

- автономність шатлу. Йому не потрібні дроти чи інші способи подачі енергії.
- можливість використовувати самохідний візок у складах із різним температурним режимом, у тому числі й у холодильних складах.
- наявність підйомного пристрою у шатлі. Він спрацьовує швидко і має достатню вантажопідйомність. При цьому підйом проводиться рівномірно, що виключає перекидання та пошкодження вантажу.
- максимальний коефіцієнт використання площі складу. Стелажі заповнюються вантажами з високою швидкістю, що робить оптимальним використанням шатлів на складах з інтенсивним вантажопотоком.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бадагуєв Б.Т. Навантажувально-розвантажувальні роботи. М: Альфа-Прес, 2017
2. Гаджинський А.М. Сучасний склад. Організація, технології, управління та логістика. Навчально-практичний посібник. М: Проспект, 2015.
3. Логістичні транспортно-вантажні системи Підручник для студ. вищ. навч. закладів. / За ред. Апатцева В.І., Левіна С.Б., Ніколашин В.М. М: ІЦ Академія, 2010.
4. <https://skladovoy.ru/avtomatizirovannaya-sistema-ckludskogo-xrneniya-vysokoj-plotnosti-pallet-runner.html>
5. <https://studfile.net/preview/3960786/page:5/>

***Науковий керівник:** Євсєєв Владислав В'ячеславович, д.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 62.932:007.52

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТОКОЛУ M2M В КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Шалько Є. В.

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

Дана стаття присвячена аналізу сучасної концепції Industry 4.0 в рамках керування процесами на виробничому підприємстві. Проведено аналіз сучасного підходу до автоматизації на базі концепції автоматизації виробництва Industry 4.0 з впровадженням кібер-фізичних виробничих систем. В ході дослідження було проаналізовано роль Industry 4.0 у сучасному підприємстві та архітектури для кібер-фізичних виробничих систем, такі як CPPS 5C та CPPS 8C.

Ключові слова: Industry 4.0, кібер-фізичні виробничі системи (CPPS), керування виробничими процесами.

STUDY OF APPLICATION OF M2M PROTOCOL IN CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Y. Shalko

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

This article is devoted to the analysis of the modern concept of Industry 4.0 in the process of process management at the manufacturing plant. The analysis of the modern approach to automation based on the concept of automation of production Industry 4.0 with introduction of cyberphysical production systems is carried out. The study analyzed the role of Industry 4.0 in

modern enterprise and architecture for cyberphysical production systems such as CPPS 5C and CPPS 8C.

Key words: Industry 4.0, cyber-physical production systems (CPPS), production process management.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Industry 4.0 є одним із основ поточної індустріальної ери. Дана концепція стала можливою завдяки стрімкому розвитку хмарних технологій, що дозволяє спростити багато задач, такі як управління роботою пристроїв, збиранням даних, забезпеченням інтерактивних можливостей, підтримка зв'язку між різними об'єктами системи та багатьма іншими процесами.

Впровадження концепції Industry 4.0 сприяє значному підвищенню значущості кібернетичного аспекту виробничого процесу, що дозволяє реалізовувати нові підходи до реалізації виробництва як синтезу кібернетичних та фізичних складових – кібер-фізичні виробничі системи управління (CPPS). Крім того в результаті впровадження Industry 4.0 по всьому виробничому ланцюжку стає можливим постійний обмін даними. Що створює оптимальні умови для планування та дозволяє ефективно розподіляти ресурси. Процеси та компоненти можуть бути стандартизовані та взаємопов'язані на цифровому рівні, що робить мрію про «розумне підприємство» реальністю.

З інтеграцією кібернетичної складової до системи роль людини зводиться до керування процесами на фізичному рівні через кібернетичну систему. Але не зважаючи на значно меншу роль людини, дана система дозволяє: автоматично контролювати ТП на фізичному рівні, аналізувати та приймати рішення у масштабі реального часу, накопичувати великий масив технологічних даних. За рахунок цього відбувається вдосконалення керування виробничими процесами, де основною функцією людини є моніторинг та керування експертними даними.

Кібер-фізична система є складною розподіленою системою, керованою або контролюваною комп'ютерними алгоритмами, характерною рисою такої системи є тісне інтегрування з Інтернет та його користувачами. Технологічною основою кібер-фізичних систем є технологія інтернет-речей (Internet of Things, або IoT). У системах CPPS фізичні та програмні компоненти тісно взаємопов'язані.

З кожним роком підвищується рівень складності завдань управління, що зумовлює застосування принципово нових методів та систем управління. Кібер-фізичні системи дозволяють здійснюють обчислювальні процедури у своїй розподіленій структурі, які включають «розумні вузли» з можливістю реконфігурування потоків мережі залежно від умов. Тобто кібер-фізичні системи дають можливість інтелектуальної обробки та реконфігурації потоків за рахунок інтелектуального управління. CPPS застосовує трансдисциплінарні підходи, поєднуючи теорію кібернетики, мехатроніки, проектування та науки про процеси. Управління процесом часто називають вбудованими системами (embedded systems). Дані системи в основному спрямовані на розвиток обчислювальних елементів та меншою мірою на інтенсивному зв'язку між обчислювальними та фізичними елементами. CPPS та технологію «Інтернет речей», використовують ту саму базову архітектуру. Однак CPPS є більш високою комбінацією та координацією між фізичними та обчислювальними елементами.

Виробничі підприємства є однією з основних галузей у яких впровадження CPPS є одним з першочергових завдань, що обумовлено великою кількістю та складністю завдань. У виробничих системах кожен компонент може працювати різних просторових і тимчасових масштабах, виявляти безліч різних поведінкових модальностей, і навіть взаємодіяти один з одним безліччю способів залежно від контексту. Впровадження кібер-фізичних систем допоможуть покращити виробничі процеси, забезпечуючи обмін інформацією реального часу між промисловим обладнанням, виробничим ланцюжком поставок, постачальниками, системами управління бізнесом та клієнтами. Крім того, кібер-фізичні системи можуть

підвищувати ефективність цих процесів завдяки автоматичному моніторингу та контролю всього виробничого процесу та адаптації виробництва для задоволення переваг клієнтів. Кібер-фізичні системи підвищують прозорість та керованість ланцюжків поставок, покращуючи відстежуваність та безпеку товарів.

З появою поняття CPPS було висунуто кілька варіантів архітектур, наприклад CPPS 5C та CPPS 8C. CPPS 5C являє собою п'ятирівневу архітектуру, яка складається з рівнів: «Розумне підключення», «Перетворення даних в інформацію», «Кібер», «Пізнання» і «Конфігурація». Загальний вигляд архітектури CPPS 5C представлений на рис. 1.

На першому рівні «Розумне підключення» розглядається задача отримання точних і надійних даних, для чого пропонується використовувати машини і їх компоненти. Для збору різних параметрів протікання ТП виробництва виробів повинні використовуватися різноманітні датчики в режимі реального часу.

«Перетворення даних в інформацію» призначений для перетворення отриманих даних в інформацію. Цей рівень розглядається з позиції, що деякі пристрої у ланцюгу виробництва можуть реалізовувати функції прогнозування і моніторингу зносу обладнання – це вносить поняття якості «інтелекту».

«Кібер» являє собою інформаційний центр, який збирає масив інформації з обладнання в промислову мережу. Крім того на цьому рівні за необхідності додаткові аналітичні данні витягуються із зібраної інформації. Аналітична інформація може застосована для прогнозування і планування виробництва, для досягнення необхідних заданих параметрів LP.

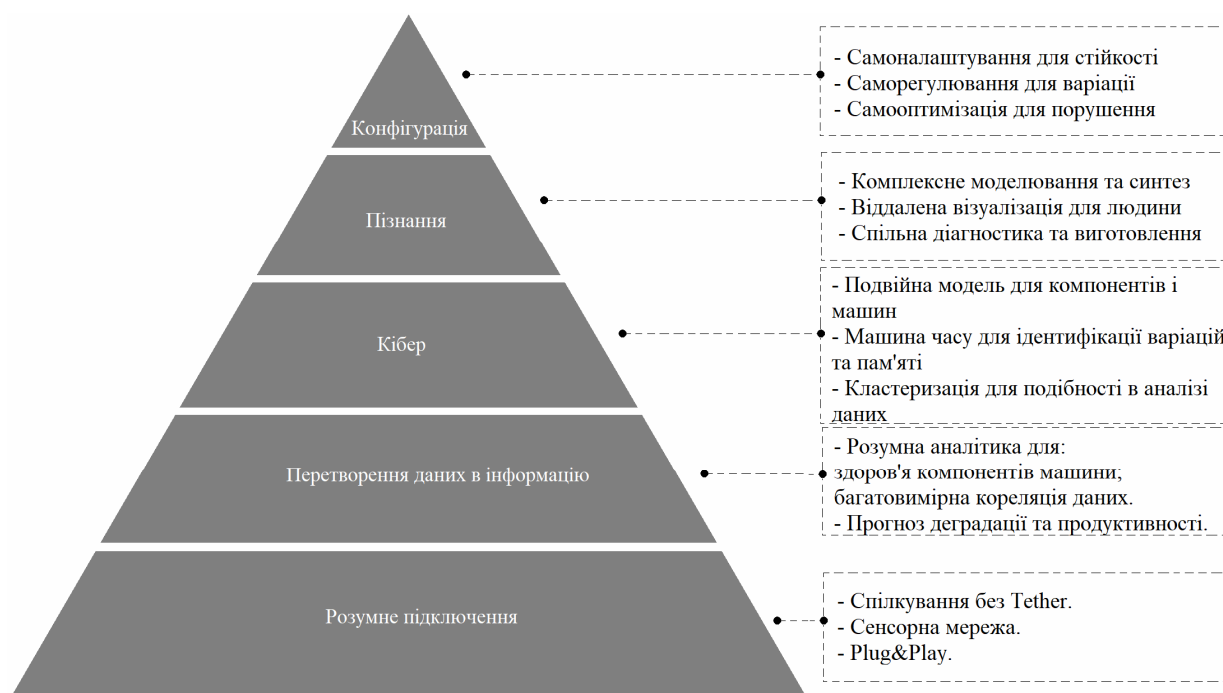


Рисунок 1 – Загальний вигляд архітектури CPPS 5C

Рівень «Пізнання» призначений для подання аналітичної інформації безпосередньо операторам для прийняття виробничих рішень. Цей рівень дає можливість дистанційної та колективної діагностики й прийняття рішень в умовах виробництва. Пріоритет завдань для процесу обслуговування може бути легко визначеним завдяки наявності порівняльної інформації та індивідуального стану групи або одиначного обладнання.

Рівень «Конфігурація» повертає зворотний зв'язок від «Кібер» рівня до «Розумне підключення», тобто виконує диспетчерське управління, яке дозволяє зробити обладнання самоконфігурованим, самоналаштовувемим і самооптимізуемим. Рівень діє як система контролю стійкості (RCS), щоб застосувати засоби управління для відповідних рішень на рівні контрольованого обладнання.

Архітектура CPPS 8C утворюється шляхом додавання в архітектуру 5C граней 3C (рис. 2).

Аспекти запровадження граней 3C представлена як: інтеграція, замовник і зміст. Ця архітектура підкреслює горизонтальну інтеграцію CPPS, як взаємозв'язок різних сторін і пов'язану з ними інформаційну складову. Також грані дозволяють виділити найважливішу сторону, а саме участь клієнта в керуванні процесами виробництва. Проведемо аналіз кожної введеної грані 3C:

«Інтеграція» грань, що відповідає за інтеграції ланцюжка створення вартості і інтеграції виробничого ланцюжка між різними сторонами, залученими у виробничий процес.

«Замовник» грань, яка фокусується на роль, яку клієнти грають в процесі виробництва і післяпродажного обслуговування виробу. Клієнти або індивідуальний покупець, можуть брати участь при розробці і навіть у зміні технічних характеристик виробу в процесі виготовлення.

Це досягається за допомогою концепції виготовлення виробу. Тобто підприємство може автоматично підготувати матеріал, провести гнучке планування виробничого процесу, динамічно переналаштувати виробничі лінії і організацію зберігання і доставки виробу. Замовники можуть бути повідомлені про виробничі процеси, отримуючи звіти на електронну пошту.

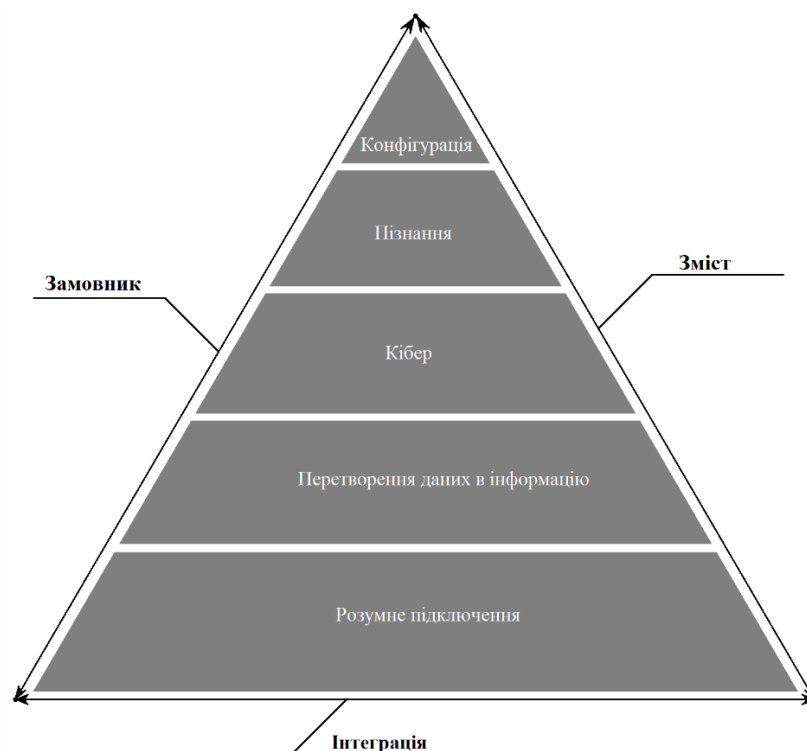


Рисунок 2 – Архітектура CPPS 8C

«Зміст» грань, в якій вся увага спрямована на отримання, зберігання інформації про товари. Вся виробнича інформація зберігаються в БД. Всі виробничі процеси контролюються на етапах післяпродажного обслуговування, тобто технічне обслуговування, заміна деталей, усунення несправностей, утилізація, скарги, пропозиції та коментарі користувачів, вважаються важливими даними і зберігаються в БД.

Дана грань може допомогти досягти повного сервісного обслуговування виробу, аналізуючи всі отримані дані, а не тільки виробничий процес, що дозволяє замовнику та виробнику відстежувати тенденції ринку, проводити аналіз і прогнозувати його попит для кожного виробу.

За трьома додатковими гранями, архітектура 8C орієнтована на вертикальну і горизонтальну інтеграцію, при тому це рішення приділяє велику увагу ЖЦВ виробу на етапах сервісного обслуговування.

ВИСНОВКИ. В даній статті було проведено аналіз концепції Industry 4.0, як синтезу кібернетичних та фізичних складових, тобто кібер-фізичні виробничі системи управління, впровадження яких дозволяє контролювати різні фізичні процеси і приймати децентралізовані рішення різних завдань. В ході аналізу було виявлено, що розробка і впровадження кібер-фізичних виробничих систем вимагає рішення багатьох проблем, пов'язаних з обробкою даних, наприклад зберіганням, доступом, безпекою та інших, а також з обміном даними між частинами системи. Одним з найпоширеніших методів вирішення цих проблем є використання технології M2M (Machine-to-machine), яка дозволяє відстежувати параметри і стану компонентів пристроїв, з'єднаних за допомогою дротових або бездротових технологій для обміну даними, як в двосторонньому, так і в односторонньому порядку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nevliudov I., Yevsieiev V., Maksymova S., Filippenko I. Development of an architectural-logical model to automate the management of the process of creating complex cyber-physical industrial systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol 4. No 3(106). С.44–52. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210761.
2. Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. Journal of industrial information integration, Vol. 6, P. 1–10, DOI:10.1016/j.jii.2017.04.005.
3. Lu, Y., & Xu, X. (2019). Cloud-based manufacturing equipment and big data analytics to enable on-demand manufacturing services. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 57, P. 92–102 DOI:10.1016/j.rcim.2018.11.006..
4. B. Vogel-Heuser, C. Diedrich, and M. Broy: Anforderungen an CPS aus Sicht der Automatisierungstechnik. In: at -Automatisierungstechnik 61 (2013), No. 10, pp. 669–676.
5. M. Riedl, M. Meier, H. Zipper, and C. Diedrich: Automation Meets CPS. In: IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems (IMS) 2013, pp. 216–221.

Науковий керівник: Владислав В'ячеславович Євсєєв, д.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.