

ТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ОСВОЄННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ НМІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді розглянуті основні напрями технічного проектування комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення процесу проектування людино-машинного інтерфейсу системи управління виробництвом.

Ключові слова: технічне проектування, комп'ютеризований навчальний засіб, практичне вивчення, процес проектування, людино-машинний інтерфейс, система управління виробництвом.

Abstract

The report reviews the basic directions of engineering designing of computerized learning means for practical studying of a MES HMI designing process.

Keywords: engineering designing, computerized learning means, practical studying, designing process, HMI, MES.

Вступ

Світова практика освітньої діяльності доводить, що на сьогодні базовою основою фахової технічної освіти повинні стати не стільки навчальні дисципліни, скільки способи й форми організації навчальної діяльності студентів [1]. Тому основні зусилля у сфері вищої технічної освіти треба спрямовувати на забезпечення високого рівня методологічної культури (методи пізнавальної, професійної та комунікативної діяльності), на володіння творчими методами пізнання й діяльності, на широке впровадження в освіту багатокритеріальної постановки та розв'язання інноваційних проблем, на пошук множини рішень і вибір оптимального з них для задоволення потреб замовника.

Враховуючи ці світові тренди, на кафедрі автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій (АІТ) ВНТУ для практичної підготовки фахівців спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» у 2020 році було створено новітнє інформаційно-освітнє середовище у формі «віртуального виробництва» [2], за допомогою якого студенти спеціальності на протязі всього навчання у вузі поступово вивчають усі теоретичні та практичні питання щодо проектування/реалізації інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ) виробництвом.

Метою даної роботи є технічне проектування в рамках вказаного інформаційно-освітнього середовища нового комп'ютеризованого навчального засобу для практичного освоєння студентами спеціальності 151 процесу проектування НМІ системи управління виробництвом.

Результати дослідження

Ефективний контроль, моніторинг і оптимальне управління технологічними/виробничими процесами (ТП/ВП) у сучасних інтегрованих автоматизованих системах управління (ІАСУ) можливі лише на основі збирання у реальному часі та представлення усієї необхідної інформації про хід процесу або стан виробничого об'єкту (устаткування) людині, яка виконує ту чи іншу роль на виробництві (оператор, диспетчер, фахівець, управлінець), та реалізації гарантованого виконання її команд. При цьому основним програмно-технічним засобом (ПТЗ) взаємодії людини з ІАСУ є комп'ютер (промисловий, персональний, переносний, мобільний) з встановленим спеціалізованим

програмним забезпеченням (ПЗ), яке реалізує основні функції графічного НМІ (НМІ, human-machine interface). При проектуванні ІАСУ з метою покращення ефективності роботи всієї системи в цілому особливу увагу приділяють саме взаємодії "людина-комп'ютер", яка відбувається через графічний НМІ системи управління. Проте, враховуючи велику кількість інформаційних потоків, що зв'язують такий графічний НМІ з джерелами та приймачами цифрових даних, в ІАСУ виробництвом доцільно говорити про систему НМІ, яка складається з різноманітних програмно-технічних засобів.

Саме за таким системним підходом в даній роботі і розглядається НМІ диспетчера ІАСУ «віртуального виробництва», який на практиці повинні проектувати та реалізовувати студенти спеціальності за допомогою нового комп'ютеризованого навчального засобу. Тоді, розглядаючи НМІ диспетчера ІАСУ як систему, можна організувати процес його проектування так само, як і автоматизованої інформаційної системи (АІС) – у вигляді стадій стандартного життєвого циклу системи [3-5]. Тоді на основі таких стандартних стадій життєвого циклу АІС можна організувати відповідний процес проектування НМІ для АРМ диспетчера ІАСУ «віртуального виробництва», який і повинні будуть на практиці освоювати студенти за допомогою нового комп'ютеризованого навчального засобу. Запропонований процес проектування показаний на рис. 1.

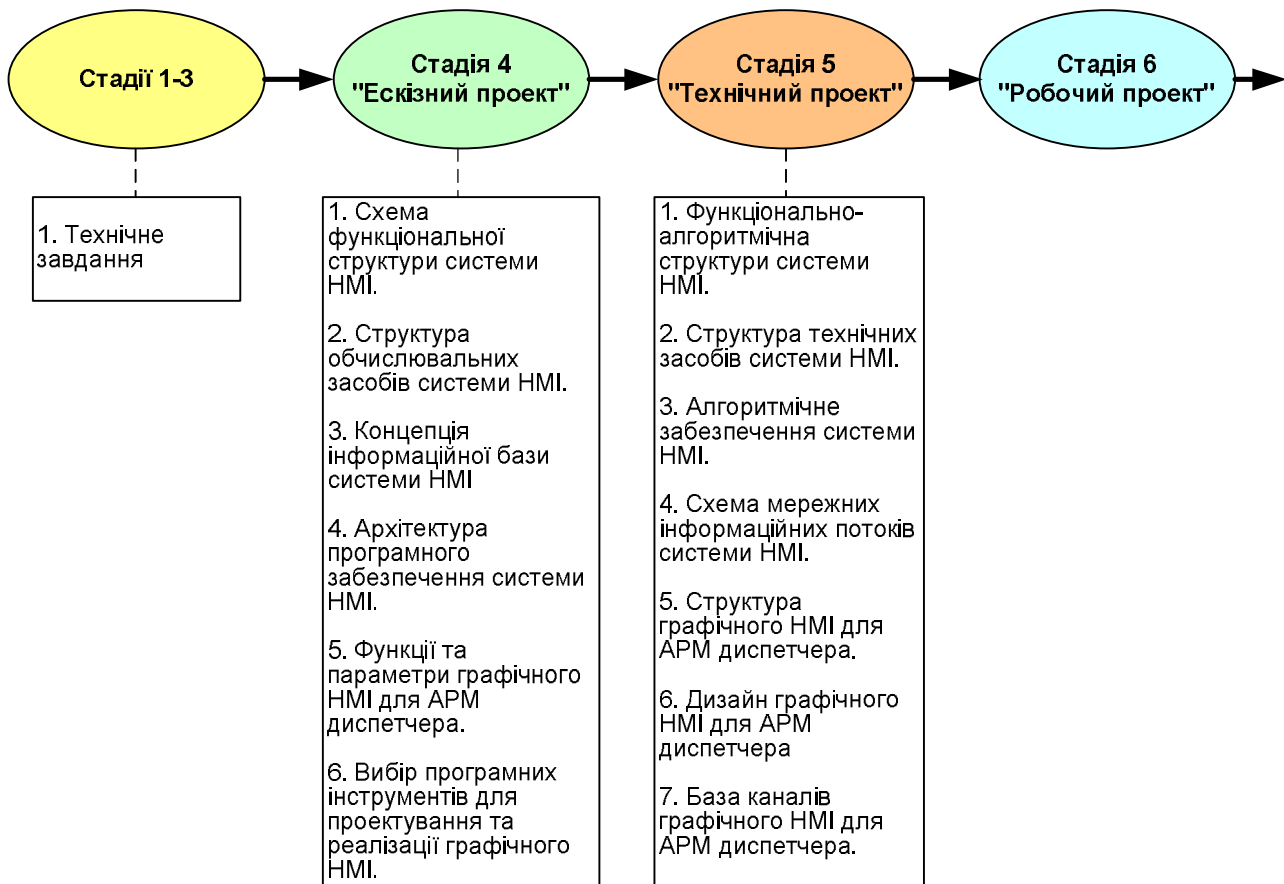


Рис. 1. Складові процеси «віртуального виробництва» уявної хімічної продукції

Перші три стадії життєвого циклу, які передують проектуванню, можна виконувати, наприклад, в ході практичних занять з дисципліни «Інтегровані системи управління» (4 курс, бакалаврський напрям підготовки), де студенти мають розробити технічне завдання на проектування такого НМІ. Проте, технічне завдання може бути розроблене заздалегідь і викладачем та видаватися студентам як навчальне завдання для лабораторного курсу з цієї ж дисципліни.

На наступній 4 стадії, яку доцільно виконувати в рамках лабораторних занять з дисципліни «Інтегровані системи управління», результатами проектування мають бути:

- схема функціональної структури системи НМІ (графічний НМІ, реалізований на АРМ диспетчера, та всі програмно-технічні засоби ІАСУ, які зв'язані з цим АРМ);
- структура обчислювальних засобів системи НМІ;

- концепція інформаційної бази системи НМІ;
- архітектура програмного забезпечення системи НМІ;
- функції та параметри графічного НМІ для АРМ диспетчера;
- вибір програмних інструментів для проектування та реалізації графічного НМІ.

Наступну 5-ту стадію життєвого циклу доцільно вже виконувати в рамках лабораторних занять з дисципліни «Стандарти та проектування КІСУ» (1 курс, магістерський рівень підготовки, осінній семестр). Результатами проектування на цій стадії мають бути:

- функціонально-алгоритмічна структури системи НМІ;
- структура технічних засобів системи НМІ;
- алгоритмічне забезпечення системи НМІ;
- схема мережних інформаційних потоків системи НМІ;
- структура графічного НМІ для АРМ диспетчера;
- дизайн графічного НМІ для АРМ диспетчера;
- база каналів графічного НМІ для АРМ диспетчера.

Таким чином, процес проектування НМІ диспетчера складається з двох паралельних процесів:

- проектування графічного НМІ для АРМ диспетчера;
- проектування системи програмно-технічних засобів, що інформаційно зв'язані з цим АРМ.

Другий процес пов'язаний з вирішенням суто технічних питань, а ось перший процес стосується вже не тільки технічних питань, але і організації оптимальної взаємодії «людина-комп'ютер», тобто проектування такого користувальницького інтерфейсу, який допомагатиме диспетчеру ефективно виконувати свої функції.

Тому у світовій практиці для створення графічних НМІ для промислових системах автоматизації широко використовується підхід, який називається людино-орієнтоване проектування НМІ [6-8]. Таке проектування НМІ спрямоване на створення інтерактивних систем, що враховують особливості користувачів (операторів, диспетчерів), їхній досвід і потреби на основі ергономічних принципів. В результаті його застосування збільшується результативність, ефективність, доступність і стійкість систем управління, підвищується задоволеність користувача (оператора, диспетчера) й продуктивність його праці, а також значно зменшуються несприятливі впливи умов праці на здоров'я й безпеку людини. Якщо системи НМІ розроблені з урахуванням потреб користувача (оператора, диспетчера), то в них різко знижується кількість помилкових дій людини, а також зменшуються часові й матеріальні витрати на її навчання.

Для обґрунтування структури технічних засобів (ТЗ) нового комп'ютеризованого навчального засобу, на якому студенти зможуть на практиці освоювати описаний вище процес проектування НМІ, була проаналізована існуюча структура лабораторного «віртуального виробництва» та визначені ті ТЗ, на яких доцільно реалізовувати основні стандартні функції управління цим виробництвом. Було визначено, що для проектування і реалізації на «віртуальному виробництві» нового комп'ютеризованого навчального засобу є доступними п'ять персональних комп'ютерів (ПК) та один сервер лабораторії [9].

Тому було запропоновано утворити на даному «віртуальному виробництві» п'ять управлінських структурних підрозділів, робота яких має здійснюватися у автоматизованому режимі в рамках ІАСУ періодичним «віртуальним виробництвом», а саме: «Відділ кадрів, бухгалтерія», «Відділ планування», «Технічний відділ», «Економічний відділ» та «Диспетчерська служба».

Відповідна структура ТЗ наведена на рис. 2. Структура ТЗ утворює ієрархічну будову ІАСУ «віртуальним виробництвом». В цій структурі можна виділити рівень технологічних/технічних процесів (рівень 0), рівень контролерного управління технологічними/технічними процесами (рівень 1 або CONTROL), рівень операторського управління технологічними/технічними процесами (рівень 2 або SCADA), рівень управління виробничими процесами (рівень 3 або MES/MOM) та рівень управління бізнес-процесами підприємства (рівень 4 або ERP).

На рівні 4 (ERP) на основі додаткового ПК лабораторії (ноутбук чи планшет) створюється АРМ бізнес-менеджера з функціями управління бізнес-процесами «віртуального підприємства». Цей АРМ зв'язаний через мережу Internet та Web Server факультету з локальною мережею Ethernet лабораторії.

На рівні 3 (MES/MOM) на основі лабораторного ПК викладача, підключеного до локальної мережі Ethernet лабораторії, створюється АРМ диспетчера з функцією управління рецептами «віртуального виробництва».

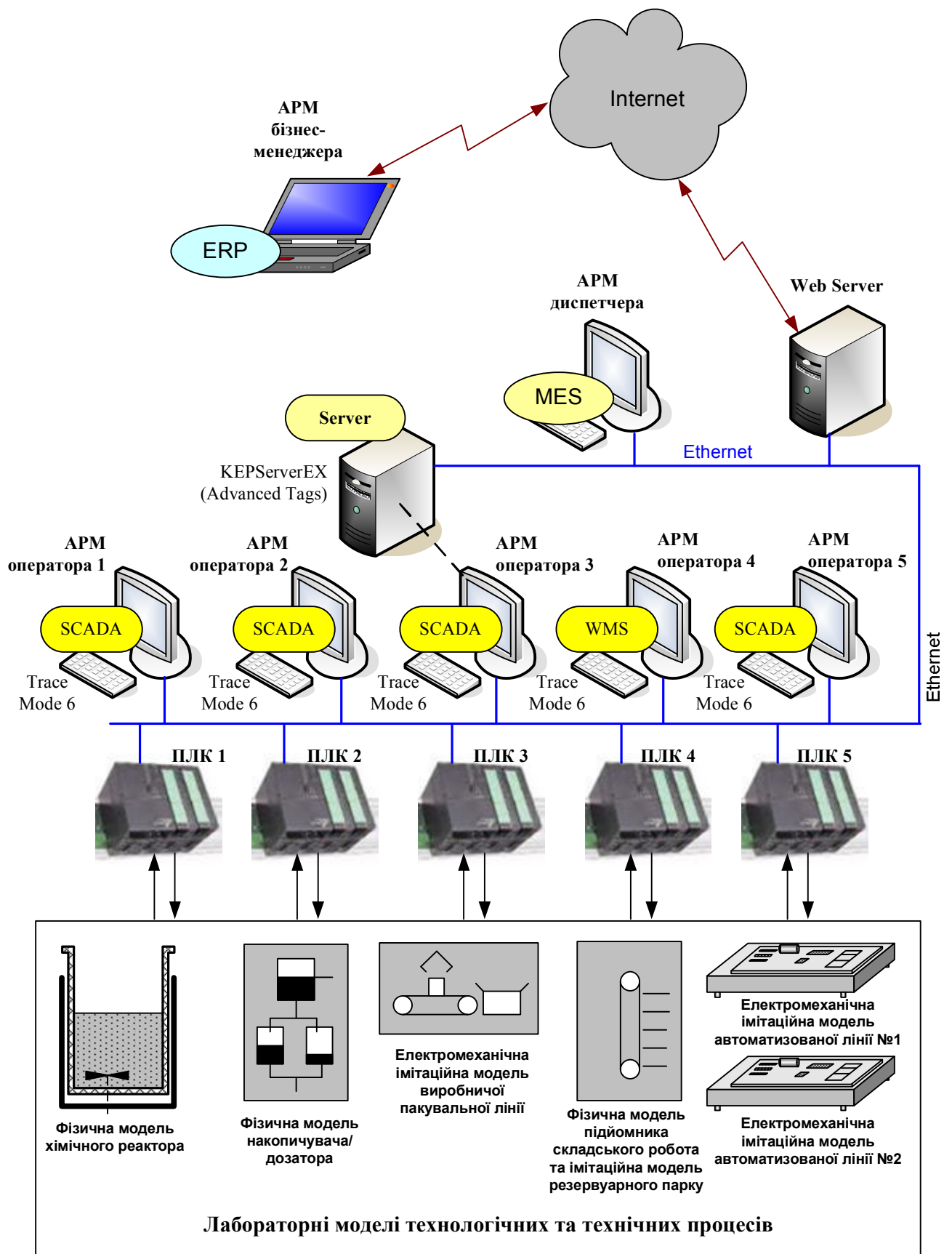


Рис. 3. Структура технічних засобів нового комп'ютеризованого навчального засобу

На рівні 2 (SCADA) на основі п'яти ПК лабораторії створюються п'ять АРМ операторів технологічних/технічних процесів «віртуального виробництва» (АРМ оператора 1, АРМ оператора 2, ...). Усі ці ПК також підключені до локальної мережі Ethernet лабораторії. При цьому ПК з АРМ оператора 3 виконує також функцію сервера виробничих даних (Server), в якому здійснюється моделювання у режимі реального часу матеріальних потоків та запасів «віртуального виробництва».

На рівні 1 використовуються п'ять промислових контролерів «VIPA» (ПЛК1 - ПЛК5), які також підключені до локальної мережі Ethernet лабораторії. Ці контролери отримують виробничі завдання з відповідних АРМ операторів, здійснюють управління технологічними/технічними процесами «віртуального виробництва» і надсилають звітну інформацію про виконання виробничих завдань до АРМ операторів.

На рівні 0 використовуються такі лабораторні моделі технологічних/технічних процесів:

- фізична модель хімічного реактора;
- фізична модель накопичувача/дозатора;
- електромеханічна імітаційна модель виробничої пакувальної лінії;
- фізична модель підйомника складського робота та імітаційна модель резервуарного парку;
- електромеханічна імітаційна модель автоматизованої лінії №1;
- електромеханічна імітаційна модель автоматизованої лінії №2.

На рівні ERP системи виконується основна функція «Управління Місцевим рецептом», яка призначена для формування поточного рецепту з виготовлення основним технологічним процесом (ТП) «віртуального виробництва» партії хімічної продукції заданого типу. Місцевий рецепт означає формулу виготовлення конкретного типу хімічної продукції всіма фазами основного ТП та описує їх основні процедури. Також визначаються загальні вимоги до технологічного обладнання, а у розділі рецепту «Інша інформація» може вказуватися часові терміни виготовлення даної партії. Такий Місцевий рецепт через Internet пересилається у електронному вигляді на рівень MES/MOM.

На рівні MES/MOM в АРМ диспетчера виконуються такі основні функції управління: «Управління означенням», «НМІ», «Контроль ресурсів», «Диспетчерування», «Управління виконанням», та «Управління виробничою інформацією». Зокрема, диспетчер, враховуючи інформацію з Місцевого рецепту та конкретні характеристики технологічного обладнання «віртуального виробництва», здійснює розробку набору Майстер рецептів для всіх технологічних/технічних процесів (ТП), які будуть задіяні при виробленні цієї партії продукції. Також деталізується рецептурна процедура – означаються рецептурні процедури виробничих комірок, апаратів, технологічних операцій та етапів. Якщо опис усієї процедури в рецепті доводиться до рецептурних процедурних етапів, то такий опис вважається повним. Виконання описаної функції управління диспетчер здійснює через НМІ цього АРМ.

Сформовані диспетчером Майстер рецепти надсилаються через локальну мережу Ethernet до відповідних АРМ операторів, які повинні будуть виконувати ці виробничі завдання у термін, встановлений план-графіком виробництва. Зокрема, оператори за інформацією з Майстер рецептів повинні сформувати окремі набори Керівних рецептів, які будуть служити виробничими завданнями для промислових контролерів, які здійснюють безпосереднє управління технологічними/технічними процесами з виготовлення порцій/партій продукції.

На рівнях 2 (SCADA) та 3 (MES/MOM) використовується основне програмне забезпечення у вигляді інструментальної системи «Trace Mode 6», а для реалізації сервера виробничих даних – сервер РЧ «KEPServerEX».

Запропонована структура технічних засобів нового КНЗ дозволяє студентам виконувати такі проектні задачі:

- проектування для АРМ диспетчера НМІ, що забезпечує виконання функції «Управління означенням»;
- проектування для АРМ диспетчера НМІ, що забезпечує виконання функції «Контроль ресурсів»;
- проектування для АРМ диспетчера НМІ, що забезпечує виконання функції «Диспетчерування»;
- проектування для АРМ диспетчера НМІ, що забезпечує виконання функції «Управління виконанням»;
- проектування для АРМ диспетчера НМІ, що забезпечує виконання функції «Управління виробничою інформацією»;

- проектування комунікаційних зв'язків між відповідними функціями прикладної програми АРМ диспетчера та функціями прикладних програм АРМ операторів;
- проектування комунікаційних зв'язків між відповідними функціями прикладної програми АРМ диспетчера та функціями прикладної програми АРМ бізнес-менеджера.

Висновки

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що на відміну від існуючих комп'ютеризованих навчальних засобів, новий засіб будується на основі інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне виробництво», що дозволило за рахунок використання як промислових зразків програмно-технічних засобів автоматизації, так і фізичних моделей технологічного устаткування, підвищити ефективність практичного освоєння студентами процесу технічного проектування НМІ для системи управління виробництвом.

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. В поисках навыков для внедрения Промышленного Интернета Вещей (IIoT) [Електронний ресурс]: Ua.Automation.com. – Режим доступу: <http://ua.automation.com/content/iiot-skills>.
2. 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.
3. ДСТУ ISO/IEC 15288:2005 "Інформаційні технології. Системна інженерія. Процеси життєвого циклу системи".
4. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М. Пупена, І.В.Ельперін, Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк – К.: Вид-во "Ліра-К", 2011. – 552 с.
5. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://standartgost.ru/g/g/ГОСТ_34.601-90.
6. Краевски Д. Ситуационное восприятие. Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов// Информатизация и Системы Управления в Промышленности. – 2014. - №2.
7. Миллер Рэнди . Операторские решения нового поколения : Automation Weekly UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ua.automation.com/content/operatorskie-resheniya-novogo-pokoleniya>.
8. Майерс Лейла, Вилкинс Морис. ISA-101: к более эффективной стратегии ЧМИ// Automation Weekly UA. – 2015. – №1. – С. 15-19.
9. 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.

Заверуха Павло Юрійович - студент групи АКІТ-20мз, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: fkca.ikt16.zpyu@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;

Zaverukha Pavlo Yu. - student of AKIT-20mz group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: fkca.ikt16.zpyu@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.