

# КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО СКЛАДУ

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

## *Анотація*

*В доповіді вирішується задача розробки на основі комп'ютеризованої лабораторії відкритого, дешевого та ефективного комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення цифрової трансформації технологічних процесів промислового складу промислового підприємства. Ця лабораторія використовується для навчання студентів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».*

**Ключові слова:** навчальний засіб, цифрова трансформація, промисловий склад, навчальна лабораторія.

## *Abstract*

*In report a task of development on a base of the computerized laboratory of the open, cheap and effective computerized educational instrument for a practical studying of a digital transformation for technological processes of an industrial warehouse is solving. This laboratory is used to educate the students of the specialty "Automation and computer-integrated technologies".*

**Keywords:** educational instrument, digital transformation, industrial warehouse, educational lab.

## **Вступ**

Для підвищення якості підготовки фахівців в області автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій на кафедрі АІТ нещодавно введені до навчального плану дві нові професійно-орієнтовані дисципліни – «Кіберфізичні системи автоматизації виробництва» (бакалаврський рівень підготовки) та «Промисловий Інтернет речей» (магістерський рівень підготовки), які повинні надати студентам основні теоретичні відомості та практичні знання щодо цифрової трансформації існуючого комп'ютерно-інтегрованого виробництва у «розумне» цифрове виробництво, що функціонує за концепцією «Індустрія 4.0» [1]. Основною формою практикуму у цих дисциплінах є лабораторні заняття, на яких студенти мають отримувати практичні знання та набувати професійного досвіду у проектуванні та реалізації різноманітних систем та засобів автоматизації для цифрового виробництва. Тому створення нових ефективних навчальних засобів для навчально-методичного та технічного забезпечення такого лабораторного практикуму є актуальною задачею.

Для реалізації лабораторного практикуму з різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін спеціальності 151 на кафедрі АІТ вже створена сучасна комп'ютеризована лабораторія, програмно-технічні засоби якої утворюють інформаційно-освітнє середовище типу «віртуальне підприємство», яке функціонує за сучасною концепцією комп'ютерно-інтегрованого виробництва – «Індустрія 3.0» [2-5].

Метою цієї роботи є створення на основі існуючого інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне підприємство» комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення студентами спеціальності 151 методів та засобів цифрової трансформації [6] технологічних процесів його промислового складу [7] в рамках концепції «Індустрія 4.0» .

## **Результати дослідження**

Для основного хімічного технологічного процесу «віртуального підприємства» необхідно за певними рецептами «подавати» на його вхід кілька кількя матеріальних потоків (може бути два, три і більше) різних рідких реагентів. Ці реагенти повинні «зберігатися» на виробничому складі

підприємства у відповідних резервуарах. На виході даного технологічного процесу також «формується» матеріальний потік готової хімічної рідини. Частина цього матеріального потоку за конкретним рецептом можна «направити» до промислового складу для тимчасового збереження. Враховуючи можливість виготовлення N різних хімічних рідин, на цьому складі треба «встановити» і відповідну кількість резервуарів для готової продукції. Для здійснення процесу дозування на «віртуальному підприємстві» організується «подача» за конкретним рецептом пустої тари заданого типу з промислового складу, де створений різноманітний її запас (різні хімічні рідини можуть розливатися у тару різного об'єму та форми). Для здійснення процесу пакування організована «подача» за конкретним рецептом партії пустих картонних коробок того чи іншого типу з промислового складу (одним чи кількома конвеєрами). Тому на виробничому складі створюється відповідний запас різних типів пустих картонних коробок для усіх можливих рецептів пакування.

Описаний спосіб управління технологічними процесами на основі рецептів відповідає вимогам міжнародного стандарту IEC 61512 (ISA 88) для комп'ютерно-інтегрованого виробництва, що виготовляє партії/порції продукції. В лабораторній імітації такого «віртуального підприємства» створена відповідна інтегрована система управління, яка будується за ієрархічним принципом, що відповідає сучасній концепції «Індустрія 3.0». Для того, щоб таке підприємство стало «цифровим та розумним», необхідно здійснити його цифрову трансформацію, використовуючи усі наявні її інструменти. Саме цей процес трансформації і мають на практиці вивчати студенти спеціальності в ході лабораторних або практичних занять.

Тому об'єктом даного дослідження є навчальний процес підготовки у вищому технічному навчальному закладі фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Такий об'єкт досліджень зазвичай вивчається в рамках наукової дисципліни "Інженерна педагогіка".

Предметом дослідження є підвищення ефективності практичного вивчення студентами методів та засобів цифрової трансформації існуючого технологічного процесу у технологічний процес «розумного» цифрового виробництва за рахунок використання в лабораторному практикумі сучасного комп'ютеризованого навчального засобу.

Задачі дослідження у цій роботі такі:

1. Детальне вивчення існуючої реалізації інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне підприємство».
2. Дослідження методів та засобів цифрової трансформації сучасного підприємства у перспективне «розумне» цифрове підприємство.
3. Техніко-економічне та науково-технічне обґрунтування загальної конфігурації нового комп'ютеризованого навчального засобу.
4. Розробка технічного завдання на науково-дослідну роботу.
5. Проектування програмної частини навчального засобу.
6. Розробка навчально-методичного забезпечення навчального засобу.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження будуть полягати в тім, що на відміну від існуючих комп'ютеризованих навчальних засобів, новий засіб будуватиметься на основі інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне підприємство», що дозволить за рахунок використання додаткових локальних або «хмарних» віртуальних інструментальних середовищ підвищити ефективність практичної підготовки студентів шляхом виконання ескізного проекту цифрової трансформації існуючих технологічних процесів промислового складу «віртуального підприємства» (цифрове моделювання інфраструктури складу, розміщення та пересування в ній матеріальних ресурсів, радіочастотні мітки та мережа сенсорів, «розумна» виробнича логістика, роботизація [8-14]).

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

## **Висновки**

На основі дослідження предметної області цифрової трансформації технологічних та виробничих процесів, яка здійснюється за концепцією «Індустрія 4.0», були сформовані мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень, спрямованих на створення нового комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення цифрової трансформації технологічних процесів промислового складу

«віртуального підприємства», яке моделюється в універсальній комп'ютеризованій навчальній лабораторії

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Трехмерная эталонная архитектурная модель RAMI 4.0 [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/ru>.
2. 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.
3. Папінов В.М. Industrial Internet of Things: практичне вивчення на базі багатофункціональної комп'ютеризованої лабораторії / В.М. Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. – 2019. - №2(38). – С.122-137.
4. Папінов В.М. Автоматизований виробничий склад: гібридне моделювання в навчальній комп'ютеризованій лабораторії / В.М. Папінов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. – 2020. - №1(39). – С.61-77 (<https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/download/571/545/632>).
5. 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 (<https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/581>).
6. Вы готовы к производственной среде будущего? [Электронная книга] : Dassault Systemes : The 3DEXPERIENCE Company [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://ifwe.3ds.com/>.
7. Лабораторна модель автоматизованого цехового складу (обслуговуючий технічний процес) / Укладач: Папінов В.М. – Вінниця, ВНТУ, 2020. – 28 с.
8. Welcome to the Future: Technology 4.0 enabled automated warehouse [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/pqqjss4Px3w..>
9. Интеллектуальные складские и логистические технологии роботов - автоматизация следующего уровня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/smilviq8tv0>.
10. Современные складские технологии для автоматизации следующего уровня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/l3xi2tamf6A>.
11. Пшеничников В. Роль радиочастотной идентификации в цифровизации производственных процессов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://controlengrussia.com/rfid/promyshlennaja-identifikacija/>.
12. Amazon Fulfillment Center Tour with AWS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/8nKPC-WmLjU>.
13. Collecting Industrial IoT Sensor Data through U-CON [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/xq6LZlIjSLE>.
14. Собираем простейшую ZigBee-сеть, программируем под Mbed, общаемся через MQTT [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://habr.com/ru/company/samsung/blog/497200/>.

**Клос Олександр Петрович** - студент групи ІАКІТ-21м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sahzhvan82@gmail.com](mailto:sahzhvan82@gmail.com);

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

**Klos Oleksandr P.** – student of ІАКІТ-21m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [sahzhvan82@gmail.com](mailto:sahzhvan82@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: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).