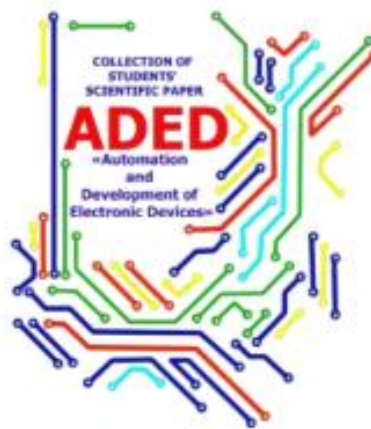


## ДОДАТОК А

Абробація наукових результатів досліджень

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(КІТАР)



### ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2024**

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2024

УДК 681.5

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ПРИНЦИПАМИ LEAN PRODUCTION

**Е.С. Петров**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [eduard.petrov1@nure.ua](mailto:eduard.petrov1@nure.ua)

**Анотація:** В роботі розглянуто актуальне питання розроблення методу підвищення ефективності складального виробництва за принципами Lean Production. Проведено аналіз існуючих методів підвищення ефективності. Використання Lean Production обумовлено рядом причин: зменшення втрат, підвищення якості продукції, оптимізація процесів та гнучкість, залучення персоналу, покращення часу виконання процесів.

**Ключові слова:** Lean Production, складальне виробництво, ефективність, оптимізація, усунення недоліків

## ANALYSIS OF A METHOD FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF ASSEMBLY PRODUCTION BASED ON THE PRINCIPLES OF LEAN PRODUCTION

**E.S. Petrov**

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: [eduard.petrov1@nure.ua](mailto:eduard.petrov1@nure.ua)

**Abstract:** The paper considers the topical issue of developing a method for improving the efficiency of assembly production based on the principles of Lean Production. An analysis of existing methods for improving efficiency is carried out. The use of Lean Production is due to a number of reasons: reduction of losses, improvement of product quality, process optimization and flexibility, staff involvement, and improvement of process execution time.

**Key words:** Lean Production, assembly production, efficiency, optimization, elimination of deficiencies

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Враховуючі складний час в Україні, підвищення ефективності виробничих процесів є одним з ключових завдань сучасних підприємств, особливо в умовах високої конкуренції, стрімкого розвитку технологій та війни. Lean Production (ощадливе виробництво) є ефективною методологією для зниження витрат, підвищення якості продукції та оптимізації виробничих процесів шляхом усунення втрат. Для підприємств, які займаються складальним виробництвом, впровадження принципів Lean Production є актуальним засобом досягнення високих показників продуктивності та рентабельності. Дослідження та розробка методу підвищення ефективності складального виробництва на основі Lean Production дозволить виявити нові можливості для оптимізації процесів і забезпечення конкурентних переваг на ринку [1].

**ВСТУП.** Для розробки методу підвищення ефективності складального виробництва за принципами Lean Production необхідно проаналізувати сучасні підходи до управління виробничими процесами та оцінити можливість їх адаптації до умов конкретного підприємства.

Основними етапами розробки цього методу є:

- аналіз існуючих виробничих процесів та виявлення проблемних зон;
- визначення основних втрат (типів муда) на кожному етапі виробництва;

- розробка рекомендацій щодо усунення або мінімізації виявлених втрат за допомогою Lean-інструментів;

- впровадження розробленого методу на підприємстві [2].

В ході розробки методу використовуватимуться такі Lean-інструменти, як 5S, канбан, пока-йоке, JIT (Just-in-Time), а також принципи безперервного вдосконалення (kaizen).

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Дослідження проводилось на базі підприємства, яке займається складальним виробництвом. Це підприємство працює в умовах серійного виробництва, де ключовими проблемами є:

- тривалість виробничого циклу;
- наявність дефектів у готовій продукції;
- надмірні запаси сировини та напівфабрикатів, простой в процесі виробництва через несвоєчасні поставки компонентів;

Для аналізу виробничих процесів було проведено декілька етапів збору даних, серед яких: спостереження за виробничими операціями на різних етапах складання, оцінка продуктивності працівників та виявлення втрат часу через невідповідну організацію робочих місць, аналіз дефектів у продукції та їх причин, діагностика потоку матеріалів і виявлення вузьких місць у ланцюзі постачання та на складах.

Також були проведені інтерв'ю з працівниками, майстрами цехів та менеджерами для кращого розуміння проблем і можливих покращень.

На основі зібраних даних було вирішено впровадити методи Lean Production для підвищення ефективності складального виробництва. Основні інструменти та методи, які були застосовані, включають:

5S – це система організації робочого місця, що дозволяє оптимізувати використання простору, поліпшити ергономіку та зменшити час на пошук інструментів і матеріалів. Етапи впровадження 5S включали сортування (усунення непотрібних предметів), систематизацію (впорядкування інструментів і матеріалів), прибирання (регулярне підтримання чистоти), стандартизацію (створення стандартів для підтримання порядку), удосконалення (безперервне поліпшення процесу).

Канбан – система візуального контролю та управління виробництвом, яка була запроваджена для синхронізації виробничих процесів і забезпечення безперервності потоку матеріалів. Вона дозволила зменшити простой та скоротити час між операціями, зокрема за рахунок оптимізації процесів постачання.

Пока-йоке – метод запобігання помилок, впроваджений на критичних етапах складання для зменшення кількості дефектів. Система автоматичного контролю забезпечує виявлення потенційних помилок ще на ранніх етапах і дозволяє швидко їх виправляти.

Кайдзен – впровадження безперервного вдосконалення через залучення всіх працівників до процесу оптимізації. Було організовано регулярні тренінги та зустрічі для працівників, на яких вони ділилися ідеями щодо покращення своїх робочих місць і виробничих процесів.

Just-in-Time (JIT) – концепція доставки матеріалів «точно вчасно». Цей підхід був застосований для оптимізації запасів і зменшення затримок у постачанні компонентів для складання, що знизило ризик надмірних запасів і тривалих простоїв через нестачу необхідних матеріалів. [3]

Після впровадження вищезгаданих методів Lean Production було досягнуто наступних результатів:

- зменшення часу виробничого циклу на 20%. Завдяки організації робочих місць за принципом 5S та впровадженню канбан-системи час на виконання операцій і рух матеріалів між виробничими ділянками значно скоротився;
- зниження кількості дефектів на 10%. Впровадження системи пока-йоке та навчання

працівників через кайдзен сприяло покращенню якості продукції. Працівники змогли швидше виявляти та усувати помилки, що впливало на підвищення загальної якості продукції;

- підвищення продуктивності працівників на 15%. Завдяки впровадженню принципів Lean, робітники краще організували свої робочі процеси, що дозволило виконувати більше операцій за одиницю часу;

- скорочення запасів сировини та напівфабрикатів на 25%. Використання концепції Just-in-Time дозволило оптимізувати ланцюг постачання, що значно зменшило надмірні запаси на складах;

- підвищення мотивації персоналу. Завдяки кайдзен-ініціативам працівники активно залучалися до процесів поліпшення і відчували свою роль у досягненні результатів. Це призвело до покращення робочої атмосфери та зростання мотивації.

Кінцевим результатом є використання всіх принципів для підвищення методу ефективності, а саме: усунення вузьких місць, визначення обмежень, Just-in-Time, Value Stream Mapping, Kaizan, Kanban, Flow Analysis, Process Flow Analysis, KPI monitoring, використання датчиків та аналізу даних.[4]

**ВИСНОВКИ.** Запровадження методу підвищення ефективності складального виробництва за принципами Lean Production дозволило значно зменшити втрати на підприємстві та підвищити ефективність виробничих процесів. Основні інструменти Lean, такі як 5S, канбан і кайдзен, показали свою ефективність у досягненні сталого покращення якості продукції та зменшення витрат часу.

Метод Lean Production забезпечує не тільки короткострокові покращення, але й створює базу для довгострокової конкурентоспроможності підприємства через впровадження культури безперервного вдосконалення. На основі цього можна зробити висновок, що методологія Lean Production є оптимальним вибором для підвищення ефективності складального виробництва завдяки комплексному підходу до зменшення втрат і залучення працівників до процесу безперервного вдосконалення. Результати роботи підтвердили можливість і доцільність впровадження принципів ощадливого виробництва для досягнення високих показників продуктивності, зниження витрат і підвищення якості продукції, що сприятиме зміцненню конкурентних позицій підприємства на ринку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Razić S. Evaluation of the Implementation of C2B, B2C, B2B, A2C and A2B Models of e-Commerce in Excellence Education System of Academic Institutions Using AHP and Fuzzy AHP / *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning* // Volume 10, Number 1, March 2020. P.p.13-24.
2. Womack J.P., Jones D.T. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* / Simon and Schuster // 2003. 400 p..
3. Liker J.K. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* / McGraw-Hill Education // 2004. 330 p.
4. Ohno T. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* / Productivity Press // 1988. 152 p.
5. Modig N., Ahlstrom P. *This is Lean: Resolving the Efficiency*. Stockholm: Rheologica Publishing, 2012. 158 p.
6. Warnecke, H.J., Huser, M., (1995). [International Journal of Production Economics](#), 37-43 p.
7. Shingo S. *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering*. Cambridge, MA : Productivity Press, 1989. 278 p.

8. Gurin, D., Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Alkhalailah, A. (2024). Using Convolutional Neural Networks to Analyze and Detect Key Points of Objects in Image. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 5-15.
9. Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Alkhalailah, A. (2024). Improvement of SUSAN Image Filtering Method for PCB Quality Inspection. *Journal of universal science research*, 2(7), 106-116.
10. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., & Maksymova, S. (2024). Humanoid Robot Movement Simulation in ROS. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(7), 146-154.
11. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2024). *Comparison of Functional Capabilities of Classic Manipulator Robots and Collaborative Robots* (Doctoral dissertation).
12. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2024). *New Concepts of Human Interactions and Collaborative Robot-Manipulators in the Concepts of Industry 5.0* (Doctoral dissertation, Collection of scientific papers «SCIENTIA»).
13. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2024). *Study of Methods of Dynamic Description of The Environment for Collaborative Robots-Manipulators in the Concepts of Industry 5.0* (Doctoral dissertation, Collection of scientific papers «SCIENTIA»).
14. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2024). *A Model of Using Computer Vision to Monitor the Environment of a Collaborative Manipulator Robot* (Doctoral dissertation).
15. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Starodubcev, N., & Klymenko, O. (2023, September). Monitoring System Development for Equipment Upgrade for IIoT. In *2023 IEEE 5<sup>th</sup> International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)* (pp. 1-5). IEEE.
16. Nevliudov, I. S., Yevsieiev, V. V., Demska, N. P., & Kostrova, H. Y. (2023). Development and Improvement of the Design of a Lightweight Mobile Robot Manipulator Using Generative Design.
17. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2023). *Application of Generative Design Methods for Improving Manipulator Designs for Mobile Robots* (Doctoral dissertation, Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького).
18. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In *2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)* (pp. 61-64). IEEE.
19. Євсєєв, В. В., Демська, Н. П., & Олександров, Ю. М. (2022). *Моделювання виробничої лінії SMT-монтажу в кібер-фізичних виробничих системах* (Doctoral dissertation, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського).
20. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2023). *Application of Generative Design Methods for Improving Manipulator Designs for Mobile Robots* (Doctoral dissertation, Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького).
21. Yevsieiev, V., & Demska, N. (2021, September). Study of the Structure of Cyber-Physical Production Systems in Industry 4.0. In *The I International scientific-practical conference "Problems of modern science and practice"* (pp. 431-434).

**Науковий керівник:** Замірець Микола Васильович, професор, доктор технічних наук, професор кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки

**ДОДАТОК Б**  
Демонстраційний матеріал

Формат	Позиція.	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ			Кільк.	Примітки	
			<u>Текстові документи</u>					
A4	1	ГЮІК 464430.036 ПЗ	Пояснювальна записка			63 с.		
			<u>Інші документи</u>					
	2		Абробація наукових результатів досліджень			5 с.		
			Демонстраційний матеріал			12 с.		
			<b>ГЮІК 464430.036 ВД</b>					
Змін.	Арк	Номер докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Петров Е. С.			Розроблення комп'ютеризованої системи керування складального виробництва за принципами Lean production <small>Відомість кваліфікаційної роботи</small>	Літера	Арку	Аркуш
Перевір.		Демська Н. П.				Н	1	1
Н.контр.		Стародубцев М. Г.				Кафедра КІТАР ХНУРЕ		
Затв.		Невлюдов І. Ш.						