

УДК 621.326

Л. М. Магула, С. В. Попович, О. Р. Іванців, М. І. Яворська, канд. техн. наук, доц.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПРИЛАДОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОВІРКИ ДЕТАЛЕЙ НА НАЯВНІСТЬ КОМПОЗИТНИХ ВКЛЮЧЕНЬ ЗАСОБАМИ МЕРЕЖІ ПЕТРІ

L. M. Magula, S.V.Popovych, O.R. Ivanciv, M. I. Yavorska, Ph.D, Assoc.Prof.  
SIMULATION OF INSTRUMENT SYSTEM TO CHECK THE SAMPLES FOR THE  
PRESENCE OF COMPOSITE INCLUSIONS USING PETRI NETS

Процес повірки деталей на наявність композитних включень можна представити структурою мережі Петрі (рис.1), відобразивши у ній основні етапи роботи вимірювальної установки: підготовчий, безпосереднього вимірювання і сортування. Зразки, які підлягатимуть контролю поміщаються у буфер (вузол P1, якому на початку процесу контролю присвоюється кількість міток  $n1$  рівна кількості деталей у буфері). Якщо позиція-вузол P2, на якій відбувається безпосереднє вимірювання вільна (а про це свідчитиме наявність однієї мітки у вузлі P3), заготовка по валиках заїжджає на вимірювальну позицію P2, пневмоциліндр піднімає її безпосередньо до вимірювальних щупів і відбувається сканування (при цьому у вузлі P2 з'являється одна мітка, а у вузлі P4 мітка зникає). Параметр  $t1$ , що відповідає транзакції T1 – це час тривання даної операції. Отримані результати аналізуються в інформаційному блоці на відповідність закладеним вимогам до допустимих меж композитних включень. За результатами вимірювань приймається висновок про придатність контрольованої деталі (при цьому мітка із P2 переходить до вузла P4, перехід відбувається протягом часу  $t2$ , що відповідає транзакції T2), або висновок про відбракування (при цьому мітка із P2 переходить до вузла P5, перехід відбувається протягом часу  $t3$  що відповідає транзакції T3). Паралельно спрацьовує транзакція T4 (час спрацювання  $t4$  задає час, потрібний для відновлення вимірювальної позиції) і з'являється мітка у вузлі P3, що свідчить про готовність установки до аналізу наступної деталі. Причому на транзакції T2 і T3 накладаються додаткові обмеження: вони взаємовиключають одна одну, тобто при спрацюванні T2 перехід T3 закритий і навпаки, а вибір конкретного варіанту обумовлюється наперед заданим випадковим числом.

Повний цикл функціонування мережі (коли всі транзакції опиняться в режимі заборонених) завершиться коли всі мітки із вузла P1 перейдуть до міток вузлів P4 ( $n4$  відповідатиме кількості деталей, що задовільняють вимогам контролю) і P5 ( $n5$  – кількість відбракованих).

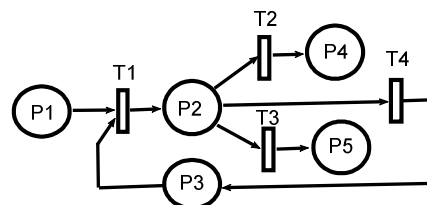


Рисунок 1. Мережа Петрі для відображення процесу повірки деталей на наявність композитних включень.

Наступним кроком після вибору структури мережі є задання параметрів, що відповідають характеристикам модельованого процесу. Оскільки  $t1, t2, t3, t4$  – в нашому випадку не є сталими, а коливаються довкола деяких усереднених значень,

ми маємо справу із стохастичною мережею Петрі. Тому на кожному кроці модельного часу в процесі симулювання значення часів транзакцій вибираються як випадкові величини із гаусовим розподілом, математичного сподівання і дисперсія якого встановлюються на основі статистичних оцінок даних спостережень над роботою установки, що передують моделюванню. Результати таких спостережень наведені на а рис.2.

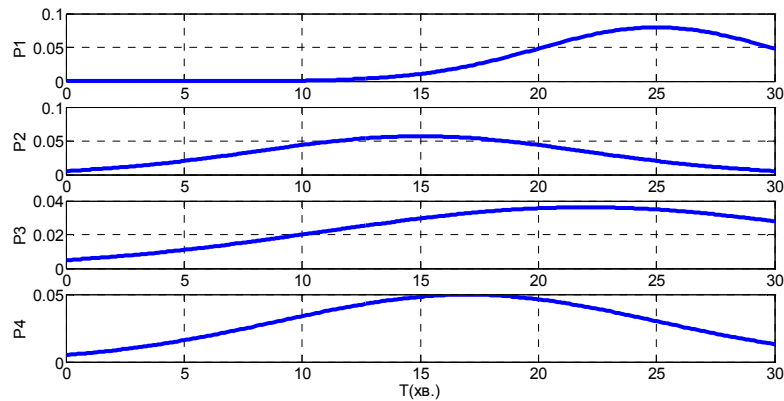


Рисунок 2. Ймовірнісний розподіл часів транзакцій  $t_1, t_2, t_3, t_4$  –  $p_1, p_2, p_3, p_4$  - відповідно

Процес контролю роботи установки відображено у процесі зміни маркерів у вузлах мережі Петрі на рис.1 від початкового стану  $(n, 0, 1, 0, 0)$  до кінцевого  $(0, 0, 0, n_4, n_5)$  за допомогою розробленого програмного забезпечення. Результати симулювання - зміну стану робочих позицій вимірювальної установки в процесі контролю партії з десяти деталей - показано на рис.3.

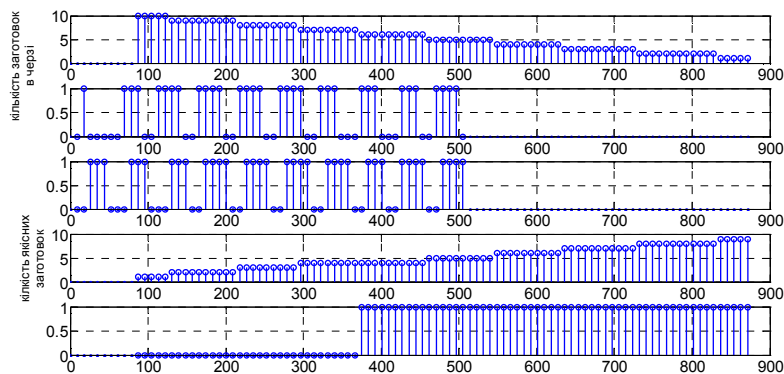


Рисунок 3.Зміна маркування вузлів мережі (станів робочих позицій вимірювальної установки) в масштабі модельного часу.

### Література

1. Зайцев Д.А. Математичні моделі дискретних систем: Навчальний посібник // Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – 40 с.
2. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем / Підручник за загальною редакцією В.В. Поповського. – Харків, ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 564 с.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М. Мир, 1984. – 264 с.