

УДК 681.5

А.А. ОМЕЛЬЧУК

Університет державної фіскальної служби України  
Д.О. ДМИТРИЄВ, С.А. РУСАНОВ, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО  
Херсонський національний технічний університет

### МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА FACTORY I/O

*У статті обґрунтовується доцільність застосування комп'ютерного моделювання для навчальних лабораторних комплексів з метою підготовки фахівців у сфері автоматизації, робототехніки і мехатроніки. Проаналізовано можливості спеціалізованого програмного забезпечення для віртуальної розробки та моделювання систем автоматизації Factory I/O. Досліджено можливість інтеграції програми Factory I/O у склад лабораторного стенду і її взаємодії з сучасними програмованими логічними контролерами. Розглянуто основні компоненти і складові програми Factory I/O – аналоги реальних об'єктів, що використовуються на різноманітних виробництвах. Проаналізовано їх призначення і параметри.*

*Планується розробка стенду, що складається з PLC Siemens S7-1200, персонального комп'ютера з встановленим програмним забезпеченням TIA Portal і Factory I/O з можливістю підключення до реальної конвеєрної лінії, що устаткована електродвигунами різних типів (кроковий двигун, сервопривод, двигун постійного струму) і низкою сенсорів.*

*Ключові слова: FACTORY I/O; лабораторний стенд; моделювання; контролер.*

А.А. ОМЕЛЬЧУК

Университет государственной фискальной службы Украины  
Д.А. ДМИТРИЕВ, С.А. РУСАНОВ, Ю.А. ЛЕБЕДЕНКО  
Херсонский национальный технический университет

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ FACTORY I/O

*В статье обосновывается целесообразность применения компьютерного моделирования для учебных лабораторных комплексов с целью подготовки специалистов в сфере автоматизации, робототехники и мехатроники. Проанализированы возможности специализированного программного обеспечения для виртуальной разработки и моделирования систем автоматизации Factory I/O. Исследована возможность интеграции программы Factory I/O в состав лабораторного стенда и ее взаимодействия с современными программируемыми логическими контроллерами. Рассмотрены основные компоненты и составляющие программы Factory I/O как аналоги реальных объектов, используемых на различных производствах. Проанализированы их назначения и параметры.*

*Планируется разработка стенда, состоящий из PLC Siemens S7-1200, персонального компьютера с установленным программным обеспечением TIA Portal и Factory I/O с возможностью подключения к реальной конвейерной линии, оборудованной электродвигателями различных типов (шаговый двигатель, сервопривод, двигатель постоянного тока) и набором сенсоров.*

*Ключевые слова: FACTORY I/O; лабораторный стенд; моделирование; контроллер.*

A.A. OMELCHUK  
University of the State Fiscal Service of Ukraine  
D.O. DMYTRIEV, S.A. RUSANOV, Yu.O. LEBEDENKO  
Kherson National Technical University

## TECHNOLOGICAL PROCESS MODELING WITH FACTORY I/O PROGRAM

*Thanks to progress in microelectronic and microprocessor-based systems, technological process digital control systems based on programmable controllers have been developed worldwide. As a result of the implementation of the Industry 4.0 a demand for new skills has arose both in the industrial and academic world. The article substantiates the expediency of using computer modeling for educational laboratory complexes with the aim of training specialists in the field of automation, robotics and mechatronics. The possibilities of specialized software for virtual development and simulation of Factory I/O automation systems are analyzed. The possibility of integrating the Factory I/O program into the laboratory bench and its interaction with modern programmable logic controllers is investigated. The interface elements and main components of the Factory I/O program are considered - analogs of real control objects used in various industries. Components purpose and parameters were analyzed.*

*It is noted that the effective use of programmable logic controllers in automated control systems for industry is closely related to the training of specialists capable of developing application programs. Due to the complexity of debugging the developed programs on real technological equipment, an analysis is made of possible options for modeling control processes and the effectiveness of virtualization of control objects on computers is noted. The development of Real Games in the creation of virtual control objects using 3D graphics for the purpose of teaching the use of programmable logic controllers in production control systems is considered.*

*The prospects of using Real Games software products in the training of specialists for automation systems for technological equipment are estimated.*

*It is planned to develop a stand consisting of a Siemens S7-1200 PLC, a personal computer with installed TIA Portal and Factory I/O software with the ability to connect to a real conveyor line, which is equipped with different sensors and various types of electric motors (stepper motor, servo drive, DC motor).*

*Keywords: FACTORY I/O; laboratory stand; modeling; controller.*

### Постановка проблеми

Навчальні комп'ютерні ігри можуть стати зручним і ефективним інструментом для навчання молоді, яка з самого дитинства звикла проводити багато часу за комп'ютером. Навчальні комп'ютерні ігри здатні поєднати вимір освіти з добре знайомим молодим людям виміром віртуальних розваг. Іншими словами, завдання полягає у використанні основних принципів відеоігор (досліджень, викликів, змагань, нагород, пошуку, прогресу) для мотивації учнів та спрямування центрів їх інтересів до певної галузі освіти та науки.

Наявність сучасних лабораторних стендів та навчального устаткування завжди була показником якісного викладання технічних дисциплін, що вигідно вирізняє навчальний заклад з поміж інших. Невід'ємною складовою для вивчення сучасних систем управління та автоматизації, інформаційно-вимірювальних і обчислювальних засобів промислового виробництва та робототехнічних систем є навчальні лабораторні стенди, які розробляються із застосуванням новітнього обладнання та програмного забезпечення.

Таке устаткування дозволяє майбутнім фахівцям отримати не тільки теоретичні, а й практичні навички роботи. З іншого боку, навчання спеціалістів з автоматизації для сучасної промисловості потребує всебічної підготовки, зокрема і знайомства з основними виробничими ділянками заводів та об'єктами автоматизації.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Навчальні лабораторні стенди з можливістю тривимірної симуляції складних розподілених об'єктів управління і натурними компонентами автоматизованої системи – це відносно новий і перспективний шлях вирішення проблеми організації навчальних лабораторій з вивчення комплексних програмно-технічних засобів автоматизованого управління, що активно розвивається [1–3].

### Мета дослідження

Метою роботи є дослідження можливостей програми для симуляції технологічних процесів Factory I/O і її інтеграція у склад лабораторного стенду.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Factory I/O – це спеціалізована програма, яка призначена для тривимірної симуляції технологій автоматизації. Відносно проста у використанні, вона дозволяє швидко побудувати віртуальну фабрику, використовуючи широкий перелік загальних промислових деталей [2]. Factory I/O також включає в себе набір сцен, заснованих на типових промислових завданнях різного рівня складності [3].

Основними об'єктами управління у середовищі Factory I/O є конвеєр, цистерна з рідиною, робот-сортувальник, автоматизований склад, робот-маніпулятор, верстат, різноманітні виконавчі механізми і сенсори. З цих складових можна формувати виробничу лінію різного призначення за допомогою конструктора. Подібна симуляція повинна дозволити проводити певні випробування системи управління і гнучко перебудовувати об'єкти управління під різні варіанти конфігурації.

Більшість компонентів мають відповідні змінні різних форматів, за допомогою яких під'єднаний до ПК по мережі контролер може відстежувати зміну стану компонента (датчика, двигуна та ін.) [4]. Приклад однієї зі сцен наведено на рис. 1 і 2, де зображено сортувальну станцію для розподілу низьких і високих коробок за допомогою оптичного сенсора [5].



Рис. 1. Вигляд сортувальної станції у програмі Factory I/O.

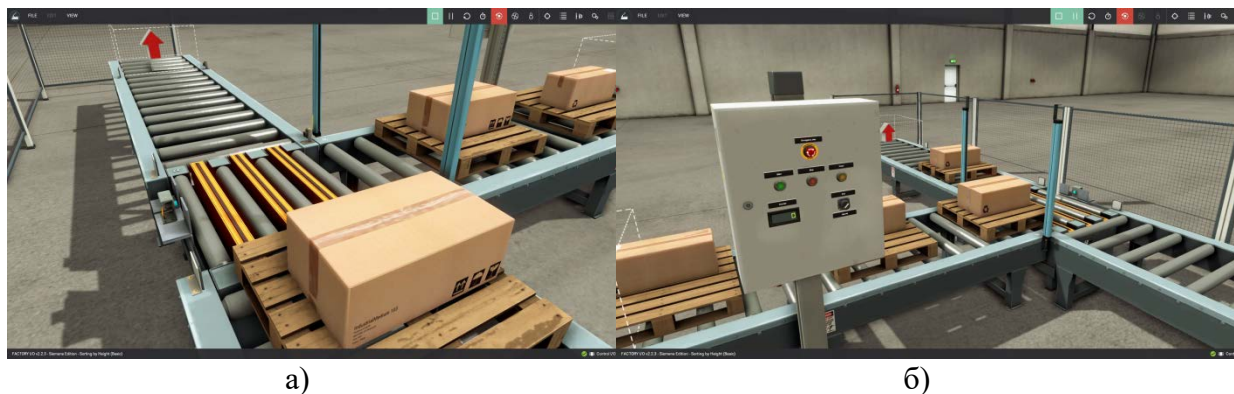


Рис. 2. Основні елементи конвеєрної лінії: а – ділянка вимірювання і розподілу коробок; б – віртуальна панель управління.

Найбільш доцільним є використання Factory I/O в якості навчальної платформи у комплексі з програмованими логічними контролерами (ПЛК). Можливість навчатися роботі з ПЛК, маючи візуальну модель виробничої ділянки, функції якої підпорядковані програми, що власноруч розроблена і завантажена у контролер, є суттєвою перевагою [6–7].

Тим не менш, Factory I/O також може застосовуватися і самостійно та має власне середовище для програмування (рис. 3).

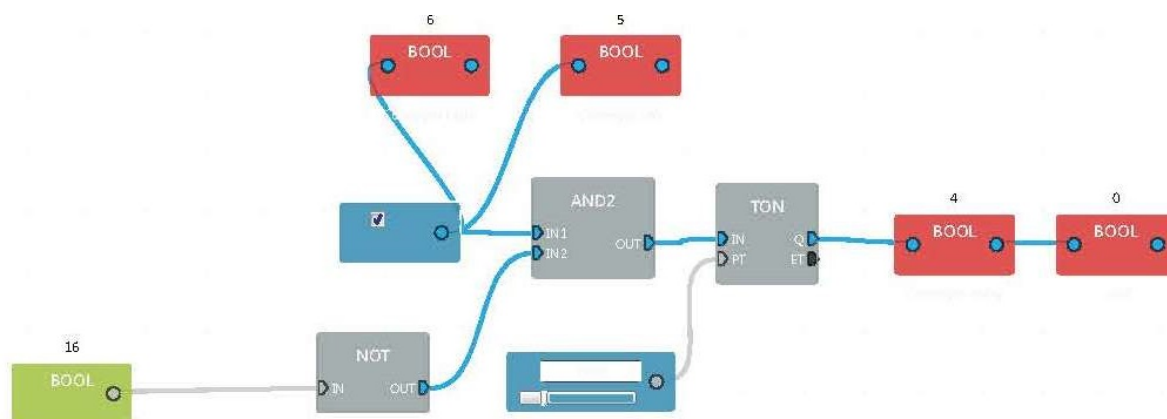


Рис. 3. Блок програми у середовищі для програмування Control I/O.

Програма Factory I/O дозволяє взаємодіяти з системою у реальному часі і здійснювати моніторинг її функціонування, що дозволяє вводити перешкоди та несправність датчиків для створення аварійних ситуацій [8–9].

Для того, щоб ефективно впровадити комплекс на основі Factory I/O у навчальний процес необхідно отримати ліцензійне програмне забезпечення, яке можна завантажити з веб-сторінки компанії Real Games. Factory I/O має безкоштовну пробну ліцензію на місяць, і кілька видів ліцензій з різним функціоналом та спеціалізованих під певні ПЛК (Siemens Edition, Allen-Bradley Edition).

Виходячи з наявних у розпорядженні контролерів, найбільш доцільним є використання повного видання (Ultimate Edition) або спеціалізованого видання Siemens. Обидва пристрої повинні бути в одній мережі, що дозволяє забезпечити з'єднання по Ethernet між програмою Factory I/O яка встановлена на комп'ютері і PLC Siemens S7-1200. Крім цього, для налаштування і програмування PLC також встановлюється відповідне фірмове програмне забезпечення (Siemens TIA Portal).





Рис. 4. Контролер Siemens S7-1200 у проекті Factory I/O.

На рис. 5 показаний модуль симулятора SIM 1274 на 8 дискретних входів для контролера SIMATIC S7-1200. При налагодженні програми, що знаходиться на стадії розробки, такий модуль закріплюється в отворах гвинтових клем дискретних входів контролера і використовується для подачі на ці входи логічних сигналів. При цьому кожен вимикач модуля має відому адресу в пам'яті контролера. Роботу програми також контролюють станом дискретних виходів контролера.



Рис. 5. Модуль симулятора SIM 1274.

Студент повинен мати базові навички програмування ПЛК: Ladder Logic (рис. 6), FBD (Function Block Diagram), STL (Statement List).

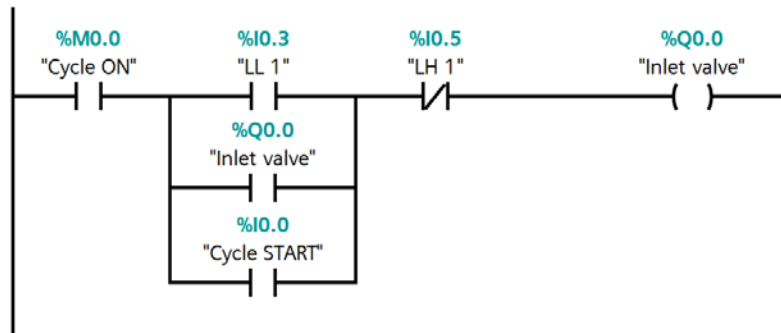


Рис. 6. ПІА Portal Ladder Logic.

Оскільки метою створення подібних стендів є підготовка фахівців у галузі автоматизації і мехатроніки, тому передбачається, що вони будуть використовуватися студентами з попередніми базовими знаннями в галузі автоматизації.

### Висновки

Ідея полягає в тому, щоб допомогти викладачу у навчальному процесі та розробити імітаційне програмне забезпечення за допомогою технологій відеоігор, які пропонують практику, досвід, мотивацію і, з рештою, занурення у навчання автоматизації. З Factory I/O, викладач стає майстром гри, що керує сценарієм. Одним із великих завдань є підготовка студентів згідно концепції Industry 4.0.

Factory I/O є інтуїтивно зрозумілою, простою у використанні програмою та корисним інструментом для засвоєння принципів програмування ПЛК. З цих причин можна вважати цю програму доцільною для використання в навчальних закладах.

Таким чином на основі проаналізованого програмного забезпечення можна створити лабораторний комплекс для підготовки фахівців з автоматизованих систем управління та мехатроніки.

### Список використаної літератури

1. Riera, B., Emprin, F., Annebicque, D., Colas, M., Vigario, B. HOME I/O: a virtual house for control and STEM education from middle schools to Universities. *IFAC-PapersOnLine*. 2016. Vol. 49(6). P. 168–173.
2. Next-Gen PLC Training. 3D Factory Simulation. 3D Training Software for PLC Programming. URL: <https://factoryio.com> (Accessed June 22, 2019).
3. Poblacion Salvatierra, I. (2018). Simulation software for automation industry: Factory I/O and KUKASim software. URL: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1222361/FULLTEXT01.pdf>
4. Дмитрієв, Д. О., Русанов, С. А., Омельчук, А. А., Федорчук, Д. Д. Розробка технічних засобів проектування технологічного і верстатного обладнання каркасних просторових компоновок. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2017. Вип. 3(81). С. 54–62.
5. Philippot, A. et al. HOME I/O and FACTORY I/O: 2 Pieces of innovative PO simulation software for automation education. *Proceedings of the 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, (France, Grenoble, June 7-9, 2017), pp. 1–6.
6. Emprin, F., Riera, B. Process of Creating Educational Uses by Teachers from a 3D Simulation of a House Home Automation to Teach Technology. *Proceedings of the 3rd international constructionism conference*, (Austria, Vienne, August 19-23, 2014), pp. 247–257.

7. Vaidya, S., Ambad, P., Bhosle, S. Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manuf.* 2018. Vol. 20. P. 233–238.
8. Gonzalez, A. G. C., Alves, M. V. S., Viana, G. S., Carvalho, L. K., Basilio, J. C. Supervisory Control-Based Navigation Architecture: A New Framework for Autonomous Robots in Industry 4.0 Environments. *IEEE Trans. Ind. Informatics.* 2018. Vol. 14. № 4. P. 1732–1743.
9. Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., Retat, S. Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manuf.* 2017. Vol. 9. P. 73–80.

### References

1. Riera, B., Emprin, F., Annebicque, D., Colas, M., & Vigario, B. (2016). HOME I/O: a virtual house for control and STEM education from middle schools to Universities. *IFAC-PapersOnLine.* **49**(6), 168–173.
2. Next-Gen PLC Training. 3D Factory Simulation. 3D Training Software for PLC Programming. Retrieved from <https://factoryio.com> (Accessed June 22, 2019).
3. Poblacion Salvatierra, I. (2018). Simulation software for automation industry: Factory I/O and KUKASim software. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1222361/FULLTEXT01.pdf>
4. Dmytriiev, D. O., Rusanov, S. A., Omelchuk, A. A., & Fedorchuk, D. D. (2017). Rozrobka tekhnichnykh zasobiv proektuvannia tekhnolohichnoho i verstatnoho obladnannia karkasnykh prostorovykh komponovok. *Mechanics and Advanced Technologies.* **3**(81), 54–62.
5. Philippot, A. et al. (2014). HOME I/O and FACTORY I/O: 2 Pieces of innovative PO simulation software for automation education. *Proceedings of the 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, (France, Grenoble, June 7-9, 2017), pp. 1–6.
6. Emprin, F., & Riera, B. (2014). Process of Creating Educational Uses by Teachers from a 3D Simulation of a House Home Automation to Teach Technology. *Proceedings of the 3rd international constructionism conference*, (Austria, Vienne, August 19-23, 2014), pp. 247–257.
7. Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manuf.* **20**, 233–238.
8. Gonzalez, A. G. C., Alves, M. V. S., Viana, G. S., Carvalho, L. K., & Basilio, J. C. (2018). Supervisory Control-Based Navigation Architecture: A New Framework for Autonomous Robots in Industry 4.0 Environments. *IEEE Trans. Ind. Informatics.* **14**, 4, 1732–1743.
9. Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manuf.* **9**, 73–80.