

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE



VII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агаєв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Розроблення структурної схеми модуля автоматизації на базі RFID - технологій

Софія Хрустальова¹, Світлана Вишванюк¹

1. Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics (CITAR),
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine,
Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166,, email: svitlana.vyshvaniuk@nure.ua

Анотація: Дана робота присвячена розробці експериментального макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва з використанням RFID – технологій. Для цього було проведено аналіз сучасних автоматизованих систем обліку на складі та показані їх недоліки. Для усунення вказаних недоліків, було розроблено структурну та функціональну схему макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва, що дало можливість обрати апаратні модулі, на базі яких буде зібрано експериментальний макет.

Ключові слова: склад, ІоТ, системи керування, RFID.

I. ВСТУП

В сучасному світі, де вимоги до ефективності та точності виробництва невпинно зростають, розробка автоматизованих модулів обліку готової продукції стає надзвичайно актуальним завданням. За роки сталого та стрімкого розвитку технологій Інтернету речей (ІоТ), ця галузь стала країною необмежених можливостей, які дозволяють переосмислити та оптимізувати процеси виробництва, а також забезпечити високу якість та точність обліку готової продукції [1].

Завдяки зростанню обсягів виробництва та зменшенню ресурсів, витрачених на виробництво, підприємства та виробники все більше вдосконалюють свої процеси. І в цьому контексті, модулі обліку готової продукції, інтегровані з ІоТ, надають безцінний внесок у підвищення ефективності виробництва, покращення контролю над процесами та зниження витрат [2].

Але незважаючи на переваги від впровадження таких систем, вони мають ряд недоліків:

- вразливість до технічних проблем: Сучасні системи можуть бути вразливі до технічних проблем, таких як збої обладнання або програмного забезпечення. Це може призвести до втрати даних або зупинки виробництва;

- складність впровадження: Встановлення та налаштування нової системи може бути складним завданням і вимагати значних зусиль та часу. Це може створити перерви в роботі підприємства під час переходу на нову систему;

- обмежена гнучкість: Деякі системи можуть бути обмежені в можливості адаптуватися до змін виробництва або бізнес-процесів підприємства.

В наслідок чого дослідження шляхів для виправлення або мінімізації вище перерахованих недоліків, завдяки розробці нових структурних рішень системи автоматизації обліку готової продукції на виробництві, є актуальним дослідженням, якій має не тільки наукову, але й практичну значимість.

II. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ Estler та інші використовували технологію радіочастотної ідентифікації (RFID) в логістиці, розподілі та складуванні, в основному для ідентифікації та визначення місця розташування продуктів, вантажних приміщень, коробок, піддонів, робочих та інших об'єктів, а також прикріпив електронні метки RFID до відповідних цільових об'єктів для реалізації відстеження в режимі реального часу. Місцезнаходження готової продукції на складі і розуміння в режимі реального часу кількості, локалізації, умов поставки та виходу готової продукції на склад [3]. Технологія RFID може покращити ланцюг поставок і забезпечити ефективне управління для скорочення витрат на складах. Justinvil та інші запропонували оптимізацію управління трьохмерним зберіганням, комплектацією та розподілом на основі RFID в ланцюзі поставок одягу. Шляхом розробки технології розвертання RFID і застосування електронних методів RFID пропонується трьохмерний складський центр із застосуванням RFID і оптимальним управлінням маршрутом комплектування кінцевого розподілу, щоб підвищити ефективність і точність зберігання, збір та дистрибуцію [4]. Kul'ga об'єдналася з SAINT ANGELO для розробки системи управління виробництвом і логістикою на основі технології RFID і системи управління дистрибуцією. Через систему управління виробництвом він контролює хід виробництва в режимі реального часу. Він також має технологію обробки виробничих даних, яка може ефективно обробляти великий обсяг даних, що передаються системою RFID. Використання технології RFID в процесах зберігання і розподілу може реально підвищити ефективність управління складуванням і розподілом. Структура автоматизованої системи з використанням технології RFID у складському виробництві приведена на рисунку 1.

Вона складається з наступних елементів:

- RFID read/write device, апаратний модуль для запису та зчитування RFID методу;
- the target object enters the warehouse, об'єкт ідентифікації в системі автоматизації;
- Enter the Information of the target, вивід для оператора та самої системи за технологією M2M, інформацію про розпізнаний об'єкт;
- Central database, база даних для збереження інформації. Дає можливість аналізувати та контролювати ланцюг поставки на складі;
- RFID Information Management system, елемент системи Central database, яка реалізує базу даних співвідношень кодів RFID до певного об'єкту на складі.

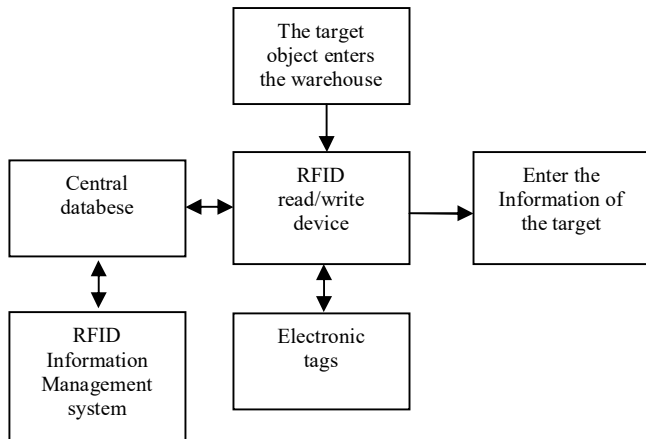


Рисунок 1 – Структура автоматизованої системи з використанням технології RFID у складському виробництві

Базуючись на запропонованій структурі автоматизованої системи з використанням технології RFID у складському виробництві (рис.1), розробимо функціональну схему, на базі якої потім можна буде провести аналіз та обрати апаратні модулі, та програмне забезпечення для її реалізації. Розроблена функціональна схема макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва, приведена на рисунку 2.

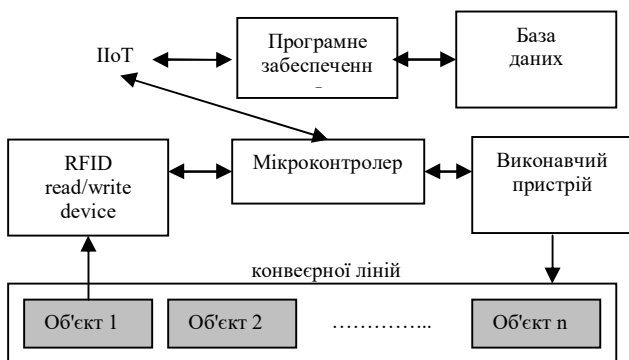


Рисунок 2 – Функціональна схема макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва

Пояснимо принцип роботи розробленої функціональної схеми макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва. Нехай об'єкт1, об'єкт2, ..., об'єкт n – об'єкти в складській системі, які потрібно розпізнати та ідентифікувати, при умові, що всі вони мають RFID мітку. Всі об'єкти фізично знаходяться на конвеєрній лінії, це забезпечить динамічність та швидкість обробки, та дає можливість не втрачати часу, поки іде обробка та прийняття рішень. Після прийнятого рішення, розпізнаний об'єкт за допомогою виконавчого пристрою, буде переміщений відповідно до поставленої мети. Для зчитування RFID міток, буде використовуватися апаратний модуль RFID read/write, завдання якого буде зчитувати дані для ідентифікації об'єктів, для майбутнього розпізнавання. Отримана інформація потрапляє на мікроконтролер.

Мікроконтролер – це апаратний модуль, який працює на базі мікроконтролера (AtMega, STM), та обробляє отримані дані для передачі їх через мережу IoT. Внаслідок чого, першим параметром для вибору апаратного модуля, є наявність модуля бездротового зв'язку або роз'єму для підключення витої пари. Отримані дані поступають на програмне забезпечення, яке пов'язано з базою даних. Отриманий результат з бази даних через мережу IoT надходить на мікроконтролер, який в залежності від отриманих даних приймає рішення по керуванню виконавчого пристрою, що дозволяє провести сортування об'єкта в залежності від його вмісту.

Наступним кроком, проведемо аналіз та оберемо апаратні модулі для реалізації функціональної схеми макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва, представленої на рисунку 2 з урахуванням, що це буде експериментальний макет.

У вигляді модуля RFID read/write device пропонується використовувати RFID RC522, загальний вигляд якого представлено на рисунку 3.



Рисунок 3 – Загальний вигляд модуля RFID RC522 [5]

RC522 – це популярний модуль RFID (Radio-Frequency Identification), який використовується для бездротового зчитування та запису інформації на RFID-мітки та картки. Ось основні характеристики модуля RFID RC522:

- частотний діапазон 13,56 МГц, який є однією зі стандартних частот для RFID-комунікації;
- інтерфейс зв'язку з мікроконтролером, включаючи SPI (Serial Peripheral Interface) та UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter);
- дальність зчитування модуля RC522 залежить від антени та типу RFID-міток, але в середньому вона складає від кількох сантиметрів до декількох десятків сантиметрів;
- швидкість зчитування передачі даних, зазвичай, від 9600 біт/с до 115200 біт/с;
- підтримка стандартів, таких як MIFARE Classic 1K, MIFARE Classic 4K, MIFARE Ultralight, інші MIFARE-коди, а також ISO/IEC 14443 A;
- живлення від напруги 3,3 В, але деякі версії можуть працювати в діапазоні 2,5 В - 5 В;
- захист від колізій, завдяки вбудованим алгоритмам управління колізіями, який дозволяє ефективно взаємодіяти з багатьма RFID-мітками в одному полі.

RC522 – це дуже популярний RFID-модуль, який знаходить застосування у багатьох проектах з автоматизації та безпеки, включаючи системи контролю доступу, ідентифікації та слідкування.

В ролі мікроконтролера, пропонується в рамках даних досліджень з розробки макета автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва використовувати модуль ESP8266 NodeMCU CH9102 ESP-12E, загальний вигляд якого представлено на рисунку 4.



Рисунок 4 – ESP8266 NodeMCU CH9102 ESP-12E [6]

ESP8266 NodeMCU CH9102 ESP-12E – це один з популярних мікроконтролерів, який використовується для розробки IoT-проектів та вбудованих систем. Ось основні характеристики цього модуля:

- мікроконтролер ESP-12E від компанії Espressif Systems. Це високопродуктивний мікроконтролер на основі процесору Tensilica L106, який працює на частоті 80 МГц;

- бездротовий зв'язок через Wi-Fi 802.11 b/g/n, що дозволяє підключати пристрої до мережі Інтернет.

- інтерфейси, включаючи GPIO, I2C, SPI, UART та інші, що робить його дуже універсальним для різних застосувань;

- флеш-пам'ять розміром 4 МБ для зберігання програмного коду та даних;

- живлення в діапазоні напруги від 3,3 В, велика частина версій підтримує живлення через USB-порт або зовнішні джерела живлення;

- ESP8266 NodeMCU можна програмувати на різних мовах програмування, включаючи Arduino IDE, Lua, MicroPython, та інші;

Та останнім апаратним модулем для реалізації макета потрібно обрати тип виконавчого пристрою. В реальних умовах це може бути якийсь двигун, наприклад, що керує переключенням напрямку переміщення об'єктів, в умовах експериментального макета оберемо серводвигун, який буде моделювати якісь-то дії, але в майбутньому його можна буде замінити на реле або інший виконавчий пристрій.

З точки зору реалізації програмного забезпечення для автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва, планується розробка програми для ESP8266 NodeMCU CH9102 ESP-12E провести в середовищі Arduino IDE 2.1 [7], а розробку програмного забезпечення з інтерфейсом користувача (HMI) використовувати архітектуру «клієнт-сервер» на базі протоколу HTTPS [8], тобто використовувати Web

орендовану архітектуру. Внаслідок цього, База Даних буде реалізована на базі СУБД MySQL, на базі сервера Apache [9].

III. ВИСНОВКИ

В рамках даних досліджень, автори провели аналіз сучасних автоматизованих систем обліку на складі сучасного виробництва. В результаті якого було виявлено ряд недоліків, таких як: обмежена гнучкість, вразливість до технічних проблем, складність впровадження. Це послужило відправною точкою для постановки завдання дослідження, з метою покращення сучасних систем обліку на складі сучасного виробництва. Для досягнення поставленої мети, в рамках даних досліджень, було розроблено загальну структуру автоматизованої системи з використанням технології RFID у складському виробництві, що дозволило запропонувати функціональну схему макету автоматизованої системи обліку на складі сучасного виробництва. На базі функціональної схеми макета, для розробки експериментального макета було обрано апаратні модулі та середовище розробки, як для мікроконтролера, так і запропоновано підхід для реалізації інтерфейса користувача (HMI) з використанням Web орендованої архітектури.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Madina, K. (2023). Regulatory Framework for the Formation of Costs Associated with the Production and Sale of Products. *Central Asian Journal of Innovations on Tourism Management and Finance*, 4(2), 67-72. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KHR8X>
- [2] Abdullaev Abdurauf. (2022). Problems Of Production Accounting And Processing Agricultural Products In The Conditions Of Market Relations. *International Journal Of Research In Commerce, It, Engineering And Social Sciences* ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876, 16(06), 129–134. Retrieved from <http://www.gejournal.net/index.php/IJRCIESS/article/view/684>
- [3] A. Estler, M. Bongers, C. Thomas, G. Hefferman, and G. Grzinger, "Application of a metal artifact reduction algorithm for c-arm cone-beam ct: impact on image quality and diagnostic confidence for bronchial artery embolization," *Cardio Vascular and Interventional Radiology*, vol. 42, no. 10, pp. 1449–1458, 2019..
- [4] G. N. Justinvil, E. M. Leidholdt Jr., S. Balter et al., "Preventing harm from fluoroscopically guided interventional procedures with a risk-based analysis approach," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 16, no. 9, pp. 1144–1152, 2019.
- [5] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>
- [6] Arduino IDE 2.2.1. Advance: <https://www.arduino.cc/en/software>
- [7] Dong, W., Zhou, H., Wu, R. et al. Acupuncture methods for insomnia disorder in the elderly: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst Rev*

- 12, 124 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02287-1>
- [8] Wahyudi, J., Asbari, M., Sasono, I., Pramono, T., & Novitasari, D. (2022). Database Management Education in MYSQL. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(2), 2413-2417. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i2.4570>
- [9] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.
- [10] Khalid, M. S., Yevsieiev, V., Nevliudov, I. S., Lyashenko, V., & Wahid, R. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70.1, 139-145.
- [11] Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542
- [12] Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455.
- [13] Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473.
- [14] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In *2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)* PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
- [15] Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.