

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]



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



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



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

Харків 2023

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



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
- Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
- Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
- Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
- Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
- Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
- Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – 386с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 386p with.

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

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 6 від 01.05.2023

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

©ХНУРЕ, 2023 рік

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОБОТИ ЗАСОБІВ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРСОНАЛУ ПРИЛАДОБУДІВНОГО ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ESP32-CAM

Юрченко Олег Дмитрович

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: oleh.iurchenko@nure.ua

Анотація: В даній роботі буде розглянуто сучасний підхід реалізації розумного виробництва, які використовують концепції Індустрії 4.0 та Інтернету речей. Також буде розглянуто системи моніторингу як невід’ємну складову надійної роботи під час виробничих процесів.

Ключові слова: Індустрія 4.0, розумне виробництво, виробничий процес, датчик, система моніторингу.

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM FOR PRODUCTION EQUIPMENT AND PERSONNEL WORK MONITORING IN THE INSTRUMENT ROOM USING ESP32-CAM

Yurchenko Oleg Dmytrovych

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14
E-mail: oleh.iurchenko@nure.ua

Annotation: This article considers a modern approach to implementation of Smart Manufacturing that use the concepts of Industry 4.0 and Internet of Things. Monitoring systems as an integral part of reliable production during manufacturing.

Key words: Industry 4.0, Smart Manufacturing, manufacturing process, sensor, monitoring system

В сучасному виробництві, яке включає в себе концепції та нововведення Industry 4.0, велику роль у ефективності роботи технічного обладнання та впроваджених технологій, а також у забезпеченні високого рівня надійності системи відіграють системи моніторингу, які дозволяють у реальному часі спостерігати, аналізувати та виявляти помилки роботи засобів виробництва та персоналу. У роботі буде розглянуто тенденції сучасного виробництва, використання різних систем моніторингу на виробництві та їх порівняння.

Тенденції розвитку сучасного світу ведуть до збільшення обсягів інформації, підвищення вимог до її точності і своєчасного подання для аналізу і ухвалення рішень в режимах реального часу, вимагають перегляду підходів до використання високих технологій та їх ролі в різних сферах діяльності людини, що, у свою чергу, потребує змінити підходи до промислових технологій [1].

Концепція Industry 4.0 дозволяє впровадити усі вище перелічені умови в одну систему автоматизованого виробництва в режимі реального часу. Загалом, Industry 4.0 – це термін, що визначає тенденцію до автоматизації та обміну даними (наприклад Big Data) у виробничих технологіях і процесах. Загальними положеннями Industry 4.0 виділяють наступні пункти:

– кіберфізична система (Cyber Physical System) – система, в якій різноманітні засоби автоматизації, механізми знаходяться у постійному стані моніторингу та контролюються комп’ютерними алгоритмами. Простіше кажучи, кіберфізичні системи створюють віртуальні копії реальних об’єктів, дозволяє управляти їх фізичним станом та процесами [2];

– інтернет речей (IoT) – технологія, яка використовує Інтернет для передачі та обміну даними між різними засобами автоматизаціями, датчиками, пристроями як без участі людини,

так і використовуючи людини як зовнішній вплив на систему (наприклад, реагування системи розпізнавання жестів на команди людини);

– розумне виробництво (Smart Manufacturing) – вид виробництва, яке має за основу використання засобів автоматизацій, що дозволяє керувати системою без участі людини.

1 СУЧАСНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ЙОГО СИСТЕМА ДАТЧИКІВ. Industry 4.0 сприяє тому, що називають «розумною фабрикою» і на основі чого повинні створюватися та підтримуватися сучасні виробництва.

Поняття «розумне виробництво» не має чітких факторів та якостей, якими можна було б його описати. Тобто, під цим поняттям іноді розуміють активний розвиток роботизації, автоматизація як виробничих, так і управлінських процесів. Е. Філос, координатор ІКТ-проектів в сьомий рамковій програмі Європейського Союзу з науково-технічного співробітництва, розділяє фабрики майбутнього на три основних типи – цифрові (Digital), «розумні» (Smart) і віртуальні (Virtual) [3].

Цифрові фабрики використовують засоби цифрового проектування і моделювання (САПР) для досягнення поставлених цілей. Головні технології, які використовуються:

- CAD – система автоматизованого проектування;
- CAM – система автоматизованого виробництва (технологічної підготовки виробництва);
- CAE – система автоматизованої розробки;
- верстати з ЧПУ.

Розумна фабрика – це модель фізичного об'єкту або процесу на виробництві, здатністю якої є можливість регулювання та управління цими об'єктами або процесами, використовуючи хмарні, Інтернет технології та інше. Такі фабрики зазвичай є досить гнучкими та підлягають високому рівню автоматизації. Основні технології, які впроваджуються:

- APS – вдосконалене планування виробництва;
- MES – система управління виробничими процесами;
- IoT – індустріальний Інтернет речей;
- Big Data – великі дані.

Віртуальна фабрика являє собою більш абстрактну версію як цифрових так і розумних фабрик, які об'єднуються в одну мережу. Така фабрика дозволяє створювати віртуальну модель всіх управлінських, організаційних, технологічних, логістичних процесів для забезпечення ефективного планування постачання та використання ресурсів виробництва.

Основними технологіями виділяють:

- ERP – планування ресурсів підприємства;
- CRM – управління відносинами з клієнтами;
- SCM – управління ланцюгом поставок.

Розумне виробництво являє собою налагоджену систему, в якій кіберфізичні системи контролюють фізичні процеси реальних об'єктів на основі їх віртуальних копій та приймають децентралізовані рішення, використовуючи Інтернет речей для обміну даними між одна одною. Основною перевагою розумних виробництв виступає здатність оперативного та швидкого реагування на зміну зовнішніх факторів вплив та мінливі умови виробництва в системі реального часу.

На сучасному виробництві використовується велика кількість датчиків різного типу застосування та принципу роботи. Датчики являють собою апаратні засоби, які використовуються для збору даних, тобто датчики виявляють зміни в середовищі, а також при використанні технології Інтернету речей вони можуть обмінюватися інформацією один з одним та з підключеними до мережі пристроями, такими як комп'ютери, мікроконтролери і т.д. [4].

Класифікація датчиків є дуже різноманітною, виходячи з таких параметрів, як принцип роботи (індуктивні, ємнісні, п'єзоелектричні, напівпровідникові і т.д.), вихідний сигнал (аналогові, цифрові), енергетичне відношення (активні, пасивні), спосіб фіксації даних (контактні, безконтактні) і т.д. Розглянемо деякі з них:

– датчики температури та вологості. Дані пристрої вимірюють температуру та вологість, які можуть виділяються як об'єктом автоматизації, так і середовищем, де знаходиться об'єкт. Типовим прикладом такого датчику є датчик температури SensyTemp TSP411, що зображений на рисунку 1. Зазвичай використовується для нафтогазової промисловості та має різні системи обміну даними (FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, HART);



Рисунок 1 – Датчик температури SensyTemp TSP411

– датчики вимірювання витрати/рівня речовини. Використовуються у різних сферах промисловості для вимірювання кількості витрати або реєстрації заданого рівня речовини, що у значно покращує показник витрати ресурсів на виробництві та дозволяє ефективно боротися з надмірною витратою ресурсів;

– датчики тиску. Датчики тиску перетворюють фізичне значення тиску у електричний сигнал. Застосовуються у енергетиці, нафтогазовій промисловості, машинобудуванні і т.д. Такі датчики слугують для моніторингу тиску в трубопроводах для виявлення витоків;

– датчики газового складу. Такі датчики використовуються у цілях забезпечення безпечної роботи у тих галузях, де є необхідність контролю за процесом виділення отруйних та небезпечних газів під час роботи на виробництві. Найбільш популярними є датчики виявлення чадного газу під час процесу горіння;

– датчики переміщення. Цей вид датчиків використовується для відстежування будь-якої активності на виробництві, зокрема контроль і стеження за витоком продукції, фіксація дистанції до об'єкта та інше. Зокрема, використання таких датчиків значною мірою зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій на виробництві. Наприклад, ультразвукові датчики вимірюють відстань до керованого об'єкту або фіксують появу об'єкта у межах поля зору датчику. На рисунку 2 наведено ультразвуковий датчик Sick UC12-11231.



Рисунок 2 – Ультразвуковий датчик Sick UC12-11231

2 ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ НА ВИРОБНИЦТВІ. Для надійного та ефективного функціонування технологічних процесів на сучасних виробництвах впроваджують системи моніторингу.

Система моніторингу є інформаційною системою, яка призначена для спостереження, збору, аналізу та візуалізації даних. Загальні функції, які повинна виконувати система моніторингу [5]:

- збір, аналіз та збереження даних у реальному часі;
- опрацювання зібраних та формування нових даних для подальшого використання (наприклад для актуаторів);
- інформативна візуалізація збережених даних у вигляді графіків, показників або діаграм для операторського аналізу;
- звітування останніх подій, таких як дані з датчиків, оброблені дані у вигляді графіків і т.п. за для відслідковування стану системи на великому проміжку часу.

Система моніторингу може включати в себе велику кількість різного забезпечення (наприклад, програмне, організаційне, математичне, методологічне забезпечення та ін.), виходячи з області застосування та функціонального призначення даної системи.

Системи моніторингу на виробництві поділяють на наступні види:

- моніторинг процесу (Process monitoring) – система попереджає оператора про помилку або відхилення від заданих параметрів та потребує ручне налаштування параметрів;
- система автоматизованого контролю (Control system) – система попереджає оператора про помилку або відхилення від заданих параметрів та самостійно виконує налаштування параметрів;
- внутрішній контроль якості (Inline quality control) – система перевірки якості вихідної продукції у процесі виробництва, має функцію автоматичного відслідковування дефектної продукції та її зняття з виробництва.

Система моніторингу в загальному плані дозволяє мінімізувати ризик виникнення аварійної ситуації на виробництві та підвищити рівень ефективності роботи виробничих процесів. На рисунку 3 наведено взаємозв'язок систем моніторингу з виробничим процесом.

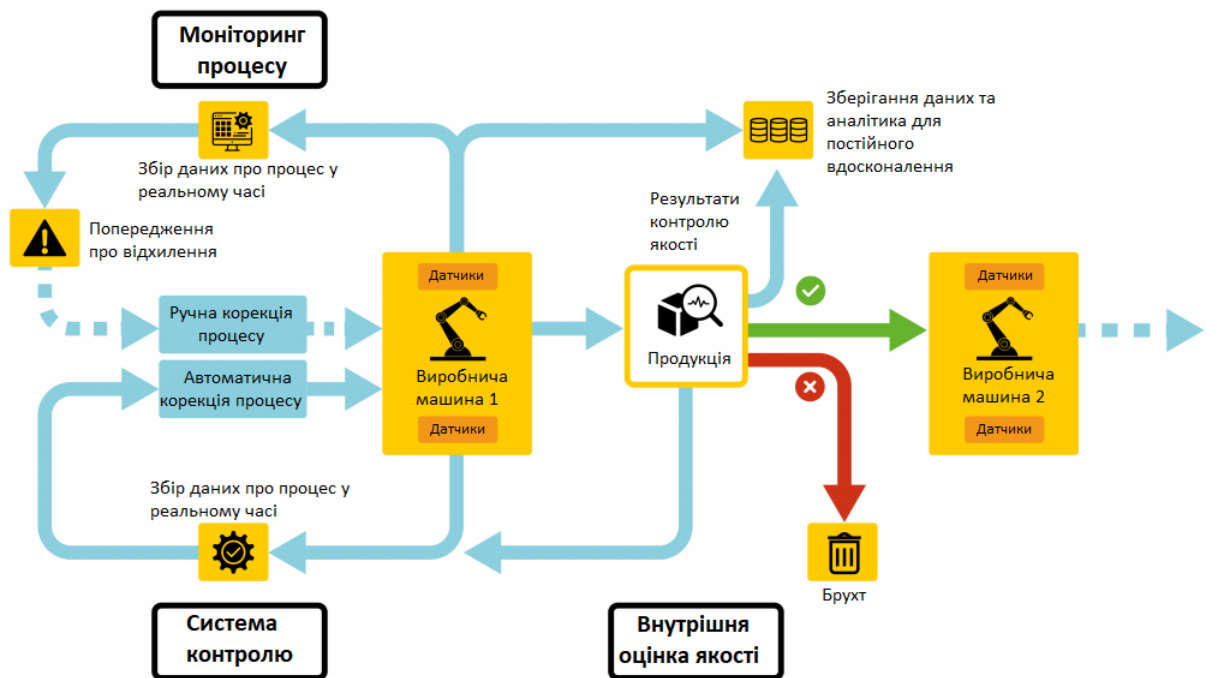


Рисунок 3 – Впровадження систем моніторингу у виробничий процес [6]

3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ. Розглянемо та проаналізуємо види систем моніторингу, які бувають на виробництві. Система моніторингу виробничих процесів (Process monitoring)

базується на зборі даних цього процесу та подальшу візуалізацію цих даних в реальному часі. Така система потребує ручне налаштування та корекції параметрів системи оператором, якщо було виявлено відхилення або помилку від час виробничого процесу. Тобто, моніторинг процесу дає операторам попередження щоразу, коли значення ключових параметрів процесу більше не перебувають у межах заздалегідь визначеного діапазону, щоб гарантувати відсутність дефектів на виході.

Збір даних виконується завдяки впровадженню різноманітних датчиків, таких як датчики температури, тиску, переміщення та інші. Вибір датчиків та їх використання полягає у вирішенні наступних пунктів:

- визначення параметрів, за якими потрібно буде спостерігати;
- визначення діапазону допустимих значень спостережуваних параметрів;
- визначення відповідних датчиків згідно умовам, середовищу, та виробничого процесу, в якому вони будуть використовуватися.

На рисунку 4 наведено приклад функціонування моніторингу для процесу лиття під тиском на випробувальному стенді IPC.

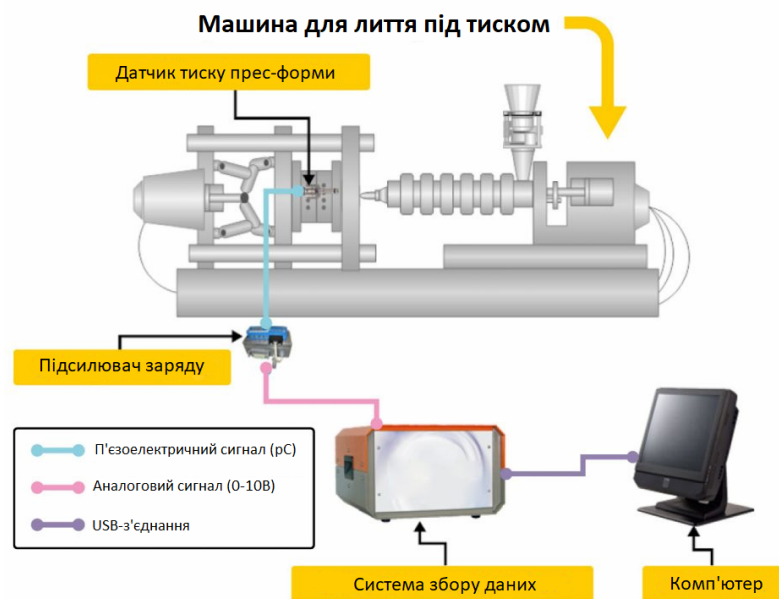


Рисунок 4 – Функціонування моніторингу процесу лиття під тиском на випробувальному стенді IPC [6]

Моніторинг процесу є досить ефективною системою, яка має наступні переваги:

- зменшення дефектної вихідної продукції;
- підвищення продуктивності системи;
- зниження ймовірності виникнення аварійної ситуації.

Основним недоліком моніторингу процесу являється людський фактор. Система не позбавлена від втручання людини у виробничий процес, що може призвести до аварійних ситуацій через необачність оператора.

Автоматизований контроль процесу є удосконаленим аналогом моніторингу процесу. Дана система має ті ж самі функції, що і моніторинг процесу, однак використовує автоматизовану корекцію та налаштування параметрів у випадку помилки або відхилення у виробничому процесі.

Принцип роботи системи контролю також пов'язаний на впроваджені відповідних датчиків, але також ця система включає з точки зору програмного забезпечення алгоритм керування, який може бути реалізований на основі штучного інтелекту, статичної або динамічної моделі і т.д [6].

При виявленні відхилення система аналізує отримані дані та завдяки алгоритму керування передає інструкції до виконавчих механізмів (наприклад, пропорційний клапан, повітряний балон, робот-маніпулятор) для налаштування параметрів (зниження тиску, температури).

Переваги системи контролю ідентичні перевагам моніторингу процесу, однак ключовою перевагою у порівнянні цих двох систем є те, що системі контролю не потрібно втручання людини, що унеможливує вплив людського фактору.

Внутрішній контроль якості зосереджується на якості вихідної продукції, а не на спостереженні стану виробничих механізмів.

Ця система реалізує аналіз якості виготовленої продукції або деталі в рамках виробничого потоку. Таким чином, це дозволяє раннє виявлення дефектів. Деталі з дефектами видаляються з виробничого процесу, перш ніж вони будуть інтегровані в кінцевий продукт.

Внутрішній контроль якості можна забезпечити при вирішенні наступних пунктів:

- визначення характеристик якості продукції;
- визначення критеріїв допустимості до кожної з характеристик;
- створення процесу неруйнівного контролю для аналізу вбудованих специфікацій якості з визначеним рівнем допуску продукції або деталей;
- впровадження автоматичної перевірки деталей на виробничому потоці.

Узагальнюючи, внутрішній контроль якості є додатковим рівнем безпеки у загальній системі моніторингу, яка дозволяє досягти високої надійності виробничого процесу як на проміжному, так і на кінцевому інтервалі процесу.

ВИСНОВКИ. В даній статті було розглянуто вплив сучасних концепцій та тенденцій, таких як Індустрія 4.0 та Інтернет речей на розвиток виробництва. Було описано структуру сучасного виробництва та його систему датчиків. Було виділено систему моніторингу як важлива складова високої надійності та ефективності будь-якого виробництва. Також було проаналізовано існуючі системи моніторингу, описано їх сутність, проведено порівняння цих систем та виявлено переваги і недоліки відповідно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комп'ютерно-інтегровані технології Індустрії 4.0: конспект лекцій / В. В. Євсєєв. Харків: ХНУРЕ, 2021. 96 с.
2. Industry 4.0 [Електронний ресурс] // IT-Enterprise. – Режим доступу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4> (дата звернення: 30.10.2023). – Назва з екрана.
3. Smart factory [Електронний ресурс] // IT-Enterprise. – Режим доступу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/smart-factory> (дата звернення: 30.10.2023). – Назва з екрана.
4. Нік Л. Типи датчиків Інтернету речей, які слід спостерігати [Електронний ресурс] / Лі Нік // MOKOSmart. – Режим доступу: <https://www.mokosmart.com/uk/internet-of-things-sensors/> (дата звернення: 30.10.2023). – Назва з екрана.
5. Система моніторингу технологічних процесів «розумного підприємства» | Наукові журнали та конференції [Електронний ресурс] / І. Г. Цмоць [та ін.] // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі». – 2018. – № 887. – С. 10–17. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/uk/sisn/vsi-vypusky/vypusk-887-2018/systema-monitoryngu-tehnologichnyh-procesiv-rozumnogo-pidpryyemstva> (дата звернення: 30.10.2023). – Назва з екрана.
6. Krishnan P. Manufacturing Monitoring Systems: a Complete Overview [Електронний ресурс] / Paul Krishnan // Dimofac. – Режим доступу: <https://dimofac.eu/2022/09/02/manufacturing-monitoring-systems-overview/> (дата звернення: 30.10.2023). – Назва з екрана.
7. O. Veligorskyi, R. Chakirov, M. Khomenko, and Y. Vagapov, “Artificial neural network motor control for full-electric injection moulding machine,” in Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), pp. 60–65, IEEE, Melbourne, Australia, February 2019.

8. A. Sharma, A. Chouhan, L. Pavithran, U. Chadha, and S. K. Selvaraj, "Implementation of LSS framework in automotive component manufacturing: a review, current scenario and future directions," *Materials Today Proceedings*, vol. 46, pp. 7815–7824, 2021.

9. Yevsieiev V., Bronnikov A. Analysis of the cyber-physical production systems implementation impact to achieve the goals of lean production. The Iith International scientific and practical conference «Development of scientific and practical approaches in the era of globalization» (USA, Boston, 28–30 September. 2020). P.221–226. DOI:10.46299/ISG.2020.II.II.

10. Yevsieiev V., Bronnikov A. Information systems development methodologies application analysis for cyber-physical production systems development. III International scientific-practical conference "Theory, science and practice" (Japan, Tokyo, 5–8 October 2020). P. 398–401. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.

11. Nevliudov I., Omarov M., Yevsieiev V., Bronnikov A., Lyashenko V. Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis // *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. – 2020. – Vol. 8(10). – P. 7465-7473.

12. Yevsieiev, V. V., & Bronnikov, A. I. (2020). Development of databases interconnection "essences" information model for cyber-physical production systems additive cyber design creation automation. *Збірник Наукових Праць НУК*, №3. С.56-62. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2020.3\(481\).7](https://doi.org/10.15589/znp2020.3(481).7)

13. Vladyslav, Y., & Bronnikov, A. (2020, October). ANALYSIS OF THE CMMI MODEL APPLICATION FOR SOLVING THE TASKS OF CPPS CONTROL PROCESSES AUTOMATION DEVELOPMENT. In The 4 th International scientific and practical conference "Actual trends of modern scientific research"(October 11-13, 2020) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2020. 386 p. (p. 128).

14. Andrii Bondariev, Svitlana Maksymova, & Vladyslav Yevsieiev. (2023). Automated Monitoring System Development for Equipment Modernization. *Journal of Universal Science Research*, 1(11), 6–16. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/2484>

15. 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>

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

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