

# КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ

<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 технологічного процесу дозування. Ця лабораторія використовується для навчання студентів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».*

**Ключові слова:** навчальний засіб, цифрова трансформація, технологічного процесу дозування, 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 a technological process of batching is solving. This laboratory is used to educate the students of the specialty "Automation and computer-integrated technologies".*

**Keywords:** educational instrument, digital transformation, technological process of batching, 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]. Це підприємство включає основні та допоміжні технологічні процеси, а також різноманітні обслуговуючі технічні процеси.

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] його основного технологічного процесу дозування [7] в рамках концепції «Індустрія 4.0».

## **Результати дослідження**

Основним технологічним процесом «віртуального підприємства», яке імітується в лабораторії, є

процес промислового накопичувача/дозатора хімічної рідини. Ця технологічна установка створена в лабораторії у вигляді фізичної моделі. Промисловий накопичувач/дозатор призначений для «створення» локального запасу готової хімічної рідини та подальшого «розливу» її шляхом дозування у тару двох розмірів (типів) – у тару 1 та тару 2. Цей процес в лабораторній імітації «віртуального підприємства» здійснюється за заданим рецептом, який описує, наприклад, об'єм тари 1 та тари 2 для хімічної рідини, а також потрібні кількості партій готової продукції одного та другого видів. Для здійснення цього технологічного процесу організується ще один вхідний матеріальний потік – «подача» пустої тари вказаних двох типів з виробничого складу, де «створений» певний їх запас.

На виході даного технологічного процесу «формується» матеріальний потік готової хімічної рідини, яка розлита у тару вказаних двох типів. Цей матеріальний потік «направляється» на вхід наступної виробничої ділянки, наприклад, за допомогою конвеєра.

Якщо ж врахувати те, що «віртуальне підприємство» може «випускати» продукцію різної номенклатури, тобто партіями за кількома різними рецептами, то опис виробничого процесу дещо ускладниться. Припустимо, що рецептів виготовлення готової продукції може бути N. Тоді, згідно до встановленого плану випуску продукції, до системи управління технологічним процесом дозування надходить один з N рецептів, який задає усі необхідні інструкції (наприклад, тип тари, в яку буде розлитися рідина N-ного виду, розмір партії для кожного типу тари і т.п.) щодо виконання накопичувачем/дозатором процесу виготовлення партії готової продукції відповідного виду.

На виході технологічного процесу дозування «формується» матеріальний потік готової хімічної рідини, яка розлита у відповідну тару, згідно до одного з N рецептів. Цей матеріальний потік направляється, наприклад за допомогою стрічкового конвеєра, на вхід наступної виробничої ділянки, де виконується пакування розфасованої хімічної рідини у картонні коробки.

Описаний спосіб управління даним технологічним процесом на основі рецептів відповідає вимогам міжнародного стандарту ІЕС 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 існуючого технологічного процесу дозування (роботизація, цифрове моделювання та оптимізація [8, 9], комп'ютерний зір та штучний інтелект).

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

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вы готовы к производственной среде будущего? [Электронная книга] : Dassault Systemes : The 3DEXPERIENCE Company [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://ifwe.3ds.com/>.
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. IoT vs Digital Transformation vs Industry 4.0 [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=O-ALemUcgsU>.
7. Лабораторна модель промислового накопичувача/дозатора рідини (фаза 2 основного технологічного процесу) / Укладач: Папінов В.М. – Вінниця, ВНТУ, 2020. – 11 с.
8. Industry 4.0: Mini Assembly Line (Part 1/2) - Sensors & Jigs with Dobot robot arm & Blockly code [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=DjNwQ89KXhs>.
9. Industry 4.0: Mini Assembly Line (Part 2/2) - Computer vision with Dobot robot arm & OpenCV [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=hR1GYoaSJkw>.

**Жарков Анатолій Володимирович** - студент групи ІАКІТ-21м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [fkca.lakitjav@gmail.com](mailto:fkca.lakitjav@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);

**Zharkov Anatoly V.** – student of ІАКІТ-21m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [fkca.lakitjav@gmail.com](mailto:fkca.lakitjav@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).