

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

VII Міжнародна науково-практична конференція

**«Напівпровідникові матеріали,
інформаційні технології
та фотовольтаїка»**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

14-16 травня 2022 р.

Кременчук –2022

VII Міжнародна науково-практична конференція «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка»: Тези доповідей. – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2022. 140 с.

ISSN 2222-4386

Посвідчення УкрІНТЕІ про реєстрацію конференції № 569 від 02.11.2015.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 6 від 14.05.2022 р.).

Збірник публікує тези доповідей, що містять нові теоретичні та практичні результати в галузі технічних наук.

Співголови конференції:
Оксанич А. П., Ключ М. І.

Співголови програмного комітету:
Кладько В. П., Лю Бінбін

Голова організаційного комітету
Притчин С. Е.
Відповідальний секретар
Когдась М. Г.

Члени програмного комітету:

Бахрушин В. Є.	Ізотов В. Ю.	Романюк А. Б.
Беляєв О. Є.	Ковтун Г. П.	Скришевський В. А.
Блонський І. В.	Корбутяк Д. В.	Сліпченко М. І.
Боднар І. В.	Лисенко В.	Стронський О. В.
Гученко М. І.	Мельник В. П.	Хан Вей
Єрохов В. Ю.	Неймаш В. Б.	Хрипунов Г. С.
Затовський І. В.	Рожин А. Г.	Шевченко І. В.

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф. Притчин С. Е.

Адреса редакції:
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кафедра автоматизації та інформаційних систем,
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., 39600, Україна.
Тел. (05366) 30157. E-mail: kafius@kdu.edu.ua

УДК 355/359.07

МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ SMT-МОНТАЖУ В КІБЕР-ФІЗИЧНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

Євсєєв В. В., Демська Н. П., Олександров Ю. М.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
просп. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61000.
E-mail: vladyslav.yevsieiev@nure.ua

Вступ. Industry 4.0 визначає бачення і принципи функціонування Smart Manufacturing. Таке підприємство використовує модульну структуру, кібер-фізичні системи контролюють фізичні та інформаційні процеси, створюючи своєрідну віртуальну копію реального світу, де приймають децентралізовані рішення. За допомогою Internet of Things (IoT) кібер-фізичні системи з'єднуються і взаємодіють одна з однією та людьми в реальному часі [1]. Тому при розробці гнучких ліній SMT-монтажу, на базі кібер-фізичного керування, необхідно провести математичне моделювання пропускної спроможності виробничої лінії з метою виявлення можливого простою обладнання, або виникнення черг на з'єднувальних конвеєрах.

Метою роботи є розроблення Q-схеми та моделювання лінії SMT-монтажу за допомогою мови General Purpose Simulation System (GPSS).

Розробка Q-схеми. На першому етапі моделювання лінії SMT-монтажу, було проведено аналіз та обрані всі необхідні автомати для виготовлення високотехнологічних електронних модулів. На рисунку 1 представлена гнучка автоматизована лінія.



Рисунок 1 – Гнучка автоматизована лінія SMT-монтажу

Яка складається з: 1 – з'єднувальний конвеєр CYA 460XL; 2 – PCB завантажувач LD-250M-SZ; 3 – автомат трафаретного друку DEK 01 iX; 4 – човниковий конвеєр NTM 910TVM; 5 – автомат установки компонентів FUJI 4Mi3S та 6 – конвекційна лінійна піч XPM 1030. Обрані елементи виробничої лінії дозволяють провести аналіз їх технічних характеристик, та обрати параметри та значення необхідні для розробки Q-схеми для мови GPSS. Мова моделювання GPSS відноситься до систем масового обслуговування (СМО), процес функціонування якої є, по суті, є процесом обслуговування, який направлений на надання тієї чи іншої послуги, що визначається функціональним призначенням системи [2]. Об'єкт обслуговування в СМО називається вимогою або заявкою. Процес функціонування СМО включає в загальному випадку наступні етапи: прихід (надходження) вимоги; очікування (при необхідності) в черзі; обслуговування в приладі [3].

На другому етапі розробляється параметрична модель Q-схеми, що описує процес функціонування технологічної ланки у вигляді:

$$Q = \langle W, U, H, Z, R, A \rangle,$$

де W – потік вимог; U – потік обслуговувань; H – множина внутрішніх параметрів; Z – множина станів елементів; R – взаємозв'язок елементів схеми; A – алгоритми функціонування.

На останньому етапі проводимо розробку Q-схеми гнучкої автоматизованої лінії SMT-монтажу, фрагмент якої представлений на рисунку 2.

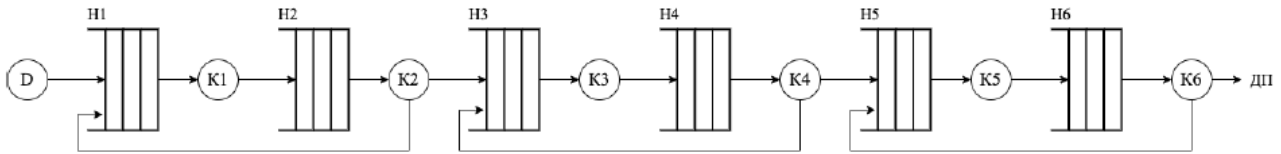


Рисунок 2 – Фрагмент Q-схеми гнучкої автоматизованої лінії SMT-монтажу

Позначимо Q-схеми через $H1, \dots, H6$ – черги та $K1, \dots, K6$ – автомати. Можна бачити, що гнучка автоматизована лінія має лінійний характер, що є особливістю такого виробництва. В ході дослідження автори запропонували зворотній зв'язок з $K2, K4, K6$, як можливість виправлення виробничого браку, виявленого під час перевірки в зоні контролю. Фрагмент коду на мові GPSS для генерації транзактів, робота черги $H1$ та обслуговування їх в пристрої $K1$ представлено на рисунку 3, а, а фрагмент коду CPSS-моделювання контролю якості на рисунку 3, б.

<pre> generate 10,5; queue HK1; seize K1; depart HK1; advance 11,3; release K1; </pre> <p style="text-align: center;">а)</p>	<pre> DLL queue HK1; seize K1; depart HK1; advance 11,3; release K1; queue HK2; seize K2; depart HK2; advance 18,1; release K2; transfer 0.9,DLL,BLL; queue HK3; BLL </pre> <p style="text-align: center;">б)</p>
--	--

Рисунок 3 – Фрагменти кодів CPSS-моделювання гнучкої автоматизованої лінії SMT-монтажу

Висновки. В результаті моделювання гнучкої автоматизованої лінії SMT-монтажу було виявлено, що автоматами (верстатами) $K2, K5$, після завершення часу моделювання, було отримано відповідно 127 та 158 транзактів, а в черзі $HK5$ середній час очкування склав 1572 одиниці модельного часу. За результатами можливо зробити висновок про необхідності заміни автомату установки компонентів FUJI 4Mi3S на більш потужний, що дозволить підвищити рентабельність та скоротити простій обладнання.

Список використаної літератури

1. Nevliudov I., et al. Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems. *J. Math. Comput. Sci.* 2021. 11 (1). P. 520–542.
2. Zhemelev G., Sidnev A. Using Symbolic Computing to Find Stochastic Process Duration Distribution Laws. In: Voinov N., Schreck T., Khan S. (eds) Proceedings of International Scientific Conference on Telecommunications, *Computing and Control. Smart Innovation, Systems and Technologies.* 2021. Vol 220. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6632-9_7
3. Gottlieb A. B., Kirby B., Ryan C. et al. The Development of a Patient-Reported Outcome Measure for Assessment of Genital Psoriasis Symptoms: The Genital Psoriasis Symptoms Scale (GPSS). *Dermatol Ther (Heidelb).* 2018. 8. P. 45–56.