

АРХІТЕКТУРА НАВЧАЛЬНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ OPCENTER EXECUTION ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЕКЗЕМПЛЯРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді вирішується задача розробки архітектури навчального засобу на основі інструментальної платформи Siemens OPCenter Execution для дослідження життєвого циклу екземпляру промислової системи автоматизації «віртуального» хімічного виробництва. Навчальний засіб призначений для забезпечення практикуму професійної дисципліни "Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління".

Ключові слова: інтегрована система автоматизації, періодичне виробництво, життєвий цикл, навчальний засіб, комп'ютеризована навчальна лабораторія.

Abstract

The report addresses the problem of developing the architecture of a training tool based on the Siemens OPCenter Execution tool platform for studying the life cycle of an instance of an industrial automation system for "virtual" chemical production. The training tool is intended to provide a practical course in the professional discipline "Standards and Design of Computer-Integrated Control Systems".

Keywords: integrated automation system, periodic production, life cycle, educational tool, computerized educational laboratory.

Вступ

Архітектурна модель побудови «розумного» виробництва «Reference Model for Industrie 4.0» (RAMI 4.0) є уніфікованою архітектурною референтною моделлю, яка забезпечує колективне розуміння стандартів, що створені для реалізації концепції «Industry 4.0» (I4.0) у виробництві [1-3]. Ця референтна модель, в першу чергу, надає загальні структуру та мову для пояснення та специфікації системної архітектури, що, відповідно, сприяє поліпшенню загального розуміння та системної взаємодії. Тому при створенні перспективних промислових систем автоматизації рівняння на дану референтну модель є надзвичайно корисним, бо вона описує оптимальний каркас для стандартизації технічних рішень цих систем як на стадії їх розробки, так і при їх подальшій інтеграції та практичному використанні. Референтна модель «RAMI 4.0» має три осі, одна з яких, а саме «Життєвий цикл та потік формування цінності» (Life Cycle and Value Stream), відображує життєвий цикл продукції виробництва та різних його систем, включаючи і промислові системи автоматизації.

Метою цієї роботи є обґрунтування концепції нового навчального засобу (НЗ), побудованого на основі інструментальної платформи Siemens OPCenter Execution, для практичного дослідження студентами спеціальності цифрового життєвого циклу екземпляру промислової системи автоматизації.

Результати дослідження

Для того, щоб на новому навчальному засобі студенти спеціальності могли проводити на практиці тривалі дослідження життєвого циклу промислової системи автоматизації, треба спочатку обґрунтовано вибрати цю систему автоматизації, використовуючи, наприклад, такі критерії:

– по-перше, така система повинна бути досить масштабною, щоб велика кількість студентів (студентських бригад) могла досліджувати одночасно життєвий цикл її різних підсистем;

– по-друге, ця система повинна бути зв'язаною з якимось реальним промисловим виробничим процесом, причому суть такого виробничого процесу студенти повинні глибоко розуміти, щоб бути у змозі далі ефективно проектувати для нього відповідні системи автоматизації;

– по-третє, при дослідженні студентами на новому навчальному засобі життєвого циклу або екземплярі такої системи автоматизації в цілому, або екземплярів її підсистем, надзвичайно важливою є наявність у навчальній лабораторії вузу повної фізичної реалізації даної системи.

Враховуючи усі наведені критерії вибору, можна запропонувати в якості цієї основи нового навчального засобу вже існуючу на кафедрі АІТ ВНТУ лабораторну імітацію системи автоматизації промислового виробництва хімічної продукції [4-6]. Ця імітаційна модель отримала назву «лабораторна імітація навчальної фабрики», вона вже тривалий час використовується в навчальному процесі для практичної підготовки бакалаврів та магістрів спеціальності. Ця імітаційна модель відтворює виробничий процес промислового виготовлення партії хімічної продукції, який складається з п'яти частин – основний технологічний процес (ОТП), допоміжний технологічний процес (ДТП1), допоміжний технічний процес (ДТП2) та два обслуговуючих технічних процеси (ОТП1 та ОТП2). Між вказаними процесами існують різноманітні матеріальні потоки – рідкі (по трубопроводах) та тверді (на конвеєрах та на автокарах). Система автоматизації (СА) такого виробничого процесу являє собою 4-рівневу комп'ютерно-інтегровану систему управління (КІСУ), яка створена за концепцією СІМ (Computer Integrated Manufacturing) [7].

Для створення лабораторної імітаційної моделі описаного виробництва використовуються різноманітні моделі (фізичні, електромеханічні, імітаційні, гібридні, програмні) як усіх вказаних вище технологічних та технічних процесів, так і усіх його матеріальних потоків та запасів (трубопроводи, конвеєри, резервуари, зони зберігання тощо). Для автоматизації цієї імітаційної моделі виробничого процесу в лабораторії вузу змонтовані відповідні промислові зразки технічних засобів автоматизації (датчики, виконавчі пристрої, промислові контролери, персональні комп'ютери, сервери та цифрові мережі), які разом з відповідним програмним забезпеченням утворюють багаторівневу КІСУ, яка має виконувати ті ж самі функції, що і КІСУ реального хімічного виробництва.

Означимо тепер життєвий цикл цієї системи автоматизації, створеної в лабораторії «Промислова мікропроцесорна техніка» ФІТА ВНТУ, який можуть досліджувати магістри спеціальності 174 в рамках професійної дисципліни «Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління». З аналізу наведеного вище опису універсальної комп'ютеризованої лабораторної системи можна виділити три можливих життєвих циклів (рис. 1):

- життєвий цикл типу лабораторної системи автоматизації (1);
- життєвий цикл екземпляру СА лабораторного ТП (1 і 2);
- життєвий цикл екземпляру інтегрованої СА «віртуального» виробництва (3).

Перший життєвий цикл і частину другого життєвого циклу виконав викладач, коли проектував універсальну комп'ютеризовану лабораторну систему, розробляв робочу документацію і оформлював заявку (вимоги) на потрібні для її реалізації комплектуючі (обладнання, інструментальне ПЗ). На цьому закінчився життєвий цикл типу лабораторної СА. Після отримання від компанії «СВ АЛЬТЕРА» замовленого обладнання та інструментального ПЗ викладач виконав перший етап життєвого циклу екземпляру кожної СА лабораторного ТП (в лабораторії можна створити дев'ять таких СА), а саме, виготовив модель ТП, змонтував технічні засоби автоматизації даного ТП та встановив на комп'ютер інструментальне ПЗ.

Решту стадій другого життєвого циклу вже мають виконувати студенти-бакалаври в рамках лабораторного курсу професійної дисципліни «Проектування систем автоматизації». Проте в цей життєвий цикл штучно введений один зі стандартних етапів життєвого циклу для типу лабораторної СА, а саме, етап «Розробка ПЗ» стадії «Робоча документація (робочий проект)». Це зроблено тому, що це навчальна лабораторія, де студенти повинні в першу чергу і освоювати практичні прийоми проектування та реалізації промислового ПЗ за допомогою наявних інструментальних засобів (систем) та на конкретних зразках технічних засобів автоматизації (ПЛК, робочі станції, сервери). В нашому випадку студенти користуються таким інструментарієм – «WinPLC7», «TIA Portal», «Movicon 11». В результаті виконання усіх лабораторних завдань кожна студентська бригада повинна розробити та продемонструвати у дії екземпляр СА окремого лабораторного ТП. Якщо на потоці буде створено не менше 9 студентських бригад, то наприкінці лабораторного практикуму викладач може мати в своєму розпорядженні 9 різних зразків прикладного ПЗ, яке вже перевірено у дії в рамках відповідних СА лабораторних ТП. На цьому завершується другий життєвий цикл лабораторної СА.

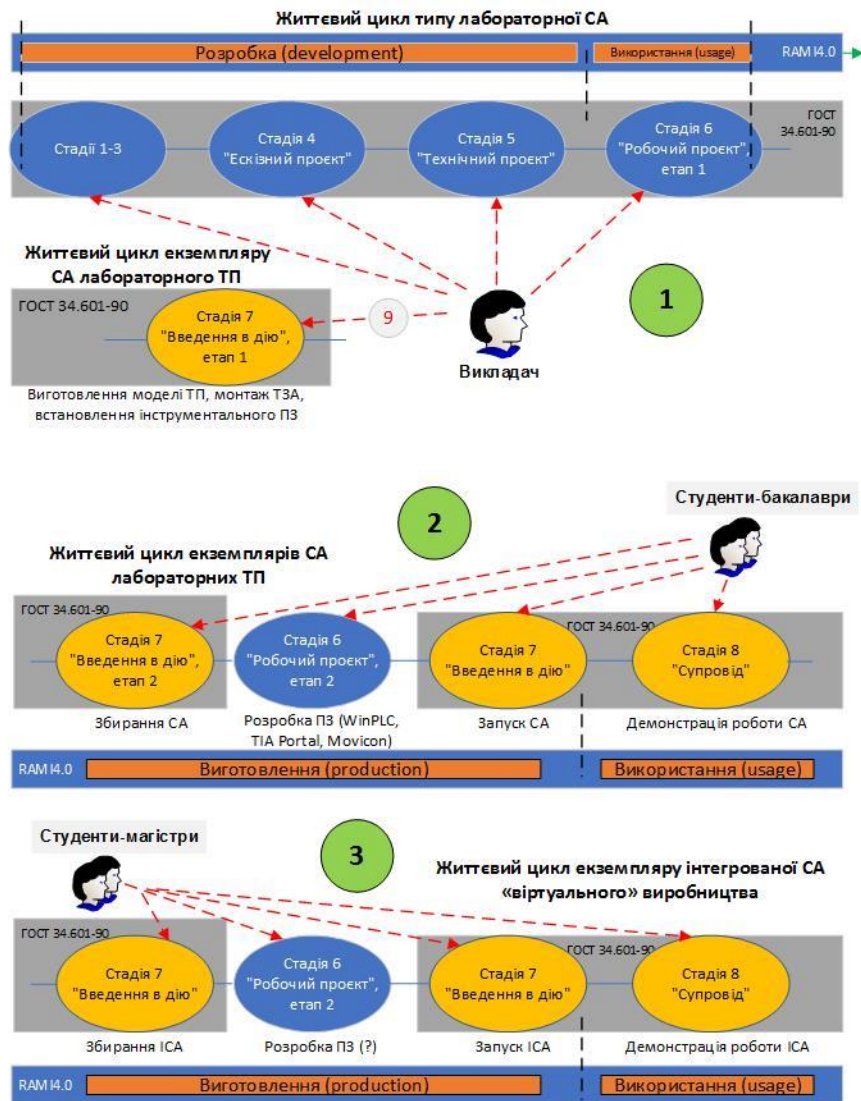


Рис. 1 – Життєві цикли лабораторної СА

Третій життєвий цикл екземпляру інтегрованої СА лабораторного «віртуального» виробництва виконують вже магістри в рамках лабораторного курсу професійної дисципліни «Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління». Як видно з рисунку, в цей життєвий цикл штучно введений етап «Розробка ПЗ» стадії «Робоча документація (робочий проект)». Саме для виконання даного етапу і пропонується в навчальному засобі використовувати інструментальну платформу Siemens OPCenter Execution [8, 9]. Ця інструментальна платформа пропонує такі основні рішення для систем класу MOM:

- детальне планування виробництва та складання графіка;
- управління виробництвом;
- управління якістю;
- виробнича аналітика та оцінка продуктивності;
- дослідження, розробка нової продукції та лабораторія.

Розробка архітектури нового навчального засобу виконувалась з урахуванням призначення нового навчального засобу, особливостей досліджуваного життєвого циклу інтегрованої СА «віртуального» виробництва та доступних для викладача/студента інструментів виконання навчального дослідження.

На рис. 2 наведені результати такої розробки. Показана на рисунку архітектурна модель навчального засобу забезпечує проведенні навчального дослідження життєвого циклу екземпляру інтегрованої системи автоматизації (ІСА) в рамках лабораторного курсу професійної дисципліни «Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління».

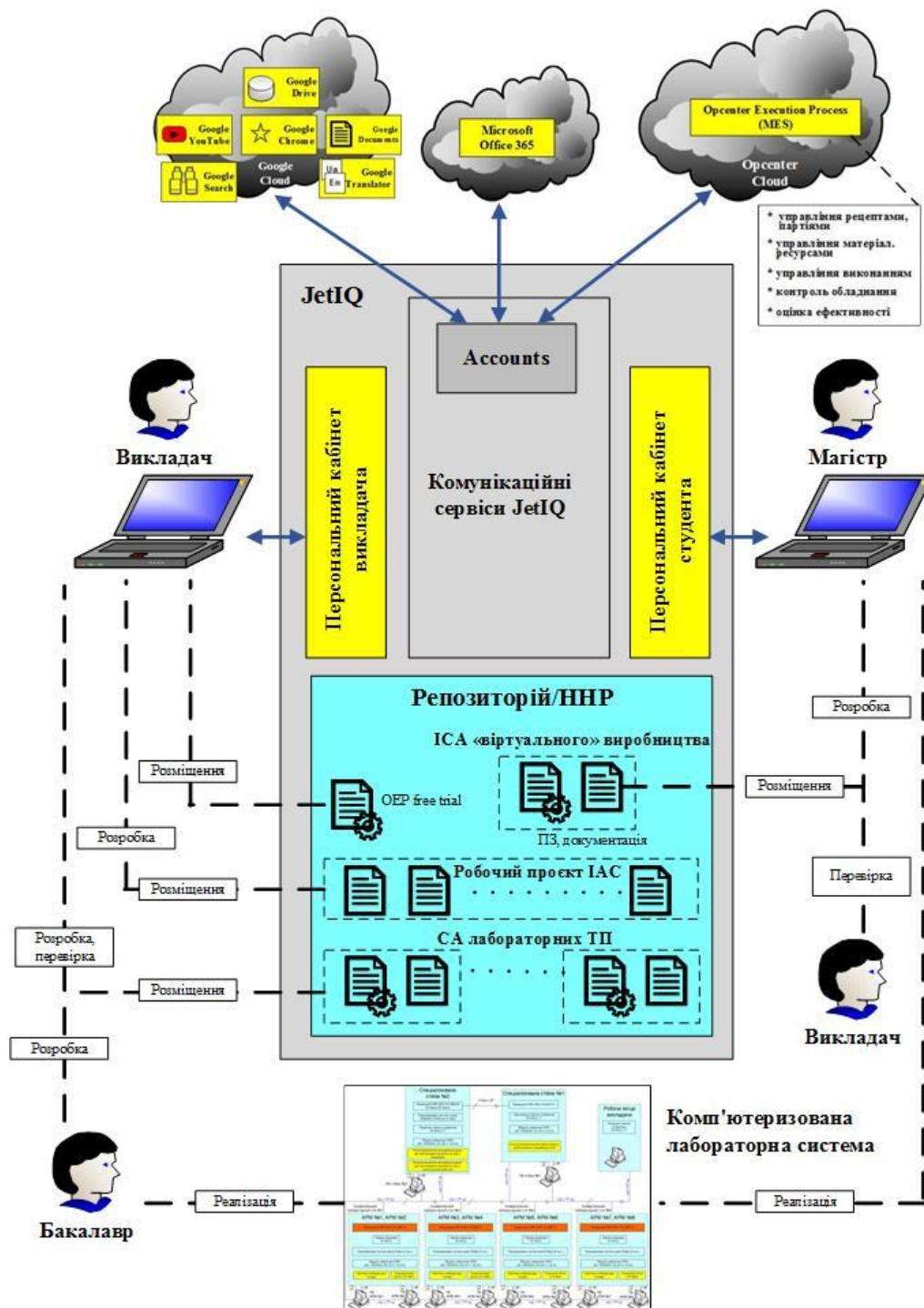


Рис. 9 – Архітектурна модель нового навчального засобу

Основу даної архітектури утворюють такі основні активи:

- система автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» ВНТУ [10];
- комп'ютеризована лабораторна система, змонтована в лабораторії «Промислова мікропроцесорна техніка» ФІТА ВНТУ [11].

В системі «JetIQ» використовуються такі її складові частини, як «Персональний кабінет викладача», «Персональний кабінет студента», «Репозиторій» чи «Навігатор навчального ресурсу (ННР)», а також «Комунікаційні сервіси JetIQ».

В якості основних інструментальних активів в архітектурній моделі використовуються:

- інформаційні хмарні сервіси компанії Google («Google Cloud»);
- інструменти хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education»;
- інструменти «Opcenter Execution Process» (OEP) хмарної платформи «Opcenter Cloud».

В якості вихідних активів-даних для початку навчального дослідження в моделі використовуються файли прикладного програмного забезпечення (ПЗ) та пов'язана з ними технічна документація, яку розробляють студенти-бакалаври в ході лабораторного практикуму з дисципліни «Проектування систем автоматизації». Ці дані описують проекти систем автоматизації (СА) окремих лабораторних технологічних/технічних процесів (ТП), які моделюються засобами комп'ютеризованої лабораторної системи. Загалом таких наборів даних може бути дев'ять. Якщо заняття проводяться в аудиторії, то студенти-бакалаври на стадії «Введення у дію» можуть реалізувати ці СА за допомогою програмно-технічних засобів лабораторії «Промислова мікропроцесорна техніка». Якщо ж заняття проводяться онлайн, то студенти через відповідні комунікаційні сервіси «JetIQ» надсилають усі проектні дані викладачу, який перевіряє їх на своєму комп'ютері (запускає СА у дію в режимі емуляції, аналізує технічну документацію), а після цього остаточний варіант студентського проекту розміщує у своєму репозиторію або в навігаторі навчального ресурсу (ННР).

В архітектурній моделі передбачено також, що викладач може розробляти свої варіанти проектів СА лабораторних процесів і розміщувати їх в якості зразка у своєму репозиторію або в навігаторі навчального ресурсу (ННР).

Для роботи з хмарними інструментами викладач, який веде лабораторний курс, через свій комп'ютер входить до персонального кабінету і створює в ньому потрібні йому записи («Accounts») – для доступу до інформаційних хмарних сервісів компанії Google, до інструментів хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education», до інструментів «Opcenter Execution Process» (OEP) хмарної платформи «Opcenter Cloud».

Для роботи з хмарними інструментами і магістр, який проходить лабораторний курс, через свій комп'ютер входить до персонального кабінету і створює в ньому усі потрібні йому записи («Accounts») – для доступу до інформаційних хмарних сервісів компанії Google, до інструментів хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education», до інструментів «Opcenter Execution Process» (OEP) хмарної платформи «Opcenter Cloud».

За допомогою інструменту «Google Documents» хмарної платформи «Google Cloud» або інструментів хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education» викладач на початку навчального дослідження життєвого циклу екземпляру інтегрованої СА (ІАС) «віртуального» виробництва розробляє і розміщує у «Репозиторії/ННР» робочі проекти окремих частин (підсистем) цієї системи, що по є вихідними даними для створення студентом-магістром відповідного екземпляру даної частини (підсистеми) ІАС.

Магістр виконує поступову реалізацію екземпляру ІАС (розробка прикладного ПЗ і технічної документації), використовуючи такі інструментальні активи:

- інструменти «Opcenter Execution Process» (OEP) хмарної платформи «Opcenter Cloud» для створення системи класу MES, наприклад, «Управління рецептами, партіями», «Управління матеріальними ресурсами», «Управління виконанням», «Контроль обладнання», «Оцінка ефективності» та ін.;
- інформаційні хмарні сервіси компанії Google ("Google Cloud"), зокрема, «Google YouTube», «Google Chrome», «Google Drive», «Google Search», «Google Documents» та «Google Translator»;
- інструменти хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education», зокрема, «Word», «Excel» та «Visio».

Крім того, якщо магістр не зможе отримати доступ до інструментів «Opcenter Execution Process» хмарної платформи «Opcenter Cloud», то викладач може розмістити у «Репозиторії/ННР» файли інсталяції безкоштовної спрощеної версії «Opcenter Execution Process» (OEP free trial), яке доступне на відповідних сайтах в Інтернет.

В ході поступового створення екземпляру ІАС «віртуального» виробництва магістр постійно звітує перед викладачем про хід цього процесу, надсилаючи йому через комунікаційні сервіси «JetIQ» відповідні електронні документи та зразки прикладного ПЗ. Викладач перевіряє їх, вносить корективи і надає рекомендації.

Після закінчення усіх робіт магістр може реалізувати ІАС за допомогою програмно-технічних засобів лабораторії «Промислова мікропроцесорна техніка» (якщо заняття проводяться в аудиторіях).

При онлайн режимі навчання студент надсилає викладачу готовий проєкт ПЗ і технічну документацію, а викладач розміщує їх у «Репозиторії/ННР».

Висновки

В ході виконання досліджень згідно з поставленою метою був означений життєвий цикл промислової системи автоматизації, який мають досліджувати студенти, обґрунтовано вибраний екземпляр такої системи автоматизації для цього дослідження, а також на основі вибраної для нового навчального засобу інструментальної платформи «Siemens Opcenter Execution» була розроблена архітектурна модель його активів (обладнання/інструменти/дані). Всі отримані результати повністю відповідають змісту розділу 1 магістерської кваліфікаційної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Reference Models for Digital Manufacturing Platforms/ Francisco Fraile, Raquel Sanchis, Raul Poler, Angel Ortiz// MDPI: Appl. Sci. 2019, 9, 4433; doi:10.3390/app9204433 [Електронний ресурс] / URL : www.mdpi.com/journal/applsci.
2. Peter Adolphs. RAMI 4.0: An architectural Model for Industrie 4.0 [Електронний ресурс] / URL: www.plattform-i40.de.
3. Тривимірна еталонна архітектурна модель RAMI 4.0 [Електронний ресурс] / URL: <https://www.phoenixcontact.com>.
4. Папінов В.М. Організація віртуального виробництва в лабораторії 5303 [Електронний ресурс] / URL : https://iq.vntu.edu.ua/b04213/html/nlr/nlr.php?card_id=41175&id=960&renum=1.
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 (URL: <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/581>).
6. 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 (URL: <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/download/571/545/632>).
7. Пупена О.М. Принципи функціонування систем керування основним виробництвом через призму стандарту IEC-62264 / О.М. Пупена, О.М. Клименко, Р.М. Міркевич. – К.: НУХТ, 2019. – 49 с.
8. Opcenter Execution Process [Електронний ресурс]. URL: <https://plm.sw.siemens.com/en-US/opcenter/execution/process/>.
9. Siemens Opcenter Execution Process [Електронний ресурс]. URL: <https://www.indx.com/en/product/siemens-opcenter-execution-process-simatic-it-uapi>.
10. Wiki : БНТУ [Електронний ресурс]. URL : <https://wiki.vntu.edu.ua>
11. 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.

Горобець Володимир Вікторович – здобувач вищої освіти групи ЗАКІТ-23м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: wep125lalalo@gmail.com;

Папінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnppapinov@gmail.com;

Gorobets Volodymyr V. – higher education student of 3AKIT-23m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: wep125lalalo@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: vnppapinov@gmail.com.