

# НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ НА ОСНОВІ SIEMENS TIA PORTAL ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОМИСЛОВОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

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

## *Анотація*

*В доповіді вирішується задача розробки на основі професійної інструментальної системи «SIEMENS TIA PORTAL» комп'ютеризованого навчального засобу для практичного дослідження життєвого циклу промислової системи автоматизації хімічного підприємства. Цей навчальний засіб буде використовуватися для навчання студентів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».*

**Ключові слова:** навчальний засіб, інструментальна система, практичне дослідження, життєвий цикл, промислова система автоматизації.

## *Abstract*

*The report solves the task of developing a computerized educational tool for practical study of the life cycle of the industrial automation system of a chemical enterprise on the basis of the professional tool system "SIEMENS TIA PORTAL". This educational tool will be used to teach students of the "Automation and computer-integrated technologies" specialty.*

**Keywords:** educational tool, tool system, practical study, life cycle, industrial automation system.

## **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 системи промислової автоматизації «SIEMENS TIA PORTAL», для практичного дослідження студентами спеціальності як цифрового життєвого циклу типу промислової системи автоматизації, так і цифрового життєвого циклу її екземпляру..

## **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 таку систему, наприклад, використовуючи 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

зможі далі ефективно проектувати для нього відповідні системи автоматизації;

– по-третє, при дослідженні студентами на новому навчальному засобі життєвого циклу або екземпляру 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 той життєвий цикл такої системи автоматизації хімічного виробництва, який студенти повинні будуть досліджувати за допомогою нового навчального засобу. Крім того, враховуючи складність цього предмету досліджень, треба також означити ту схему навчального процесу, яка б дозволила проводити вказані практичні дослідження на протязі тривалого часу в рамках кількох пов'язаних між собою професійних дисциплін старшого курсу бакалаврської підготовки та першого курсу магістерської підготовки спеціальності. На рис. 1 показаний один із можливих варіантів такої схеми навчального процесу.

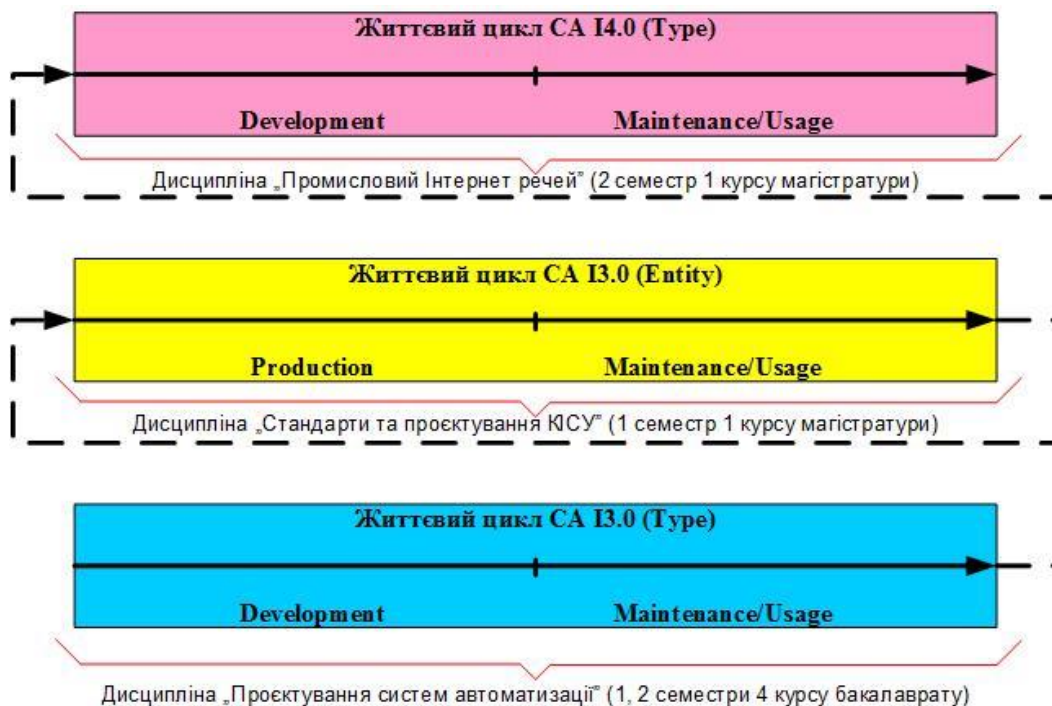


Рис. 1. Схема навчального процесу для практичного дослідження життєвого циклу промислової СА

Як видно з рисунку, практичні дослідження складаються з трьох стадій:

- дослідження життєвого циклу типу (Type) СА, побудованої за концепцією «Індустрія 3.0» (І3.0);
- дослідження життєвого циклу сутності/екземпляру (Entity) СА, побудованої за концепцією «Індустрія 3.0» (І3.0);
- дослідження життєвого циклу типу (Type) СА, побудованої за концепцією «Індустрія 4.0» (І4.0).

Перше практичне дослідження студенти можуть виконувати протягом двох семестрів 4 курсу бакалаврської підготовки в рамках лабораторного та практичного курсів професійної дисципліни «Проектування систем автоматизації», а також під час відповідної самостійної роботи студентів (СРС). Друге практичне дослідження студенти можуть виконувати протягом першого семестру 1 курсу магістерської підготовки в рамках лабораторного курсу професійної дисципліни «Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління». Третє практичне дослідження студенти можуть виконувати протягом другого семестру 1 курсу магістерської підготовки в рамках практичного курсу вибіркової професійної дисципліни «Промисловий Інтернет речей».

Таким чином, студенти в ході практичної роботи на новому навчальному засобі зможуть не тільки на практиці освоїти основні види інженерної діяльності по розробці та реалізації СА, яка відповідає сучасній концепції промислової автоматизації «Індустрія 3.0», але і здійснити на практиці інженерний процес її цифрової трансформації у СА, яка вже буде відповідати перспективній концепції автоматизації цифрового підприємства «Індустрія 4.0». При цьому, як було зазначено вище, окремий життєвий цикл сутності/екземпляру промислової СА має досліджуватися студентами з залученням як реальних зразків технічних засобів автоматизації (датчики, виконавчі пристрої, промислові контролери та персональні комп'ютери), так і різних моделей (фізичних, електромеханічних імітаційних, гібридних, програмних) технологічних/технічних процесів, які змонтовані в лабораторії вузу та утворюють «віртуальне» виробництво хімічної продукції.

Крім того, для виконання усіх видів інженерної діяльності, які студенти будуть виконувати за допомогою нового навчального засобу, послідовно вивчаючи в рамках наскрізного проектного практикуму зазначені вище життєві цикли промислової СА, треба обов'язково застосовувати такий інструмент проектування та реалізації систем промислової автоматизації як «SIEMENS TIA PORTAL» (Siemens Totally Integrated Automation Portal), який являє собою інтегроване середовище розробки (Integrated Designing Environment, IDE) програмного забезпечення (ПЗ) промислових систем автоматизації технологічних/технічних процесів від рівня приводів і контролерів до рівня людино-машинного інтерфейсу (ЛІМІ, НМІ). Воно є втіленням концепції комплексної автоматизації й еволюційним розвитком сімейства систем автоматизації SIMATIC від корпорації «Siemens AG» [8, 9].

На основі зазначених вище напрямів проектування нового навчального засобу та наявного на даний момент часу функціоналу інженерного ПЗ «SIEMENS TIA PORTAL» було запропоноване відповідне концептуальне рішення такого навчального засобу. Для прикладу на рис. 2 показана концептуальна будова нового навчального засобу для дослідження студентами життєвого циклу типу промислової СА, яка організована за поточною концепцією автоматизації «Індустрія 3.0» (І3.0).

Як видно з рисунку, дана концепція відображає не тільки основні компоненти будови навчального засобу, але і часовий вимір процесу виконання студентом індивідуальних завдань проектного практикуму, що відтворює у навчальному засобі реальний життєвий цикл типу СА І3.0 (позначений на рисунку як «ЖЦ типу СА 3.0»). Основними компонентами будови даного навчального засобу є такі:

- реальний виробничий процес та його технологічні/технічні процеси;
- технічна та навчально-методична документація, що детально описує їх організацію, устрій та принцип дії;
- інженерне програмне забезпечення для виконання завдань проектного практикуму, що складається з інтегрованого середовища розробки ПЗ (IDE) "SIEMENS TIA PORTAL" для СА І3.0, а також відповідних додаткових графічних та текстових редакторів ОС Windows;
- система автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» ВНТУ, що утворює організаційно-комунікаційне середовище проектного практикуму.

На рисунку також показані дві основні зовнішні ролі (актори), що взаємодіють з вказаними компонентами в ході індивідуального проектного практикуму студента:

- роль (актор) «Викладач – куратор практикуму»;

– роль (актор) «Студент».

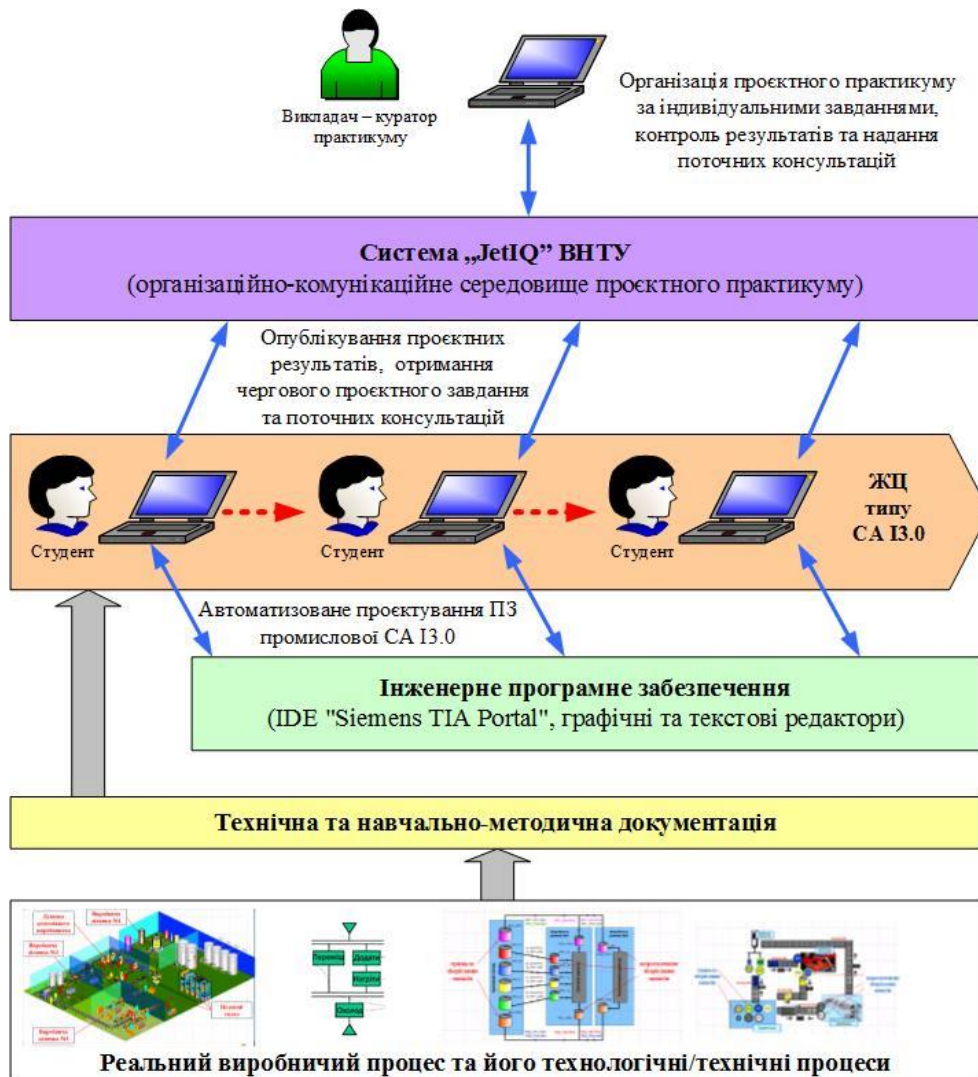


Рис. 2. Концептуальна будова навчального засобу для дослідження життєвого циклу (ЖЦ) типу промислової СА ІЗ.0

Актор «Викладач – куратор практикуму» розробляє індивідуальні проєктні завдання студента для кожного етапу виконання проєктного практикуму в межах досліджуваного ЖЦ типу СА ІЗ.0, згідно з планом проєктного практикуму опубліковує ці завдання у потрібному порядку (через відповідний сервіс системи «JetIQ»), контролює результати виконання студентом поточного індивідуального завдання (через відповідний сервіс системи «JetIQ») та надає студенту при необхідності поточні теоретичні та практичні консультації (через відповідний сервіс системи «JetIQ»).

Актор «Студент» отримує від викладача – куратора практикуму чергове індивідуальне проєктне завдання (через відповідний сервіс системи «JetIQ»), вивчає відповідну технічну та навчально-методичну документацію, пов'язану з цим завданням, а потім до означеного в завданні терміну поступово виконує його під час лабораторних/ практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування систем автоматизації», користуючись при цьому як інформацією з означеної вище документації, так і потрібним інженерним програмним забезпеченням (або «IDE "Siemens TIA Portal", або графічним редактором ОС Windows, або текстовим редактором ОС Windows), і своєчасно опубліковує отримані результати проектування (через відповідний сервіс системи «JetIQ»).

На відміну від описаної, концептуальна будова нового навчального засобу для дослідження студентами життєвого циклу екземпляру промислової СА, що організована за концепцією «Індустрія 3.0» (І3.0), має складатися з іншого набору основних компонентів:

– лабораторна імітація виробничого процесу та моделі його технологічних/технічних процесів;

- технічна та навчально-методична документація, що детально описує їх організацію, устрій та принцип дії;
- інженерне програмне забезпечення для виконання завдань проєктного практикуму, що складається з інтегрованого середовища розробки ПЗ (IDE) "SIEMENS TIA PORTAL" для СА І3.0, основного ПЗ лабораторної КІСУ, а також відповідних додаткових графічних та текстових редакторів ОС Windows;
- система автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» ВНТУ, що утворює організаційно-комунікаційне середовище проєктного практикуму.

### **Висновки**

На основі означення предмету навчального дослідження, а саме життєві цикли типу та екземпляру промислової системи автоматизації, а також вибору виробничого процесу, який автоматизується, була запропонована концептуальна будова нового навчального засобу на основі функціоналу інструментальної системи "SIEMENS TIA PORTAL", яка відображає як основні його складові компоненти, так і часовий вимір процесу виконання студентом відповідного проєктного практикуму.

### **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](http://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](http://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](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. Products for Totally Integrated Automation: Catalog ST 70. - Siemens, 2023, 1692 p. [Електронний ресурс] / URL: [siemens.com/tia](http://siemens.com/tia).
9. Delivery Release TIA Portal V17 [Електронний ресурс] / URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109784438/delivery-release-tia-portal-v17?dti=0&lc=en-US>.

**Опаренюк Денис Петрович** - студент групи ІАКІТ-22м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [oparenjuk02@gmail.com](mailto:oparenjuk02@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);

**Oparenjuk Denys P.** – student of ІАКІТ-22m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [oparenjuk02@gmail.com](mailto:oparenjuk02@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).