

# НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ НА ОСНОВІ SIEMENS TECNOMATIX PLANT SIMULATION ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТИПУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

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

## **Анотація**

*В доповіді вирішується задача розробки архітектури навчального засобу на основі інструментальної платформи Siemens Tecnomatix Plant Simulation для цифрової трансформації типу автоматизованого виробництва. Навчальний засіб призначений для забезпечення практикумів професійних дисциплін "Кіберфізичні системи автоматизації виробництва" та "Промисловий Інтернет речей".*

**Ключові слова:** комп'ютерно-інтегрована технологія, цифрова трансформація, розумне виробництво, методика практичного навчання, комп'ютеризована навчальна лабораторія.

## **Abstract**

*The report addresses the problem of developing an architecture for a training tool based on the Siemens Tecnomatix Plant Simulation tool platform for digital transformation of an automated manufacturing type. The training tool is intended to provide workshops for professional disciplines "Cyber-Physical Production Automation Systems" and "Industrial Internet of Things".*

**Keywords:** computer-integrated technology, digital transformation, smart manufacture, practical training, computerized educational laboratory.

## **Вступ**

При підготовці фахівців спеціальності 174 у світі зараз широко застосовується така форма організації навчального процесу як «навчальна фабрика» [1, 2]. Вона дозволяє в ході освоєння здобувачами вищої освіти як сучасної концепції автоматизації "СІМ" [3], так і перспективної концепції автоматизації "Індустрія 4.0" [4], максимально зблизити наукові розробки, новітнє навчальне обладнання й реальне виробництво. В ході такого навчання усі ідеї здобувачів, що успішно відпрацьовуються на даній «навчальній фабриці», потім негайно впроваджуються в реальне виробництво.

На кафедрі АІТ ВНТУ, починаючи з 2015 року, активно розвивається та впроваджується у навчальний процес аналогічне освітнє середовище у вигляді лабораторної імітації «навчальної фабрики» [5, 6]. Воно побудоване на основі комп'ютеризованої навчальної лабораторії, де реалізовані автоматизовані системи управління різноманітними фізичними та імітаційними моделями технологічних та технічних процесів.

Для утворення лабораторної імітації «навчальної фабрики» усі лабораторні автоматизовані процеси зв'язані між собою уявними (цифровими) матеріальними потоками, які відповідають загальній технологічній схемі комп'ютерно-інтегрованого «віртуального» виробництва, побудованого за концепцією «СІМ, Computer Integrated Manufacturing»). У реальному виробництві такі цифрові потоки зазвичай існують у вигляді матеріальних потоків відповідної транспортної системи підприємства, наприклад, трубопровідної чи конвеєрної.

Метою даної роботи є розробка на основі описаної існуючої лабораторної імітації «навчальної фабрики» архітектури нового комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення студентами спеціальності 174 методів та засобів цифрової трансформації такого типу автоматизованого виробництва у відповідності до вимог концепції «Індустрія 4.0» [7].

## Результати дослідження

У світовій практиці процес цифрової трансформації у промисловій області давно і активно обговорюється фахівцями та експертами. Вже сформоване загальне бачення тих цілей, які ставлять виробники на шляху вдосконалення своїх підприємств (рис. 1) [8].



Рис. 1 – Основні цілі вдосконалення промислових підприємств

Їх три:

- необхідно охопити нові групи користувачів (споживачів) та нові ринки;
- необхідно зменшити витрати та збільшити ефективність;
- пристосуватися до зростаючої конкуренції.

Яка ж повинна бути загальна стратегія цифрової трансформації виробництва для досягнення цих цілей? На рис. 2 показаний рекомендований зараз шлях цифрової трансформації, який складається з таких основних стадій (кроків):

- виявлення існуючої на виробництві проблеми;
- вибір тих сучасних цифрових технологій, які здатні вирішити наявну проблему;
- розроблення бізнес-плану щодо потрібних інновацій, який включатиме концепцію цифрової трансформації виробництва;
- виконання невеликого проєкту цифрової трансформації, його впровадження та отримання найшвидшого позитивного результату;
- оприлюднення для всіх працівників підприємства досягнутих позитивних результатів, що заохотить їх до виконання подальшої більш складної цифрової трансформації виробництва.

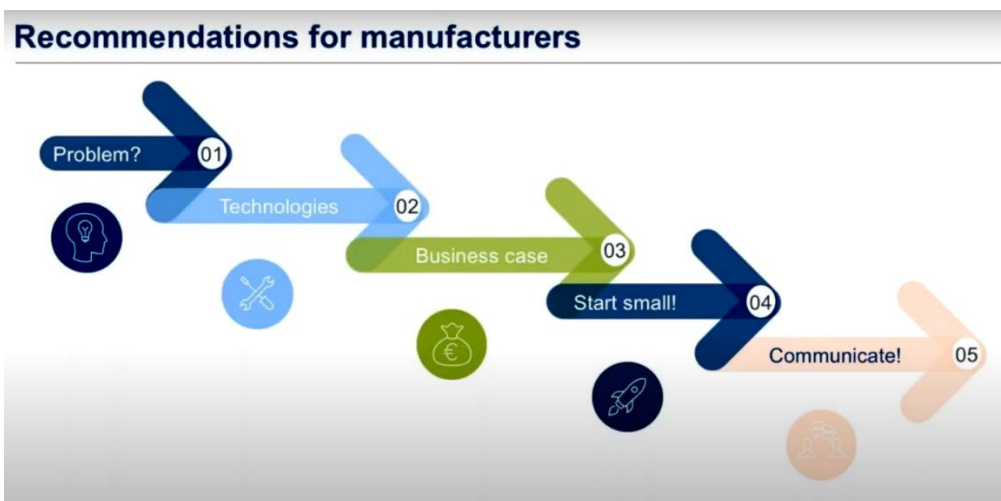


Рис. 2 – Оптимальна стратегія цифрової трансформації виробництва

Саме ця стратегія і була покладена в основу розробки архітектури нового комп'ютеризованого навчального засобу (КНЗ) для практичного вивчення цифрової трансформації типу автоматизованого виробництва (рис. 3).

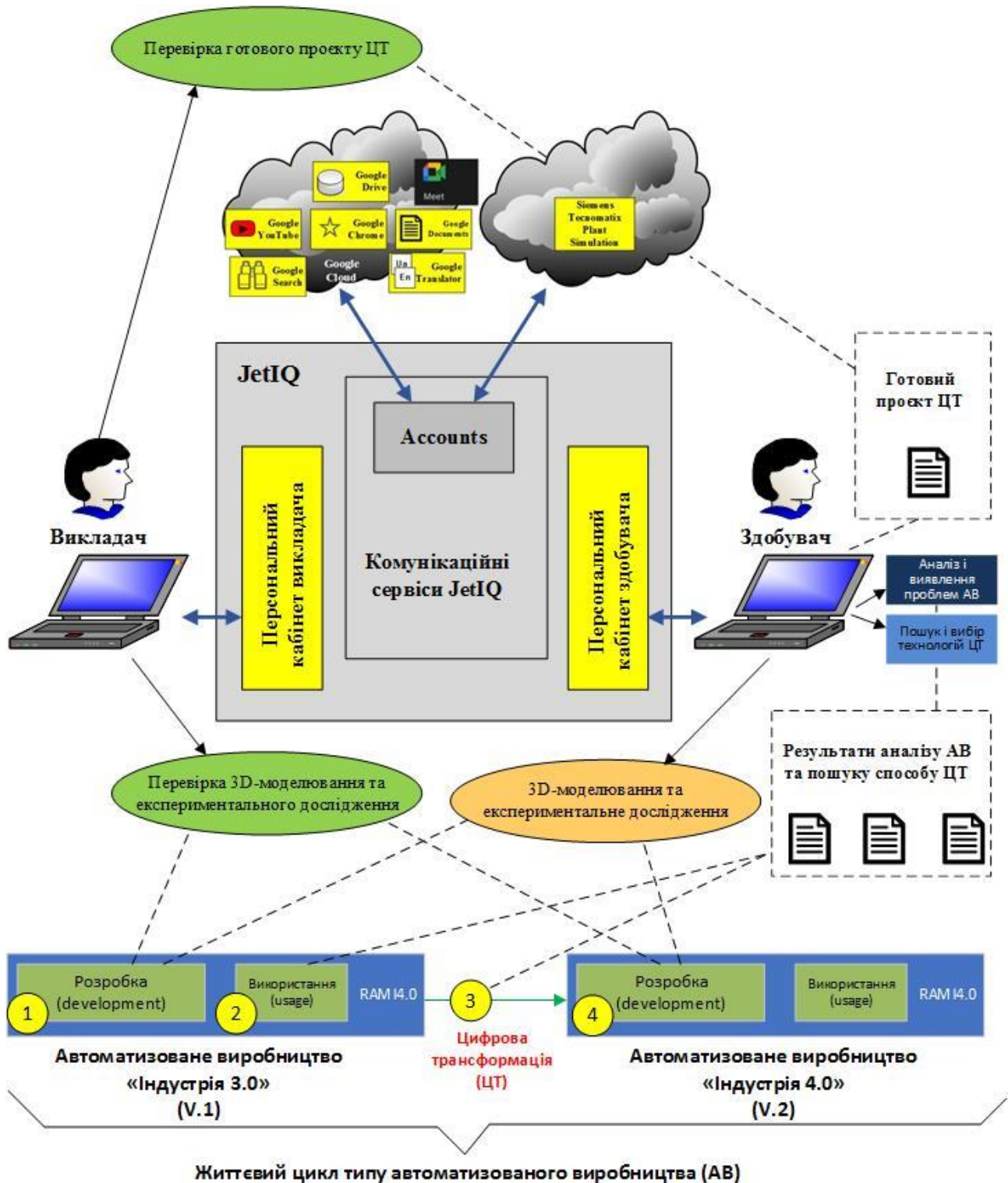


Рис. 3 – Архітектура нового комп'ютеризованого навчального засобу

Архітектура створюється на базі системи автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» ВНТУ [9]. В цій системі використовуються такі її складові частини, як

«Персональний кабінет викладача», «Персональний кабінет здобувача» та «Комунікаційні сервіси JetIQ».

Викладач або здобувач через свій комп'ютер входить до відповідного персонального кабінету і створює в ньому запис – один для доступу до інформаційних хмарних сервісів компанії Google, а другий для доступу до інструментів хмарної платформи «Siemens Tecnomatix Plant Simulation» [10].

За допомогою першого з'єднання викладач зі свого персонального кабінету, використовуючи доступні програмні інструменти пошуку інформації, постійно досліджує різноманітні Інтернет-джерела, пов'язані з предметом вивчення двох дисциплін – «Кіберфізичні системи автоматизації виробництва» та «Промисловий інтернет речей» – та постійно оновлює викладацьку базу даних по прикладам цифрової трансформації автоматизованого виробництва.

Накопичена таким чином проектна інформація потім детально вивчається викладачем з метою самоосвіти та підготовки навчальних матеріалів декларативного типу по даним дисциплінам. Ця ж база даних через відповідний комунікаційний сервіс системи «JetIQ» публікується для вільного доступу здобувачів, які при необхідності зможуть використовувати її при виконанні своїх індивідуальних завдань з цифрової трансформації типу автоматизованого виробництва.

За допомогою другого з'єднання викладач зі свого персонального кабінету, використовуючи відповідні програмні інструменти, зможе переглядати та оцінювати ті проекти цифрової трансформації (функції «Перевірка 3D-моделювання та експериментального дослідження» та «Перевірка готового проекту ЦТ»), які здобувачі розроблятимуть на хмарній платформі «Siemens Tecnomatix Plant Simulation» в рамках наскрізного проектного практикуму. Результати такого оцінювання викладач зможе за допомогою програмного модуля «Комунікаційні сервіси JetIQ» або публікувати у відкритому доступі для всіх здобувачів, що виконують проектний практикум, або надсилати на індивідуальні адреси окремих здобувачів. Також для викладача існує можливість демонструвати роботу тих чи інших моделей, створених здобувачами на хмарній платформі, в режимі он-лайн за допомогою сервісу «Google Meet» і надавати при цьому свої коментарі.

Здобувач, у свою чергу, за допомогою першого з'єднання зі свого персонального кабінету, використовуючи наявні програмні інструменти хмарної платформи «Google Cloud», зможе досліджувати різноманітні Інтернет-джерела, пов'язані з предметом вивчення тієї чи іншої дисципліни (або «Кіберфізичні системи автоматизації виробництва», або «Промисловий інтернет речей»), та зберігати результати цього дослідження, наприклад, у вигляді графічної онтологічної моделі предметної області. Крім того, за допомогою програмного модуля «Комунікаційні сервіси JetIQ» здобувач зможе або публікувати ці результати у відкритому доступі, або надсилати на індивідуальну адресу викладача для перевірки та доповнення.

За допомогою другого з'єднання здобувач зі свого персонального кабінету, використовуючи відповідні програмні інструменти, зможе послідовно розробляти на хмарній платформі «Siemens Tecnomatix Plant Simulation» проекти цифрової трансформації за індивідуальним завданням в рамках наскрізного проектного практикуму (функція «3D-моделювання та експериментальне дослідження»). Результати цього проектування здобувач зберігає на хмарній платформі для перегляду та оцінювання їх викладачем (дані «Готовий проект ЦТ»). Текстові описи проектних рішень (дані «Результати аналізу АВ та пошуку способу ЦТ») здобувач може за допомогою програмного модуля «Комунікаційні сервіси JetIQ» або публікувати у відкритому доступі для всіх здобувачів, що виконують проектний практикум, або надсилати на індивідуальну адресу викладача для перевірки та оцінювання. Також для здобувача існує можливість демонструвати викладачу роботу тих чи інших своїх моделей, розроблених на хмарній платформі «Siemens Tecnomatix Plant Simulation», в режимі он-лайн за допомогою сервісу «Google Meet» і надавати при цьому свої коментарі чи просити у викладача консультацій щодо виконання окремих проектних завдань.

Усі описані вище діяльності викладача і здобувача виконуються послідовно у часі, формуючі при цьому два життєвих цикли – «Життєвий цикл типу автоматизованого виробництва «Індустрія 3.0» і «Життєвий цикл типу автоматизованого виробництва «Індустрія 4.0». Ці типи виробництва можна вважати двома версіями («v.1» та «v.2») одного типу автоматизованого виробництва, тобто розглядати їх як послідовні стадії єдиного життєвого циклу, які позначені на рисунку 1.20 цифрами «1» - «2» - «3» - «4». При цьому перехід від першої версії («v.1» (стадії «1» та «2»)) до другої версії «v.2» (стадія «4»)) виконується у вигляді процесу цифрової трансформації даного типу автоматизованого виробництва (стадія «3»), що саме і має досліджувати здобувач за допомогою нового навчального засобу.

## Висновки

В ході виконання досліджень згідно з поставленою метою була досліджена існуюча в комп'ютеризованій навчальній лабораторії реалізація інтегрованої системи автоматизації, яка функціонує в рамках «віртуального» виробництва уявної хімічної продукції. Досліджена предметна область цифрової трансформації аналогічних систем автоматизації та намічені ті її напрями, які можуть вивчатися студентами на новому навчальному засобі. Розроблена архітектура нового комп'ютеризованого навчального засобу, яка відображає як його складові частини, так і основні стадії виконання студентами відповідного проектного практикуму.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Working and learning [Електронний ресурс]: Festo Corporate. URL : <https://www.festo.com/group/ru/cms/10968.htm>.
2. An integrated learning system for Industry 4.0 [Електронний ресурс]: Festo Didactic. URL : <https://www.festo-didactic.com/int-en/highlights/qualification-for-industry-4.0/project-workstation-i4.0-cp-lab/>.
3. Пупена О.М. Автоматизовані системи управління виробництвом (MES-рівень): курс лекцій для студ. освіт. ст. "магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціалізації "Інтегровані автоматизовані системи управління" денної та заочної форм навчання / О.М. Пупена, Р.М. Міркевич. - К.: НУХТ, 2016. -135 с.
4. Implementing Industrie 4.0: This is how it works! [Електронний ресурс] : Festo Corporate. URL : <https://youtube/ZCLHojIj7eA>.
5. Папінов В.М. Багатофункціональна комп'ютеризована лабораторія для наскрізної практичної підготовки студентів спеціальності 151 / В.М. Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2018. - №2(36). - С.89-104.
6. Папінов В.М. Лабораторна імітація "навчальної фабрики": гібридне моделювання матеріальних потоків / В.М. Папінов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2020. - №2(40). - С.65-81.
7. Сивараман Раджив. Що таке «цифровізація» підприємства? [Електронний ресурс]: Ua.Automation.com. URL : <http://ua.automation.com/content/chto-takoe-cifrovizacija-predprijatija>.
8. Overview of digital transformation: market size, benefits and trends [Електронний ресурс]. URL: <https://www.analyticsinsight.net/overview-of-digital-transformation-market-size-benefits-and-trends/>.
9. Wiki : ВНТУ [Електронний ресурс] / URL : <https://wiki.vntu.edu.ua>.
10. TECNOMATIX Plant Simulation [Електронний ресурс]. URL: <https://plm.sw.siemens.com/en-US/tecnomatix/plant-simulation-software/>.
11. Plant Simulation X Standard [Електронний ресурс]. URL: <https://plm.sw.siemens.com/en-US/tecnomatix/products/plant-simulation-x-standard/>.
12. Try Plant Simulation X - scalable discrete-event cloud simulation [Електронний ресурс]. URL: <https://trials.sw.siemens.com/en-US/trials/plant-simulation>.

**Гульман Володимир Андрійович** – здобувач вищої освіти групи ЗАКІТР-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yova.gulman2003@gmail.com](mailto:yova.gulman2003@gmail.com);

**Папінов Володимир Миколайович** - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vnrapinov@gmail.com](mailto:vnrapinov@gmail.com);

**Gulman Volodymyr A.** – higher education student of ЗАКІТР-24m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, [yova.gulman2003@gmail.com](mailto:yova.gulman2003@gmail.com);

**Papinov Volodymyr M.** - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnrapinov@gmail.com](mailto:vnrapinov@gmail.com).