливо що Moodle дозволяє використовувати навчальні матеріали, що створені в стандарті Scorm. З іншого боку, створені в LearningApps вправи можливо зберігати також в форматі Scorm.

Scorm – набір технічних стандартів для програмних продуктів електронного навчання. [6], який підтримує більшість систем дистанційного навчання.

За допомогою інструменту LearningApps розроблена низка інтерактивних завдань різного типу, приклади наведено на рис.1 - рис.3:

- таблиця відповідностей;
- з вибором одного правильного варіанту відповіді;
- заповнити пропущені слова.

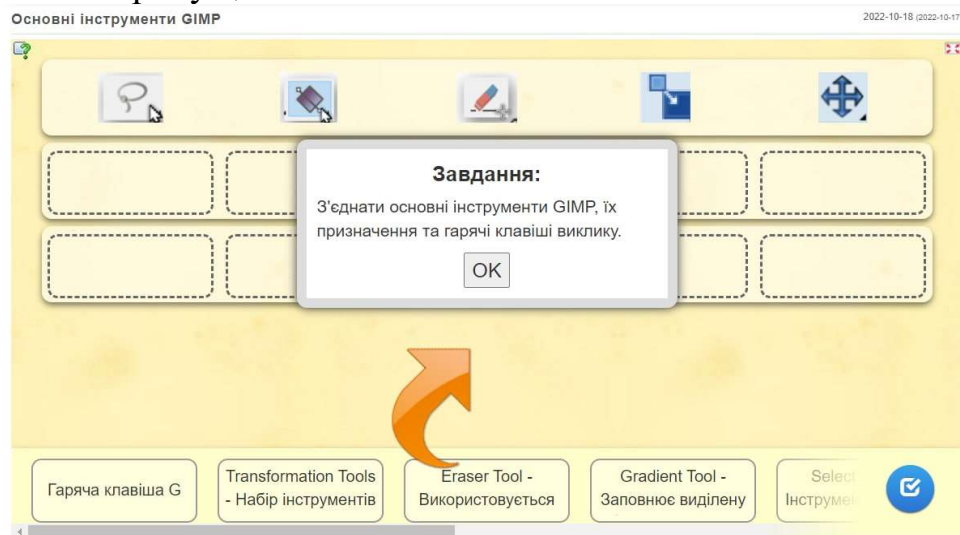


Рисунок 1 – Інтерактивні завдання таблиця відповідностей

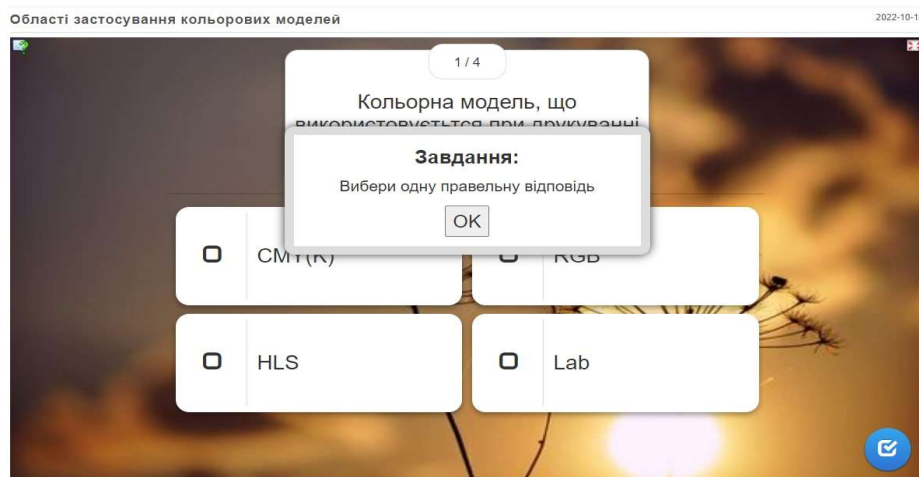


Рисунок 2 – Інтерактивні завдання з вибором одного правильного варіанту відповіді

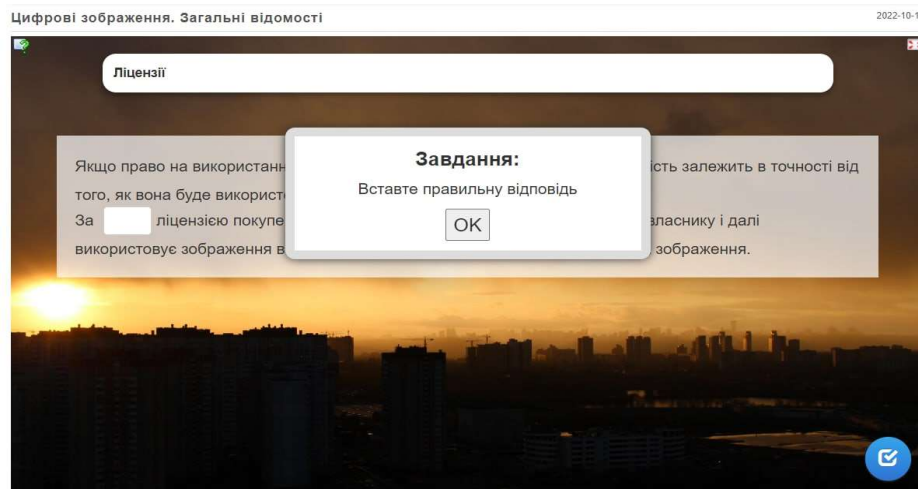


Рисунок 3 – Інтерактивні завдання з заповненням пропущених слів

Література

1. Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ispringsolutions.com/blog/getting-started-with-moodle#:~:text=Moodle%20is%20a%20platform%20for,them%20in%20forums%20and%20discussions.>
2. Google Classroom [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.educationalappstore.com/app-lists/apps-for-education.>
3. Microsoft Teams [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Teams.
4. Quizlet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://quizlet.com/89313049/what-is-quizlet-flash-cards/.](https://quizlet.com/89313049/what-is-quizlet-flash-cards/)
5. LearningApps. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thedigitalteacher.com/reviews/learningapps#:~:text=LearningApps.org%20is%20a%20versatile,listening%2C%20speaking%20and%20writing>
6. Scorm [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://scorm.com/scorm-explained/one-minute-scorm%20overview/?utm_source=google&utm_medium=natural_search.

Анотація

Сформульовано постановку завдання створення інтерактивних навчальних матеріалів для віртуального навчального середовища moodle. Наведено огляд найпопулярніших систем онлайн освіти та сервісів для розробки навчальних матеріалів. Надані приклади роботи інтерактивних завдань для онлайн платформи навчання.

Ключові слова: MOODLE, навчальні матеріали, SCORM, онлайн освіта, інтерактив, Quizlet, Learning Apps.

Abstract

The formulation of the task of creating interactive educational materials for the virtual learning environment moodle has been formulated. An overview of the most popular online education systems and services for the development of educational materials is given. Examples of interactive tasks for the online learning platform are provided.

Keywords: MOODLE, educational materials, SCORM, online education, interactive, Quizlet, Learning Apps.

БЕЗПРОВІДНІ КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ І СТАНДАРТИ СУМІСНОСТІ ІОТ

*Гусак М.О., магiстрaнт, mykhailo.husak.kita@donntu.edu.ua
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна*

Інтернет речей (Internet of Things) – новітній етап тривалої революції в області обчислювальних систем та зв'язку. Це система взаємопов'язаних обчислювальних пристроїв, механічних та цифрових машин, об'єктів, тварин або людей, яким надані ідентифікатори та можливість передавати дані по мережі без необхідності взаємодії людини з людиною, взаємодії людини чи людини з комп'ютером.

Навіть незважаючи на те, що комп'ютери допомагають нам стати безпорадними. ІоТ – це комплекс підключених один до одного інтелектуальних пристроїв, від крихітних датчиків до побутової техніки.

Зараз сучасним є вбудовування мобільних приймачів малого радіусу дії в різноманітні гаджети і побутову техніку, що розширює комунікацію між людьми там гаджетами.

Екосистема ІоТ складається з інтелектуальних пристроїв з доступом до Інтернету, які використовують вбудовані системи, такі як процесори, датчики та комунікаційне обладнання для збору, відправки, та обробки даних, які вони отримують зі свого середовища. Пристрої ІоТ обмінюються даними датчиків, які вони збирають, підключаючись до шлюзу ІоТ, або іншого прикордонного пристрою, де дані відправляються в хмару для аналізу, або аналізуються локально.

Іноді ці пристрої взаємодіють з іншими зв'язаними пристроями та діють на основі інформації, яку вони одержують один від одного. Пристрої виконують більшу частину роботи без втручання людини, хоча люди можуть взаємодіяти з пристроями, налаштовувати їх, надавати інструкції та отримувати доступ до даних.

Насамперед Інтернет забезпечує комунікацію між собою промислових та побутових підприємств за допомогою хмарних систем. ІоТ передає інформацію за допомогою хмари. Передача іде на датчики які діють відповідно до свого оточення. Вони можуть модифікуватись, створюючи більшу систему, таку як завод або місто.

ІоТ – це вбудовані пристрої з такими особливостями, як полоса пропускання, збір даних з великим чи малим обсягом. Пристрої між собою обмінюються даними і надають дані через інтерфейс. Деякі охоронні відеокамери, VoIP телефони і деякі інші пристрої з високою розподільчою здатністю, вимагають для роботи широкосмугового стрімінгу.

Чому ІоТ так важливий для нас?

Інтернет речей допомагає нам як жити, так і працювати розумніше, а також отримувати повний контроль над своїм життям. IoT не тільки пропонує інтелектуальні пристрої для автоматизації бізнесу та будинків. IoT дозволяє компаніям стежити, як насправді працюють їх системи, надаючи інформацію про все. Можна стежити від продуктивності машин до кінцевих логістичних операцій.

IoT дозволяє компаніям автоматизувати процеси та знизити трудовитрати. Це також скорочує кількість відходів та покращує надання послуг. Допомагає здешевлюючи виробництво та доставку товарів, а також забезпечує прозорість транзакції клієнтів.

З цього виходить, що IoT є найважливішою технологією у повсякденному житті та далі буде набирати оберти у міру того, що більше і більше компанії усвідомлюють потенціал підключення пристроїв для підтримки своєї конкурентоспроможності.

Існує декілька стандартів IoT, такі як:

- IP v6 по малопотужних бездротових персональних мереж (6LoWPAN) - це відкритий стандарт, визначений Інженерною групою Інтернету (IETF). Стандарт 6LoWPAN дозволяє будь-якому радіомодулю з низьким енергоспоживанням зв'язуватися з Інтернетом, включаючи 804.15.4, Bluetooth з низьким енергоспоживанням (BLE) та Z-Wave (для домашньої автоматизації).
- ZigBee – це малопотужна бездротова мережа з низькою швидкістю передачі даних, яка використовується в основному у промислових умовах. ZigBee заснований на стандарті Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) 802.15.4. Альянс ZigBee створив Dotdot, універсальну мову для Інтернету речей, що дозволяє смарт-об'єктам безпечно працювати у будь-якій мережі та розуміти один одного.
- LiteOS – це Unix-подібна операційна система (ОС) для бездротових сенсорних мереж. LiteOS підтримує смартфони, пристрої, що носяться, інтелектуальні виробничі програми, розумні будинки та Інтернет транспортних засобів (IoV). ОС також є платформою для розробки інтелектуальних пристроїв.
- OneM2M – це міжмашинний сервісний рівень, який може бути вбудований у програмне та апаратне забезпечення для підключення пристроїв. Глобальний орган стандартизації OneM2M був створений для розробки багаторазово використовуваних стандартів, що дозволяють додаткам IoT у різних вертикалях взаємодіяти.
- Служба розподілу даних (DDS) була розроблена Object Management Group (OMG) і є стандартом IoT для масштабованої та високопродуктивної M2M – комунікації у реальному часі.

- Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) – це опублікований стандарт з відкритим вихідним кодом для асинхронного обміну повідомленнями через мережу. AMQP забезпечує зашифрований та сумісний обмін повідомленнями між організаціями та додатками. Протокол використовується для обміну повідомленнями між клієнтом та сервером та для керування пристроями IoT.
- Протокол обмежених програм (CoAP) — це протокол, розроблений IETF, який визначає, як малопотужні пристрої з обмеженими обчислювальними можливостями можуть працювати в Інтернеті речей.
- Глобальна мережа дальньої дії (LoRaWAN) - це протокол для глобальних мереж, призначений для підтримки величезних мереж, таких як розумні міста, з мільйонами малопотужних пристроїв.

В роботі проведено аналіз доступних на сьогоднішній день технологій з побудови телекомунікаційної інфраструктури розумних будинків з використанням технологій IoT.

Література

1. Умный дом [Електронний ресурс] – Режим доступа: \www/ URL: <http://smarton.com.ua/> – Дата доступа: Грудень 2022. Назва з титул. Екрана.
2. Автоматизация охранных систем и систем безопасности с помощью Умного дома [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://www.smarthouse.ua/umnyj-dom-ohrana.html> – Дата доступа: Грудень 2022. Назва з титул. Екрана.

Анотація

Проведено огляд основних принципів побудови телекомунікаційної інфраструктури для мереж розумного будинку з використанням концепції Інтернету Речей. Зокрема проведено аналіз безпроводних технологій і визначено базові технології, що мають найбільше поширення і простоту застосування.

Ключові слова: Інтернет Речей, телекомунікації, розумний будинок.

Abstract

An overview of the basic principles of building a telecommunications infrastructure for smart home networks using the concept of the Internet of Things was conducted. In particular, the analysis of wireless technologies has been carried out and the basic technologies that are most widespread and easy to use have been determined.

Keywords: Internet of Things, telecommunications, smart house.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

Голдін О.М., магістрант, oleksii.holdin.kita@donntu.edu.ua;

Теличко Г.О., к.т.н., доц., hanna.telychko@donntu.edu.ua

ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна

Актуальність дослідження. Автоматизована система відеоспостереження посідає значну роль у сфері безпеки. Завдання спостереження полягає у виявленні та відстеженні рухомих об'єктів у відеоряді. У наш час система відеоспостереження є важливим активом безпеки для комерційних, правоохоронних і військових застосувань. У відеоспостереженні виявлення рухомих об'єктів на відео необхідне для класифікації об'єктів, відстеження цілей, розпізнавання активності, а також розуміння поведінки. Технології автоматизованого відеоспостереження (AVS) забезпечують можливість автоматичного виявлення інцидентів безпеки або потенційно загрозливих подій, що відбуваються в полі зору камер. Прості системи виявляють рух у полі зору камери. Досконаліші системи пропонують такі функції, як ідентифікація об'єктів, відстеження та аналіз, виявлення вторгнень на периметр і розпізнавання покинутих/вилучених об'єктів.

Відомі дослідження. Автоматичне відеоспостереження динамічних і складних сцен є однією з найбільш активних тем дослідження комп'ютерного зору. Дана тема спрямована на автоматичне виявлення, розпізнавання та відстеження людей і об'єктів із послідовностей зображень, щоб зрозуміти й описати динаміку та взаємодію між ними. Комп'ютерне бачення та відеоспостереження можуть допомогти у підтримці громадської безпеки. Практично всі громадські місця та об'єкти критичної інфраструктури в Європейському співтоваристві мають систему відеоспостереження з декількома датчиками, більшість серед яких мають функції автоматичного спостереження. Типові області застосування відеоспостереження включають громадські місця (вулиці міст, шкільні кампуси, музеї), транспорт (аеропорти, вокзали, метро, автостради), роздрібну торгівлю (запобігання крадіжкам, розуміння поведінки покупців) і фінансові установи (банки та казино).

За останні кілька років у зв'язку з глобалізацією відбулися серйозні зміни в різних секторах у всьому світі, таких як бізнес, безпека, охорона здоров'я тощо. Одним із важливих секторів, які зараз викликають занепокоєння в усьому світі, є безпека. У зв'язку з появою охоронних приміщень забезпечення безпеки є одним з найважливіших завдань. Тому для забезпечення безпеки впроваджено систему відеоспостереження. Система відеоспостереження використовується для моніторингу поведінки, діяльності або іншої інформації, як правило, людей у певній зоні. Застосування відеоспостереження тепер не обмежується лише забезпеченням безпеки території. Такі системи зараз впроваджуються в різних секторах, наприклад, у лікарнях для

моніторингу пацієнтів, у промисловості та на технологічних підприємствах для моніторингу діяльності виробничої лінії тощо. Зазвичай система відеоспостереження складається з відеокамери для запису відеоматеріалу та монітора для спостереження за записом. кадри. Рання модель такої системи мала деякі обмеження. Таким чином, щоб удосконалити цю систему, було проведено дослідження, і на ринок вийшла більш розвинена система. Поточні системи, доступні на ринку, мають різні функції, такі як захоплення та запис відео. Нова функція, яка була представлена в системі цього типу протягом останніх кількох років, це передача відеозапису за допомогою бездротового зв'язку. Ця функція дала перевагу для розміщення цієї системи в будь-якому місці. Таким чином, тепер можна контролювати будь-яке місце, де присутність людини не завжди доступна. Побудова такого типу системи, а також впровадження такої системи з повною автоматизацією все ще є дорогим. Відеоспостереження вже багато років є популярним інструментом безпеки. А завдяки новим проривам у технологіях камери безпеки ефективніші, ніж будь-коли раніше; банки, роздрібні магазини та незліченна кількість інших кінцевих користувачів залежать від захисту, який забезпечує відеоспостереження; на щастя, прогрес у цифрових технологіях зробив системи відеоспостереження набагато більш економічно ефективними, гнучкими та простими в експлуатації; системи безпеки, що використовують IP-камери (інтернет-протокол), прості в установці та обслуговуванні, їх можна налаштувати та масштабувати відповідно до конкретних потреб кінцевого користувача.

Постановка задачі. Необхідно виділити ключові переваги автоматизованого відеоспостереження:

- 1) Потрібно менше робочої сили
- 2) Ефективний моніторинг
- 3) Можливість аудиту
- 4) Рентабельність
- 5) Легкість прийняття нових тенденцій безпеки
- 6) Швидка обробка та можливість обробки відео.

Мета полягає в тому, щоб створити ефективну відкриту структуру, яку можна використовувати в різних сферах і технологіях. Структура має різні аспекти. Перший аспект полягає в створенні ефективного механізму зберігання. Він має бути безпечним і ефективним для пам'яті.

Іншим аспектом є виявлення подій із запису. Це найскладніша частина рамки. Він включатиме алгоритми виявлення рухів. Штучний інтелект буде впроваджено в структуру, щоб він міг навчатися на поточних записах. Використовуючи штучний інтелект, він матиме знання про повсякденну рутину та допоможе структурі прийняти рішення щодо ненормальної поведінки. Це також матиме вхідні дані, наприклад кожна повідомлена аномальна поведінка потребує підтвердження від людини. Введення підтвердження

може бути у формі індексу правильності. З кожним підтвердженням структура вхідних даних вивчатиметься та коригуватиметься для майбутніх рішень. Що стосується часових рамок, це забезпечить більш якісні результати. Застосуванням цього може бути моніторинг дорожнього руху, прилади для моніторингу серця, програми для моніторингу мозкових сигналів, військова техніка, системи домашньої безпеки, супутниковий моніторинг тощо.

Основна частина та результати дослідження. Опишемо універсальну структуру еталонної системи автоматизованого відеоспостереження, яку можна розділити на умовні блоки.

Захоплення

Для зйомки відео під час розробки буде використовуватися комп'ютерна веб-камера. Для кінцевого продукту буде використана камера відеоспостереження з детектором руху. Удосконалені камери з високою роздільною здатністю, аудіо з шумозаглушенням і нічним баченням найкраще підходять для використання, оскільки вони забезпечують більше вхідних даних для пошукового індексу та штучного інтелекту.

Зберігання

Для зберігання відео буде використано формат H.265, оскільки він зберігає те саме відео в половині розміру порівняно зі звичайним форматом MPEG.

Індекс пошуку

Matlab буде використовуватися для написання коду для пошуку текстової інформації з відео, яку можна буде індексувати та використовувати для пошуку. Matlab's computer vision system toolbox є хорошим інструментом для обробки зображень/відео.

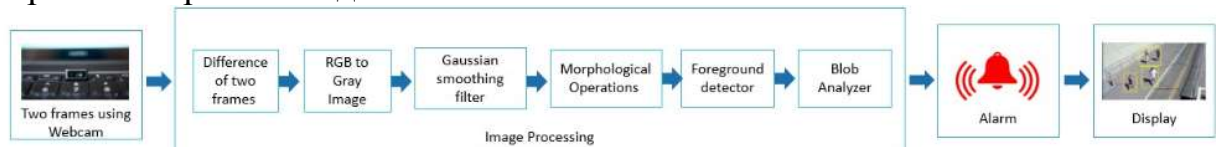


Рисунок 1. Відеоспостереження з використанням Matlab

Побудова цієї системи складається із трьох частин. Перша частина – це покадрове захоплення живого відеопотоку веб-камерою. Наступний крок включає попередню обробку різниці між двома послідовними кадрами. Останнім кроком є попередження про рух за допомогою звукового сигналу.

Коли ми маємо кадри, наступним кроком буде знайти абсолютну різницю між послідовними кадрами. Наступним кроком є використання фільтра розмиття Гауса розміром 5x5 для зменшення шуму зображення та зменшення деталей, і для цього ми використовуємо функцію `imgaussfilt`.

`ForegroundDetector` відокремлює об'єкти, що рухаються, у відеокадрі від фону, порівнюючи з моделлю фону, чи є окремі пікселі частиною фону або переднього плану. Він виводить бінарну маску, де пікселя 1 відповідає передньому плану, а значення 0 відповідає фону. Використовуючи віднімання

фону, можна знайти об'єкти переднього плану на зображенні, знятому з нерухомої камери. Пов'язані групи пікселів переднього плану в результаті морфологічної обробки, відповідають об'єктам, що рухаються.

Аудіодані відеозапису також будуть враховуватися для створення пошукового індексу. Аудіоінформація насправді надає точну інформацію для показника. Функціонал даного модуля буде базуватися на пакеті функцій в Matlab, Image Processing Toolbox, який містить в собі багато інструментів для обробки мультимедійних даних та їх взаємодії із зовнішніми блоками системи відеоспостереження. Стиснення відеозображення відбувається за допомогою застосування операції "shrink", що поділяє об'єкти на два великих класи, один з яких містить так звані «діри», а інший – ні. В результаті відбувається стиснення медіаданих та їх перетворення у стиснений острів даних зі значними обмеженнями якості, проте переданими ключовими рисами файлу.

Штучний інтелект

Комп'ютерні програми будуть написані з використанням найкраще підходящої мови/інструменту, який за допомогою аналізу поведінки може зрозуміти рутинні речі. Він навчиться з часом і почне повідомляти про аномальні речі. Вхідні дані від людини допоможуть програмі ШІ навчатися та приймати правильні рішення в майбутньому.

Література

1. Глонь О.В., Дубовий В.М., Мітюшкін Ю.І. Комп'ютеризовані системи управління: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 157с.
2. Олійник І.В. Про особливості застосування ІЧ-прожекторів. Тест // Системи безпеки. - №5, 2005. - 200с
3. Чура Н.І. Міфи та реальність нічного відеоспостереження // Спеціальна техніка. – № 6, 2006. – 230с..

Анотація

Використовуючи розроблену методологію, можна побудувати ефективний механізм зберігання, який повинен бути безпечним і ефективним для пам'яті. Він виявлятиме події із запису, а також створюватиме текстовий індекс із відео. У цьому проекті відбувається ефективний збір максимальної інформації із запису. Перевагою ведення текстового індексу є його ефективність зберігання, ефективність пошуку, легкість застосування інтелекту.

Ключові слова: індекс, відео, запис, штучний інтелект.

Abstract

Using the developed methodology, it is possible to build an efficient storage mechanism that should be safe and memory efficient. It will detect events from the recording and also create a text index from the video. In this project, there is an effective collection of maximum information from the record. The advantage of maintaining a text index is its storage efficiency, search efficiency, ease of application of intelligence.

Keywords: index, video, recording, artificial intelligence.

СЕКЦІЯ 2

«Електроніка, радіоелектронні пристрої»

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ

Цуплаков С.О., студент, serhii.tsyplakov.kita@donntu.edu.ua;

Шейна Г.О., к.т.н., ganna.sheina@donntu.edu.ua

ДонНТУ, Покровськ, Україна

Важливою проблемою енергетики є надійність роботи електроенергетичної системи (ЕЕС). Всі об'єкти ЕЕС мають характеризуватися комплексно, всіма властивостями надійності. Збереження безупинного працездатного стану протягом визначеного часу характеризує безвідмовність. Властивість об'єкта ЕЕС зберігати працездатність до настання критичного стану при встановленій системі технічного обслуговування визначає довговічність. Властивість об'єкта ЕЕС пристосуватися до попередження і виявлення причин виникнення відмов чи ушкоджень, до відновлення працездатності визначає ремонтнопридатність. Властивість об'єкта ЕЕС зберігати значення показників безвідмовності, довговічності і ремонтнопридатності – це збережездатність. Властивість системи безупинно зберігати стійкість протягом деякого періоду часу – це стійкоздатність. Властивість системи забезпечувати включення, відключення і зміну режиму роботи елементів за заданим алгоритмом – режимна керованість. Властивість системи протистояти великим збурюванням режиму, не допускати їх ланцюгового розвитку і масового відключення споживачів, не передбаченого алгоритмом роботи протиаварійної автоматики – живучість. Властивість об'єкта ЕЕС не створювати небезпеки для людей і навколишнього середовища у всіх можливих режимах роботи і аварійних ситуацій – безпека. Вони дозволяють оцінити аварійні режими, серед яких найбільша увага приділяється електромеханічним перехідним процесам. Вони, в свою чергу, пов'язані з обертальними електричними машинами (рис. 1).

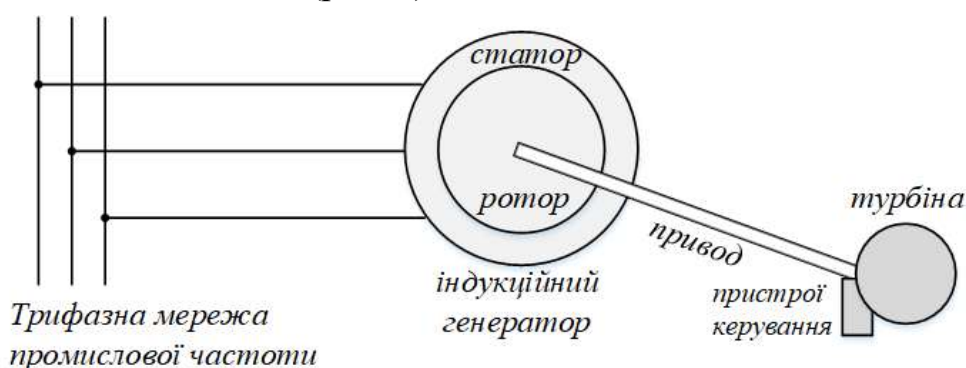


Рисунок 1. Еквівалентна схема

Аналіз електромагнітних та електромеханічних перехідних процесів в електричних машинах, що обертаються, базується на рівняннях рівноваги напруги, що визначаються в трифазній системі координат, яка нерухома й пов'язана з обмотками статора (рис. 2):

$$u_k + \frac{d\Psi_k}{dt} + r i_k = 0 \quad k = a, b, c \quad (1)$$

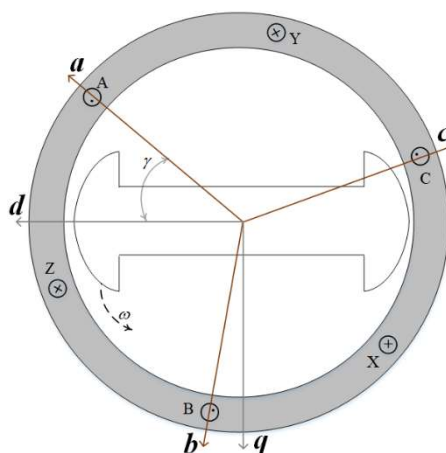


Рисунок 2. Система координат

Рівняння рівноваги (1) для статорних обмоток для спрощення аналізу процесів перетворюють у систему координат, яка прив'язана до ротору й обертається, та включає дві взаємно перпендикулярні осі:

$$\left. \begin{aligned} u_d + \frac{d\Psi_d}{dt} + \Psi_q \cdot \frac{d\gamma}{dt} + r \cdot i_d &= 0 \\ u_q + \frac{d\Psi_q}{dt} - \Psi_d \cdot \frac{d\gamma}{dt} + r \cdot i_q &= 0 \\ u_0 + \frac{d\Psi_0}{dt} + r \cdot i_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для обмотки збудження, яка розташовується на ротора:

$$u_f - \frac{d\Psi_f}{dt} - r \cdot i_f = 0 \quad (3)$$

Для обмоток демпферної системи, що визначаються масивом ротору:

$$\frac{d\Psi_{D_i}}{dt} + r \cdot i_{D_i} = 0 \quad i = 1, 2 \dots n \quad (4)$$

$$\frac{d\Psi_{Q_j}}{dt} + r \cdot i_{Q_j} = 0 \quad j = 1, 2 \dots m \quad (5)$$

Рівняння (1) – (5) доповнюють рівнянням руху ротора

$$M_T - M_{ел} = T_j \frac{d\omega}{dt} \quad (6)$$

Отримана система дозволяє визначити хід перехідних процесів. Як добре видно з рівняння (6), на перехідні процеси впливає частота. Вона є глобальним параметром ЕЕС. Недопустимим є її відхилення як в сторону зменшення, так і в сторону збільшення від номінального значення. Такі відхилення є наслідком нестачі, як генерації, так і споживання електроенергії. Тому застосовують пристрої автоматичного частотного регулювання.

Якщо звернутися до змінної частоти, то область застосування її дуже добре відома – системи керування двигунів. Реалізовуватися система перетворення частоти може двома принциповими схемами [1]: безпосередньою або з ланкою постійного струму (рис.3). Головним недоліком перетворювачів з ланкою постійного струму є подвійне перетворення енергії, яке спричиняє більші втрати потужності.



Рисунок 3. Схема регулювання частоти змінного струму

Широке застосування перетворювачів частоти з ланкою постійного струму пояснюється можливістю технічно реалізувати частоту напруги живлення двигунів як нижче, так і значно вище за частоту мережі живлення перетворювача. Крім того, простіше технічно реалізувати як однофазну, так і трифазну вихідну мережу в порівнянні з безпосереднім перетворювачем частоти. Аналіз електромагнітних та електромеханічних процесів як в тій частині схеми рис. 3, що живить схему перетворювача потужності, так і в тій, для якої реалізується змінна частота, виконується на базових рівняннях Парка – Горєва (1)–(6). В результаті можна оцінити систему керування і роботу електричних машин змінного струму.

Література

1. Fundamentals of Power Electronics R. W. Erickson. 1997. — 1326 с.

Анотація

В роботі представлений алгоритм аналізу процесів в електричних машинах, що обертаються. Розглянуто особливості застосування перетворювачів частоти безпосереднього типу або з ланкою постійного струму. Проаналізовано роботу перетворювача частоти з ланкою постійного струму. Приведений математичний апарат для аналізу систем керування і роботи електричних машин змінного струму.

Ключові слова: системи керування, електричні машини, перетворення частоти.

Abstract

The work presents an algorithm for the analysis of processes in rotating electric machines. The peculiarities of using frequency converters of the direct type or with a direct current link are considered. The operation of a frequency converter with a direct current link is analyzed. A mathematical apparatus for the analysis of control systems and operation of alternating current electric machines is presented.

Keywords: control systems, electric machines, frequency conversion.

ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

*Черноус Дар'я Володимирівна, студентка,
 daria.chernous.kita@donntu.edu.ua;
 Шеїна Г.О., к.т.н., ganna.sheina@donntu.edu.ua
 ДонНТУ, Покровськ, Україна*

Електрична енергія широко застосовується через здатність переговорюватися в інші види енергії (механічну, теплову, хімічну та інші). Розуміння фізики процесів генерації, перетворення та розподілу електричної енергії дозволяє розробляти схеми для різних типів джерел та споживачів. Якщо постає питання поєднання різних енергосистем, то виникає проблема їх сумісності. Зокрема, поєднати мережі змінної частоти, якщо вони відрізняються можна за допомогою вставок постійного струму. Лінії постійного струму широко застосовуються через відсутність проблеми стійкості при паралельній роботі різних систем та, звісно ж, через менші втрати потужності й електроенергії із-за відсутності індуктивного опору; менші витрати металу, та більшу пропускну здатність. Як недолік систем постійного струму можна зазначити значні витрати на спорудження підстанцій перетворювачів та інверторів при розвитку мережі і підключення нових підстанцій. Приклад застосування вставки постійного струму вказаний на рис. 1.

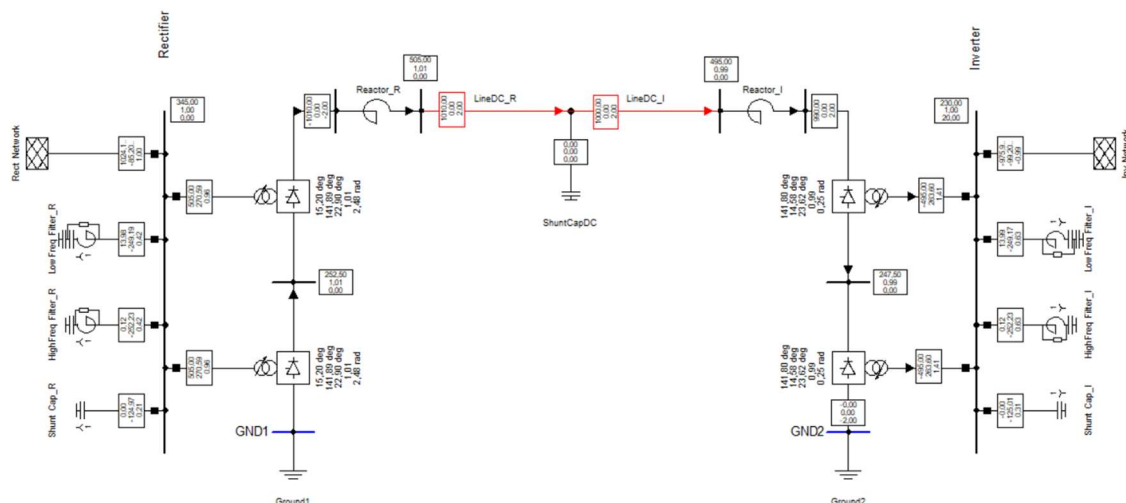


Рисунок 1. Еквівалентна схема

Блоки, які наведені на вході (Rect Network) і виході (Inv Network) – це блоки, що визначають параметри системи: напругу, межу максимальної потужності, частоту, потужність короткого замикання та тип керування (за напругою чи потужністю).

До шин систем підключають два типи фільтрів (рис. 2): низьких частот і високих частот. Вони пропускають електричні сигнали однієї частоти чи смуги частот, і виконують функцію вхідного фільтру випрямляча і вихідного фільтру інвертора.

Фільтр низьких частот включає змішане з'єднання елементів $(R_{\text{посл}} - L - C_1 - C_2) \square R_{\text{пар}}$, як і фільтр високих частот - $(R_{\text{посл}} - L - C) \square R_{\text{пар}}$.

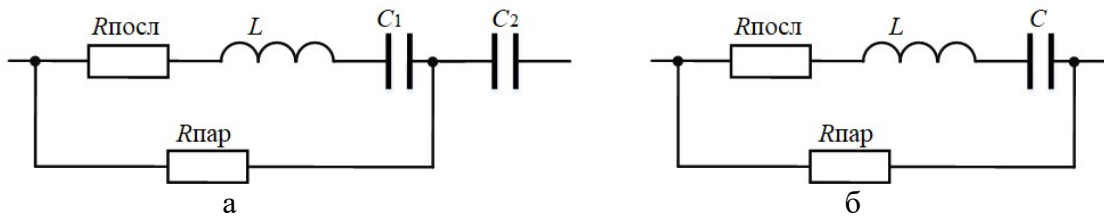


Рисунок 2. Фільтр низьких (а) та високих (б) частот

До шин підключаються також шунтувальні реактори (рис. 3), які використовуються у високовольтних мережах для компенсації надлишкової реактивної потужності, яка генерується лініями; і для запобігання появи перенапруг при комутаційних перемиканнях. Реактори вносять додатковий опір, що впливає на хід електромеханічних перехідних процесів.

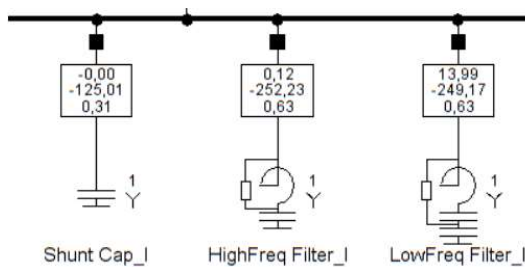


Рисунок 3. Схема підключення фільтрів та шунта

На принциповій схемі до шин системи підключені по два силових трансформатори (знижуючого і підвищуючого типу). Кількість трансформаторів на підстанції визначається категорією надійності споживачів. У випадку аварії на одному з трансформаторів, інший резервує живлення для найбільш відпо-

відальних споживачів. Схеми випрямлення визначаються потужністю, напругою та кутом керування (мінімальним і максимальним). В трифазній системі кут керування відлічується від фази напруги мережі, яка дорівнює $\pi/6$ та змінюється в межах від 0 до $2\pi/3$.

Коли потрібен розподіл електроенергії постійного струму, потужність змінного струму з мережі живлення випрямляється підстанцією за допомогою перетворювального обладнання, а потім подається в систему розподілу постійного струму. Споживачі змінного струму також можуть бути підключені до системи постійного струму за допомогою інвертора постійного струму в змінний (рис. 1). Враховується, що споживачі постійного струму також можуть бути безпосередньо підключені до розподільників постійного струму, якщо рівень розподільної напруги відповідає їхнім вимогам.

Якщо зробити підсумок, то визначимо наступне: електрична енергія майже виключно генерується, передається та розподіляється у формі змінного струму. Однак для деяких застосувань джерело постійного струму є

абсолютно необхідним. Наприклад, передача значної потужності на значну відстань.

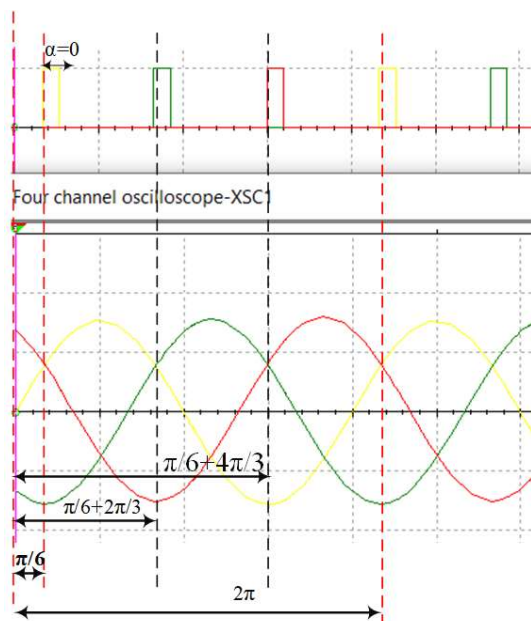


Рисунок 4. Схема керування випрямлячами фаз, скін-ефект тощо.

Удосконалення силових електроніки зробило можливим ефективне перетворення рівнів напруги постійного струму та перетворення між змінним і постійним струмом. Тепер можна замінити існуючу розподільну мережу змінного струму на розподільну мережу постійного струму.

Крім того, виробництво сонячної та вітрової енергії швидко зростає, і обидва ці джерела є джерелами постійного струму. У системах постійного струму відсутні гармонійні проблеми, проблеми балансування

Література

1. Fundamentals of Power Electronics R. W. Erickson. 1997. — 1326 с.

Анотація

В роботі представлена схема випрямлення змінного струму мережі живлення в постійний струм та інвертування постійного струму в змінний. В схему включенні засоби захисту від впливу гармонік не промислової частоти, захисту від перевантаження, захисту від значних перетоків реактивної потужності.

Ключові слова: схема випрямлення, схема інвертування, постійний струм, змінний струм, гармоніки, перевантаження.

Abstract

The work presents a scheme for rectifying the alternating current of the power supply network into direct current and inverting direct current into alternating current. The scheme includes protection against the influence of non-industrial frequency harmonics, protection against overload, protection against significant flows of reactive power.

Keywords: rectification scheme, inverting scheme, direct current, alternating current, harmonics, overload.

СЕКЦІЯ 3

«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології»

ІНТЕГРАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ДИФУЗІЙНИМ ВІДДІЛЕННЯМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Зігунов О.М., к.т.н, zigunov@stpp.sumy.ua;

Заїка В.І., к.т.н, zaika@stpp.sumy.ua;

Стеценко Д.О., к.т.н, stecenko@stpp.sumy.ua

Відокремлений структурний підрозділ "Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій"

Підвищення економічної ефективності технологічних процесів вимагає застосування сучасних методів і систем керування, якісно нових підходів до проектування таких процесів спільно із засобами автоматизації. Це обумовлюється насамперед тим, що параметри окремих підпроцесів при їхньому функціонуванні можуть коректуватися під впливом збурювань або в результаті зміни технологічних режимів, що позначається на роботі інших процесів, з якими вони зв'язані матеріальними або енергетичними потоками. Прийняття рішень по оптимізації або підвищенню ефективності таких процесів важке при заданих технологічних обмеженнях на змінні стану об'єкту і керування для всього діапазону зміни параметрів взаємодіючих підсистем.

Ефективність управління складними технологічними комплексами може бути в значній мірі підвищена за рахунок використання сценаріїв управління, що являють собою систему моделей, які відображують процеси змінювання в часі фазових координат та умов функціонування об'єкта, дискретно фіксуючи принципові з точки зору управління переходи в новий якісний стан.

Для того, щоб помітити зміни в об'єктах, виникла потреба в організації спеціальних досліджень змін стану технологічних процесів під впливом різних факторів, включаючи діяльність людини.

Система повторних досліджень одного або більшої кількості елементів в об'єктах управління в просторі та часі з визначеною метою і відповідно до завданої програми отримала назву – моніторинг.

Система технологічного моніторингу для забезпечення функціонування системи управління складними технологічними комплексами може виділити зміни, спричинені в результаті функціонування технологічного процесу, коли потрібна детальна інформація про різні коливання і зміни в довкіллі.

Автоматизований моніторинг дозволяє різко підвищити продуктивність праці, забезпечити високу об'єктивність отриманих результатів внаслідок виключення помилок, що вносяться оператором. Підсистема технологічного моніторингу в складі АСУТП дозволяє забезпечити [1]:

- збір вимірювальної інформації в місцях, недоступних для безпосередньої участі людини в процесі вимірювання та контролю;

- тривалі вимірювання та ті, що багаторазово повторюються;
- одночасне вимірювання великої кількості величин;
- вимірювання параметрів швидкоплинних процесів, час зміни параметрів яких порівнянний з часом вимірювання, обробки отриманих результатів і прийняття рішення;
- вимірювання, які характеризуються великими масивами отриманої інформації та складними алгоритмами її обробки.

Прагнення одержати більш розширені і точні відомості про технологічні процеси, інтенсифікація потоків одержуваної і оброблюваної вимірювальної інформації стимулюють безперервний процес розвитку засобів вимірювань, що виражається у вдосконаленні, підвищенні точності та збільшенні швидкодії засобів вимірювань, що забезпечує збільшення достовірності одержаної при вимірюваннях інформації.

Технологічні комплекси багатьох виробництв, включаючи харчові виробництва, відносяться до складних об'єктів управління. Одним з важливих відділів цукрового виробництва є бурякопереробне відділення.

Згідно ознак складної системи, а саме: значна кількість елементів; взаємозв'язок та взаємодія між елементами; ієрархічність структури управління; наявність людини в контурі управління та необхідність прийняття рішень в умовах невизначеності [2] - похилий дифузійний апарат (ПДА) цілком можна віднести до таких систем. Крім того більшість режимних параметрів ПДА є стохастичними, а по деяких відсутня можливість отримання кількісних характеристик.

Тож ПДА як об'єкт управління є складною нелінійною, стохастичною системою з розподіленими параметрами, частина з яких не має кількісного однозначного виміру.

Враховуючи реалізованість нижнього рівня САУ дифузійного відділення цукрового заводу, задачею є побудова верхнього рівня – системи інтелектуального аналізу, моніторингу та управління.

З нижнього рівня АСУ ТП, а саме рівня SCADA – системи, інформація через програмні інтерфейси OPC – колектори надходить на верхній рівень – рівень єдиного архіву Historian, де здійснюється її поточне архівування в базу даних. Дані лабораторних аналізів надходять в систему архівування через робочі станції лабораторії завдяки посередництву File колекторів.

Єдиним інтерфейсом, що дозволяє здійснити отримання інформації в сторонні програми з середовища - архіву Historian, є його інтегрована підсистема Excel Add in, тобто даний інтерфейс дозволяє відтворювати інформацію на рівні таблиць Excel, а далі через програмні інтерфейси Excel здійснювати передачу на верхній рівень – інтелектуальну систему автоматизованого управління ДА.

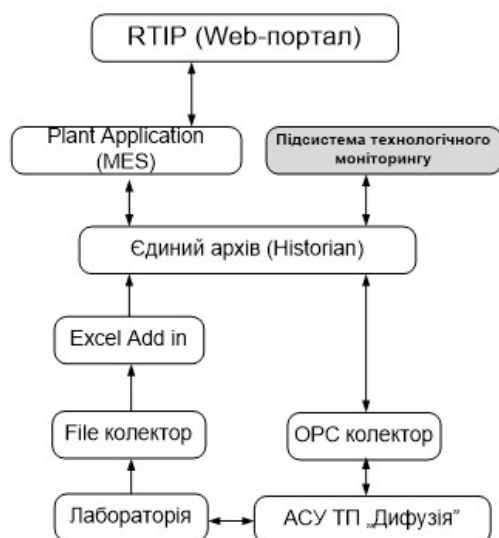


Рисунок 1. Інтеграція підсистеми технологічного моніторингу в інформаційну вертикаль цукрового виробництва

на рівень SCADA – системи (рис. 1).

Література

1. Rasmussen G. Real-time expert system a real gold mine / G. Rasmussen, M. Superintendent: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.controlglobal.com/articles/2005/412.html>
2. Бенькович Е.С. Практическое моделирование динамических систем./ Бенькович Е.С., Колесов Ю.Б. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 464 с.

Анотація

Наведено перспективи впровадження підсистеми технологічного моніторингу в АСУ ТП цукрового виробництва, що передбачає одержати більш розширені і точні відомості про технологічні процеси, інтенсифікація потоків одержуваної і оброблюваної вимірювальної інформації стимулюють безперервний процес розвитку засобів вимірювань, що виражається у вдосконаленні, підвищенні точності та збільшенні швидкодії засобів вимірювань, що забезпечує збільшення достовірності одержаної при вимірюваннях інформації.

Ключові слова: технологічний комплекс, автоматизований моніторинг, похилий дифузійний апарат, SCADA, MES рівень.

Abstract

Prospects for the implementation of the technological monitoring subsystem in the ACS of sugar production are given, which provides for obtaining more extensive and accurate information about technological processes, the intensification of the flows of received and processed measuring information stimulate the continuous process of development of measuring tools, which is expressed in the improvement, increased accuracy and increased speed of measuring tools, which ensures an increase in the reliability of information obtained during measurements

Keywords: technological complex, automated monitoring, inclined diffusion device, SCADA, MES level

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ NODE-RED ДЛЯ ЗАСТОСУНКІВ ІОТ

*Ступак М.В., аспірантка каф. АТ, maryna.stupak@donntu.edu.ua
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна*

Одним із найбільш важливих і складних питань при розробці системи автоматизації та промислового інтернету речей (ІоТ) є процес початкової конфігурації та відладки. Складність полягає в тому, що більша частина коду для систем пишеться вручну з використанням текстових інтерпретаторів. Цей процес є доволі рутинним і вимагає багато часу та ресурсів, причому ймовірність допустити помилку в коді досить висока, і розробник залишається практично один на один із завданнями, через те що майже не існує засобів автоматизації для цього етапу. В той же час системи ІоТ, для яких виконується програмування є дуже складними та багаторівневими за своєю структурою, що також ускладнює процес через необхідність враховувати велику кількість факторів одночасно. Рішенням в цьому випадку є спеціалізовані середовища розробки, які дозволяють спростити деякі з типових задач [1].

Для розробки застосунків та рішень ІоТ на сьогоднішній день використовуються такі платформи:

- Eclipse IoT – набір технологій з відкритим кодом, де ІоТ-розробники створюють фреймворки, виконують граничні обчислення;
- IBM Watson – хмарна платформа із системою штучного інтелекту, за допомогою якої можна ідентифікувати, агрегувати та перетворювати дані ІоТ. Також ця платформа надає додаткові послуги: блокчейн, з'єднання пристроїв по MQTT і HTTPS;
- Arduino+IDE – відкрита платформа для прототипування інтерактивних електронних пристроїв з власним програмним середовищем;
- Particle надає інфраструктуру для створення та управління пристроями ІоТ. Вона захищена файрволом, дані шифруються. Є інтеграція із Microsoft Azure, Google Cloud та іншими сервісами через REST API;
- Каа збирає та обробляє дані, надає інструменти для аналітики, керування конфігурацією та візуалізації даних за допомогою вбудованого дашборду або сторонніх інструментів, таких як Grafana. Підключення та керування пристроями ІоТ відбувається через хмару за допомогою графічного інтерфейсу або REST API;
- ThingsBoard – платформа ІоТ з відкритим вихідним кодом для збору, обробки, візуалізації даних та керування пристроями. Пристрої підключаються за стандартними протоколами ІоТ: MQTT, CoAP, HTTP;
- ThingWorx є однією з кращих платформ ІоТ і використовується програмістами та клієнтами для створення незліченної безлічі рішень для

інтелектуально пов'язаних операцій та продуктів у охороні здоров'я, промисловості, виробничих умовах;

- Blynk вміє збирати, відображати та візуалізувати дані. Через бібліотеку Blynk Library підключається понад 400 моделей обладнання Wi-Fi, Ethernet, 2G, 3G, 4G, LTE;
- Device Hive – інструмент розробки IoT з відкритим вихідним кодом, який допомагає підключити та інтегрувати «розумні» пристрої. Гаджети підключаються через WebSockets, REST API чи MQTT;
- Node-Red – візуальний редактор з відкритим вихідним кодом, що з'єднує хмарні системи, бази даних та API [2].

Кожна з наведених платформ має свої переваги і відповідно недоліки. Більшість з них має відкритий код, але при цьому для програмування використовуються різноманітні мови, лишень одиниці з наведеного переліку дозволяють працювати кросплатформенно і об'єднують різні середовища і апаратні засоби. Найбільш оптимальною інтерпретацією є Node-Red – візуальний редактор з відкритим кодом, який дозволяє через браузер побудувати схему взаємодії пристроїв між собою та зовнішніми системами. Дане рішення зручне як проміжне для зв'язку пристроїв різного типу між собою та/або з системою автоматизації або, наприклад, СУБД або іншою хмарою. Node-RED зручно використовувати на шлюзах між різними мережами пристроїв інтернету речей, що функціонують на власних, як правило, більш простих протоколах і традиційним інтернетом, побудованих на TCP/IP, UDP. Дана платформа дозволяє з'єднувати разом вузли, що надсилають повідомлення. Візуальний редактор, що ґрунтується на Orion, дозволяє перетягувати вузли на поверхню проектування, а потім з'єднувати їх разом, перетягуючи лінії між ними (приклад на рис. 1)

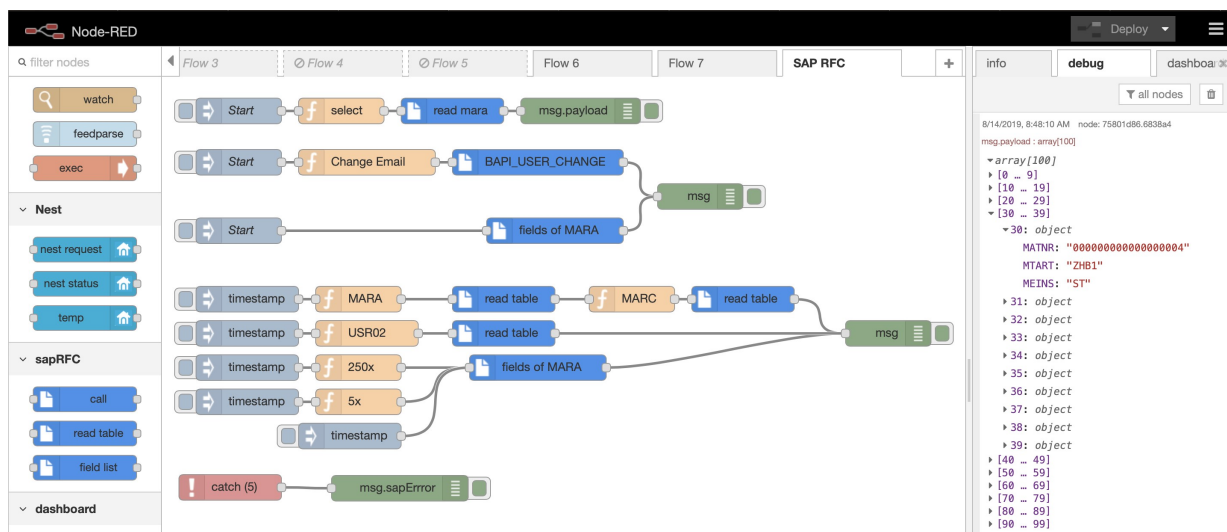


Рисунок 1. Середовище Node-Red

Кожен вузол може бути невеликою програмою JavaScript, яка приймає повідомлення у вигляді об'єкта JSON і створює об'єкти JSON для передачі

іншим вузлам. HTML-файл використовується як визначення властивостей вузла для редактора. Якщо ви не хочете створювати новий вузол, щоб зробити щось своє, ви можете використовувати функціональний вузол, який дозволяє написати функцію для обробки повідомлень.

Система поставляється з набором зумовлених вузлів різних типів, які можна використовувати для створення стандартних потоків, включаючи вузли для підключення до реальних мереж та зберігання даних. Представлені вузли для роботи з невеликим набором популярних плат розробки: Arduino, BeagleBone Black та Raspberry Pi. На вказаних платформах можна виконувати керування відповідними інтерфейсами, зчитувати параметри та проводити запис. Повний потік даних може бути збережений і завантажений як файл JSON, який також може бути використаний для обміну потоками. На сайті Node-RED є область, куди можна завантажувати потоки та обмінюватися ними.

Сама ідея використання графічного редактора для з'єднання вузлів разом, який перетворює об'єкти JSON, що передаються вузлам значно спрощує роботу ІІОТ-розробника. За наявності достатньої кількості вузлів різних типів можна створювати системи, які збирають та обробляють дані і навіть реагують на них [3].

Література

1. Kumar, S., Tiwari, P. & Zymbler, M. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. J Big Data 6, 111 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
2. 10 Best IoT Platforms To Watch Out In 2023 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.softwaretestinghelp.com/best-iot-platforms/> – Дата доступу: Грудень 2022. Назва з екрану
3. Node-RED – еще один путь к Интернету вещей (IoT) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.zmax.work/node-red-another-way-to-the-iot/> – Дата доступу: Грудень 2022. Назва з екрану

Анотація

В роботі проведений аналіз засобів розробки систем ІІОТ. Для розширення можливостей розробників і швидкості створення проєктів на початкових етапах все активніше застосовуються засоби візуального програмування. Зокрема автором показана доцільність використання середовища Node-Red.

Ключові слова: проєкт, програмування, ІІОТ, Node-Red.

Abstract

The paper analyzes the means of developing IIoT systems. To expand the capabilities of developers and the speed of creating projects at the initial stages, visual programming tools are increasingly being used. In particular, the author showed the expediency of using the Node-Red environment.

Keywords: project, programming, IIoT, Node-Red.

ТЕХНОЛОГІЇ RFID В КОНТЕКСТІ ВИРІШЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ

*Ступак Г.В., ст. викл. каф. АТ, glib.stupak@donntu.edu.ua
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна*

Беспроводові технології все більше проникають у соціально-економічного сфери господарської діяльності людини. Не виключенням є логістична галузь, яка зокрема передбачає використання беспроводових технологій для обліку товарів і оптимізації процесів переміщення продукції та інших матеріально-технічних засобів як в рамках закритих складських територій, так і на значні відстані. Слід зауважити, що задачі логістики актуальні не тільки для поштових, кур'єрських служб та перевізників, але і для будь якої галузі промисловості та господарства де необхідний облік переміщення матеріально-технічних цінностей. Дуже тривалий час в цій галузі використовувались паперові мітки у вигляді штрих- або qr-кодів в парі з оптичним зчитувачами, завдяки яким можна ідентифікувати товарну одиницю або ж вантаж. На заміну оптичним технологіям прийшли технології з використанням радіочастот, які отримали назву радіочастотної ідентифікації (Radio Frequency Identification, скорочено RFID). Дана технологія автоматичної ідентифікації, дозволяє автоматизувати процес збору та обробки інформації безконтактним способом. RFID — безконтактна технологія, носієм інформації є радіохвиля. Для забезпечення роботи системи не потрібен ні контакт зі зчитувачем, ні пряма видимість зчитувача на відміну від систем з використанням штрихового кодування, магнітних та smart карт. Надійна робота гарантована при роботі в агресивному середовищі та несприятливих кліматичних умовах [1].

На об'єкті закріплюється радіочастотна мітка – мікročіп, що містить унікальний номер або інший ідентифікатор. Для зчитування даних використовуються мобільні прилади або стаціонарні рідери, встановлені у різних точках. При переміщенні в зоні дії рідера відбувається автоматичне зчитування міток із подальшою передачею даних до облікової системи. RFID-мітки застосовуються для вирішення наступних завдань:

- облік руху шляхом ідентифікації;
- проведення інвентаризації в реальному часі;
- визначення поточного місцезнаходження об'єктів;
- контроль переміщення за конвеєрною лінією;
- сортування з урахуванням типу вантажу та пункту призначення.

Широка функціональність дозволяє організувати повне логістичне коло поставок з мінімальним навантаженням на персонал і високою швидкістю обробки в порівнянні з оптичними системами [2].

- Мітки для побудови RFID-систем класифікуються за такими ознаками:
- наявності/відсутності джерела живлення;

- типу пам'яті;
- виконання;
- робочого частотного діапазону.

За наявності/відсутності джерела живлення мітки поділяються на:

- пасивні – які не мають вбудованого джерела енергії;
- активні – що володіють власним джерелом живлення та не залежать від енергії зчитувача.

Нерідко в класифікації згадуються напівпасивні RFID-мітки, що також називають напівактивними. За своїм виконанням вони дуже схожі на пасивні мітки, але оснащені батареєю, що забезпечує чіп транспондера енергоживленням.

За типом пам'яті, що використовується, діляться на:

- RO (Read Only) – дані записуються лише один раз, одночасно при виготовленні;
- WORM (Write Once Read Many) – крім унікального ідентифікатора, містять блок пам'яті, що одноразово записується, яку надалі можна багаторазово читати;
- RW (Read and Write) – містять ідентифікатор та блок пам'яті для читання/запису інформації. Дані в них можуть бути багаторазово перезаписані.

В таблиці 1 наведена класифікація міток у відповідності до радіочастотного діапазону, що використовується в радіочастотній ідентифікації.

Таблиця 1. Класифікація радіочастотного діапазону RFID

Частотний діапазон	Тип ідентифікатора	Відстань зчитування, м	Галузь застосування
125-134 кГц	Пасивний	0,03-0,7	Системи контролю доступу, ідентифікація тварин
13,56 МГц	Пасивний	0,03-1	Системи контролю доступу
860-930 МГц	Пасивний	0,1-5	Логістика, промисловість
2,4-2,483 ГГц	Активний	0,03-50	Промисловість, ідентифікація транспорту

Найбільш широко в RFID застосовуються чотири частотні діапазони: 125-134 кГц, 13,56 МГц, 860-928 МГц і 2,45 ГГц. При цьому слід зауважити, що останній діапазон на сьогоднішній день знаходить застосування не тільки в управлінні та обліку переміщенням товару на складах, а і активно застосовується для ідентифікації транспорту.

На рисунку 1 наведена структура системи RFID ідентифікації. Ключовим елементом такої системи ідентифікації об'єктів виступає контролер, до якого підключений радіосегмент, що складається з антенно-фідерної системи.

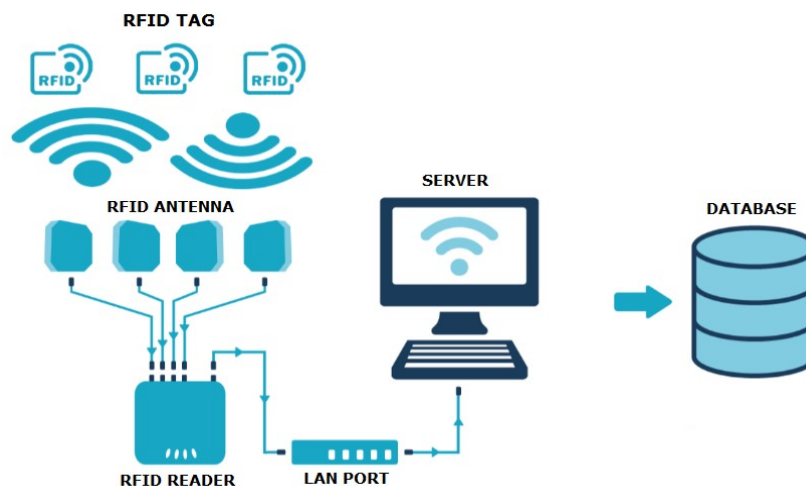


Рисунок 1. Структура RFID-системи

Основна задача контролера полягає в управлінні багатоантенною системою з виключенням колізій та подвійних зчитувань міток. З іншого боку контролер підключений до серверу, на якому розгорнута база даних, за допомогою якої власне і відбувається ідентифікації об'єктів в полі дії антен. Також, програмне забезпечення серверу дозволяє проводити нагляд за положенням об'єктів, і в деяких випадках визначати місцезположення в просторі на підставі рівнів електромагнітного випромінювання ідентифікаторів.

Література

4. RFID — технологія автоматичної ідентифікації [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.vostok.dp.ua/ukr/info1/rfid/rfid_tekhnologiya/ – Дата доступу: Грудень 2022. Назва з екрану
5. RFID (radio frequency identification) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification> – Дата доступу: Грудень 2022. Назва з екрану
6. RFID [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.schmidt.com.cn/ijfa/info_87_itemid_350.html – Дата доступу: Грудень 2022. Назва з екрану

Анотація

У статті проаналізовано технологічні підходи до вирішення завдань логістики. Розглянуто еволюцію прикладних рішень від оптичних технологій з використанням паперових ідентифікаторів у вигляді штрих-кодів і QR-кодів, до радіочастотних технологій RFID.

Ключові слова: ідентифікатор, логістика, штрих-код, RFID.

Abstract

The paper analyzes technological approaches to solving problems in logistics. The evolution of applied solutions, from optical technologies using paper identifiers in the form of barcodes and QR-codes, to radio frequency technologies – RFID is considered.

Keywords: identifier, logistics, barcode, RFID

ПРОЕКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНАСТКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕНДОПРОТЕЗУ КОЛІННОГО СУГЛОБА

*Мірошниченко О.В. к.т.н., доцент,
oleksandr.miroshnichenko@donntu.edu.ua;
Сергієнко В.А. магістрант
ДонНТУ, м. Луцьк, Україна*

Щорічно, кількість операцій загальної заміни колінного суглоба становить близько 500 тисяч. Тільки в Україні заміни колінного суглобу потребує близько 10 тисяч людей щороку.

Тотальне ендопротезування є ефективним засобом хірургічного лікування, спрямованим на усунення больового синдрому та покращення функції при захворюваннях та наслідках травм колінного суглоба. Дослідження результатів первинного ендопротезування вказують на 10-річний термін служби штучного суглоба у 90% випадків, 25-річний – 80% [1].

Проблема пошуку найбільш ефективного лікування ушкоджень колінного суглоба займала ортопедів давно та поступово трансформувалася в ідею його заміни на штучний [1,2,3]. Тотальне ендопротезування колінного суглоба при дегенеративно-дистрофічних процесах було і залишається єдиним радикальним методом відновлення їхньої функції.

На тлі покращення хірургічної техніки, постійно вдосконалюються імплантати: для їх виготовлення використовують міцні сплави з найкращою біосумісністю, дизайн розраховується за допомогою математичних моделей, вузли тертя проходять тривалі стендові випробування, що призводить до появи нових зносостійких пар тертя. Всі ці нововведення спрямовані на поліпшення якості ендопротезів, на їх довговічність та нешкідливість для організму пацієнтів [3,4]. Матеріали пар тертя повинні мати такі властивості: мінімальну кількість виникнення частинок зносу, біологічно нейтральну поведінку їх у організмі та низький коефіцієнт тертя [5]. Основним матеріалом для виготовлення елементів ендопротезів є титанові сплави. Однією з основних проблем титану є його низька теплопровідність. У цьому металі лише відносно мала частина тепла, що виробляється, відводиться разом зі стружкою. У порівнянні з іншими металами, при обробці титану більший відсоток тепла передається на інструмент. У зв'язку з чим, основна мета роботи полягає в мінімізації механічної обробки металорізальним інструментом. А формоутворення поверхонь елементів ендопротезів з високою точністю необхідно забезпечити на етапі отримання заготовки.

На першому етапі, були створені 3D-моделі цементного ендопротезу, рис. 1. На другому етапі були розроблені елементи прес-форм для виготовлення складових елементів ендопротеза, за допомогою програми SolidWorks. На рис.2 представлена прес-форма для виготовлення гомілко-

вого ендопротеза. Для проектування прес-форми були розраховані необхідні ухили на стінках деталі, а також габаритні розміри матриці та пуансона.

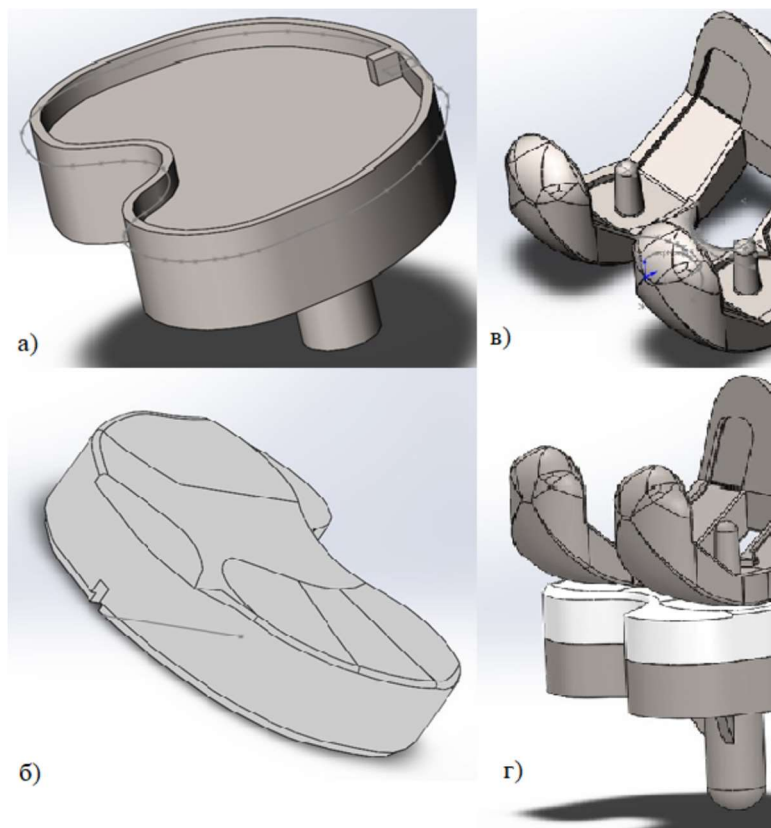


Рисунок 1. 3D-модель цементного ендопротезу: а — гомілковий компонент, б — вкладиш, в — стегновий компонент, г — складальна одиниця ендопротезу

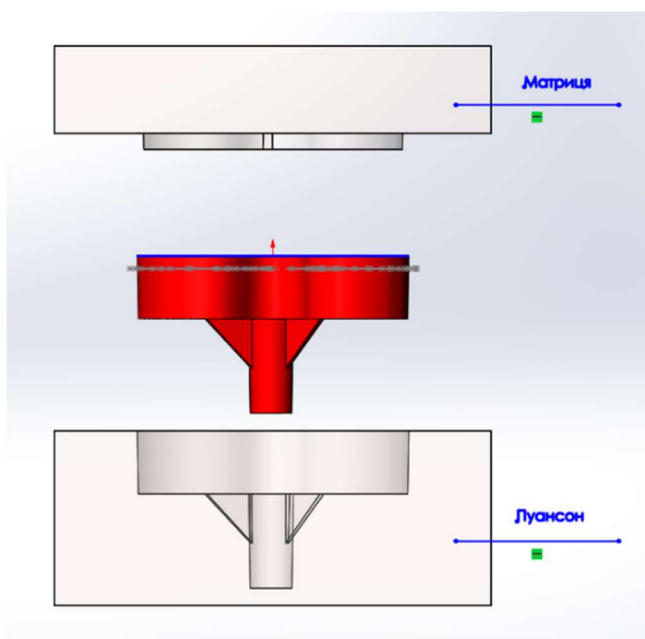


Рисунок 2. 3D-модель прес-форми

На третьому етапі були розраховані траєкторії руху фрези при обробці робочих поверхонь прес-форм. Для розрахунків використовували САМ-систему PowerMill.

Для аналізу ефективності фрезерування, були обрані наступні стратегії обробки: вибірка 3D моделі зсувом; вибірка 3D моделі растром; вибірка 3D моделі зсувом моделі; вибірка 3D моделі Vortex. Ефективність оцінювалась за критеріями мінімальних часу обробки та холостих ходів.

Вибірка 3D-моделі призначена для того, щоб швидко видаляти надлишки матеріалу із заготовки та зводити холості ходи до мінімуму. Траєкторії обробки зсувом добре працюють із дном кишень. Вибірка зсувом хороша при ви-

сокошвидкісній обробці. Високошвидкісна обробка Vortex дає рівномірне навантаження на інструмент за рахунок збільшеного числа прискорених переміщень повітрям поперек компонента.

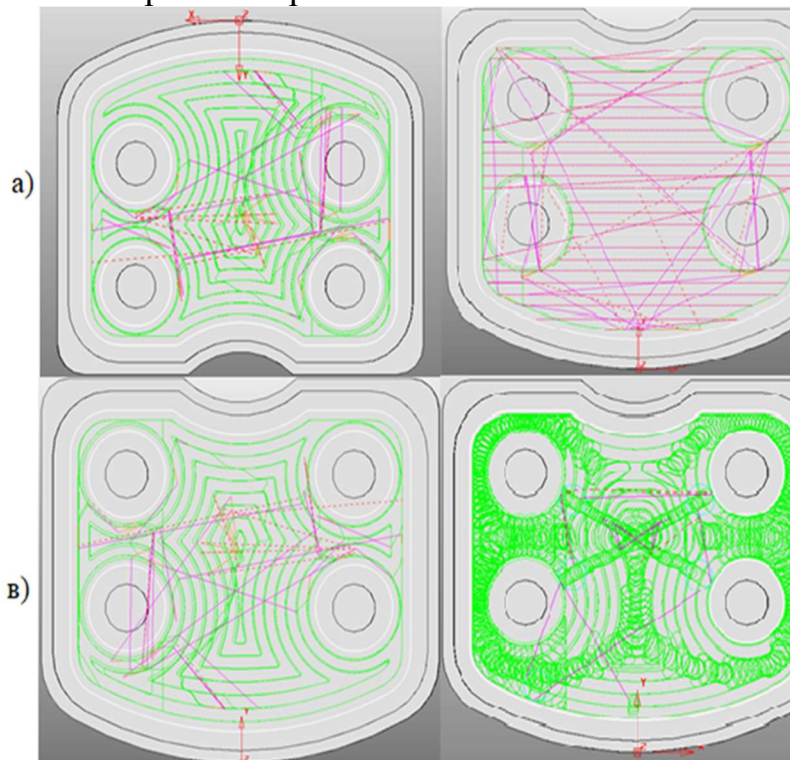


Рисунок 3. Траєкторії обробки робочої поверхні прес-форми:
а — вибірка 3D моделі зсувом; б — вибірка 3D моделі растром; в — вибірка 3D моделі зсувом моделі; г — вибірка 3D моделі Vortex.

Аналіз статистичних даних, показав, що найкращими стратегіями обробки є вибірка 3D моделі зсувом моделі та вибірка 3D моделі зсувом. Машинний час обробки при використанні стратегій вибірка 3D моделі зсувом моделі та вибірка 3D моделі зсувом зменшується у 2 рази в порівнянні зі стратегією вибірка 3D моделі растром, та у 3 рази в порівнянні зі стратегією вибірка 3D моделі Vortex.

Однак слід зазначити, що всі 4 дослідження проводились при однакових режимах різання ($V=150$ м/хв; $s_Z=0,05$ мм/зуб), діаметр фрези 5 мм. За таких режимів різання вибірка 3D моделі Vortex неефективна у зв'язку з тим, що вона призначена виключно для високошвидкісного фрезерування. «Вибірка 3D моделі» растром виявилась також неефективною у зв'язку з тим, що вона призначена для роботи на відкритих площинах.

Література

1. Bozic, K.J. The epidemiology of revision total knee arthroplasty in the United States. / K. Bozic et al. // Clin. Orthop. 2010. – Vol. 468. – P. 45-51. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0945-0>
2. Manzotti, A. Relationship between cutting errors and learning curve in computer-assisted total knee replacement / A. Manzotti- et al. // Int. Orthop. 2010. – Vol. 34, N 5. – P. 655-662. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0816-z>
3. Ferguson K.B. A comparison of lateral release rates in fixed- versus mobile-bearing total knee arthroplasty. / K. Ferguson - et al. // J Orthop Traumatol. 2015.; Vol. 16, – P. 87-90. <https://doi.org/10.1007/s10195-015-0338-y>

4. Huang, T.W. CAS-TKR may restore mechanical axis in cases of significant femoral bowing / T.W. Huang et al. // J. Bone Joint Surg. 2011. – Vol. 93 – B. – P. 345-350. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B3.25990>
5. Jasty M., Maloney W. J., Bragdon C. R., Haire T., Harris W. H. 'Histomorphological studies of the long-term skeletal responses to well fixed cemented femoral components.' J. Bone Joint Surg. Am. Vol. 72 (8) (1990): P. 1220–1229.

Анотація

При виготовленні компонентів ендопротезу найкращими стратегіями обробки виявились «Вибірка 3D моделі зсувом моделі» та «Вибірка 3D моделі зсувом». Ці дві стратегії дають найменший час холостих переміщень та найменший основний час обробки. Машинний час обробки при використанні стратегій «Вибірка 3D моделі» зсувом моделі та «Вибірка 3D моделі» зсувом зменшується у 2 рази в порівнянні зі стратегією «Вибірка 3D моделі» растром, та у 3 рази в порівнянні зі стратегією «Вибірка 3D моделі» Vortex.

Ключові слова: фрезерування, стратегія, ендопротез, холості ходи, машинний час.

Abstract

When manufacturing endoprosthesis components, the best processing strategies were "Selection of 3D model by model shift" and "Selection of 3D model by shift". These two strategies give the lowest idle time for the lowest core processing time. Machine processing time when using the strategies "3D model selection" by model shift and "3D model selection" by shift is reduced by 2 times compared to the "3D model selection" raster strategy, and by 3 times compared to the "3D model selection" strategy Vortex.

Keywords: milling, strategy, endoprosthesis, idle movements, machine time.

РОЗРОБКА ВИМОГ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ АЕРОГАЗОВОГО ЗАХИСТУ НА ВУГІЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Кайдаш Г.С., аспірантка, hanna.kaidash.kita@donntu.edu.ua;

Вовна О.В., д.т.н., проф., oleksandr.vovna@donntu.edu.ua

Державний вищий навчальний заклад

«Донецький національний технічний університет», м. Луцьк, Україна

Актуальність досліджень. У теперішній час для підвищення рівня енергетичної безпеки України потрібно істотно збільшити видобуток кам'яного вугілля. Інтенсифікація робіт неминуче може призвести до утворення аварійних ситуацій під час проведення технологічних операцій.

Зміну концентрації метану в конвеєрному штреку № 119 в (10 – 20) м від гезенку наведено на рис. 1 [1]. Під час аналізу наведеної залежності виявлено, що о 5 годині 00 хв. істотно зменшилось вимірювальне значення концентрації метану, а о 8 годині 37 хв. втрачено зв'язок системи аерогазового контролю з сенсором, що мало місце до 10 години 30 хв., потім о 11 годині 50 хв. сенсор метану перестав працювати.

Наведена ситуація, яка є практично аварійною, може утворитися через систематичні проблеми з відключенням електропостачання, втратою зв'язку зі серверами, а також через несанкціоноване втручання до роботи аерогазової системи в реальних умовах експлуатації для запобігання аварійного відключення устаткування, наприклад, під час перенесення сенсорів вимірювання концентрації метану до підосви гірничої виробки [1]. Отже, завдання з удосконалення системи вимірювального контролю концентрації метану в умовах вугільних шахт для запобігання несанкціонованого втручання в роботу системи аерогазового контролю є актуальною науково-технічною задачею.

Мето досліджень є розробка вимог до системи контролю несанкціонованого втручання до функціонування блоків і вузлів комплексу аерогазового контролю атмосфери вугільних шахт.

Розв'язання наукової задачі. Однією з важливих проблем, що виникає під час здійснення вимірювального контролю компонентного складу атмосфери вугільної виробки є збій роботи програмної компоненти комплексу аерогазового контролю. Через виникнення таких збоїв немає можливості здійснювати запис вимірювальної інформації від сенсорів до енергонезалежної пам'яті для подальшого аналізу та формування відповідних сигналів керування.

Однією з основних задач удосконалення програмної компоненти системи аерогазового контролю у вугільних шахтах є перехід до нового рівня, на якому не лише здійснюється контроль, а також реалізується прогнозу-

вання виникнення передаварійних ситуацій, що повинно бути синхронізовано зі зміною характеристик і параметрів технологічного процесу видобутку вугілля.

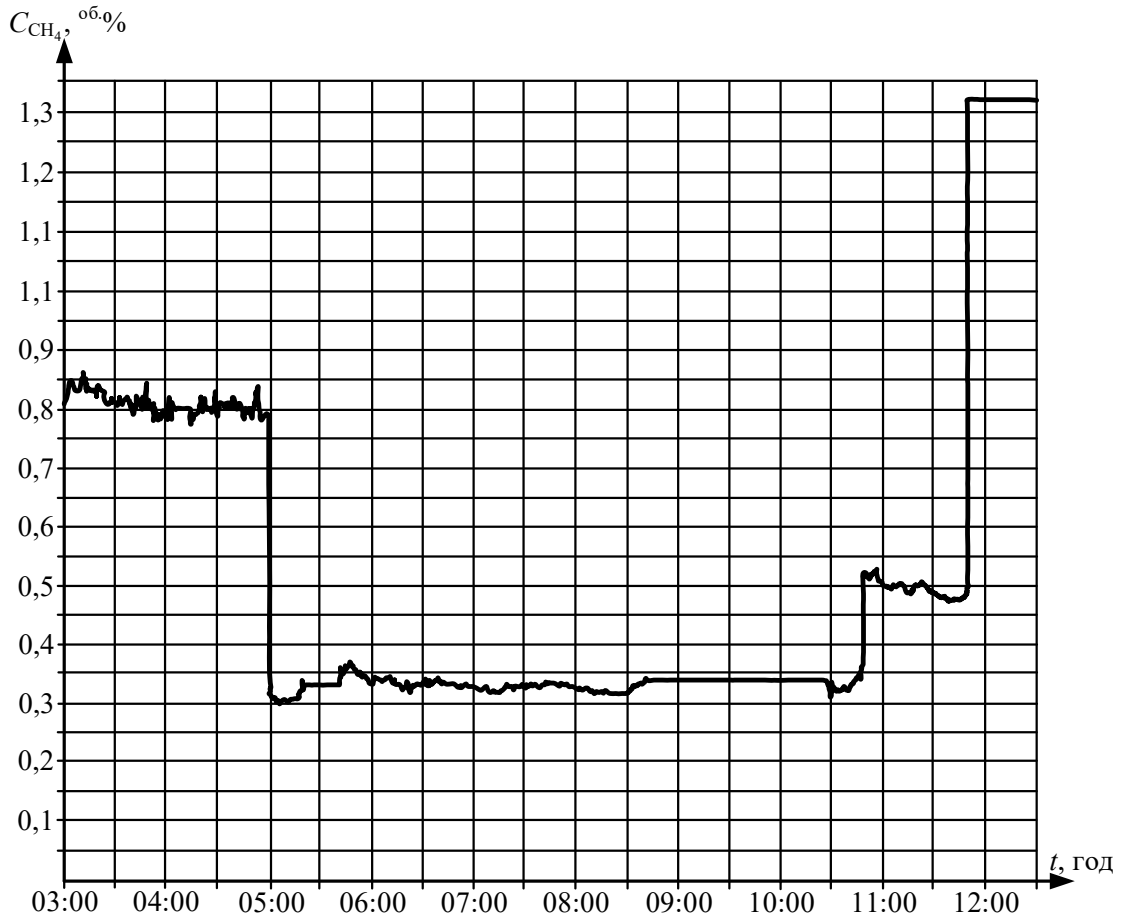


Рисунок 1. Зміна концентрації метану в конвеєрному штреку № 119 в (10 – 20) м від гезенку

У теперішній час розроблені та застосовуються способи визначення в безперервному автоматичному режимі несанкціонованого втручання до функціонування систем вимірювального контролю зміни параметрів технологічних процесів.

Базові організаційні й технічні фактори, зміна яких істотно впливає на результат вимірювального контролю, можна об'єднати до структури, яку наведено на рис. 2 [2].

Несанкціоноване втручання обслуговуючого персоналу або зацікавлених осіб має негативний вплив на процес отримання вимірювальної інформації та спотворює результати вимірювання, що мали місце до та після втручання до роботи системи.

Також, втручання до роботи системи газоаналітичного вимірювального контролю істотно впливає на рівень безпеки під час її функціонування. Вимірювальні вузли та блоки контролю концентрації вибухонебезпечних газо-

вих сумішей не виконують покладені на них функції через помилки або неправомірні дії робітників вугільних шахт чи обслуговуючого персоналу системи аерогазового контролю та захисту вугільних шахт.

Безпека роботи блоків і вузлів аерогазового захисту вугільних шахт істотно залежить від якості технічного обслуговування зазначених компонентів системи. Незначне відхилення від регламентованої методики [3] може призвести до виникнення недостовірних результатів вимірювального контролю.



Рисунок 2. Структура впливу базових організаційних й технічних факторів на результати вимірювання концентрації метану в атмосфері вугільних шахт

Номінальний режим роботи вимірювальних пристроїв концентрації газових компонентів для умов атмосфери вугільних шахт базується на їх характеристиках і алгоритмах функціонування. Стабільність функціонування

в регламентованих межах залежить від глибини проведених досліджень під час розробки зазначених засобів вимірювального контролю якості виготовлення складових компонентів пристрою, якості компонентної бази, а також терміну експлуатації зазначених пристроїв.

Безпека функціонування пристроїв вимірювального контролю концентрації метану залежить від доволі великої кількості факторів, серед яких можна виділити навмисне блокування доступу газової компоненти до чутливого елемента сенсора.

Для дослідження впливу наведених вище факторів на результати вимірювання концентрації метану розроблено та створено стенд для виявлення несанкціонованого втручання в роботу сенсора [4].

Під час експериментальних досліджень розробленого стенду виявлено закономірності, які необхідно покласти в основу розробки способів і технічних засобів ідентифікації процесів втручання до функціонування вимірювачів концентрації метану для умов вугільних шахт.

Висновки. Обґрунтовано та розроблено вимоги до удосконалення систем аерогазового захисту шахт, серед яких однією з головних є усунення несанкціонованого втручання до роботи вимірювальних пристроїв концентрації метану. Розроблено стенд для дослідження впливу факторів, що мають місце під час несанкціонованого втручання, на зміну характеристик і параметрів сенсорів метану.

Література

1. Грядущий, Б.А. Об аварии, произошедшей на шахте «Степова» / Б.А. Грядущий, С.П. Минеев, И.Я. Яценко и др. // Уголь Украины, 2017. — № 7 – 8. — С. 48—53.
2. Медведев, В.Н. Контроль содержания метана в шахтной атмосфере / В.Н. Медведев // Уголь Украины. — 2008. — № 3. — С. 37—39.
3. Приборы шахтные газоаналитические. Общие требования, методы испытания: ДСТУ ГОСТ 24032:2009. — Действ. от 2009-02-01. — К.: Держспоживстандарт, 2009. — 24 с.
4. Кайдаш, Г.С. Розробка стенда для виявлення несанкціонованого втручання в роботу датчика метану / Г.С. Кайдаш, В.А. Лебедєв, О.В. Вовна та ін. // Наукові досягнення та відкриття сучасної молоді (28 квітня 2021 р.): матеріали міжнародної науково-практичної конференції. — Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2021. — С. 27—29.

Анотація

Обґрунтовано та розроблено вимоги до удосконалення систем аерогазового захисту шахт, серед яких однією з головних є усунення несанкціонованого втручання до роботи вимірювальних пристроїв концентрації метану.

Ключові слова: вимірювання, метан, втручання, фактори, сенсор.

Abstract

Substantiated and developed requirements for improving the systems of aero-gas protection of mines, among which one of the main ones is the elimination of unauthorized interference in the operation of methane concentration measuring devices.

Keywords: measurement, methane, intervention, factors, sensor.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ВИМОГ ДО МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ УСТАНОВКИ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ

Чигасов Я.О., аспірант, yakov.chyhasov@donntu.edu.ua;

Вовна О.В., д.т.н., проф., oleksandr.vovna@donntu.edu.ua

Державний вищий навчальний заклад

«Донецький національний технічний університет», м. Луцьк, Україна

Актуальність досліджень. Гострота проблеми енергопостачання в Україні обумовлює створення ефективних і рентабельних енергетичних установок на сонячних елементах для індивідуальних споживачів. Ці установки мають бути надійними, простими, мати доволі значний термін експлуатації та одночасно низьку собівартість [1]. Отже, актуальність досліджень визначається розвитком енергетики України та необхідністю розробки індивідуальних енергетичних систем малої потужності, що забезпечує високий соціальний ефект і мінімальний негативний вплив на довкілля.

Метою досліджень є обґрунтування та розробка вимог до імітаційної моделі функціонування індивідуальної енергетичної установки на сонячних елементах.

Розв'язання наукової задачі. Для оцінки ефективності роботи енергетичної установки на сонячних елементах пропонується здійснити розробку та дослідження математичної імітаційної моделі системи, в якій здійснюється облік таких параметрів і дестабілізуючих факторів:

- технічна продуктивність сонячних елементів: к.к.д. полікристалічних елементів знаходиться у межах від 13 до 17 %, а для монокристалічних – від 18 до 22 %;

- вплив зміни пори року: довгий літній день у порівнянні зі зимою в рази збільшує ефективність роботи, а значить і обсяг генерованої електричної енергії. Проте, через спеку істотно підвищується величина номінальної продуктивності. Наприклад, замість номінального значення к.к.д., що дорівнює 16%, фактично буде мати місце від 14 до 15 %. Взимку ж навпаки, на один квадратний метр площі сонячної панелі буде мати місце менша величина оптичного випромінювання, проте значення к.к.д. може підвищитися до рівня (18 – 19) %. Величина кута падіння променів буде змінюватися в залежності від пори року. Так, влітку Сонце знаходиться високо та промені падають під кутом до 69°, а взимку його розташування знижується, під час цього нахил буде складати приблизно 14° (див. рис. 1);

- кліматичний фактор продуктивності: переважну більшість сонячних панелей розраховано на номінальну роботу в діапазоні зміни температури від –40°C до +80°C, та зі зменшення величини температура рівень перетворення збільшується. Номінальною вважається температура +25°C, під час

дії якої має місце формування номінального значення потужності. З підвищення величини температури на один градус ефективність роботи сонячної панелі зменшується, а к.к.д. збільшується тільки на 0,41 % [2];

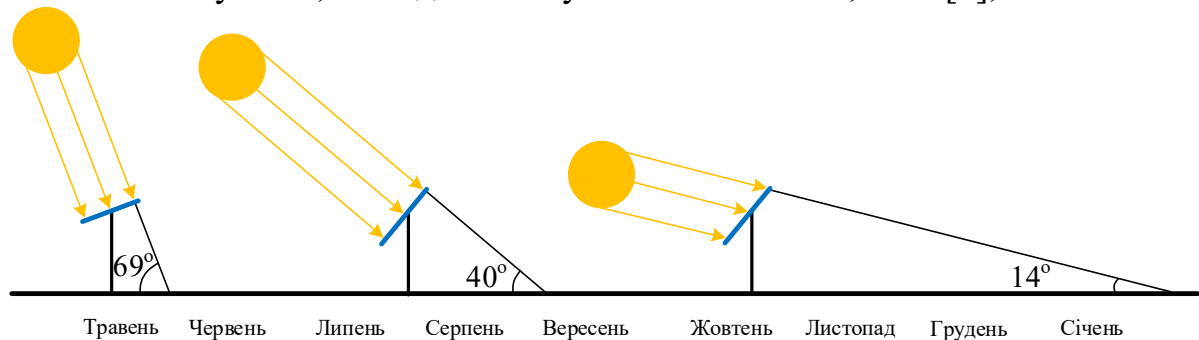


Рисунок 1. Зміна кута падіння сонячних променів від пори року в центральній частині України

– географічне розташування та рівень інсоляції випромінювання: на півдні України продуктивність роботи сонячних елементів збільшується. Сонячна інсоляція визначає кількість енергії оптичного випромінювання, яке потрапляє на квадратний метр поверхні Землі, що усереднено за рік [1, 3];

– кут регулювання нахилу сонячної панелі: якщо немає можливості здійснювати регулювання величини цього кута, тоді панелі розташовують під кутом, величина якого визначається рівнем широти місцевості. Для кожної з широт визначається свій кут нахилу панелей (див. рис. 2) [4]. Незначне відхилення до 5 градусів від цього значення практично не впливає на к.к.д. сонячних панелей. Конструкції в стаціонарному режимі необхідно орієнтувати на південь, проте може бути незначний зсув відносно азимуту.

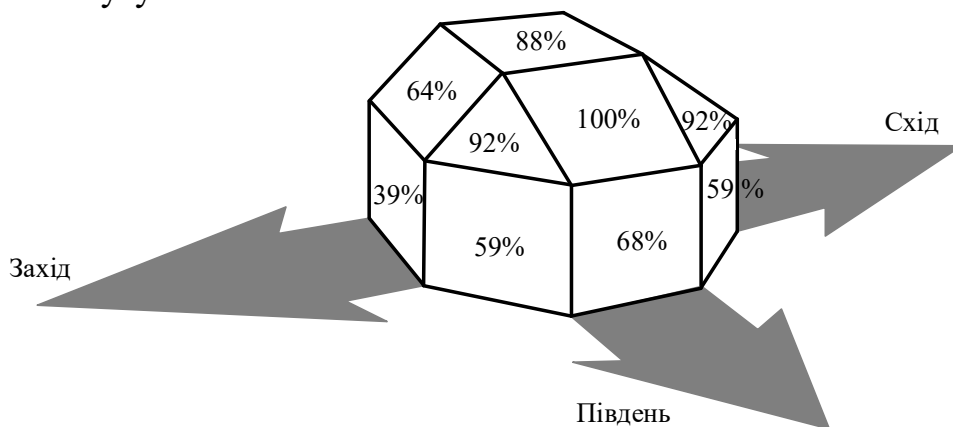


Рисунок 2. Продуктивність роботи сонячного елемента під час його розташування з різними кутами нахилу

Застосування розробленої імітаційної математичної моделі з обліком зміни наведених вище параметрів, а також інших параметрів і дестабілізуючих факторів дозволить виконати синтез систему регулювання, що забезпечить отримання номінального значення потужності від

сонячних панелей, а також дозволить підвищити надійність індивідуальної енергетичної системи під час її тривалої експлуатації.

Математична імітаційна модель має в своєму складі наступні функціональні блоки:

- блок перетворення діючого значення інтенсивності оптичного випромінювання до величини струму навантаження;
- блок контролю потужності споживання;
- блок контролю заряду акумуляторної батареї.

Для доведення адекватності розробленої імітаційної моделі планується розробити макетний зразок енергетичної системи на сонячних елементах та провести натурні експериментальні дослідження.

Висновки. Обґрунтовано та розроблено вимоги до імітаційної математичної моделі функціонування індивідуальної енергетичної установки на сонячних елементах. Реалізація у програмній компоненті системи регулювання розробленої математичної моделі дозволить отримати номінальну величину потужності від панелей, а також підвищити надійність роботи енергетичної системи під час її тривалої експлуатації.

Література

1. Мисак, Й.С. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / Й.С. Мисак, О.Т. Возняк, О.С. Дацько та ін. — Львів: Львів. політехніка, 2014. — 340 с.
2. Воскресенская, С.Н. Охлаждение фотоэлементов, размещенных на приемнике в концентрирующих солнечных установках / С.Н. Воскресенская, Э. А. Бекиров // Відроджена енергетика. — 2009. — № 4. — С. 25—30.
3. Villalva, M.G. Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays. M.G. Villalva, J.R. Gazoli, E.R. Filho // IEEE Transactions on Power Electronics. — 2009. — Vol. 24. — № 5 — P. 1198—1208.
4. Руденко, Д.В. Моделювання фізичних процесів роботи сонячних фотоелектричних батарей / Д.В. Руденко, П.В. Васюченко // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. — 2019. — Т.30 (69) — Ч. 2 — № 2 — С. 42—47.

Анотація

Обґрунтовано та розроблено вимоги до імітаційної математичної моделі функціонування індивідуальної енергетичної установки на сонячних елементах.

Ключові слова: вимоги, параметри, сонячна панель, режим роботи, модель

Abstract

Substantiated and developed the requirements for a simulation mathematical model of the functioning of an individual power plant based on solar cells.

Keywords: requirements, parameters, solar panel, operating mode, model

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СТРУКТУРИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ СПАЛЮВАННЯ

Моногаров Д.А., аспірант, danulo.monoharov@donntu.edu.ua;

Вовна О.В., д.т.н., проф., oleksandr.vovna@donntu.edu.ua

Державний вищий навчальний заклад

«Донецький національний технічний університет», м. Луцьк, Україна

Актуальність досліджень. Для забезпечення підвищення терміну експлуатації, надійності роботи та безпеки функціонування теплоенергетичного обладнання необхідно здійснювати достовірний вимірювальний контроль характеристик і параметрів енергетичних установок, а також забезпечити оптимальні режими їх роботи [1].

У теперішній час одним із ефективних напрямів розвитку методів і технічних засобів вимірювального контролю зміни характеристик і параметрів обладнання є розробка нових та удосконалення існуючих вимірювальних систем на основі аналізу параметрів процесів.

Під час розробки інформаційно-вимірювальних систем одним з базових питань є обґрунтування діагностичних ознак процесу. Обґрунтування зазначених ознак дозволить здійснити синтез імітаційних математичних моделей об'єктів контролю та процесів, що мають місце в цих об'єктах.

Метою досліджень є обґрунтування необхідних характеристик і параметрів для розробки структури комп'ютеризованої системи автоматичного керування процесом спалення твердого палива.

Розв'язання наукової задачі. Вимірювальний контроль параметрів процесу спалювання твердого палива здійснюється завдяки вимірюванню концентрації вихідних газів. Під час цього, як об'єкт дослідження використовується паливно-повітряний тракт і котел. Структурну схему процесу автоматичного контролю параметрів спалювання твердого палива в енергетичній установці наведено на рис. 1 [1].



Рисунок 1. Структурна процесу автоматичного контролю зміни параметрів спалювання твердого палива

У загальному вигляді рівняння теплового балансу котла під час стаціонарного режиму його роботи має такий вигляд [2]:

$$Q_N = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

де Q_N – наявна теплова енергія; Q_1 – корисна величина теплової енергії; Q_2 – втрати енергії під час відведення газів; Q_3 – втрати теплової енергії під час дії неповного згорання палива; Q_4 – втрати теплової енергії під час механічного неповного згорання; Q_5 – втрати теплової енергії від нагрітих поверхонь; Q_6 – втрати теплової енергії від залишеного шлаку.

Одними з основних втрат теплової енергії під час спалювання є втрати під час виведення газів, а також втрати теплової енергії під час неповного згорання та втрати теплової енергії від нагрітих поверхонь.

Використання комп'ютерної системи автоматичного вимірювального контролю дозволить забезпечити оптимізацію режимів спалювання палива з обліком реальних умов, режимів функціонування котлоагрегатів, а також характеристик палива. Істотно можна зменшити витрату палива, концентрацію викидів оксидів азоту та вуглецю, що підвищить величину к.к.д. енергетичного устаткування та полегшить обслуговування обладнання.

Особливості розробленої системи дозволяють застосувати її в складі комплексу автоматичного керування процесом спалювання палива в котлах середньої та малої потужності. Структурну схему функціонування такої системи наведено на рис. 2.

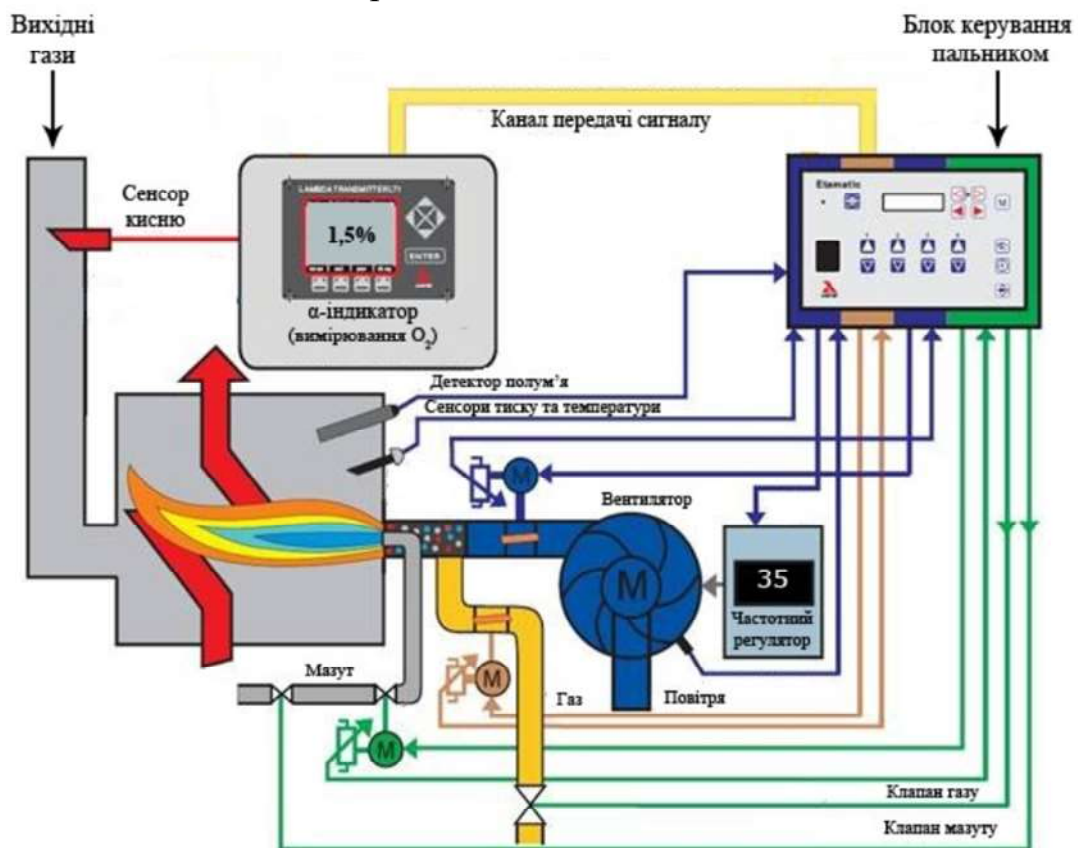


Рисунок 2. Структурна схема системи автоматичного керування процесом спалювання палива

Одним з основних призначень системи автоматичного керування є регулювання швидкості приводу електричного двигуна вентилятора. Це потрібно для підтримки в топці оптимальних режимів роботи, що дозволить забезпечити умови для повноти спалювання. Для цього необхідно в системі на базі вимірювальних даних від сенсорів концентрації кисню, температури та розрідження подавати до котла необхідну кількість атмосферного повітря.

Для забезпечення оптимальних режимів роботи котла потрібно вибрати необхідне значення швидкості обертання електричних двигунів механізмів тягового дуття з відкритими направляючими апаратів у всьому діапазоні продуктивної роботи устаткування з обліком втрат кисню.

Система автоматичного керування повинна забезпечувати:

- оптимальні витрати палива;
- зменшення електричної енергії, що споживається двигунами механізмів тягового дуття;
- зменшення величини викидів газів в атмосферу завдяки оптимізації процесу спалювання.

Висновки. Обґрунтовано та розроблено структуру комп'ютеризованої системи контролю процесу спалювання для забезпечення оптимізації режимів з обліком реальних умов та режимів функціонування котлів, а також характеристик палива.

Література

1. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії: монографія / В.П. Бабак, В.С. Берегун та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака. — К.: Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. — 298 с.
2. Степанов, Д.В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник/Д.В. Степанов,Є.С. Корженко,Л.А. Боднар. — Вінниця: ВНТУ, 2011. — 120 с.

Анотація

Обґрунтовано та розроблено структуру комп'ютеризованої системи контролю процесу спалювання для забезпечення оптимізації режимів роботи з обліком реальних умов функціонування котлів, а також характеристик палива.

Ключові слова: котел, регулювання, параметри, структура, система керування

Abstract

Substantiated and developed the structure of computerized system control of process combustion of operating modes, taking into account the actual operating conditions of the boilers as well as fuel characteristics.

Keywords: boiler, adjustment, parameters, structure, control system

РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОПІЛОТУ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ CARLA

Сердюков Д.Ю., магістр, dmytro.serdiukov@gmail.com;

Назарова І.А., к.т.н., доцент, ianazard@gmail.com

Донецький національний технічний університет,

м. Луцьк, Україна

Нейронні мережі мають великий потенціал при розв'язанні різноманітних видів завдань, що спричиняє постійний зріст їх популярності. Вони можуть знаходити закономірності в наборі інформації, що надають можливість мережі вчитися розпізнавати об'єкти, які потрібні для її коректного функціонування. Основною перевагою нейронної мережі – можливість адаптуватися до змін, тобто, нейромережа може працювати з динамічною середою, і, якщо буде потрібно, виконає повторне навчання, щоб уникнути помилок. Через дану властивість нейромережа є потрібною і викликає інтерес у різних за величиною компаній.

Для проведення досліджень існуючих алгоритмів, методів та моделей навчання, для аналізу даних та оцінки якості навчання, було обрано сферу, що стосується реалізації автопілоту для машини.

Об'єктом дослідження – дослідження та розробка методів та алгоритмів машинного навчання для автопілоту машини.

Предметом дослідження – алгоритми та моделі навчання нейромережі, аналіз якості їх роботи.

Мета дослідження – провести аналіз існуючих алгоритмів, моделей навчання нейронних мереж для автопілоту машини та створити власні алгоритми, які можуть виступати альтернативою в реалізації автопілоту, провести дослідження швидкості навчання, якості роботи.

Практичне значення полягає в покращенні роботи автопілоту за рахунок конфігурації алгоритмів та нейромережі.

Опис розробки

Для реалізації тестування автоматичної системи керування було обрано симулятор CARLA – симулятор, який використовується для того щоб навчити алгоритми систем автоматичного керування автомобілем. За його допомогою можливо реалізувати імітацію різноманітних наборів сенсорів.

Симулятор містить наступний функціонал:

- середовище «Місто»;
- пішоходи;
- різні учасники дорожнього руху;
- динамічна погода.

Для реалізації автопілоту потрібно встановити вимоги, задачі які діляться на наступні етапи:

- задача базових навичок водіння автомобілю;

- задачу реалізації планування руху автомобіля;
- реалізація системи, що приймає рішення під час руху на дорозі.

Задача базових навичок володіння автомобілю – автопілот вчиться визначати навколишнє середовище навколо автомобіля під час руху. Він повинен відстежувати рух машини для відстеження рухомих об'єктів та роботи прогноз їх можливих наступних дій.

Задача реалізації планування руху автомобіля – за допомогою планування руху машини дає можливість успішно дібратися до потрібного місця. Залежно від цілі автопілот обирає найкращий шлях. Він починає обирати як краще проїхати, коли потрібно змінити смугу чи переїхати перехрестя, як він буде виконувати маневри.

Реалізація системи, що приймає рішення під час руху на дорозі – система, що буде приймати рішення при керуванні автомобілем: гальмування, прискорення, утримання в смузі, виконання поворотів. Вона також відповідає за контроль швидкості автомобіля на дорозі. Виконання цих трьох задач під час руху автомобіля обов'язкове для забезпечення належного керування.

В побудові алгоритму навчання використовуються різні види мереж. Кожна з них має свої недоліки та переваги.

Існують наступні види нейромереж:

- Модель, що орієнтована на увагу;
- Генеративна модель;
- Згорткова модель;
- Пірамідальна модель;
- Мережа, що повністю згортається;

Модель, на основі увазі – модель що орієнтується на частину інформації. Вона відкидає велику кількість зайвої інформації, що не потребує уваги. Дана модель дуже добре працює з нейромережами як CNN.

Генеративна модель – це алгоритми які потрібні для навчання без вчителя, побудовані на основі двох нейронних мереж, що змагаються поміж собою.

Даний вид нейромережі може бути корисний для створення фотореалістичних зображень, реконструкцій тривимірних об'єктів зображень.

Згорткова нейронна мережа відноситься до класу нейромереж прямого поширення. В даній мережі застосовуються різні види багатошарових перцептронів.

Операція на якій побудована дана нейромережа – згортка. За рахунок згортки нейромережа зменшує об'єм інформації, яких займає місце в пам'яті. Таким чином нейромережа краще знаходить ознаки зображення, на які вона може опиратися.

Дана модель має шари входу, виходу та приховані шари. В прихованих шарах можуть використовуватися наступні:

- згорткові шари;
- агрегувальні шари;

- повноз'єднані шари
- шари нормалізації.

Використовуючи різні варіанти архітектур нейромереж можна дослідити якість роботи кожної під час виконання керування транспортним засобом.

Висновки

В результаті було проведено аналіз існуючих алгоритмів, моделей навчання нейронних мереж для автопілоту машини та створено власні алгоритми, які можуть виступати альтернативою в реалізації автопілоту проведено дослідження швидкості навчання, якості роботи.

В результаті було проведено аналіз існуючих алгоритмів, моделей навчання нейронних мереж для автопілоту машини та створено власні алгоритми, які можуть виступати альтернативою в реалізації автопілоту проведено дослідження швидкості навчання, якості роботи.

Література

1. Automated and Autonomous Driving, Regulation under Uncertainty [Електронний ресурс]. //Corporate Partnership Board Report – 2015. – Режим доступу: www.internationaltransportforum.org
2. Elaine L. Chao. National Highway Traffic Safety Administration [Електронний ресурс]. // Режим доступу: <https://www.nhtsa.gov/>
3. Bartels A., Eberle U., Knapp A. Automated Driving Applications and Technologies for Intelligent vehicles [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу: <https://www.adaptive-ip.eu/>;
4. Bailey N. R., Scerbo M. W. Automation-induced complacency for monitoring highly reliable systems: the role of task complexity, system experience, and operator trust [Електронний ресурс]. – 2007. – 321–348.

Анотація

Нейронні мережи все більше займають свою участь у житті, що не оминуло керування автомобілем. З допомогою спеціально навченого штучного інтелекту за допомогою різних алгоритмів та моделей навчання автопілоти можуть брати на себе відповідальність за керування машини на дорозі, виконувати різні маневри, утримувати транспортний засіб в смузі та уникати аварійних ситуацій.

Ключові слова: нейронна мережа, машинне навчання, автопілот, CARLA, генеративна модель

Annotation

Neural networks are increasingly taking their part in life, which has not bypassed driving a car. With the help of specially trained artificial intelligence with the help of various algorithms and learning models, autopilots can take responsibility for driving the car on the road, perform various maneuvers, keep the vehicle in the lane and avoid emergency situations.

Keywords: neural network, machine learning, autopilot, CARLA, generative model

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ В АВТОКОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

*Токарева О.В., к.т.н., доцент, olena.tokarieva@nure.ua;
Придятько Д.Р., студент, dmytro.prydatko@nure.ua
Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна*

У навколишньому світі всюди протікають різні процеси управління. Все потребує управління: чи то фізичний або хімічний процес, окрема технологічна установка, виробництво в цілому, промисловість тощо. Тому, управління сьогодні, є найскладнішим видом людської діяльності.

У сучасному світі дуже важко знайти технологічний процес, який не був би автоматизований. Автоматизація будь-якого технологічного процесу включає в себе контроль, керування, регулювання, сигналізацію, захист та блокування.

Актуальність застосування системи автоматичного управління доводять всі галузі промисловості. Призначення систем автоматичного управління – мінімізувати участь людини у керуванні технологічним процесом. Функції людини зводяться до здійснення пускового імпульсу. Всі інші операції з управління процесом, зміни режимів роботи проводяться автоматичним пристроєм [1-2].

Серед систем автоматичного управління зустрічаються автоколивальні системи. Автоколивання - це коливання, що не затухають, в дисипативній нелінійній динамічній системі зі зворотним зв'язком, що підтримуються за рахунок енергії постійного, тобто неперіодичного зовнішнього впливу. Відрізняються вони від вимушених коливань тим, що останні викликані періодичним зовнішнім впливом і походять із частотою цього впливу, тоді як виникнення автоколивань та його частота повністю визначаються внутрішніми властивостями самої автоколивальної системи [3].

В автоколивальних системах частота автоколивань вибирається набагато більше за спектр можливих частот процесу управління.

Тому змінна на вході нелінійної ланки може бути представлена двома складовими:

$$x(t) = x_0(t) + x''(t), \quad (1)$$

де, $x_0(t)$ - повільна складова в порівнянні з автоколивальною (швидкою) $x''(t)$, обумовлена керуючим впливом;

$$x''(t) = A \sin(\psi); \psi = \omega t + \varphi. \quad (2)$$

За відсутності зовнішнього періодичного впливу ($g_1(t) = 0$) для швидкої складової маємо рівність:

$$1 + W(j\omega)K\Gamma(A, x_0) = 0 \quad (3)$$

З виразу (3), задаючись довільним значенням x_0 , можемо знайти амплітуду та частоту автоколивальної складової, як функції усунення x_0 :

$$A = A(x_0), \omega = \omega(x_0). \quad (4)$$

Якщо нелінійність однозначна (без гістерезисних петель), то коефіцієнт гармонійної лінеаризації нелінійності $K\Gamma(A, x_0)$ є речовим і впливає на частоту автоколивань ω . Остання визначатиметься властивостями лінійної частини системи і залежить від складової управління x_0 .

Розглянемо особливості управління в автоколивальних системах:

1. За рахунок автоколивальних вібрацій будь-яка нелінійна характеристика, у тому числі стрибкоподібна та гістерезисна, трансформується у залежність $\tilde{\Phi}_0 = \tilde{\Phi}_0(x_0)$, яка близька до лінійної залежності:

$$\tilde{\Phi}_0 = K_0 x_0,$$

де, $K_0 = \frac{d\tilde{\Phi}_0}{dx_0}$ коефіцієнт посилення нелінійної ланки

Це вібраційне згладжування нелінійності реалізується шляхом створення автоколивального контуру з нелінійною ланкою, лінійною частиною та ланцюгом зворотного зв'язку (рис.1).

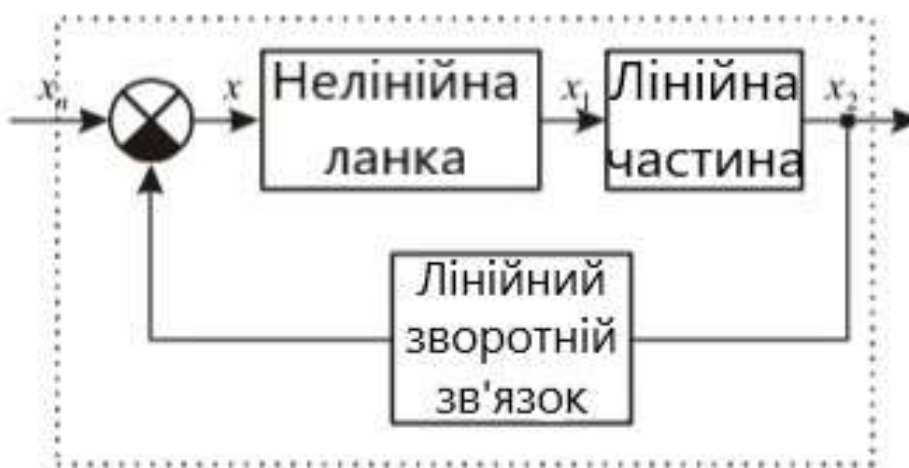


Рисунок 1. Автоколивальний контур з нелінійною ланкою, лінійною частиною та ланцюгом зворотного зв'язку.

Параметри цього контуру вибираються такими, щоб, по-перше, частота автоколивань була досить високою в порівнянні з частотою сигналу управління, по-друге, амплітуда автоколивань A була не меншою за можливі $x_0(t)$ на вході нелінійної ланки:

$$A \geq (x_0)_{\max}$$

2. За наявності вібраційного згладжування нелінійності процеси управління розраховуються за заміни нелінійної ланки коефіцієнтом посилення K_0 .

3. Зона нечутливості та петлі гістерезису усуваються.

4. Коефіцієнт посилення нелінійності K_0 є функцією амплітуди A_c симетричних автоколивань швидкої складової на вході нелінійної ланки. Тому зміна A_c впливає на якість управління та стійкість системи в цілому.

В результаті дослідження, можна зробити висновок, що вивчення автоколивань та розробка заходів щодо їх попередження мають велике значення для підвищення точності та надійності систем автоматичного управління.

Література

1. Автоматичне управління та регулювання. [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://elektrovesti.net/interesting/557_avtomaticheskoe-upravlenie-i-regulirovanie
2. Невлюдов, І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами [Текст]: підручник / І.Ш. Невлюдов, О.В.Токарева. – Харків: ХНУРЕ, 2018.–190 с.
3. Павлов А.В. Нелінійні системи автоматичного управління [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 8.05020101 "Комп'ютеризовані системи управління та автоматика" денної, заочної та дистанційної форм навчання / А.В. Павлов, О.Ю. Журавльов. - Суми: СумДУ, 2016. - 76 с.

Анотація

В роботі розглянута актуальність застосування систем автоматичного управління. Досліджено процес і особливості управління в автоколивальних системах та наведено вплив на якість та стійкість системи.

Ключові слова: система автоматичного управління, стійкість, автоколивальні системи.

Abstract

The work considers the relevance of the application of automatic control systems. The process and peculiarities of control in self-oscillating systems are studied and the influence on the quality and stability of the system is given.

Keywords: automatic control system, stability, self-oscillating systems.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ

Какоєв Алан Азізович, студент, alan.kakoiev.kita@donntu.edu.ua;

*Теличко Ганна Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри АТ
hanna.telychko@donntu.edu.ua*

*ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м. Луцьк, Україна*

Актуальною є проблема створення алгоритмів і систем керування виробничими процесами, спрямованих на зменшення енергетичних затрат із збереженням якості продукції [1].

При розгляді випарної установки цукрового заводу як складного об'єкта керування використано системні методи аналізу, що надає можливість забезпечити підвищення якості процесів керування і сприяє підвищенню якості готового продукту та зниженню питомих енерговитрат [3].

У більшості програм, що використовуються в даний час для автоматизації технологічних процесів, нечітка логіка дозволяє застосувати досвід керуючого персоналу для динамічного управління процесом. Набір методів управління надає можливість систематизувати емпіричні знання та застосувати їх для управління процесами у разі труднощів із застосуванням класичних методів управління [4].

Принцип нечіткої логіки отримав опис, як метод програмування. Завдяки цьому з'являється можливість описувати на нечіткій логіці окремі частини виробничого процесу, такі як ініціалізація, завдання параметрів і т.д.

Розглянемо технологію виробництва цукру, а саме випарювальний вакуум-апарат. Автоматизація даного виробничого процесу надає значні переваги. Однак досвід показує, що багато цукрових заводів експлуатують їх у ручному режимі. Необхідність постійно контролювати виміряні кількості і постійно змінювати налаштування пред'являє до оператора дуже високі вимоги. Автоматизація реалізується у системі з людинно-машинним інтерфейсом (MMS). Кількість операцій, які здійснюються вручну, значно скорочується. Можлива подальша автоматизація процесу до повністю автоматизованого виробничого циклу [5].

Запропоновано метод автоматичного управління, заснований на алгоритмі виділення зон у режимі реального часу за графіком і подальшій зміні відповідно до функцій належності термів лінгвістичних змінних. З цією метою в процесі роботи випарної установки керуюча програма виділяє точки перегину функції зміни температури в залежності від зміни витрати пари, які надалі стають межами нових зон. Будуються функції належності заданих змінних [2]

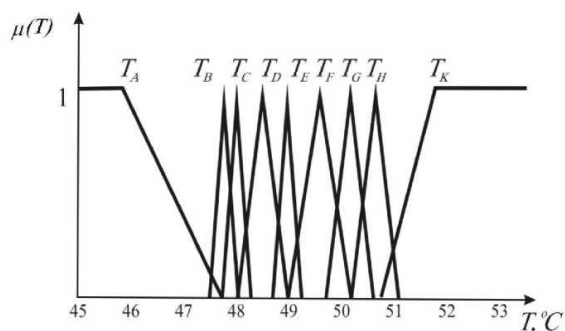


Рисунок 1. Функції належності термів лінгвістичної змінної «Температура»

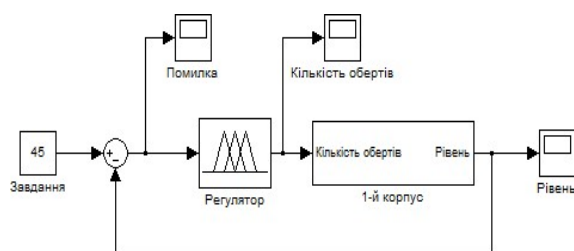


Рисунок 2. Структурна модель нечіткої системи керування рівнем

(рис. 2)

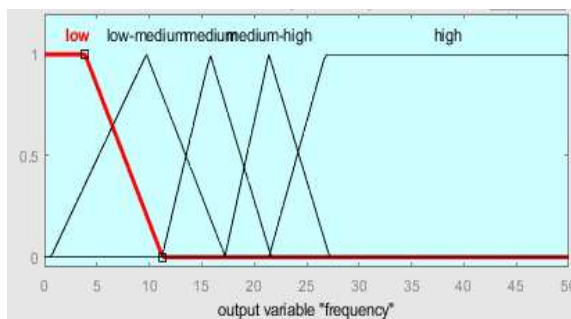


Рисунок 3. Документ MatLab із функціями належності

дичній ланці першого порядку.

На рис.4 представлено графік розробленого регулятора.

Для створення системи вибрано перший корпус ВУ (вакуумної установки), оскільки в ньому випарюється найбільша кількість вологи і в його нагрівальну камеру подають гостру пару (усі наступні обігрівують вторинною парою) [2]. Вихідною змінною (керованою) в АСК вибрано рівень соку, керівною – частота обертання ротора насоса, що регулює подачу у випарний апарат (рис. 1).

Реалізацію нечіткої системи виконано введенням до АСК нечіткого регулятора з лінгвістичними змінними (після відхилення рівня від заданого значення). Моделювання системи нечіткого керування виконано за допомогою програмного забезпечення Matlab&Simulink із використанням додатку FuzzyLogicToolbox

Синтез регулятора виконано в середовищі MatLab за допомогою пакета Fuzzy Logic. Використано алгоритм нечіткого висновку Мамдані (рис. 3).

Канал керування «частота обертання → рівень соку» (на схемі позначено «1-й корпус») математично описано передавальною функцією, що за структурою відповідає аперіодичній ланці першого порядку.

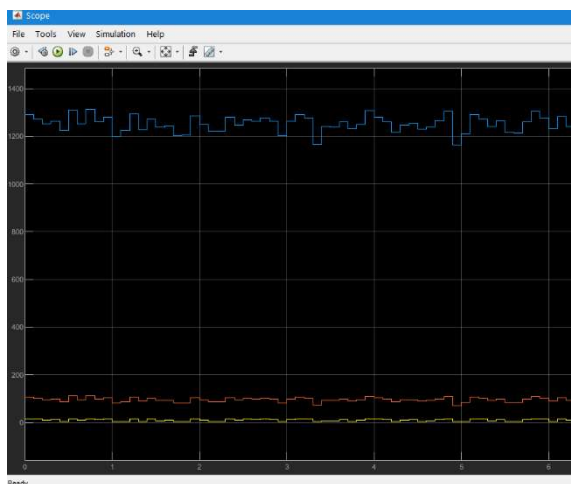


Рисунок 4. Вхідні та вихідні змінні блоку нечіткої логіки

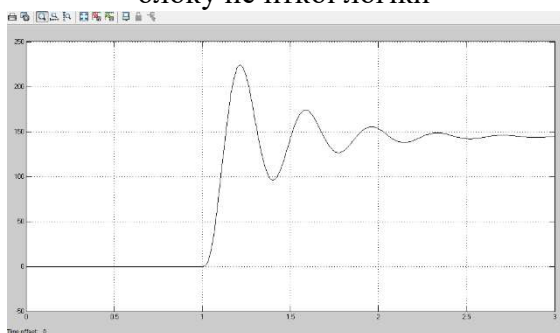


Рисунок 5. Перехідні характеристики замкненої системи

Під час дослідження був реалізований апаратно-програмний спосіб автоматичного керування параметрами випарного апарату цукрового виробництва на базі нечіткої логіки (рис. 5).

Метою роботи було створення та дослідження автоматичної системи керування (АСК) рівнем соку у випарному апараті з нечітким регулятором.

Наведено моделі нечіткого регулятора системи керування рівнем соку у випарному апараті.

Створено структурні моделі нечіткої автоматичної системи керування й системи з ПІ- регулятором.

З'ясовано, що вихід рівня на нове завдання у нечіткій системі відбувається майже втричі швидше, при цьому практично відсутнє перерегулювання. Подальші дослідження спрямовані на адаптування нечіткого

регулятора до виробничих умов.

Література

1. Колязов К. А. Система керування енерговитратами для технологічних процесів на основі нечітких алгоритмів: дис канд. техн. наук / К. А. Колязов. – М. : МГУТУ ім. К. Г. Разумовського, 2010. – 170 с.
2. Sebastian G. Applications of fuzzy logic in sugar industries: A review / G. Sebastian, D. N. Kyatanavar // Int. J. of Eng. and Innovative Tech. (IJEIT). 2012. 1 (6). P. 226-231.
3. Ладієва Л. Р. Оптимізація плівкового апарату роторного типу за максимальною продуктивністю [Електронний ресурс] / Л. Р. Ладієва, Т. П. Зав'ялова // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. – 2007. – № 2 (20). – Режим доступу : <http://aaecs.org/ladva-lr-zavyalova-tp-optimzacya-plvkovogo-aparatu-rotornogo-tipu-zamaksimalnoyu-produktivnstyu.html>.
4. Саженов В.А. Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуск №31. Нечеткая логика. [електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.rza.by/upload/iblock/b26/TECHCOL31RU.pdf>
5. Ярошук Л. Д. Використання нечіткої логіки у системі автоматизації випарного апарата / Л. Д. Ярошук, Д. О. Оркуша // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2014. – № 2. – С. 110-113. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_hier_2014_2_25.

Анотація

Представлена автоматична система керування рівнем соку у випарному апараті цукрового виробництва. Систему побудовано на положеннях нечітких множин і продукційних правил. Використання реалізовано за допомогою математичного забезпечення нечіткого регулятора. Надано функції приналежності керованої змінної, керувального впливу, побудовано модель системи керування засобами Simulink.

Ключові слова: автоматизація, цукор, випарний апарат, рівень соку, нечіткий регулятор, fuzzy-логіка.

Abstract

An automatic system for controlling the level of juice in the evaporating apparatus of sugar production is presented. The system is built on the provisions of fuzzy sets and production rules. The use is implemented using the mathematical support of the fuzzy controller. The functions of belonging to the controlled variable, control influence are given, and a model of the Simulink control system is built.

Key words: automation, sugar, vaporizer, juice level, fuzzy regulator, fuzzy logic.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СФЕР ВИКОРИСТАННЯ М'ЯКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Жарікова І.В., к.т.н., доцент, iryna.zharikova@nure.ua;

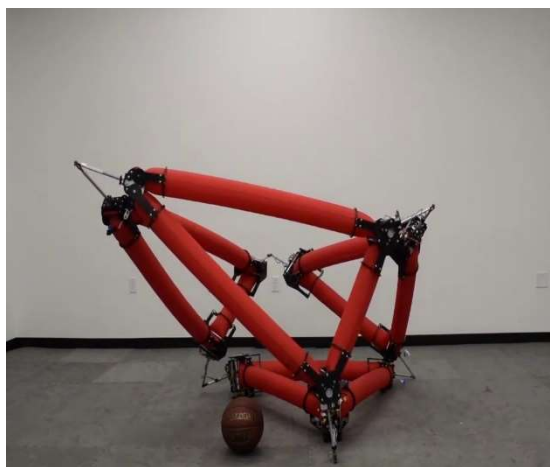
Придятько Д.Р., студент, dmytro.prydatko@nure.ua

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна*

Із появою нових підходів до моделювання та механізмів пересування, маніпуляції і приведення в дію, м'яка робототехніка набула стрімкого розвитку. М'які роботи значно легше можуть переживати складні умови завдяки своїй гнучкості [1]. М'які роботи — це пристрої, в яких кріплення заповнюються силіконом або стисненим повітрям, їх головною особливістю є можливість взаємодіяти з іншими предметами, не завдаючи шкоди собі або іншим об'єктам.

На відміну від жорстких роботів, м'які демонструють інші характеристики. Жорсткі роботи можуть згинатися і розгинатися тільки навколо одних і тих же осей, що дозволяє комплексу рухатися тільки за допомогою математично розрахованої траєкторії, а також для зниження ймовірності зіткнення з перешкодами необхідна наявність зворотного зв'язку і точний розрахунок руху комплексу і його кінцевих результатів, але навіть у такій ситуації рух роботів може бути хаотичним або небезпечним під час взаємодії з людьми, іншими предметами, навколишнім середовищем тощо [2].

М'які роботи не вимагають серйозних розрахунків, виготовляються з пружних матеріалів, можуть змінювати форму, розмір, розтягуватися, стискатися, скручуватися в залежності від типу задачі та підлаштовуватися під форму і розмір інших об'єктів або умов навколишнього середовища, незважаючи на те, що в конструкціях деяких м'яких роботів використовуються пружини і дроти для імітації руху, м'яз або сухожиль, рис. 1.



а)



б)

Рисунок 1. Приклади м'яких роботів: а) м'який робот з трубками, які заповнені повітрям; б) м'який робот без використання електроніки

Також існують гібридні м'яко-жорсткі роботи, які мають внутрішній жорсткий каркас і зовнішні м'які елементи.

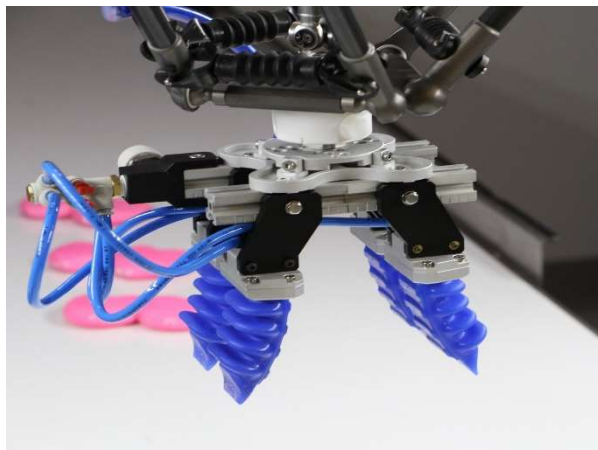


Рисунок 2. Гібридний робот-маніпулятор з м'якими елементами

М'які елементи можуть мати багато функцій: як механізми, що впливають аналогічно м'язам тварин, також як пом'якшувальний матеріал для забезпечення безпеки за умови зіткнення з людиною. М'які конструкції можуть використовуватися як частина більш жорсткого робота. М'які ефектори роботів для захоплення та маніпулювання об'єктами забезпечують перевагу в тому, що вони не руйнують тендітні об'єкти, рис. 2 [3-4].

Серед останніх розробок в сфері м'яких роботів можна виділити наступні:

- роботизовані м'язи: зараз розробляються кілька типів м'яких роботів, які працюватимуть як роботизовані м'язи. Один із найперспективніших прототипів черпає натхнення з оригамі. Його складена конструкція може підняти вагу в 1000 разів більше за власну вагу і масштабується від кількох міліметрів до метра в довжину. Крім того, зараз вчені працюють над створенням нанорозмірних роботів із ДНК;

- альпіністські роботи: у цих типів роботів є багато потенційних застосувань, починаючи від огляду та обслуговування будівель та закінчуючи пошуково-рятувальними операціями. Одна з версій роботів для м'якого повзання має вигнуту конструкцію, дуже схожу на гусеницю. Це дозволяє йому повзати вгору та вниз по спорудах різного розміру;

- їстівні роботи. Ці біорозкладні роботи можуть безпечно доставляти ліки до різних частин тіла;

- роботи, що носять. Ці біоміметичні пристрої можуть допомогти пацієнту, який проходить фізичну реабілітацію. М'який робот імітує природні рухи тіла, де б він не знаходився, допомагаючи пацієнтові відновити нормальні рухові функції;

- роботи-протези. М'які роботи можуть бути використані для створення чудових протезів для людей, у яких відсутні кінцівки або частини тіла;

- роботи-космонавти. Вчені НАСА припускають, що одного разу вони літатимуть поверхнею Марса. Інші вже проєктують роботів, які працюватимуть у важкодоступних частинах людського тіла.

М'які роботи також можуть використовуватися в промислових умовах — особливо як колаборативні роботи (також відомі як «коботи»), які працюють разом з людьми [5].

Отже м'яка робототехніка має переваги при близькій взаємодії з людьми та крихкими об'єктами, в умовах, де потрібна компактність і гнучкість. Області використання м'яких роботів необмежені та мають великий комерційний потенціал.

Література

1. Як створюють м'яких роботів [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://nauka.ua/news/povnistyu-nadrukovanij-na-3d-printeri-myakij-robot-poplavav>.
2. Nevliudov I. Sh. Improvement of the commutation system for a mobile robot platform using polyimide structures / Nevliudov I., Zharikova I., Bronnikov A. // Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference (May 8-10, 2022), Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. – 2022. – PP. 157-163.
3. V. Bortnikova, V. Yevsieiev, V. Beskorovainyi, I. Nevliudov, I. Botsman and S. Maksymova, "Structural parameters influence on a soft robotic manipulator finger bend angle simulation", 2019 15th Int. Conf. Exp. Des. Appl. CAD Syst. CADSM 2019, pp. 35-38, 2019.
4. Soft-robotics [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://ru.theastrologypage.com/soft-robotics>.
5. М'які роботи [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://nangs.org/news/technologies/myagkie-roboty-lechat-lyudey-i-issleduyut-kosmos-razbiraemsya-kak-oni-rabotayut>.

Анотація

Розглянуто перспективи впровадження м'яких роботів, проаналізовано їхні переваги в порівнянні з жорсткими роботами. Представлено останні розробки у сфері м'якої робототехніки та наведено їхні особливості.

Ключові слова: м'які роботи, гнучкість, кобот, маніпулятор.

Abstract

The prospects of soft robots implementation are considered, their advantages compared to hard robots are analyzed. The latest developments in the field of soft robotics are presented and their features are considered.

Keywords: soft robots, flexibility, cobot, manipulator.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ ВІДДАЛЕНОГО СЕЛИЩА

*Романенков Д.О., студент, магістр,
dmytro.romanenkov.kita@donntu.edu.ua;*

*Рогожин А.В., студент, магістр, andrii.rohozhyh.kita@donntu.edu.ua
Донецький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна*

Для багатьох сіл, селищ, смт України характерна проблема подачі води. За даними моніторингової програми ВООЗ/ЮНІСЕФ тільки 22% населення можуть скористатися централізованим водопостачанням. Таким чином, рекомендується, щоб села переходили на централізовану систему водопостачання, яка підключається до гирла колодязів, розташованих на більш глибоких рівнях, що забезпечує доступ до нижчих рівнів ґрунтових вод. Оскільки така вода є повністю відповідна до вимог державних санітарних норм, додаткові етапи очищення води не потрібні. Також використовуються вежі, залежно від колодязя, місцевості та висоти, де розташоване село. Мета статті полягає у модернізації існуючих рішень автоматичного керування водопостачанням віддаленого селища. Відповідно до поставленої мети завданнями нашої роботи стали наступні кроки:

- Підбір устаткування автоматизованої системи водопостачання розрахунковим шляхом;
- Розробка структурної схеми насосної станції;
- Розробка схеми обладнання автоматизованої системи водопостачання;

Розрахунки для визначення потреб населення у воді при розробці ПКД згідно з ДБН В.2.5-74:2013. Цей розрахунок враховує всі види водоспоживання[1].

Загальне водоспоживання населеного пункту пропорційне кількості мешканців. Отже, щоб визначити витрату води, необхідно знати кількість спожитої мешканцем води, яка необхідна йому для побуту та іншої роботи – норму витрати в цілому.

Середня витрата води на добу визначається за формулою:

$$Q_{\text{д}} = \frac{\sum q \times N}{1000}, \text{ м}^3 \text{ за добу} \quad (1)$$

де: q – норма води, яку споживають;

N – кількість осіб, яку визначили.

Найважливішим завданням при проектуванні системи насосної станції є вибір джерела, тому що сам вибір вплине на всю саму систему, схему і склад конструкції, а отже, на вартість будівництва та обслуговування насосної станції. весь мережевий комплекс[2].

У цій системі як джерело води будуть використовуватися водозабірні свердловини, оскільки вони найбільш використовуються на практиці, що свідчить про ремонтпридатність системи. Крім того, джерело води має високу дебітність, тобто кількість води, яку може виробити колодязь, буде достатньою. Крім того, це джерело має високу якість води.

Насосні станції та перші елеватори необхідно встановлювати для забору води з колодязів, будівель, що накопичують воду, або коли воду неможливо забрати лише зі сховищ. Використання насосних станцій другої підйомної станції, яка необхідна для надходження води до споживачів, забирає її з водосховища. Насосні станції, що підвищують тиск в системі, повинні бути встановлені в окремих частинах системи (житлових будинках) для підвищення тиску, і вони зазвичай використовуються для внутрішнього протипожежного захисту в деяких громадських і промислових будівлях.

Свердловинний насос встановлюється в свердловину на водопровід. Колодязі повинні бути чистими і справними. Бювет повинен добре провітрюватися, щоб у ньому було сухо.

Тому нам знадобляться глибинні насоси та горизонтальні насоси для заповнення веж із двонаправленим входом води до споживачів.

Тиск в системі. Рекомендовано визначати тиск мережі згідно з вимогами ДБН В.2.5-74:2013, та нормувати наступні показники. При цьому тиск в системі на першому поверсі має бути не нижче 1 атмосфери, а потім підвищуватися на 0,4 атмосфери для кожного поверху. Тиск подачі води не повинен перевищувати 4,5 атмосфер. Насосна станція всієї системи повинна

забезпечувати достатній тиск[3].

На рис. 1 показана структура насосних станцій. За допомогою датчика рівня води регулюються правильні пороги включення насоса. Датчики тиску підтримують тиск в заданому діапазоні, за рахунок чого знижується навантаження на гідромережу. Зменшується сила гідроударів при пуску та зупинці насоса. Зменшується навантаження на електромережу.

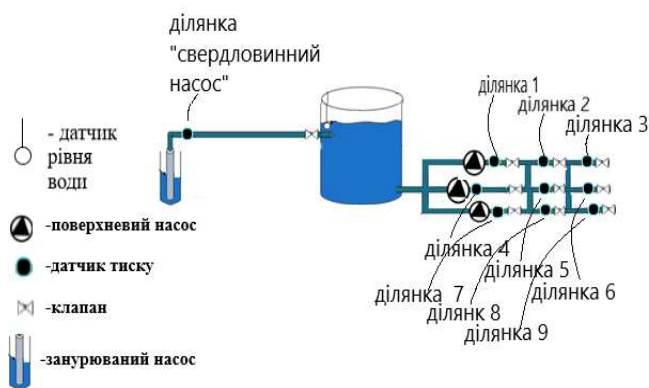


Рисунок 1 – Структура насосної станції

Насос споживає лише ту частину енергії, яка йому потрібна, що призводить до підвищення ККД всієї системи. Крім того, завдяки датчикам тиску отримують інформацію про пориви на певних ділянках.

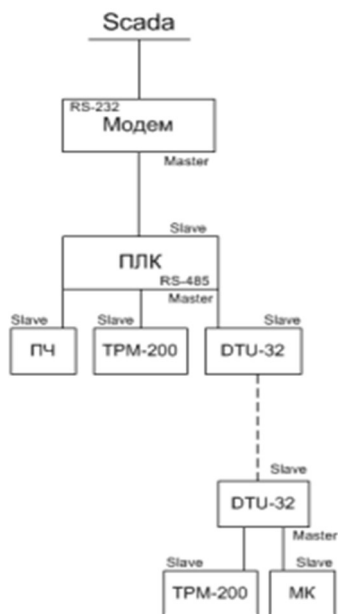


Рисунок 2 – Схема обладнання автоматизованої системи водопостачання

Опис автоматизованого процесу виглядає наступним чином. Контролер PLC-100-220 управляє насосною станцією за сигналом від датчика тиску ПД100И, розташованого на виході насосної станції. Контролер забезпечує можливість вибору режиму роботи: ручний, автоматичний або дистанційний.

У ручному режимі включення насоса здійснюється з пульта оператора (шафи управління) підвищувальної насосної станції.

В автоматичному режимі насос включається при зниженні тиску в мережі при збільшенні водовідділення. Насос 1 починає працювати і його потужність регулюється перетворювачем частоти (постійний первинний) відповідно до розподілу води в системі. Коли насос №1 досягає максимальної потужності і система знаходиться під тиском, починає працювати другий насос №2, який може живитися безпосередньо від мережі або через пристрій плавного пуску (рекомендовано). Потужність насоса №1 мінімізується відповідно до сигналу ПЧВ, і двигун

насоса №1 починає прискорюватися відповідно до сигналу, виведеного датчиком тиску ПД100И, до досягнення заданого тиску. насосна станція. Насос 3 підключається так само, як і насос 2.

Структурна схема системи автоматизації віддаленого селища показана на рис. 2. Пунктирна лінія представляє частину радіоканалу підмережі Modbus RS-485 контролера PLC-100. Застосування радіомодемів дозволяє досягти стабільного високошвидкісного зв'язку між обладнанням розподільного пункту системи водопостачання та обладнанням резервуарів і колодязів.

Література

1. О.Оглобля, Г.Пархомович, О.Буланий, Г.Чепурна, В. Чванова, О.Гороховська, С.Краток, О. Куколь. Державні будівельні норми України. Водопостачання зовнішні мережі та споруди основні положення проектування дбн в.2.5-74:2013
2. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В., Козак В.І., Копитін А.М., Сороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.18-28 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf
3. Бондар О.А., Кавун А.В., Кірсанова Ю.В., Козак В.І., Копитін А.М., Сороковський В.Є. Сільське питне водопостачання: від ідеї – до реалізації. Як створити централізовану систему водопостачання децентралізованим способом [методичний посібник] С.36-37 URL: https://despro.org.ua/upload/medialibrary/Despro_voda_print.pdf

Анотація

В роботі авторами проведено аналіз найбільш поширених на сьогоднішній день проблем з водопостачання у віддалених селищах. Визначено водоспоживання води та джерела водопостачання для населення, а саме водозабірні свердловини. Також в статті наведено принципи автоматизації насосних станцій і Встановлено пріоритетні напрямки подальших досліджень із підвищення ефективності водопостачання.

Ключові слова: автоматична система, водопостачання, насос, насосна станція.

Abstract

In the work, the authors analyzed the most common problems of water supply in remote villages today. The water consumption and sources of water supply for the population, namely water wells, have been determined. The article also presents the principles of automation of pumping stations and establishes priority areas for further research to improve the efficiency of water supply.

Keywords: automatic system, water supply, pump, pumping station.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯМ В ТЕПЛИЦЯХ НА БАЗІ ПРАВИЛ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

*Григоренко Данило Ігорович, студент,
danylo.hryhorenko.kita@donntu.edu.ua;*

*Теличко Ганна Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри АТ,
hanna.telychko@donntu.edu.ua
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна*

Відомі дослідження та публікації.

Системи з нечіткою логікою функціонують за наступним принципом: показники вимірювальних пристроїв фаззифікуються (переводяться в нечіткий формат), обробляються, дефаззифікуються та потім у вигляді звичайних сигналів подаються на прилади.

У науково-практичних джерелах інформації [1, 2] була запропонована методика розробки комплексної математичної моделі промислового кондиціонера у просторі стану. Методика дозволяє отримати комплексну модель промислового кондиціонера як єдиного багатовимірного об'єкта керування. На основі даної моделі запропонована методика синтезу лінійно-квадратичного цифрового фаззі-контролера, яка враховує логічні перемикання у роботі кліматичного обладнання для модифікованих алгоритмів керування за методами “точки роси” в теплиці. На відміну від існуючих систем, які стабілізують температуру та відносну вологість повітря, запропонована методика регулювання температури та вологості повітря дозволяє зменшити, а в деяких режимах виключити взаємозв'язок між параметрами температури та вологості.

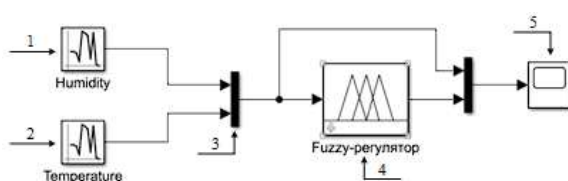


Рисунок 1. Структурна схема регулювання мікроклімату в приміщенні на базі нечіткої логіки

Приклад структурної схеми регулювання мікроклімату в теплиці на базі нечіткої логіки в середовищі SIMULINK наведено на рис. 1. Номерам позначень на рис. 1 відповідають наступні елементи: 1-2 генератор випадкового сигналу (вологість у теплиці); 3 мультимплексор вхідних сигналів; 4 контролер нечіткої логіки, в ньому оброблюються вхідні сигнали та виходить керуючий сигнал; 5 осцилограф, наглядно демонструє залежність сигналів та принцип роботи нечіткої логіки.

Постановка задачі.

- Дослідження нейрофізіологічного підґрунтя фазі-логіки та виявлення особливостей застосування математичного апарату фазі-логіки у системі автоматичного керування вентиляцією та кондиціонуванням;

- Аналіз теоретичних положень теорії нечіткої логіки з позицій застосування у системі керування мікрокліматом теплиць;
- Розробка математичної моделі частини системи керування вентиляцією та кондиціонуванням теплиць на основі правил нечіткої логіки;

Основний матеріал та результати досліджень.

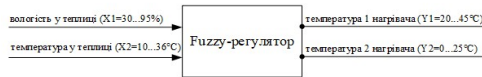


Рисунок 2. Структурна схема системи автоматичного керування вентиляцією та кондиціонуванням

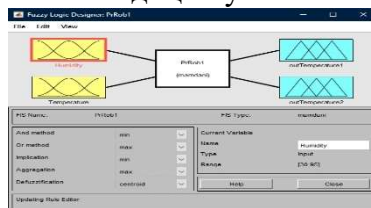


Рисунок 3. Структурна модель нечіткої системи

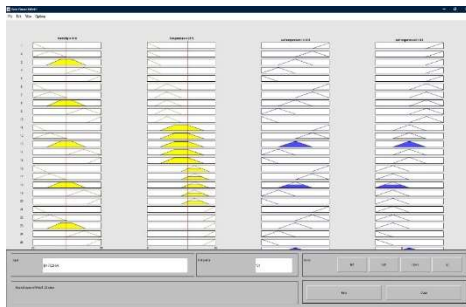


Рисунок 4. Графічна інтерпретація синтезованої бази правил

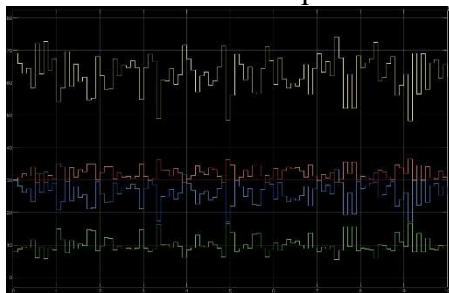


Рисунок 5. Залежності вихідних сигналів (outTemperature1 та outTemperature2) від вхідних сигналів (Humidity та Temperature): а) Humidity – жовтий сигнал, б) Temperature – блакитний сигнал; в) outTemperature1 – помаранчевий сигнал, г) outTemperature2 – зелений сигнал

Вхідні параметри температури в теплиці знімає в реальному часі датчик температури (в межах 10...36°C) та датчик вологості (в межах 30...95%), які передають інформацію на фаззі-контролер. На виході з контролеру отримуємо два вихідні сигнали температури першого (в межах 20...45°C) та другого (в межах 0...25°C) нагрівачів відповідно. [3]

Обґрунтовано структурну схему апаратно-програмного забезпечення проектованої комп'ютерно-інтегрованої технології керування вентиляцією та кондиціонування, як це показано на рис. 2.

Алгоритмічне забезпечення у вигляді фазифікованої бази правил, яке становить основу вбудованого програмного забезпечення досліджуваної технології, було розроблено і протестовано в середовищі MATLAB&SIMULINK, як показано на рис. 3 і 4 відповідно. Структурна схема даної розробки у загальному вигляді побудована з використанням загальнонаукових підходів та містить у своєму складі серійну компонентну базу.

На рис. 5 наведені осцилограми вихідних сигналів (outTemperature1 і outTemperature2) і вхідних сигналів (Humidity та Temperature).

Висновки.

В дослідницькій роботі був реалізований апаратно-програмний засіб автоматичного керування параметрами вентиляції повітря та кондиціонування

вологи в теплиці на базі нечіткої логіки в програмному забезпеченні MATLAB&SIMULINK (версія R2020b).

Також, була досягнута основна мета роботи, яка полягає у синтезі та тестуванні математичної комп'ютерної моделі на базі правил нечіткої логіки в ПЗ MATLAB&SIMULINK (версія R2020b), яка реалізується на мікропроцесорній техніці та алгоритмах теорії нечіткої логіки для керування температурами електричних нагрівачів та інтенсивністю кондиціювання вологи у теплицях.

Література

1. Голінко І. М. Оптимізація багатовимірних систем керування для комплексів штучного мікроклімату [Текст] / І. М. Голінко, І. Є. Галицька // Прикарпатський вісник НТШ. Число. - 2016. - № 1. - С. 61-73. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pvntsh_ch_2016_1_6
2. Голінко І. М. Аналіз системи керування для штучного мікроклімату за методом "точки роси" [Текст] / І. М. Голінко, В. Г. Трегуб // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2011. - № 2. - С. 53-55.
3. ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ. Автор: Сідлецький Владислав Валентинович. [Електронний ресурс] // Офіційний портал : сайт. — Текст і граф. дані. — URL: <https://www.inforum.in.ua/conferences/14/11/62>

Анотація

Задля підвищення врожайності культур актуалізується питання розробки і впровадження технологій автоматизації та цифровізації виробничих процесів вирощування сільськогосподарських рослин у промислових теплицях. Інтеграція комп'ютерних технологій позитивно впливає на переоснащення програмно-технічної бази в аграрній сфері, що стимулює підвищення показників інвестиційної привабливості та довгострокової стійкості українських сільськогосподарських підприємств на світовому ринку. Основна мета статті полягає в розробці практичних підходів до створення й тестування апаратно-програмного засобу автоматизованого керування вентиляцією та кондиціюванням в умовах теплиці.

Ключові слова: вентиляція, кондиціювання, комп'ютерно-інтегрована технологія, автоматизація, теплиця.

Abstract

In order to increase the yield of crops, the issue of development and implementation of technologies for automation and digitization of the production processes of growing agricultural plants in industrial greenhouses is being updated. The integration of computer technologies has a positive effect on the re-equipment of the software and technical base in the agricultural sector, which stimulates the increase of indicators of investment attractiveness and long-term sustainability of Ukrainian agricultural enterprises on the world market. The main goal of the article is to develop practical approaches to the creation and testing of a hardware and software tool for automated control of ventilation and air conditioning in greenhouse conditions.

Key words: ventilation, air conditioning, computer-integrated technology, automation, greenhouse.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШТУЧНИМ ДООСВІТЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ

*Ємашев Дмитро Олександрович, студент,
dmytro.yemashev.kita@donntu.edu.ua;*

*Теличко Ганна Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри АТ,
hanna.telychko@donntu.edu.ua
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна*

Відомі дослідження та публікації.

Під час аналізу актуальних на сьогоднішній день нормативних документів [1, 2] і наукових джерел [3, 4] були систематизовані загальні вимоги до показників інтенсивності та часового інтервалу освітлення культур в умовах промислових теплиць, а саме:

- у розсадних блоках промислових теплиць гранична інтегральна інтенсивність освітлення має бути не менше 25 Вт/м² ФАР (фотосинтетична активна радіація), а гранична добова кількість ФАР – не менше 250 Вт·год/м²;

- в овочевих блоках промислових теплиць гранична інтегральна інтенсивність освітлення має бути для огірків не менше 80 Вт/м² ФАР та для томатів – не менше 95 Вт/м² ФАР, а гранична добова кількість ФАР для типових овочевих культур під час плодоношення – не менше 900 Вт·год/м²;

- у період зростання культур за умов використання систем штучного доосвітлення для розсади і сіянців рекомендовано приймати інтенсивність опромінення на рівні 80 Вт/м², а для овочевих культур – у діапазоні від 80 Вт/м² до 160 Вт/м²;

- для огірків рекомендовано використовувати системи доосвітлення з наступним розподілом енергій за спектральним складом: у діапазоні від 380 нм до 490 нм – до 20 %, від 490 нм до 590 нм – до 40 %, від 590 нм до 700 нм – до 40 %.

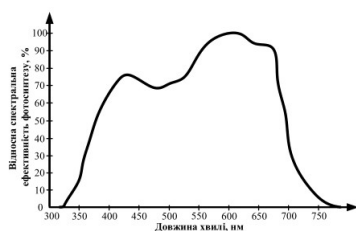


Рисунок 1. Структурна схема регулювання мікроклімату в приміщенні на базі нечіткої логіки

Адже, накопичення біомаси культур і швидкість процесів фотосинтезу й евапотранспірації, безпосередньо залежать від кількості енергії, яка трансформується в біохімічні зв'язки наведені на рис.1.

Постановка задачі.

- Аналіз існуючих підходів та схем регуляторів на основі нечіткої логіки для задачі керування доосвітленням;

- Дослідження нейрофізіологічного підґрунтя фазі-логіки та виявлення особливостей застосування математичного апарату фазі-логіки у системі автоматичного керування штучним доосвітленням теплиць;

- Розробка математичної моделі частини системи керування штучним доосвітленням теплиць на основі правил нечіткої логіки.

Основний матеріал та результати досліджень.

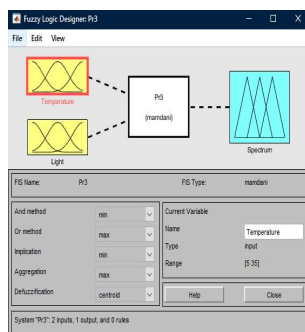


Рисунок 2. Інтерфейс налаштування нечіткої моделі обробки даних

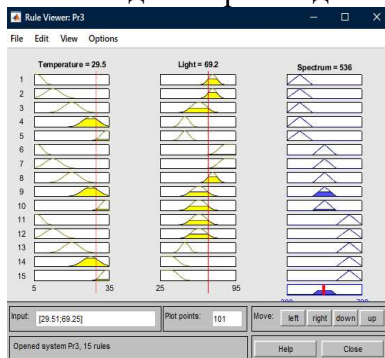


Рисунок 3. Графічна інтерпретація синтезованої бази правил

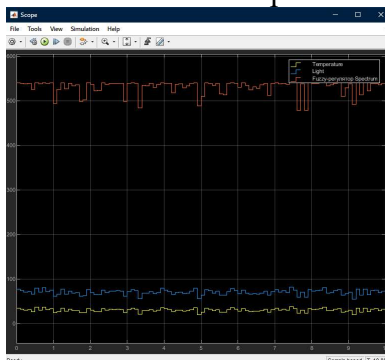


Рисунок 4. Залежності вихідного сигналу (Spectrum) від входних сигналів (Temperature та Light): а) Temperature – жовтий сигнал, б) Light – блакитний сигнал; в) Spectrum – помаранчевий сигнал

Логіка моделювання системи є наступною: на вході відбувається зчитування інформації з датчиків рівня освітлення і температури, а на виході детектуються сигнали керування світлодіодними світильниками. Під час побудови моделі використано методику п'ятирівневої системи трикутних входних функцій, яка дозволяє проводити зняття даних із датчиків максимально прецизійно.

У даному випадку на мікроконтролер з датчиків поступають дані температури ($5...35^{\circ}\text{C}$) та інтенсивності освітлення ($25...95 \text{ Вт/м}^2$) в теплиці, а на виході з нього отримуємо вихідні сигнали довжин хвиль спектру світла ($380...700 \text{ нм}$). [1-2, 4].

Алгоритмічне забезпечення у вигляді фазифікованої бази правил, яке становить основу вбудованого програмного забезпечення досліджуваної технології, було розроблено і протестовано в середовищі Matlab & Simulink, як показано на рис. 2 і 3.

На рис. 4 наведено осцилограми залежності вихідного сигналу спектру світла (Spectrum) від входних сигналів температури та інтенсивності освітлення (Temperature та Light).

Висновки.

Під час досліджень було обґрунтовано компонентну базу та розроблено структурну схему апаратно-програмних засобів технології керування доосвітленням. У результаті було синтезовано й протестовано комп'ютерну модель, яка реалізується на мікропроцесорній техніці та алгоритмах теорії нечіткої логіки для керування інтенсивністю й спектральним складом світло-

діодних світильників у теплицях. Реалізовано і експериментально досліджено макетний зразок системи керування штучним доосвітленням тепличних культур.

Література

1. Laktionov I. Concept of low cost computerized measuring system for microclimate parameters of greenhouses / I. Laktionov, O. Vovna, A. Zori // Bulg. Journal of Agric. Science. – 2017. – Vol. 23 (4). – P. 668–673.
2. Laktionov I. Concept of low cost computerized measuring system for microclimate parameters of greenhouses / I. Laktionov, O. Vovna, A. Zori // Bulg. Journal of Agric. Science. – 2017. – Vol. 23 (4). – P. 668–673.
3. Vu Q.M. Automated Wireless Greenhouse Management System: Master of Engineering Thesis / Q.M. Vu. – Palmerston North: School of Engineering and Advanced Technology Massey University, 2011. – 173 p.
4. Бережний, М.О. Розробка та дослідження електронної системи контролю вологості тепличних ґрунтів на базі нечіткої логіки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 171 Електроніка – ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ 2021.

Анотація

Основна мета статті полягає в розробці наукових підходів до створення й тестування комп'ютерно-інтегрованої технології керування штучним доосвітленням в умовах аграрних виробництв захищеного ґрунту. Під час досліджень було обґрунтовано компонентну базу та розроблено структурну схему апаратно-програмних засобів технології керування доосвітленням. У результаті було синтезовано й протестовано комп'ютерну модель, яка реалізується на мікропроцесорній техніці та алгоритмах теорії нечіткої логіки для керування інтенсивністю й спектральним складом світлодіодних світильників у теплицях. Реалізовано і експериментально досліджено макетний зразок системи керування штучним доосвітленням тепличних культур. Реалізовані апаратно-програмні засоби комп'ютерно-інтегрованої технології дозволяють в автоматичному режимі керувати параметрами світлодіодних світильників із обліком типів і періодів вегетації вирощуваних сільськогосподарських культур.

Ключові слова: штучне доосвітлення, комп'ютерно-інтегрована технологія, автоматизація, теплиця, нечітка логіка.

Abstract

The main goal of the article is the development of scientific approaches to the creation and testing of computer-integrated artificial lighting control technology in the conditions of agricultural production of protected soil. During the research, the component base was substantiated and a structural diagram of the hardware and software tools of the lighting control technology was developed. As a result, a computer model was synthesized and tested, which is implemented on microprocessor technology and fuzzy logic theory algorithms for controlling the intensity and spectral composition of LED lights in greenhouses. A mock-up model of the control system for artificial additional lighting of greenhouse crops was implemented and experimentally studied. The implemented hardware and software tools of computer-integrated technology allow to control the parameters of LED lamps in automatic mode, taking into account the types and periods of growing crops.

Keywords: artificial lighting, computer-integrated technology, automation, greenhouse, fuzzy logic.

СЕКЦІЯ 4

**«Енергетика, електротехніка, електромеханіка та
ВДЕ»**

ЗДІЙСНЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ ІЗ ВДЕ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Остренко Д.О., асистент, dmytro.ostrenko@gmail.com;

Колларов О.Ю., к.т.н, доцент, kollarov@gmail.com

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Луцьк, Україна

Короткострокове прогнозування навантаження необхідне для планування, експлуатації і управління енергосистемою. Воно застосовується, системними операторами, елементами системи генерації та диспетчерами електроенергії. У даній роботі прогнозування за навантаження було виконано за допомогою ШНМ (штучних нейронних мереж). Через те, що профіль за навантаженням є різним для робочих та вихідних днів, для кращої ефективності прогнозування навчання ШНМ виконувалося окремо відповідно для вихідних й робочих днів. Сам набір складових у штучній нейронній мережі налічував 15 нейронів (в першому шарі – 7, в другому – 5, в останньому – 3) використовувався для прогнозування навантаження у обраному регіоні, а саме Волинської області. Деякі дані такі, як наприклад значення погодинної температура, вологості повітря, а також розподілу рівня вихідної енергії (рис. 1). Тож і модель ШНМ була навчена на вибірці погодинних даних за 5 років із 2014 до 2019 року і перевірена на даних поза вибіркою із 2020 року.

Актуальність досліджуваної теми. У момент проведення досліджень час на математичній моделі та фізичного стенду під назвою «Фотоелектрична станція» детальніше дослідженого в [1] була наголошена потреба у створенні системи прогнозування зміни погодних умов та роботи навантаження досліджуваної електричної мережі. До складу цієї системи, в якості штучного інтелекту включена й штучна нейронна мережа. Ця робота покликана дослідити ймовірність створення вище вказаної системи, а також дослідити можливість і її програмної реалізації.

Тому було поставлено за мету дослідження вище зазначених питань на установці «Фотоелектрична станція», а також на відповідній математичній моделі.



Рисунок 1 – Графік розподілу рівня вихідної енергії фотоелектричних панелей, як функція їх зовнішнього опромінювання (освітленості)

Під час тренування певний набір даних потрібен для здійснення тестової перевірки, він необхідне аби перевірити ефективність самої моделі на даних поза вибіркою й відповідно застосовується лише для прогнозування. Отримані результати в ході моделювання показали порівняння даних фактичного й прогнозованого навантаження.

Ефективність здійсненого прогнозу розраховується за допомогою щоденної пікової помилки прогнозу.

Так для дослідження вихідної генерації ФЕС у Волинській області, було обрано саме місто Луцьк і завдяки застосуванню відповідного програмного забезпечення було генерований представлений на рис. 2 розподіл переміщення джерела енергія – Сонця протягом одного року, що у свою чергу, завдяки зміні 4 рази на рік, більш детально даний момент досліджувався у [3], досягнути закріпленим (чи стаціонарним) фотоелектричним панелям мати максимальну продуктивність у генерації.

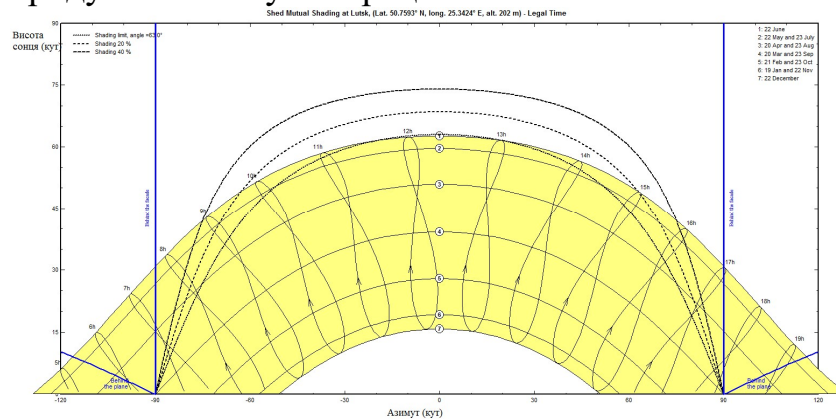


Рисунок 2 – Діаграма значення зміни кута нахилу групи фотоелектричних панелей для підтримки максимальної генерації

Також ще одним джерелом для навчання ШНМ є вхідний нормований графік (рис.3) коефіцієнту генерації вихідної електрики і її втрат у ФЕС, протягом календарного року

Тут не буде зайвим додати, що на рис.3 зображено три стовпчики:

1) втрати у лінії електропередач поміж джерелом живлення та інвертором, сюди можливо також віднести й втрати при зарядженні акумуляторних батарей або на інверторі;

2) втрати потужності у самому фотоелектричному модулі, тобто втрата енергії, котра відбувається всередині кожного фотоелектричного елементу панелі;

3) власне вихідна кількість електроенергії ФЕС.

Із представленої діаграми (рис. 3) можна побачити, що менші відносні втрати система має у зимовий час, однак слід мати на увазі, що цей графік не говорить кількість генерованої енергії, а говорить про коефіцієнт виробництва, котрий вимірюється у відносних одиницях. Тобто, звичайно, що генерація енергія за своєю кількістю буду більшою скоріше влітку, ніж

взимку, однак і втрати енергії, як у кількісному, так і дольовому значенні, теж більшим є влітку, згідно діаграми.

Сама енергосистема втрачає менше у дольовій кількості енергії взимку, через те, що вся енергія передається на зарядження акумуляторів і відразу на інвертором, а влітку виникає надлишок енергії, тому для того аби не було істотних втрати на піку генерації треба передбачити або додаткове навантаження або передавання надлишкової частини енергії в централізовану електромережу.

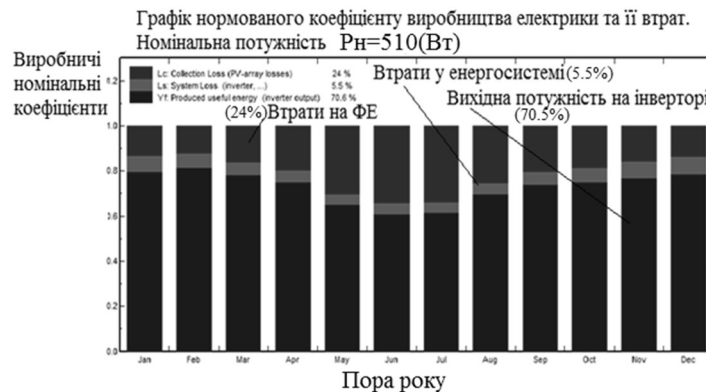


Рисунок 3 – Нормований графік коефіцієнту генерації вихідної електрики і її втрат у ФЕС, протягом календарного року

Маючи відтепер достатню базу даних для початку тренування ШНМ, про тип та метод тренування якої більш детально викладено у [4] можемо спершу виділити відповідну кількість даних тренування, перенавчання (або тестування) та перевірки (зазвичай, у дольовій кількості від загальної, ці дані складають – 60%/20%/15%), а потім задаючись бажаним (або припустимим) діапазоном помилки у тренуванні, власне і виконуємо його, що й представлено на рис. 4.

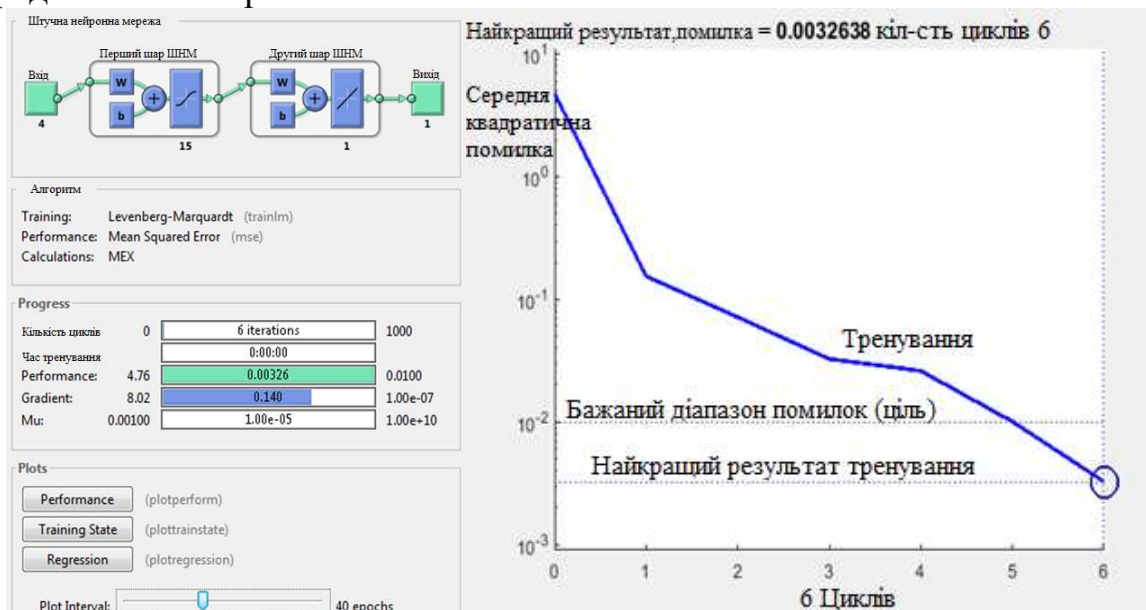


Рисунок 4 – Вигляд вікна тренування ШНМ із поточною інформацією про стан певних параметрів та графік зміни помилки під час тренування

Висновки. Під час виконання дослідження був проведений аналіз, наданий опис, та проілюстровані певні результати, щодо впровадження системи прогнозування за навантаженням у стенді під назвою «Фотоелектрична станція».

Наведені рішення дозволяють оптимальним чином обирати кількість вхідних параметрів та розмірність їх бази даних, аби здійснювати таке тренування ШНМ, щоб значення помилки належало до діапазону припустимих, котре обирають ще до самого тренування. Отримані результати дозволяють покращити відбір максимальної енергії у мережі.

Література

1. Колларов О.Ю., Остренко Д. О., "Проектування та розробка фотоелектричної станції ДВНЗ «Донецького національно технічного університету.", збірник «Наукові праці ДонНТУ», серія: Електротехніка і енергетика" №2 (25) '2021, Покровськ, с. 69-75;
2. Остренко Д.О., Колларов О.Ю. «Моделювання роботи фотоелектричної станції, з підтримкою максимального значення потужності.» Новітні технології в освіті, науці та виробництві: I Міжнародна науково- технічна інтернет-конференція, м. Дніпро 18 квітня 2019 р. – с 61-64
3. О. Ю. Колларов, Д.О. Остренко, «Аналіз впливу кута нахилу сонячних панелей на роботу електричної мережі з використанням ВДЕ.»", збірник «Наукові праці ДонНТУ», серія: Електротехніка і енергетика" №2 (23) '2020, Покровськ, с. 70-76;
4. О. Ю. Колларов, Д.О. Остренко, «Розробка нейронної мережі з характеристиками МРРТ контролера.»", збірник «Наукові праці ДонНТУ», серія: Електротехніка і енергетика" №1 (19) -2(20)'2018, Покровськ, с. 23-31;

Анотація

У даній роботі було досліджено можливість використання та отримування інформації від паралельної роботи стенду фотоелектричної станції та ШНМ із метою забезпечення прогнозу навантаження.

Також було виявлено оптимальну структуру й кількість початкових параметрів для застосування штучної нейронної мережі у загальну систему прогнозування за навантаженням. Окрім цього були представлені й результати математичного моделювання, а також тренування та перенавчання в ШНМ. Отримані результати дозволяють покращити відбір максимальної енергії у мережі.

Ключові слова: електрична мережа, фотоелектрична станція, штучні нейронні мережі, навантаження, графіки розподілу електроенергії, моніторинг електрики, інвертор.

Abstract

In this paper, the possibility of using and receiving information from the parallel operation of the photovoltaic plant stand and the ANN was investigated in order to provide a load forecast.

The optimal structure and number of initial parameters for the application of an artificial neural network in the general load forecasting system were also revealed. In addition, the results of mathematical modeling, as well as training and retraining in ANNs were also presented. The obtained results will allow to improve the selection of the maximum energy in the network.

Keywords: electrical network, photovoltaic plant, artificial neural networks, load, electricity distribution schedules, electricity monitoring, inverter.

ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІСЛЯ КОНТАКТУ З ВОДНЕМ

*Любименко О.М., к.ф.-м.н., доц. e.n.lyubimenko@gmail.com
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

Паливні елементи - це електрохімічні пристрої, що використовують водень, моноксид вуглецю або газоподібні органічні палива та кисень повітря для виробництва електричної та теплової енергії [1]. Крім того, в паливних елементах немає рухомих частин і мінімізована роль спалювання палива, що робить процес безшумним та екологічно чистим. Промисловість все більше використовує енергоустановки з паливними елементами, та виділяють три напрямки [1]:

- 1) стаціонарна енергетика: енергетичні установки для централізованого та розподіленого електро- та теплопостачання, джерела безперебійного живлення;
- 2) транспортна енергетика: енергетичні установки транспортних засобів, допоміжні силові установки;
- 3) портативна енергетика: джерела струму мобільних пристроях, зарядні пристрої, живлення різноманітних допоміжних пристроїв тощо.

В паливних елементах водень є одним з кращих видів палива із-за його фізико-хімічних властивостей. В Україні використання водневих технологій допоможе вирішити існуючі виклики для енергосистеми України, а саме:

- балансування енергосистеми;
- надійне енергопостачання;
- довгострокове зберігання відновлюваної енергії;
- перенесення добових та навіть сезонних змін попиту на електроенергію.

Застосовування в водневій енергетиці генераторів водню (електролізерів) та паливних елементів неуклінно зростає. Одним з основних елементів таких пристроїв є селективна протонпровідна мембрана. Тому цікаво провести дослідження водневопровідності мембран в апаратах водневої енергетики. В паливних елементах мембранний електродний блок (МЕБ) (рис.1), включає протонпровідну мембрану (ППМ), анод та катод, покритий шарами каталізатора (СК), газодифузійні шари (ГДС) [3].

На рис. 1 представлена схема процесів міграції газів і парів у водневому паливному елементі, що включає мембранний каталізатор. Тут процес 1 - зворотна дифузія води в ППМ від катода до аноду; процес 2 – проникнення водню від анода до катода без електрохімічного окиснення; процес 2.1 - проникнення водню від анода до катода з електрохімічним окисненням, з одночасним проникненням кисню (процес 3) та викликаній їм генерацією води (процес 4), процес 1.1 - проникнення кисню в ППМ (процес 3), що супрово-

джується реакцією з воднем з утворенням води (процес 1.1), процес 5 - проникність азоту [3]. Інші присутні в атмосфері та паливі газу, такі як He , CO , CO_2 , NH_3 та H_2S , також існують у паливному елементі.

Для того щоб забезпечити послідовну роботу системи паливних елементів необхідно додатково контролювати показниками температури та керувати потоком тепла. В залежності від типу паливного елемента, оптимальна температура може коливатися від кімнатної температури ($+25\text{ }^\circ\text{C}$) до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ [4], і будь-яке відхилення від заданого діапазону температур може призвести до зниження ефективності паливного елемента.

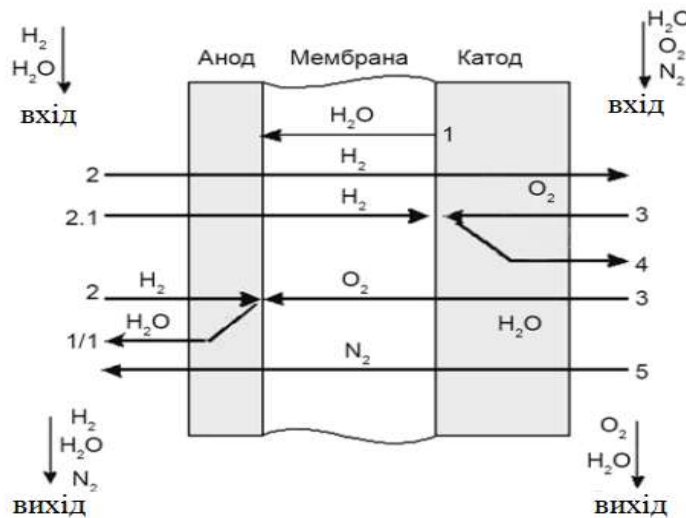


Рисунок 1 – Структурна схема процесів масопереносу у мембранному електродному вузлі [3].

Температура в паливному елементі не є однорідною, навіть коли є постійний газовий потік в каналах. Це відбувається за рахунок теплопередачі [5-7] від газу до поверхні елемента, а для певних типів паливних елементів - фазової зміни реагентів або продуктів. Для точного прогнозування температурно-залежних параметрів, а також швидкості реакції і транспортування необхідно точно визначити розподіл температури і тепла.

Конвективний теплообмін відбувається між поверхнею твердого тіла і газовими потоками, а провідний теплообмін відбувається в твердій та пористій структурах, в результаті чого формується градієнтний сплав водень - матеріал, зі змінними по перерізу властивостями [5-8] та зміною форми металу в результаті насичення воднем та зміни температури.

Приклад такої зміни форми зафіксовано експериментально в водородо-вакумній установці [5], та отримано залежності зміни форми від часу. Було показано [6-8], що при односторонньому насиченні воднем в умовах, відповідних α - області на діаграмі стану системи Pd-H , пластина зазнає вигин в два етапи.

На першому етапі вигин пластини розвивається досить швидко і максимальна стріла прогину досягається за 10-20 с. При цьому збільшення тиску

водню викликає досить сильне зростання максимального вигину пластини, так що при $P_{H2} = 0,43 \text{ МПа}$ стріла прогину досягає 10 мм.

На другому етапі насичення воднем пластина повільно розпрямляється. При цьому досягається або практично повна оборотність вигину, або має місце невеликий залишковий (стаціонарний) вигин.

У даній роботі була поставлена задача вивчити вплив додаткового вмісту водню на закономірності і масштаби формозміни паладієвої пластини для виготовлення паливного елемента при її односторонньому насиченні воднем.

В результаті дослідження встановлено експериментальні закономірності індукованого воднем формозмінення паладієвої пластини, визначено, що при насиченні воднем в металі формується тимчасовий градієнтний матеріал «метал-водень» і завжди виникають водневі концентраційні напруження. Це в свою чергу забезпечує ефективне планування та визначення часу проникнення водню в метал. Допомогає контролювати зміну форми та дозволяє регулювати режими роботи паливного елемента. Визначено, що максимальний вигин пластини відбувається при постійній температурі, та визначається двома фундаментальними властивостями системи Pd-H, а саме, коефіцієнтом дифузії і рівноважної розчинності водню в паладії. Проте при зміні температури змінюється коефіцієнт дифузії водню в паладії і рівноважна концентрація водню в паладії, що обумовлює температурну залежність остаточного вигину ($y_{\min}$) пластини та його змінення (як зростання так і зменшення) при її односторонньому насиченні воднем.

Наукова новизна полягає у використанні відомого матеріалу паладію, який при контакті з воднем стає тимчасовим градієнтним сплавом зі змінними фізичними властивостями. Встановлено, що теплообмін в пластині і енергетична рівновага навколо пластини базуються швидкості на теплового потоку, що виникає під час реакцій в паливних елементах і втратах тепла, які відбуваються в паливному елементі.

Література

1. <http://www.inenergy.education/articles/bazovaya-informatsiya/chto-takoe-toplivnyy-element/>
2. Бекман И.Н., Бессарабов Д.Г., Бунцева И.М. Ватематическое и программное обеспечение экспериментов по изучению нестационарной водородопроницаемости мембран, используемых в мембранных электролизерах и водородных топливных элементах. Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2015;(21):55–69. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2015.21.007>
3. Герятовіч М. В. Вітро–сонячний комплекс з воднево акумулюючої установкою // Радіоелектроніка, електротехніка та енергетика. Т. 3: 13 Міжнар. наукова технічна конф. студентів і аспірантів, Москва, 1–2 березня 2007: Додати тез. доп. – М., 2007. №3. С. 353
4. Гольцов В. А. Установка, методика и результаты исследования водородоупругой деформации палладиевой пластины / В. А. Гольцов, Е. Н. Любименко, Ж. Л. Глухова // Физико–химическая механика материалов. – 2009. – Т. 45, № 5. – С. 55–60.

5. Любименко О. М. Експериментальне дослідження поведінки пластини з палладію при додатковому насиченні воднем при 150 °С. // Фізика і хімія твердого тіла. – 2015 – Т. 16, № 3. – С.549 – 552.
6. Гольцова М.В., Экспериментальные закономерности и феноменологическая модель формоизменения палладиевой пластины при ее одностороннем насыщении водородом // Альтернативная энергетика и экология. –2014. –№ 1. –С. 152–166.
7. Водородные концентрационные напряжения: термодинамическое описание и математическое моделирование / Ж. Л. Глухова, В. А. Гольцов, Т. А. Щеголева, Е. Н. Любименко // Металлофизика и новейшие технологии. – 2009. – Т. 31, № 3. – С. 333–342.
8. Любименко Е. Н. Формоизменение палладиевой пластины, индуцированное водородом / Е. Н. Любименко // Физико–химическая механика материалов. – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 83–88.

Анотація

Виконанні дослідницькі роботи по визначенню впливу на паливні елементи температури та зміни форми елементів (пластини) при контакті з воднем. Підтверджено, що формозміна пластини з градієнтного сплаву α -PdH_n розвивається в два етапи. В результаті дослідження встановлено експериментальні закономірності індукованого воднем формозмінення палладієвої пластини, визначено, що при насиченні воднем в металі формується тимчасовий градієнтний матеріал «метал-водень» і завжди виникають водневі концентраційні напруження. Визначено, що максимальний вигин пластини відбувається при постійній температурі, та визначається двома фундаментальними властивостями системи Pd-H, а саме, коефіцієнтом дифузії і рівноважної розчинності водню в палладії. Проте при зміні температури змінюється коефіцієнт дифузії водню в палладії і рівноважна концентрація водню в палладії, що обумовлює температурну залежність остаточного вигину ($u_{\min}$) пластини та його змінення (як зростання так і зменшення) при її односторонньому насиченні воднем.

Ключові слова: паливний елемент, температура, дифузія, формо змінення, температура, водень.

Abstract

Performing research to determine the effect of temperature on fuel cells and changes in the shape of the elements (plates) in contact with hydrogen. It is confirmed that the deformation of the α -PdH_n gradient alloy plate develops in two stages.. It is determined that the maximum bending of the plate occurs at a constant temperature, and is determined by two fundamental properties of the Pd-H system, namely, the diffusion coefficient and equilibrium solubility of hydrogen in palladium. However, when the temperature changes, the diffusion coefficient of hydrogen in palladium and the equilibrium concentration of hydrogen in palladium change, which determines the temperature dependence of the final bending ($u_{\min}$) of the plate and its change (both increase and decrease) with unilateral hydrogen saturation.

Key words: fuel cell, temperature, diffusion, form of change, temperature, hydrogen.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 «Інформаційні технології, телекомунікації та кібербезпека».....	3
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СЕРЕДОВИЩА МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ Жабко О.С., Воропаєва А.О.....	4
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ Єжова Є.О.....	7
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В КРИПТОГРАФІЧНОМУ ЗАХИСТІ ІНФОРМАЦІЇ Нікітенко А.О.....	11
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ МЕНЕДЖЕРІВ У ДИНАМІЧНОМУ БІЗНЕС СЕРЕДОВИЩІ Бекетова А.П.	15
РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ З ВБУДОВАНОЮ МОДЕЛЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Хома Д.Ю., Ануфрієв П.О.	18
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ VPN РІШЕНЬ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ОБ'ЄКТАМИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ Садовніченко М.В., Воропаєва В.Я.....	22
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ГОЛОСОВОГО ОПОВІЩЕННЯ ПРО НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ Савьолкова Д.О., Воропаєва А.О.....	25
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ ПРИФРОНТОВОГО МІСТА Гринчій В.С., Воропаєва А.О....	28
АНАЛІЗ АРХІТЕКТУР НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ Жуковська Д.О.....	31
ІМІТАЦІЙНЕ КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ Любименко О.М., Штепа О.А.	35
СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА MOODLE НА БАЗІ SCORM КОМПОНЕНТ М. Луценко, Є. Башков.....	38
БЕЗПРОВІДНІ КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ І СТАНДАРТИ СУМІСНОСТІ ІОТ Гусак М.О.....	41
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ Голдін О.М., Теличко Г.О.....	44
СЕКЦІЯ 2 «Електроніка, радіоелектронні пристрої»	48
ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ Циплаков С.О., Шейна Г.О.....	49
ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ Черноус Д.В.	52

СЕКЦІЯ 3 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології».....	55
ІНТЕГРАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ДИФУЗІЙНИМ ВІДДІЛЕННЯМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ Зігунов О.М., Заїка В.І., Стеценко Д.О.,	56
ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ NODE-RED ДЛЯ ЗАСТОСУНКІВ ПОТ Ступак М.В.	59
ТЕХНОЛОГІЇ RFID В КОНТЕКСТІ ВИРІШЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ Ступак Г.В.	62
ПРОЕКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОСНАСТКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕНДОПРОТЕЗУ КОЛІННОГО СУГЛОБА Мірошниченко О.В., Сергієнко В.А.....	65
РОЗРОБКА ВИМОГ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ АЕРОГАЗОВОГО ЗАХИСТУ НА ВУГІЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ Кайдаш Г.С., Вовна О.В.	69
ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ВИМОГ ДО МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ УСТАНОВКИ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ Чигасов Я.О., Вовна О.В.	73
ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СТРУКТУРИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ СПАЛЮВАННЯ Моногаров Д.А., Вовна О.В.....	76
РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОПІЛОТУ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ CARLA Сердюков Д.Ю., Назарова І.А.....	79
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ В АВТОКОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ Токарева О.В., Придятько Д.Р.....	82
ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ Какоєв А.А., Теличко Г.О.	85
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СФЕР ВИКОРИСТАННЯ М'ЯКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ Жарікова І.В., Придятько Д.Р.....	89
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ ВІДДАЛЕНОГО СЕЛИЩА Романенков Д.О., Рогожин А.В.	92
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯМ В ТЕПЛИЦЯХ НА БАЗІ ПРАВИЛ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ Григоренко Д.І., Теличко Г.О.	96
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШТУЧНИМ ДООСВІТЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ Ємашев Д.О., Теличко Г.О.....	99

СЕКЦІЯ 4 «Енергетика, електротехніка, електромеханіка та ВДЕ»	102
ЗДІЙСНЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ ІЗ ВДЕ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Остренко Д.О., Колларов О.Ю.	103
ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІСЛЯ КОНТАКТУ З ВОДНЕМ Любименко О.М.	107

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**«ТАК»:
Телекомунікації, автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані та інформаційні технології**

Збірка доповідей Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених
(Луцьк, 1 грудня 2022 р.)

Редагування, коректура та комп'ютерна верстка *Гліб Ступак*

Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 15,4
Тираж 300 прим.



Видавець та виготовлювач: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», юридична адреса: пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, Донецька обл., 85300, фактична адреса: вул. Софії Ковалевської, 29, м. Луцьк, Волинська обл., 43012, Україна

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи: серія ДК №4911 від 09.06.2015