



УДК 004.896:004.45:005.591.6:338.28

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСОМ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Коцур І.О.

Одеський національна академія харчових технологій, Одеса, Україна.

ORCID 0000-0002-5794-3953

E-mail: kotsur1499@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

DOI: 10.15673/atbp.v14i2.2299

Анотація. Роботизація рутинних процесів є суттєвою складовою Індустріалізації 4.0 і широко застосовується в світі. В Україні роботизація рутинних процесів як напрямок починає з'являтися. Вона дозволяє відстоювати конкуренцію на ринку за допомогою підвищення ефективності внутрішніх бізнес – процесів. Існуючі вітчизняні розробки в сфері роботизації не задовольняють повною мірою потреб споживача. В одеській національній академії харчових технологій, на кафедрі автоматизації технологічних процесів та робототехнічних систем запропоновано варіант автоматизації бізнес-процесу реалізації проектів із впровадження робототехнічних систем. Розроблено модель організаційної структури підприємства. Порівняння варіанти моделей бізнес-процесів реалізації проектів «як є» і «альтернативного» показало переваги другого варіанту. Розроблено інтерфейси та їх функціональні модулі, які вдосконалили існуюче програмне забезпечення на підприємстві, що призвело до зменшення затрат часу на один цикл бізнес-процесу. Забезпечено передачу змінних технологічної або лабораторної ділянки з SCADA системи до розроблюваного програмного забезпечення. Розроблений лабораторний стенд для виконання лабораторних робіт бакалаврів з дисципліни «Програмування робототехнічних систем». Аналіз економічних довів доцільність інвестицій в проект. Впровадження розробленого програмного засобу в практичну діяльність підприємства дозволить забезпечити економію матеріальних і фінансових ресурсів; скоротити строки виконання бізнес-процесу, виключити можливість похибок в процесі обліку, через мінімальний вплив людського фактору на розрахунки, допоможе створити інформаційну базу даних, на основі якої будуть формуватися дієві важелі управління підприємством.

Abstract. Robotization of routine processes is an essential component of Industrialization 4.0 and is widely used in the world. In Ukraine, the robotization of routine processes as a direction is beginning to appear. It allows you to compete in the market by improving the efficiency of internal business processes. Existing domestic developments in the field of robotics do not fully meet the needs of consumers. In the Odessa National Academy of Food Technologies, at the Department of Automation of Technological Processes and Robotic Systems, a variant of automation of the business process of implementation of projects for the implementation of robotic systems has been proposed. The model of organizational structure of the enterprise is developed. Comparing the options of business process models of projects "as is" and "alternative" showed the advantages of the second option. Interfaces and their functional modules have been developed, which have improved the existing software at the enterprise, which has led to a reduction in time for one cycle of the business process. The transfer of variables of the technological or laboratory area from the SCADA system to the developed software is provided. A laboratory stand has been developed for laboratory work of bachelors in the discipline "Programming of robotic systems". Economic analysis proved the feasibility of investing in the project. The introduction of the developed software in the practical activities of the enterprise will save material and financial resources; reduce the time of the business process, eliminate the possibility of errors in the accounting process, due to the minimal influence of the human factor on the calculations, will help create an information database on which to form effective levers of enterprise management.

Ключові слова: автоматизація бізнес-процесу, впровадження проектів, робото-технічні системи.**Key words:** automation of business process, projects implementation, robotic systems.

Вступ

Останніми роками більшість країн світу вступили в еру індустріалізації 4.0, одним із компонентів якої є застосування робототехнічних систем для заміни рутинних задач на підприємстві і, як наслідок, зниження кількості



похибок, відсотку браку та зменшення витрат в проміжних процесах виробництва, в результаті заміни виробничого персоналу обслуговуючим. В Україні цей напрямок тільки починає з'являтися, що є викликом для невеличких проектних компаній щодо підвищення ефективності виробничих процесів за допомогою робототехнічних засобів. Також це дозволяє відстоювати конкуренцію на ринку за допомогою підвищення ефективності внутрішніх бізнес – процесів.

У даний час, на сучасному рівні розвитку виробництва в Україні бізнес – процеси реалізації робото технічних систем широко впроваджуються на підприємствах різних галузей виробництва.

Однак, ефективність управління цими бізнес – процесами не завжди відповідає зростаючим вимогам в результаті низької швидкості обробки заяв від клієнтів та оформлення договорів, розосередженості місць збереження проектної інформації, обмеженості інформування керівника проекту щодо стану проектів в результаті моніторингу в одному приміщенні та відсутності можливості спостереження керівника за персоналом віддалено.

Тому актуальним є підвищення ефективності бізнес – процесів реалізації робототехнічних систем, шляхом, зокрема, вдосконалення існуючих автоматичних систем управління цим бізнес – процесом за рахунок впровадження програмного забезпечення для керування персоналом, для моніторингу заяв, договорів, постачальників та стану проектів.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Багато розробників досліджували питання автоматизації бізнес-процесів, зокрема, бізнес-процесу реалізації робототехнічних систем. Соломонова Ю.В., Балакшин П.В. розглянули особливості застосування роботизованої автоматизації процесів в різних сферах діяльності людини [1]. Бойко Е.Г. розробив та впровадив корпоративну систему управління проектами для проектно-орієнтованого підприємства, що дозволяє вирішити проблеми, пов'язані з конфліктами цілей, пріоритетів, термінів, призначень, ресурсів та звітності [2]. Сирецький Г.О. показав необхідність підвищення продуктивності праці та впровадження в промисловість передових технологій в сфері робототехніки та автоматизації виробництва [3]. Белоглазова О.П. проаналізувала підходи до керування проектами на основі «РМВОК» [4]. Маковецька О.К., Пустовойт С.В. представили систематизовану економіко-статистичну інформацію про розвиток автоматизації та роботизації у зварювальному виробництві [5]. Грошева Е.К. розглянула питання, пов'язані з проектом менеджменту, а саме чотири етапи індустріалізації; методика управління проектами для кожного з них; вплив індустрії 4.0. на методи управління сучасними проектами (перехід до змішаної або гібридної методології) [6]. Козирев Ю.Г. представив досвід створення та застосування роботизованих технологічних комплексів, призначених для автоматизації процесів виготовлення деталей, що випускаються в машино- та приладобудуванні [7]. Шиманчук Д.Г. розглянув етапи розвитку та впровадження роботів на підприємствах [8]. Кольцова В.М. описала основні робототехнічні комплекси, які використовуються в різних галузях виробництва [9]. Морозов В.В., Кальніченко О.В. розглянули вісім етапів життєвого циклу проектів девелоперської компанії з визначенням функцій та ролей проектної організаційної структури та формуванням ключових документів [10].

Однак, у всіх розглянутих дослідженнях спостерігається низька ефективність впровадження розроблених проектів.

В одеській національній академії харчових технологій, на кафедрі автоматизації технологічних процесів та робототехнічних систем в рамках бакалаврської випускної роботи вирішено задачу підвищення ефективності впровадження проектів, зокрема, робототехнічних комплексів шляхом розробки автоматизованої системи керування підприємством, зокрема, автоматизації бізнес-процесу реалізації проектів із впровадження робототехнічних систем [11].

Мета і задачі досліджень

Метою дослідження є підвищення ефективності бізнес – процесу реалізації робототехнічних систем, шляхом, зокрема, вдосконалення існуючих автоматичних систем управління цим бізнес – процесом за рахунок впровадження програмного забезпечення для керування персоналом, для моніторингу заяв, договорів, постачальників та стану проектів.

З цієї мети випливають такі завдання:

- Визначення видів діяльності підприємства, номенклатури продукції, сировинних та енергетичних ресурсів, програмного забезпечення та проблем життєдіяльності підприємства.
- Розробка комплексу моделей бізнес – процесів підприємства та моделювання основного бізнес-процесу реалізації проектів із впровадження робототехнічних систем.
- Аналіз і затвердження вимог до програмного продукту, як основи АСУП.
- Проектування бази даних для програмного продукту.
- Розробка веб-додатку як основи розроблюваної АСУП.
- Розробка SCADA для технологічного об'єкту моніторингу і (або) управління.
- Вибір технічних засобів для забезпечення взаємодії АСУП з програмним продуктом та робототехнічними системами.
- Вибір і застосування методів інтелектуального аналізу даних (ІАД) для управління бізнес-процесами.
- Обґрунтування економічної доцільності розробки програмного забезпечення.

Методи і матеріали досліджень

Основним використаним методом є діалектичний. Також використано такі методи: аналіз, зокрема, системний



аналіз, синтез, індукція, дедукція, спостереження. Основним експериментальним методом обрано імітаційне моделювання.

Результати дослідження

Як середовище функціонування бізнес-процесу реалізації проектів із впровадження робототехнічних систем (підприємство), було обрано лабораторію робототехніки та мехатроніки ОНАХТ.

На початку дослідження було побудовано модель організаційної структури підприємства (рис. 1).

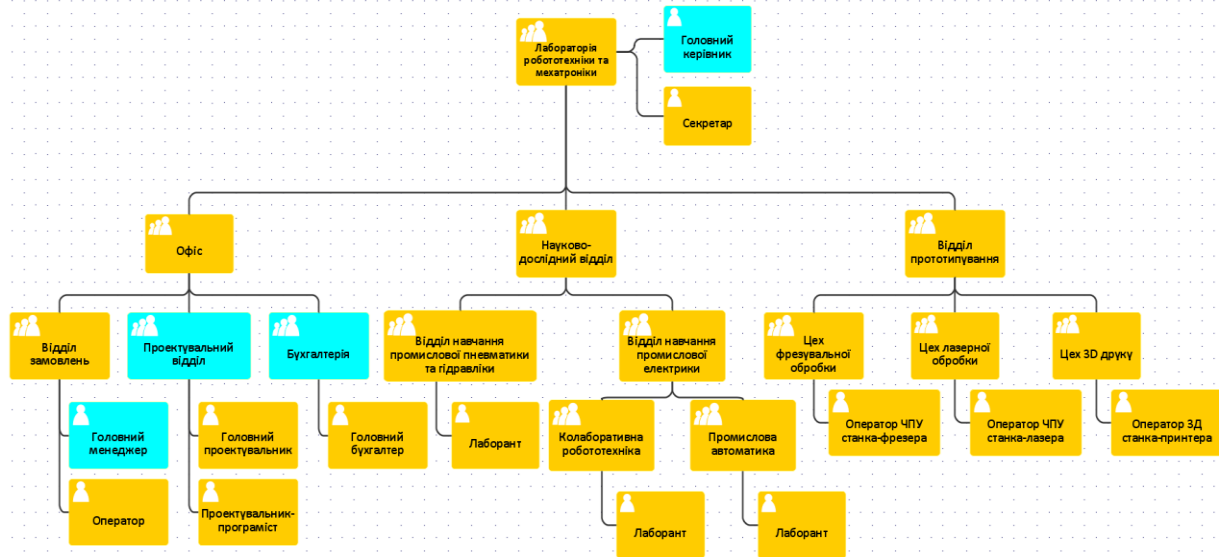


Рис. 1. – Модель організаційної структури лабораторії

Із всіх бізнес-процесів лабораторії був виділений бізнес процес «Реалізація проектів по впровадженню колаборативних робіт» і створено його процесну модель (рис. 2).

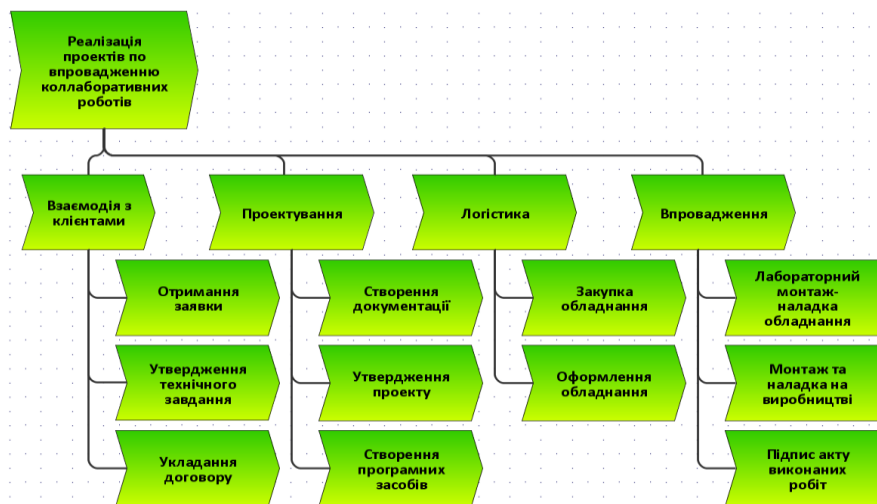


Рис. 2. – Процесна модель бізнес процесу «Реалізація проектів по впровадженню колаборативних робіт»

Наступним кроком було визначення функцій та подій в процесі «Реалізація проектів по впровадженню колаборативних робіт» та його підпроцесів в нотатції eEPC.

Здійснено опис найголовніших показників ефективності та визначення власників для основних підпроцесів та створено схему системи управління розглянутим бізнес процесом.

Було проведено імітаційне моделювання бізнес процесу «Як є» в нотатції BPMN та альтернативного варіанту з впровадженням розроблюваного програмного засобу та порівняння результатів, зокрема, побудова моделі бізнес-процесу альтернативного варіанту (рис. 3).

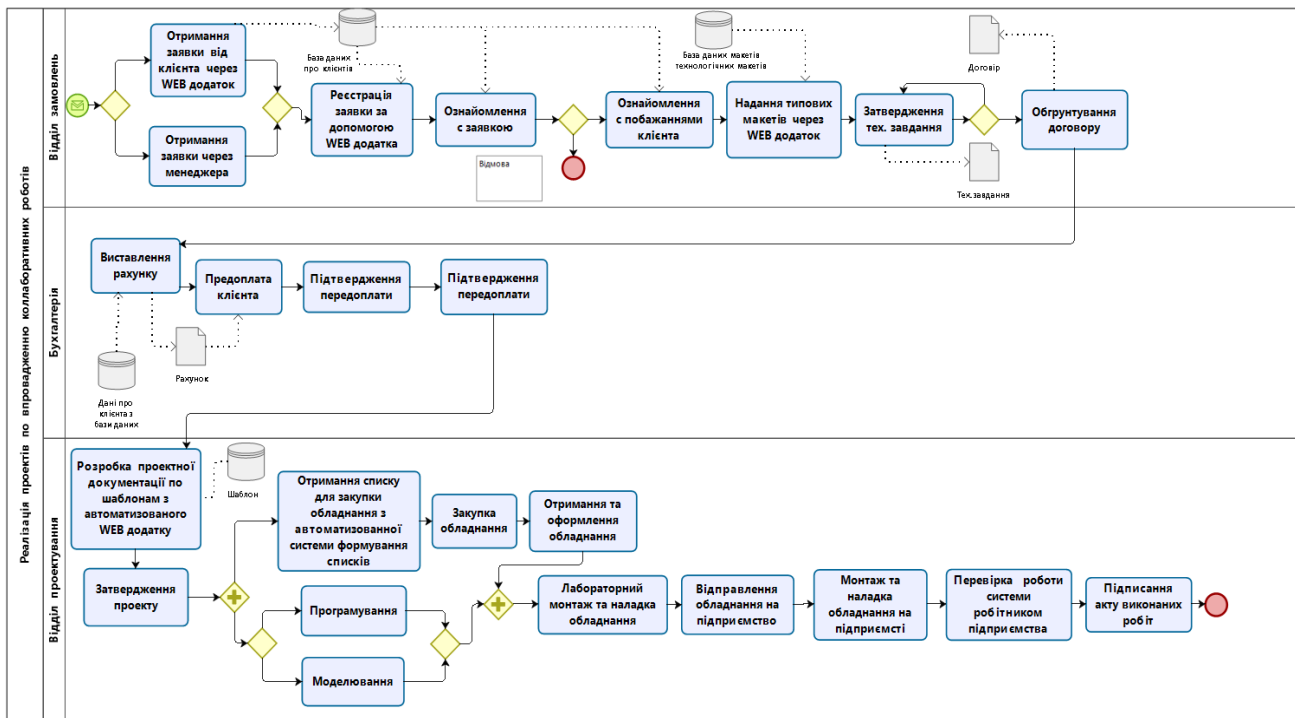


Рис. 3. – Схема процесу «альтернативного варіанта»

Наступним кроком було створення концептуальної моделі даних для подання вигляду бази даних та відображення зв'язків між таблицями в ній. Створено концептуальну схему для бізнес процесу, в якій відображено склад і взаємодію об'єктів майбутньої бази даних програмного продукту.

При розробці веб-додатку спочатку розроблено інтерфейси для основних користувачів програмного забезпечення: клієнт, менеджер, головний менеджер, керівник, головний проєктувальник та проєктувальник – програміст, та головний бухгалтер. Приклад інтерфейсу зображено на рис. 4.



Перелік обладнання					
№ обладнання	Штрих-код	Назва	Держава виробник	Вартість, грн/шт	Вартість, грн/шт
2	78943641	Universal Robots 3e	Данія	1	730000
3	71369458	Universal Robots 16e	Данія	1	1300000
4	79648694	Gripper mk4	Америка	3	15000
5	75463189	Universal Robots 5e	Данія	3	980000

Рис. 4. – Інтерфейс користувача

В веб-додатку було розроблено функціональні модулі, а саме: виведення та перегляд даних, зміна даних та видалення даних в БД; Функція відео перегляду та можливості запису відео, та його збереження; Пошук обладнання, яке є в наявності по штрих коду; Формування звітів в PDF форматі. Формування накладних в PDF форматі. Бухгалтерський калькулятор.

Далі було розроблено екранну панель користувача для керування ділянкою сортування (рис. 5) має такі функції: відображення поточного стану обладнання; можливість перемикання стану обладнання; можливість вибору режиму керування (ручн., або автомат.); відображення регульованих змінних; відображення повідомлень про відхилення, або аварії в технологічному процесі; можливість налаштування CAP; запис даних про регульовану змінну технологічного



процесу в БД MySQL; адміністрування користувачів. Також при лабораторній наладці можливість передавати потрібні дані в веб-додаток проєктувальника, який може швидко їх переглянути, не відвідуючи лабораторну ділянку пуско-наладки.

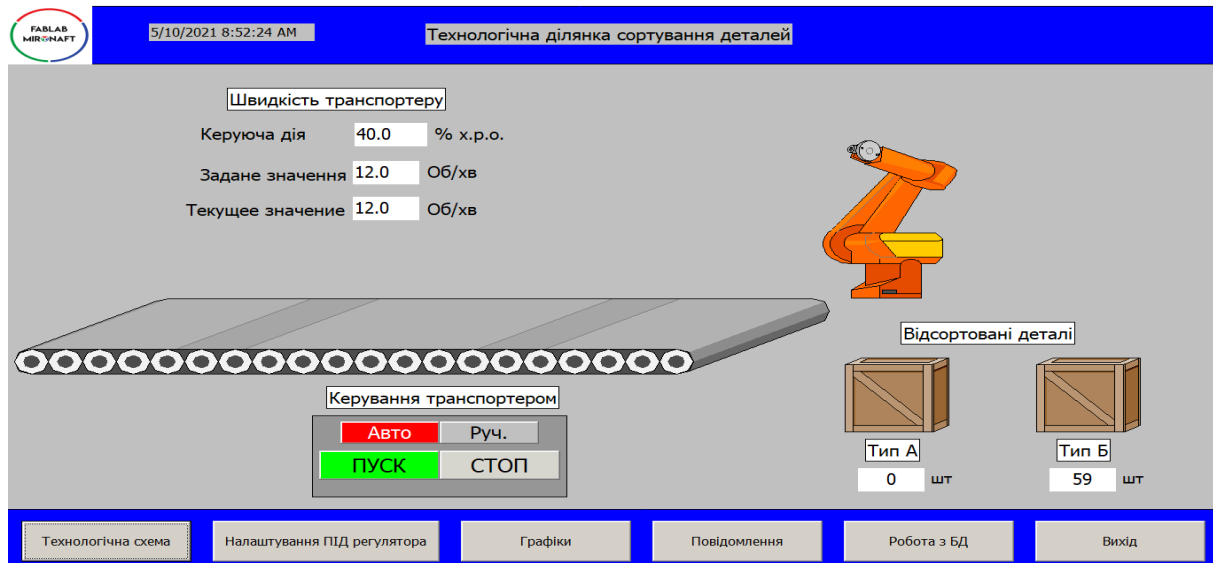


Рис. 5. – Мнемосхема ділянки сортування деталей в робочому вигляді

Наступним кроком було визначено взаємодію системи з технічними засобами та створено лабораторний стенд, а саме, для сортування використовується транспортер, на який з накопичувача подаються деталі в хаотичному порядку. Транспортер так влаштований, щоб був час упорядкувати рух деталей та визначити їх властивості. Після чого деталь упирається у висунутий пневмошток, після чого захоплює, переміщує та палетизує деталі у зону сортування, залежно від властивостей деталі. Якщо деталь не проходить перевірку властивостей, шток засувається, і бракована деталь рухається для скидання в контейнер для бракованих деталей (рис. 6).

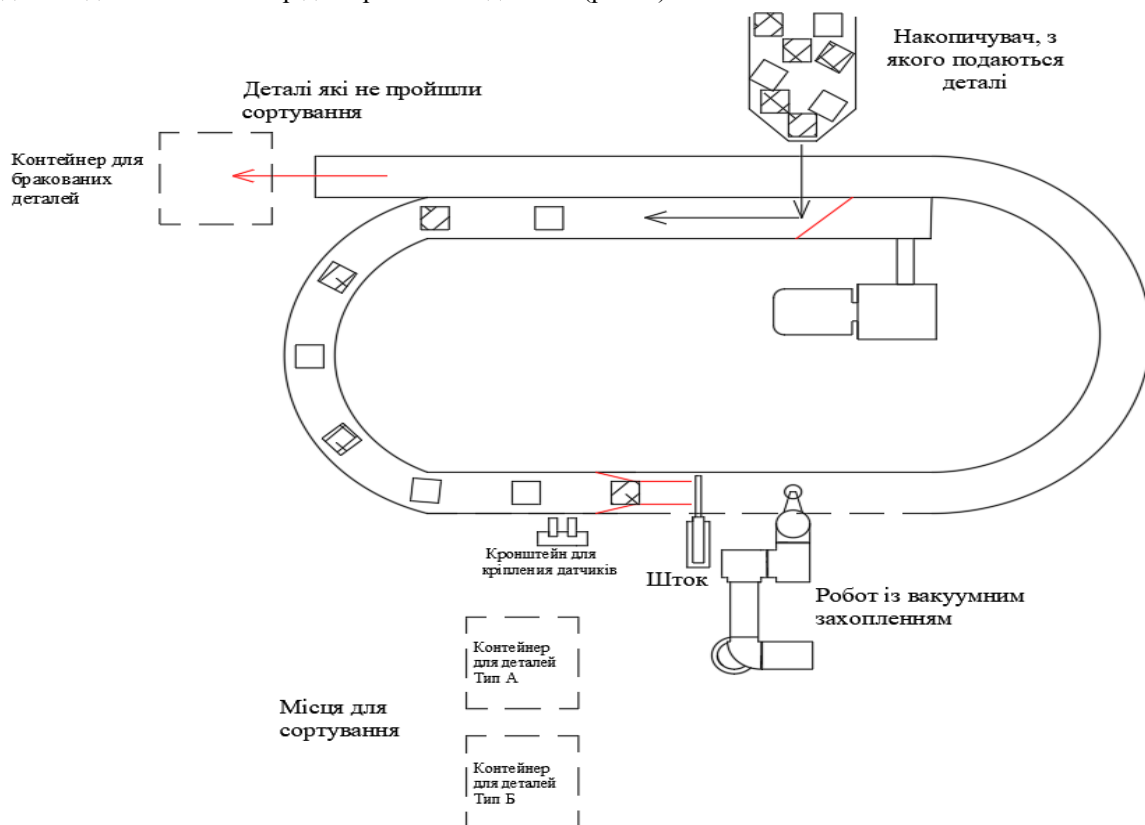


Рис. 6. – Схема лабораторного стенду



Для виконання дій колаборативного роботу за алгоритмами, написано програму на планшеті керування (рис. 7.)

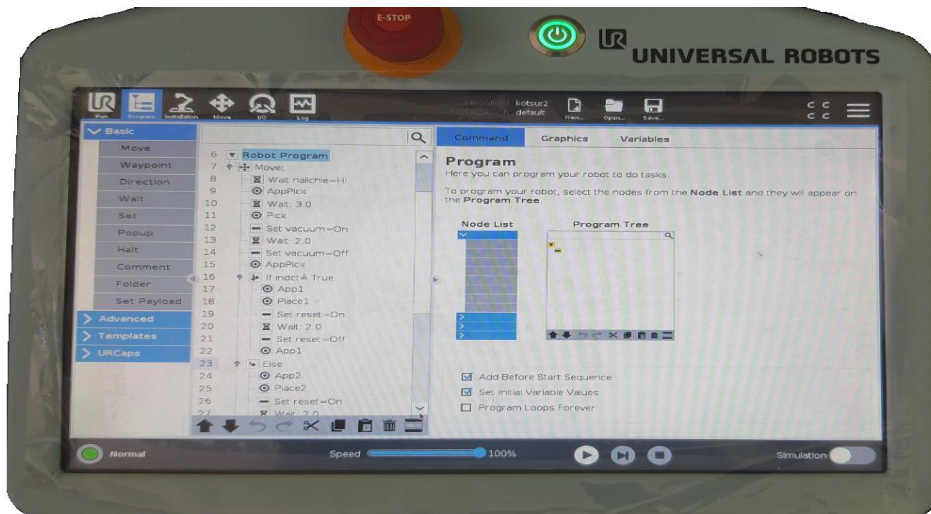


Рис. 7. – Екрана форма на планшеті створеної програми керування колаборативним роботом

Було здійснено обґрунтування економічної доцільності розробки. Зроблено висновки щодо практичної цінності розробленого програмного продукту.

Обговорення результатів

Модель організаційної структури лабораторії наочно демонструє організаційні підрозділи та їх складові частини.

Порівняння варіантів «як є» і «альтернативного» показало, що за однаковий інтервал часу було зменшено затрати коштів у розмірі 29000 грн.

Розроблені інтерфейси та їх функціональні модулі вдосконалили існуюче програмне забезпечення на підприємстві, що призвело до зменшення затрат часу на один цикл бізнес-процесу.

Забезпечено передачу змінних технологічної або лабораторної ділянки з SCADA-системи до розроблюваного програмного забезпечення.

Розроблений лабораторний стенд для виконання лабораторних робіт бакалаврів з дисципліни «Програмування робототехнічних систем».

Інвестиції в проєкт доцільні, оскільки як приріст чистого прибутку, так і чистий грошовий потік - більше нуля та дорівнюють, відповідно, 24644 грн. та 33184 грн.

Впровадження розробленого програмного засобу в практичну діяльність підприємства дозволить забезпечити економію матеріальних і фінансових ресурсів; скоротити строки виконання бізнес-процесу, виключити можливість помилок в процесі обліку, через мінімальний вплив людського фактору на розрахунки, допоможе створити інформаційну базу даних, на основі якої будуть формуватися дієві важелі управління підприємством.

Висновки

Роботизація рутинних процесів є суттєвою складовою Індустріалізації 4.0 і широко застосовується в світі.

В Україні роботизація рутинних процесів, як напрямок починає з'являтися, що є викликом для невеличких проєктних компаній щодо підвищення ефективності виробничих процесів.

Роботизація рутинних процесів дозволяє відстоювати конкуренцію на ринку за допомогою підвищення ефективності внутрішніх бізнес – процесів.

Існуючі вітчизняні розробки в сфері роботизації не задовольняють повною мірою потреб споживача.

В одеській національній академії харчових технологій, на кафедрі автоматизації технологічних процесів та робототехнічних систем в рамках бакалаврської випускної роботи вирішено задачу підвищення ефективності впровадження робототехнічних комплексів шляхом автоматизації бізнес-процесу реалізації проєктів із впровадження робототехнічних систем.

Розроблено модель організаційної структури, яка наочно демонструє організаційні підрозділи та їх складові частини.

Порівняно варіанти моделей бізнес-процесів реалізації проєктів із впровадження робототехнічних систем «як є» і «альтернативного» показало переваги другого варіанту, який виявився менш затратним.

Розроблено інтерфейси та їх функціональні модулі, які вдосконалили існуюче програмне забезпечення на підприємстві, що призвело до зменшення затрат часу на один цикл бізнес-процесу.

Забезпечено передачу змінних технологічної або лабораторної ділянки з SCADA системи до розроблюваного програмного забезпечення.

Розроблений лабораторний стенд для виконання лабораторних робіт бакалаврів з дисципліни «Програмування робототехнічних систем».

Аналіз економічних питань довів доцільність інвестицій в проєкт.



Впровадження розробленого програмного засобу в практичну діяльність підприємства дозволить забезпечити економію матеріальних і фінансових ресурсів; скоротити строки виконання бізнес-процесу, виключити можливість помилок в процесі обліку, через мінімальний вплив людського фактору на розрахунки, допоможе створити інформаційну базу даних, на основі якої будуть формуватися дієві важелі управління підприємством.

Наукові керівники: к.т.н., доцент Жигайло О. М., ст. викладач Дец Д. В.

Список використаних джерел

- [1]. Соломонова Ю.В., Балакшин П.В. Аналіз перспектив застосування роботизованої автоматизації процесів (Електронний документ), 2017. - URL: <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/5138/5138.pdf> (дата звернення 22.03.2022).
- [2]. Бойко Е.Г. Розробка і впровадження корпоративної системи управління проектами для проектно-орієнтованого підприємства (Електронний документ), 2011. - URL: http://www.knuba.edu.ua/doc/zbirnyk1/urss8_pdf/8-12.pdf (дата звернення 22.03.2022).
- [3]. Сирецкий Г.О. Робототехніка і автоматизація виробництва: сучасний стан (Електронний документ), 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/robototekhnika-i-avtomatizatsiya-proizvodstva-sovremennoe-sostoyanie/viewer> (дата звернення 22.03.2022).
- [4]. Белоглазова О.П. Підходи керування проектами на основі «ПМВОК» (Електронний документ), 2018. – URL: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/17035/11-14.pdf?sequence=1> (дата звернення 22.03.2022).
- [5]. Маковецька О.К., Пустовойт С.В. Автоматизація і роботизація в зварювальному виробництві: стан та тенденції розвитку (Електронний документ), 2016. – URL: <https://www.uniprofit.ru/spravka/article/avtomatizaciya-robotizaciya/> (дата звернення 22.03.2022).
- [6]. Грошева Е.К. Сучасні тренди в керуванні проектами (Електронний документ), 2021. – URL: <https://bibs-science.ru/articles/ar1329.pdf> (дата звернення 22.03.2022).
- [7]. Козирев Ю.Г. Застосування промислових роботів (Електронний документ), 202х. - URL: <https://books.google.com/books?id=W3gkAgAAQBAJ&pg=PP3> (дата звернення 22.03.2022).
- [8]. Шиманчук Д.Г. Введення в сучасну робототехніку (Електронний документ), 2018. – URL: <https://docplayer.com/144380442-Vvedenie-v-sovremennuyu-robototekniku.html> (дата звернення 22.03.2022).
- [9]. Кольцова В.М. Робототехнічні системи та комплекси (Електронний документ), 2014. – URL: <https://docplayer.com/37365314-Robototekhnicheskie-sistemy-i-kompleksy.html> (дата звернення 22.03.2022).
- [10]. Морозов В.В., Кальніченко О.В. Функціонально - ролевий підхід до опису життєвого циклу проектів проектно-орієнтованих корпорацій (Електронний документ), 2011. – URL: http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-5/23-29_1.pdf (дата звернення 22.03.2022).
- [11]. Коцур І.О. Автоматизація процесу управління реалізацією проектів із впровадження колаборативних роботів лабораторією MirONAFТ: Рукопис. – Одеса: ONAXТ, 2021. – 102 с.

References

- [1]. Yu.V. Solomonova and P.V. Balakshyn. (2017, Nov) “*Analysis of prospects for the use of robotic process automation*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/5138/5138.pdf>
- [2]. E.H. Boiko. (2011, Nov) “*Development and implementation of a corporate project management system for a project-oriented enterprise*” Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: http://www.knuba.edu.ua/doc/zbirnyk1/urss8_pdf/8-12.pdf
- [3]. H.O. Syretskiy. (2017, Sep) “*Robotics and automation of production: current status*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/robototekhnika-i-avtomatizatsiya-proizvodstva-sovremennoe-sostoyanie/viewer>
- [4]. Belohlazova O.P. (2018, Sep) ““*PMBOK*” - based project management approaches”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/17035/11-14.pdf?sequence=1>
- [5]. O.K. Makovetska and S.V. Pustovoi. (2016, Nov) “*Automation and robotics in welding production: state and trends*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.uniprofit.ru/spravka/article/avtomatizaciya-robotizaciya/>
- [6]. E.K. Hrosheva. (2021, Sep) “*Current trends in project management*” Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://bibs-science.ru/articles/ar1329.pdf>
- [7]. Yu.H. Kozyrev. (2017, May) “*Application of industrial robots*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?id=W3gkAgAAQBAJ&pg=PP3>
- [8]. D.H. Shymanchuk. (2018, Nov) “*Introduction to modern robotics*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://docplayer.com/144380442-Vvedenie-v-sovremennuyu-robototekniku.html>
- [9]. V.M. Koltsova. (2014, May) “*Robotic systems and complexes*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: <https://docplayer.com/37365314-Robototekhnicheskie-sistemy-i-kompleksy.html>
- [10]. V.V. Morozov and O.V. Kalmichenko. (2011, Sep) “*Functional - role approach to the description of the life cycle of projects of project-oriented corporations*”. Accessed on: March 22, 2022. [Online]. Available: http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-5/23-29_1.pdf
- [11]. Kotsur I.O. Avtomatyzatsiia protsesu upravlinnia realizatsiieiu proektiv iz vprovadzhennia kolaboratyvnykh robotiv laboratoriiiu MirONAFТ: Rukopys. – Одеса: ONAKhT, 2021. – 102 p.

Отримана в редакції 05.04.2022. Прийнята до друку 24.05.2022. Received 05 April 2022. Approved 24 May 2022. Available in Internet 15 June 2022.