

# НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ THINGWORX ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ МАШИННО-МАШИННОЇ ВЗАЄМОДІЇ У ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Запропонований новий навчальний засіб для дослідження інформаційної технології платформи ThingWorx для реалізації машино-машинної взаємодії у промислових системах управління.*

**Ключові слова:** навчальний засіб, інформаційна технологія, машинно-машинна взаємодія, промислова система управління.

## *Abstract*

*The new learning means is suggested for research a ThingWorx information technology of realization a machine-to-machine interaction in industrial control systems.*

**Keywords:** learning means, information technology, machine-to-machine interaction, industrial control system.

## **Вступ**

Головна складова розумного виробництва (Smart Manufacturing, SM) - це керуючий ним виробничий інтелект (Manufacturing Intelligence, MI) [1]. Розумне виробництво складається з розумних машин (Smart Machines, SM), що відрізняються від існуючих багатofункціональністю, малими габаритами, можливістю адаптації до потреб користувачів, реалізованої шляхом збору потрібної функціональності в одній машині. Такі машини самокеровані - вони можуть оцінювати стан навколишнього середовища, виявляти й виправляти помилки - наприклад, реагувати на спрацювання устаткування. SM дозволяють оптимізувати все виробництво насамперед за рахунок створення єдиної системи, у якій машини можуть обмінюватися даними між собою в режимі реального часу: обмін між обладнанням, розташованим безпосередньо на виробничих площах і в логістичному ланцюжку, включаючи бізнес-системи, постачальників і споживачів; передача відомостей про свій стан обслуговуючому персоналу.

Для реалізації розумного виробництва корпорація PTC пропонує високоефективну гнучку програмну платформу ThingWorx для IIoT, що побудована на основі різноманітних інформаційних технологій з «хмарними» сервісами [2]. Одна з таких інформаційних технологій дозволяє реалізовувати будь-якої складності та інтенсивності машино-машинні взаємодії (M2M) як між інтелектуальним обладнанням виробничих ділянок і цехів, так і між цим виробничим обладнанням та пристроями різноманітних зовнішніх людино-машинних систем.

Метою роботи є розроблення такого комп'ютеризованого навчального засобу, який би дозволяв студентам спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» ефективно набувати професійних знань та практичного досвіду щодо застосування даної інформаційної технології у промислових системах управління.

## **Результати дослідження**

За основу нового навчального засобу обґрунтовано вибрана лабораторна комп'ютерно-інтегрована система факультету комп'ютерних систем та автоматики (ФКСА) ВНТУ, яка була створена за допомогою фірми "СВ Альтера" (м. Київ) [3]. Ця система включає як промислові зразки програмно-

технічних засобів автоматизації, так і моделі технологічних та технічних об'єктів різної природи та ступеню абстрагування - фізичні, аналогічні, імітаційні, програмні та гібридні. В рамках окремих професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін ("Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління", "SCADA та людино-машинні інтерфейси", "Інтегровані системи управління" та ін.) лабораторна система сама використовується у якості об'єкту вивчення, бо, по суті, є імітацією автоматизованої системи управління (АСУ) деяким промисловим виробництвом.

На рис. 1 показана загальна конфігурація нового навчального засобу, створеного на основі комп'ютерно-інтегрованої системи ФКСА ВНТУ.

Частина загальної конфігурації навчального засобу повторює лабораторну імітацію АСУ виробництвом. В цій частині конфігурації можна виділити такі рівні:

- рівень технологічних та технічних процесів (настільний спеціалізований стенд №1 "Автоматизована виробнича лінія з роботом", настільний спеціалізований стенд №2 "Автоматизована виробнича лінія з конвеєром", технологічний об'єкт ТО №3 "Автоматизований виробничий склад");
- рівень контролерних засобів (ПЛК 1 – ПЛК 3);
- рівень операторського управління (АРМ 1 – АРМ 3);
- рівень управління виробництвом (АРМ 4, iPhone 1, iPhone 2).

Проте в навчальний засіб додано ще два рівня – серверний рівень ("IoT server") та "хмарний" рівень ("ThingWorx"). На комп'ютері, що виконує функцію "IoT server", встановлюється комунікаційна платформа "KEPServerEX" зі створеними Advanced Tags, а також агент "IoT Gateway" [4]. "Хмарний" рівень утворюється сервісами платформи ThingWorx ("Manufacturing Apps"), а саме, "ThingWorx Controls Advisor" та "ThingWorx Asset Advisor".

Усі рівні, крім нижчого та верхнього, обмінюються інформацією через промислову мережу Ethernet. На двох ПК операторів (АРМ 1, АРМ 2) встановлені OPC-сервери фірми "VIPA" (OPCСервер1, OPCСервер2) та SCADA "Trace Mode 6", а на ПК АРМ3 - OPC-сервер (OPCСервер3) та WMS система.

На ПК рівня управління виробництвом (АРМ 4) встановлено економічний модуль "T-Factory 6", за допомогою яких реалізована функція "MES" (управління матеріальними запасами виробництва), а на мобільних пристроях "iPhone1" та "iPhone2" – інтерфейси користувача "хмарних" додатків ThingWorx, а саме, "UI ThingWorx Asset Advisor" (iPhone1) та "UI ThingWorx Controls Advisor" (iPhone2) [5, 6]. Між серверним рівнем та "хмарним" рівнем використовується звичайна мережа Internet, а між "хмарним" рівнем та мобільними пристроями – мобільний Інтернет.

На рівні технологічних процесів навчального засобу імітується робота реального виробничого цеху, який складається з двох автоматизованих виробничих ліній (настільний спеціалізований стенд №1, настільний спеціалізований стенд №2) та фізичної моделі автоматизованого виробничого складу (ТО №3). На рисунку пунктирними стрілками показані функціональні зв'язки між цим устаткуванням (передача матеріальних ресурсів та готової продукції). Тому для оптимізації процесу управління таким виробничим процесом, згідно до вимог концепції "Індустрія 4.0", між цим виробничим устаткуванням обов'язково треба реалізовувати машино-машинні взаємодії, що і є об'єктом вивчення на новому навчальному засобі. Крім того, необхідно реалізовувати M2M-взаємодії між виробничим устаткуванням та іншими пристроями системи, наприклад, АРМ4, iPhone1 та iPhone2.

Таким чином, запропонована конфігурації нового навчального засобу дозволяє вивчати на ньому такі застосування платформи ThingWorx при реалізації M2M взаємодії в промислових системах управління:

- M2M взаємодія між автоматизованою виробничою лінією з роботом та автоматизованою виробничою лінією з конвеєром через OPC-сервери (OPCСервер1, OPCСервер2) та відповідні Advanced Tags комунікаційної платформи KEPServerEX (потоки даних 1, 2, 3);
- M2M взаємодія між автоматизованою виробничою лінією з конвеєром та автоматизованим виробничим складом через OPC-сервери (OPCСервер2, OPCСервер3) та відповідні Advanced Tags комунікаційної платформи KEPServerEX (потоки даних 1, 2, 3);
- M2M взаємодія між автоматизованим виробничим складом та автоматизованою виробничою лінією з роботом через OPC-сервери (OPCСервер3, OPCСервер1) та відповідні Advanced Tags комунікаційної платформи KEPServerEX (потоки даних 1, 2, 3);
- M2M взаємодія між ПК АРМ3 автоматизованого виробничого складу (з функцією управління роботою складу - WMS) та ПК АРМ4 (з функцією системи управління виробництвом - MES) через

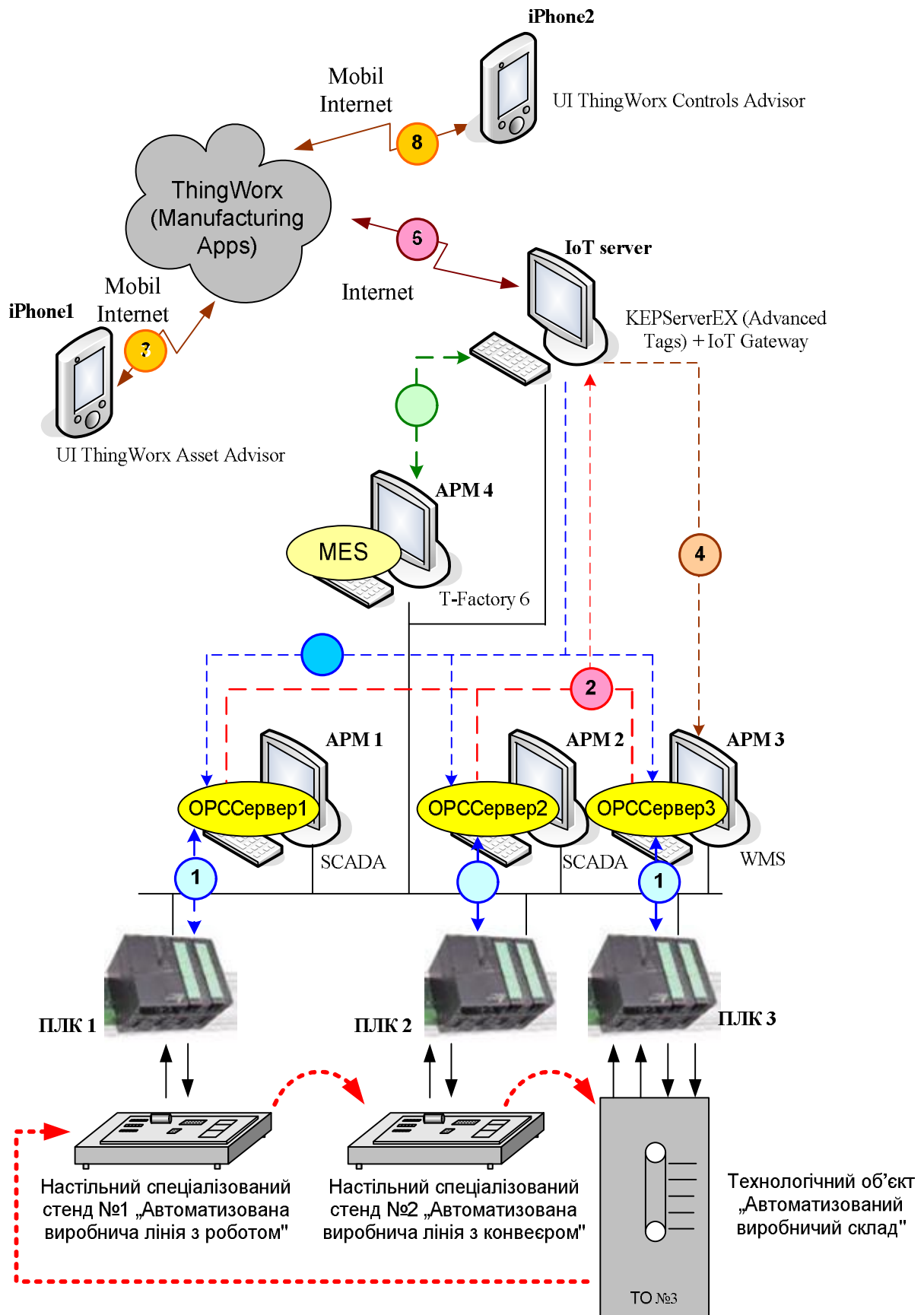


Рис. 1. Загальна конфігурація нового комп'ютеризованого навчального засобу

ОПС-сервер (ОПССервер3) та відповідні Advanced Tags комунікаційної платформи KEPServerEX (потіки даних 2, 5);

M2M взаємодія виробничого устаткування з мобільним пристроєм iPhone1 (для організації віддаленого моніторингу стану цього устаткування) через ОПС-сервери (ОПССервер1, ОПССервер2, ОПССервер3), комунікаційну платформу KEPServerEX, агент IoT Gateway та "хмарний" додаток "ThingWorx Asset Advisor" (потіки даних 1, 2, 6, 7);

M2M взаємодія між ПК АРМ3 автоматизованого виробничого складу (з функцією управління роботою складу - WMS) та мобільним пристроєм iPhone2 (для організації віддаленого управління роботою складу) через ОПС-сервер (ОПССервер2), комунікаційну платформу KEPServerEX, агент IoT Gateway та "хмарний" додаток "ThingWorx Controls Advisor" (потіки даних 2, 6, 8, 4).

Вивчати перелічені застосування платформи ThingWorx можна на різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплінах, поступово збільшуючи складність лабораторних чи практичних завдань.

## Висновки

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що для досягнення поставленої мети в новому комп'ютеризованому навчальному засобі використовується лабораторна імітація комп'ютерно-інтегрованої системи управління виробництвом, яка включає як промислові зразки програмно-технічних засобів автоматизації, так і моделі різної природи та ступеню абстрагування - фізичні, аналогічні, імітаційні, програмні та гібридні.

Практична цінність отриманих результатів дослідження полягає в тому, що їх легко застосувати при створенні аналогічних комп'ютеризованих навчальних засобів для підготовки фахівців споріднених галузей знань та спеціальностей..

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черняк Л. Киберфизические системы на старте [Електронний ресурс]: Открытые системы. – 2014. - №2. – Режим доступу: <https://www.osp.ru/os/2014/02/13040038/>.
2. Technology Platforms and Solutions to Unlock the Value of the IoT [Електронний ресурс] : PTC. – Режим доступу: <https://www.ptc.com/en>.
3. Папінов В. Лабораторна імітація інтегрованої АСУ виробництвом/ Контроль і управління в складних системах (КУСС-2016). XIII Міжнародна конференція. Тези доповідей. Вінниця, 3-6 жовтня 2016 року. – Вінниця: ВНТУ, ПП "ТД"Едельвейс", 2016. – С. 225-227.
4. Industrial Connectivity [Електронний ресурс] : Kepware Technologies. - Режим доступу: <https://www.kepware.com/products/kepserverex/>.
5. ThingWorx Asset Advisor [Електронний ресурс] : PTC. – Режим доступу: [https://www.ptc.com/en/thingworx-applications/asset-advisor-old#\\_ga=2.180395684.267592167.1539066294-1590801074.1539066294](https://www.ptc.com/en/thingworx-applications/asset-advisor-old#_ga=2.180395684.267592167.1539066294-1590801074.1539066294).
6. ThingWorx Controls Advisor [Електронний ресурс] : PTC. – Режим доступу : [https://www.ptc.com/en/thingworx-applications/controls-advisor-old#\\_ga=2.179541543.267592167.1539066294-1590801074.1539066294](https://www.ptc.com/en/thingworx-applications/controls-advisor-old#_ga=2.179541543.267592167.1539066294-1590801074.1539066294).

**Павлишен Андрій Сергійович** - студент групи ІАКІТ-17м, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sonyk54312@gmail.com](mailto:sonyk54312@gmail.com);

**Папінов Володимир Миколайович** - канд. техн. наук, доцент кафедри АІТ, факультет комп'ютеризованих систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com);

**Pavlyshen Andriy S.** - Department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [sonyk54312@gmail.com](mailto:sonyk54312@gmail.com);

**Papinov Volodimir M.** - Ph. D., Assistant Professor of department of automation and informational-measuring instruments, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).