УДК 519.174

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

І.І. Скрильник, М.Ю. Будяков. Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка.

Розглянуто інноваційний підхід до управління виробничими процесами, досліджено ефективність роботи системи якості. Для моделювання таких систем використовується теорія випадкових процесів, що протікають у дискретних системах з неперервним часом, теорія графів.

Вступ. Розвиток економіки України потребує розв'язання складних теоретичних і практичних завдань, які вимагають створення якісно нових напрямів економіко-математичного моделювання. Це зумовлює необхідність розроблення інноваційних методів моделювання для наукового корегування й управління складними об'єктами економіки та виробничими процесами. Слід відзначити, що при дослідженні таких процесів необхідно враховувати динамічність об'єкта моделювання, яка полягає у зміні в часі параметрів і структури систем під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників, а також невизначеність щодо їх розвитку [1].

На практиці часто зустрічаються випадкові процеси, в котрих система змінює свої стани в будь-який випадковий момент часу – випадкові процеси з неперервним часом. Наприклад, системи обслуговування, контролю, управління, зв'язку та ін. До таких систем також можна віднести технічні пристрої, групи пристроїв, технологічні системи – верстат, ділянка, цех, підприємство, галузь промисловості й ін.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Такими проблемами займаються чимало вітчизняних та зарубіжних учених. Так, Ю.В. Жерновий у своєму посібнику викладає математичну теорію потоків випадкових подій, зокрема найпростішого та пуассонівського потоків, яка лежить в основі марковських моделей масового обслуговування. Він вивчив умови ергодичності марковських процесів у зв'язку з вимогами до структури графа станів системи масового обслуговування [2]. О.Б. В'юненко, Л.П. Воронець розглядають застосування теорії масового обслуговування в менеджменті організацій [3]. Т.І. Алієв розглядає математичні моделі та результати аналізу дискретних систем різних класів з використанням аналітичних, числових та імітаційних методів [4].

Постановка завдання. На конвейєрі підприємства випускають певні деталі, що проходять перевірку за допомогою пристрою, який у свою чергу контролює якість випущеної продукції та відсортовує їх на «браковані» та «якісні». Завданням є аналіз та розрахунок надійності обслуговування системи контролю якості продукції підприємства; характеристика процесу і пошук імовірності стану пристрою у момент часу $t=1$, якщо у початковий момент $t=0$ система була справною.

Метою дослідження є аналіз та розрахунок надійності обслуговування системи контролю якості продукції підприємства.

Метод дослідження – моделювання системи контролю якості за допомогою теорії марковських випадкових процесів.

Основний матеріал і результати. Для вивчення надійності системи контролю якості продукції, яку приймемо за S, розглянемо такі стани: S_1 – система справна, S_2 – система справна і виконує перевірку якості продукції, S_3 – система на профілактичному ремонті, S_4 – система несправна і не підлягає відновленню.

Було припущено, що система може вийти з ладу тільки під час перевірки якості продукції, а також, що ремонт несправної системи передбачається лише тоді, якщо поломка є серйозною. Також вважалося, що зміни щільності ймовірностей переходів системи S зі стану в стан настільки малі, що ними можна знехтувати.

Граф стану системи контролю якості продукції наведено на рис. 1.

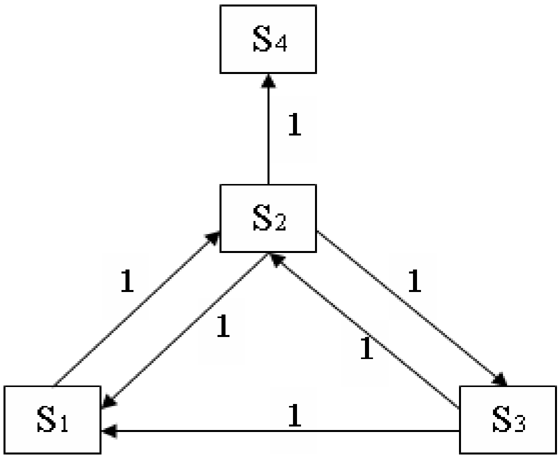

Рис. 1. Розмічений граф станів системи S

Розв'язання. Оскільки система може змінювати свої стани випадковим чином у випадкові моменти часу, а в кожний момент вона перебуває в одному зі станів S, S_1, S_2, S_3, S_4, то процес, що протікає у системі S, буде дискретним випадковим процесом з неперервним часом. Цей процес можна вважати марковським, оскільки стан системи у майбутньому істотно залежить від його стану зараз і неістотно – від його станів у минулому. Незначні коливання щільності ймовірностей з часом дозволяють зробити припущення про однорідність такого процесу [6; 7].

Матриця щільності ймовірностей переходів, складена за графом, має вигляд:

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \qquad (1)$$

Щоб знайти ймовірність станів $p_1(t),\ p_2(t),\ p_3(t)$ для довільного t, складено систему диференціальних рівнянь Колмогорова [8]:

$$\begin{cases} \dfrac{dp_1(t)}{dt} = -p_1(t) + p_2(t) + p_3(t); \\ \dfrac{dp_2(t)}{dt} = -3p_2(t) + p_1(t) + p_3(t); \\ \dfrac{dp_3(t)}{dt} = -2p_3(t) + p_2(t); \\ \dfrac{dp_4(t)}{dt} = p_2(t). \end{cases} \qquad (2)$$

Розглянемо три перші рівняння системи. Вони не містять функції $p_4(t)$, тому їх можна розглядати як систему трьох рівнянь з трьома змінними:

$$\begin{cases} \dfrac{dp_1(t)}{dt} + p_1(t) - p_2(t) - p_3(t) = 0; \\ \dfrac{dp_2(t)}{dt} + 3p_2(t) - p_1(t) - p_3(t) = 0; \\ \dfrac{dp_3(t)}{dt} + 2p_3(t) - p_2(t) = 0. \end{cases} \qquad (3)$$

Пошук частинного розв'язку системи (3) здійснювали за допомогою показникових функцій (4):

$$p_1(t) = \gamma_1 \cdot e^{\lambda t}; \quad p_2(t) = \gamma_2 \cdot e^{\lambda t}; \quad p_3(t) = \gamma_3 \cdot e^{\lambda t}, \qquad (4)$$

де $\gamma_1, \gamma_2, \lambda$ – постійні, які потрібно підібрати таким чином, щоб рівняння (3) задовольняли функції (4).

Підставимо частинні розв'язки $p_1(t)$ та $p_2(t)$ в систему (3):

$$\begin{cases} \frac{d(\gamma_1 e^{\lambda t})}{dt} + \gamma_1 e^{\lambda t} - \gamma_2 e^{\lambda t} - \gamma_3 e^{\lambda t} = 0; \\ \frac{d(\gamma_2 e^{\lambda t})}{dt} + 3\gamma_2 e^{\lambda t} - \gamma_1 e^{\lambda t} - \gamma_3 e^{\lambda t} = 0; \\ \frac{d(\gamma_3 e^{\lambda t})}{dt} + 2\gamma_3 e^{\lambda t} - \gamma_2 e^{\lambda t} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Продиференціюємо та поділимо обидва рівняння на $e^{\lambda t}\ (>0)$:

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t} + \gamma_1 e^{\lambda t} - \gamma_2 e^{\lambda t} - \gamma_3 e^{\lambda t} = 0 |: e^{\lambda t}; \\ \gamma_2 \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t} + 3\gamma_2 e^{\lambda t} - \gamma_1 e^{\lambda t} - \gamma_3 e^{\lambda t} = 0 |: e^{\lambda t}; \\ \gamma_3 \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t} + 2\gamma_3 e^{\lambda t} - \gamma_2 e^{\lambda t} = 0 |: e^{\lambda t}. \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot \lambda + \gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ \gamma_2 \cdot \lambda + 3\gamma_2 - \gamma_1 - \gamma_3 = 0; \\ \gamma_3 \cdot \lambda + 2\gamma_3 - \gamma_2 = 0. \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot (\lambda + 1) - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ \gamma_2 \cdot (\lambda + 3) - \gamma_1 - \gamma_3 = 0; \\ \gamma_3 \cdot (\lambda + 2) - \gamma_2 = 0. \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot (\lambda + 1) - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 + \gamma_2 \cdot (\lambda + 3) - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 + \gamma_3 \cdot (\lambda + 2) = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Отримана однорідна лінійна система алгебраїчних рівнянь з невідомими $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ та λ параметром, завжди має нульовий розв'язок $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$, але він не задовольняє умову задачі, оскільки $p_1(t) = \gamma_1 \cdot e^{\lambda t} = 0;$ $p_2(t) = \gamma_2 \cdot e^{\lambda t} = 0;$ $p_3(t) = \gamma_3 \cdot e^{\lambda t} = 0,$ а за початковими умовами $p_i(t) = 1$.

Ненульовий розв'язок існує тоді й тільки тоді, коли визначник системи дорівнює нулю:

$$\begin{vmatrix} \lambda + 1 & -1 & -1 \\ -1 & \lambda + 3 & -1 \\ 0 & -1 & \lambda + 2 \end{vmatrix} = 0. \quad (10)$$

Розкривши визначник, отримаємо кубічне рівняння відносно λ:

$$\begin{aligned} &(\lambda + 1) \cdot (\lambda + 3) \cdot (\lambda + 2) - 1 - \lambda - 2 - \lambda - 1 = 0; \\ &\lambda^3 + 4\lambda^2 + 3\lambda + 2\lambda^2 + 8\lambda + 6 - 4 - 2\lambda = 0; \\ &\lambda^3 + 6\lambda^2 + 9\lambda + 2 = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

За формулою Кардано знаходимо такі значення: *a = 1*, *b = 6*, *c = 9*, *d = 2*. Приведемо рівняння до канонічного виду. Робимо заміну змінних, від змінної λ переходимо до змінної y через рівність

$$\lambda = y - \frac{b}{3a}. \quad (12)$$

Отримано нове рівняння для змінної y:

$$y^3 + py + q = 0, \quad (13)$$

де $p = -\frac{b^2}{3a^2} + \frac{c}{a}$, $q = \frac{2b^3}{27a^3} - \frac{b^2}{3a^2} + \frac{d}{a}$ $p = -3$, $q = 0$.

Знаходимо ще одну змінну Q:

$$Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2 \Rightarrow Q = -1. \quad (14)$$

Число дійсних коренів кубічного рівняння залежить від знака Q:

якщо $Q > 0$ – маємо один дійсний корінь і два спряжених комплексних корені;

якщо $Q < 0$ – маємо три дійсний корені;

якщо $Q = 0$ – маємо один однократний дійсний корінь і два двократних комплексних корені або, якщо *p = q = 0*, то маємо один трикратний дійсний корінь.

За формулою Кардано корені кубічного рівняння в канонічній формі дорівнюють:

$$y_1 = \alpha + \beta;\ y_2 = -\frac{\alpha+\beta}{2} + i\frac{\alpha-\beta}{2}\sqrt{3};\ y_3 = -\frac{\alpha+\beta}{2} - i\frac{\alpha-\beta}{2}\sqrt{3}, \qquad (15)$$

де: $\alpha = \sqrt[3]{-\frac{q}{2}+\sqrt{Q}}$, $\beta = \sqrt[3]{-\frac{q}{2}-\sqrt{Q}}$.

Застосовуючи ці формули, для одного з трьох значень α необхідно взяти таке β, для якого виконується умова $\alpha \cdot \beta = -p/3$ (таке значення β завжди існує). Розглянемо всі можливі значення α і β (кубічний корінь завжди дає три значення):

$$\alpha_1 = (-1)^{\frac{1}{6}},\ \alpha_2 = (-1)^{\frac{1}{6}}(-0,5+\frac{i}{2}\sqrt{3}),\ \alpha_2 = (-1)^{\frac{1}{6}}(-0,5-\frac{i}{2}\sqrt{3});$$

$$\beta_1 = -(-1)^{\frac{5}{6}},\ \beta_2 = -((-1)^{\frac{5}{6}}(-0,5+\frac{i}{2}\sqrt{3})),\ \beta_3 = -((-1)^{\frac{5}{6}}(-0,5-\frac{i}{2}\sqrt{3})).$$

Отже, беремо перше значення α і підбираємо для нього β. У результаті перебору приходимо до пари α_1 і β_1 Записуємо всі три корені відразу для змінної λ: $\lambda_1 = -2$, $\lambda_2 = -3.73$, $\lambda_3 = -0,27$.

Підставимо в (9) значення $\lambda_1 = -2$:

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot (-2+1) - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 + \gamma_2 \cdot (-2+3) - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 + \gamma_3 \cdot (-2+2) = 0. \end{cases} \qquad (16)$$

$$\begin{cases} -\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ \quad -\gamma_2 = 0. \end{cases} \Rightarrow \gamma_2 = 0 \Rightarrow -\gamma_3 = \gamma_1. \qquad (17)$$

Таким чином отримали співвідношення, яке пов'язує $\gamma_2, \gamma_1, \gamma_3$. Оскільки γ_1 – вільна невідома, то їй можна надати будь-яке числове значення, крім 0. Нехай $\gamma_1 = 1$, тоді $\gamma_3 = -1$. Підставимо ці значення у (4), отримаємо:

$$\begin{aligned} p_1^{[1]}(t) &= e^{-2t}; \\ p_2^{[1]}(t) &= 0; \\ p_3^{[1]}(t) &= -e^{-2t}. \end{aligned} \qquad (18)$$

Аналогічно обчислюємо для $\lambda_2 = -3,73$. Підставимо значення у (9):

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot (-3,73+1) - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 + \gamma_2 \cdot (-3,73+3) - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 + \gamma_3 \cdot (-3,73+2) = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2,73\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 - 0,73\gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 - 1,73\gamma_3 = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} \gamma_1 &= 0,26\gamma_3; \\ \gamma_2 &= -1,73\gamma_3. \end{aligned} \qquad (19)$$

Нехай $\gamma_3 = 1$, тоді $\gamma_1 = 0,26$, $\gamma_2 = -1,73$ (підставимо значення у (4)):

$$\begin{aligned} p_1^{[2]}(t) &= -0,26e^{-3.73t}; \\ p_2^{[2]}(t) &= -1,73e^{-3.73t}; \\ p_3^{[2]}(t) &= e^{-3.73t}. \end{aligned} \qquad (20)$$

Аналогічно обчислюємо для $\lambda_3 = -0,27$. Підставимо значення у (9):

$$\begin{cases} \gamma_1 \cdot (-0,27+1) - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 + \gamma_2 \cdot (-0,27+3) - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 + \gamma_3 \cdot (-0,27+2) = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,73\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_1 + 2,73\gamma_2 - \gamma_3 = 0; \\ -\gamma_2 + 1,73\gamma_3 = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} \gamma_1 = 3,72\gamma_3; \\ \gamma_2 = 1,73\gamma_3. \end{matrix} \quad (21)$$

Нехай $\gamma_3 = 1$, тоді $\gamma_1 = 3,72$, $\gamma_2 = 1,73$ (підставимо значення у (4)):

$$\begin{aligned} p_1^{[3]}(t) &= 3,72e^{-0.27t}; \\ p_2^{[3]}(t) &= 1,73e^{-0.27t}; \\ p_3^{[3]}(t) &= e^{-0.27t}. \end{aligned} \quad (22)$$

З (18), (20) та (22) складаємо загальний розв’язок системи (2):

$$\begin{cases} p_1(t) = C_1 \cdot p_1^{[1]}(t) + C_2 \cdot p_1^{[2]}(t) + C_3 \cdot p_1^{[3]}(t); \\ p_2(t) = C_1 \cdot p_2^{[1]}(t) + C_2 \cdot p_2^{[2]}(t) + C_3 \cdot p_2^{[3]}(t); \\ p_3(t) = C_1 \cdot p_3^{[1]}(t) + C_2 \cdot p_3^{[2]}(t) + C_3 \cdot p_3^{[3]}(t), \end{cases} \quad (23)$$

де C_1, C_2, C_3 – довільні константи:

$$\begin{cases} p_1(t) = C_1 \cdot e^{-2t} + C_2 \cdot (-0,26e^{-3,73t}) + C_3 \cdot 3,72e^{-0,27t}; \\ p_2(t) = C_1 \cdot 0 + C_2 \cdot (-1,73e^{-3,73t}) + C_3 \cdot 1,73e^{-0,27t}; \\ p_3(t) = C_1 \cdot (-e^{-2t}) + C_2 \cdot e^{-3,73t} + C_3 \cdot e^{-0,27t}. \end{cases} \quad (24)$$

$$\begin{cases} p_1(t) = C_1 \cdot e^{-2t} - 0,26 \cdot C_2 \cdot e^{-3,73t} + 3,72 \cdot C_3 \cdot e^{-0,27t}; \\ p_2(t) = -1,73 \cdot C_2 \cdot e^{-3,73t} + 1,73 \cdot C_3 \cdot e^{-0,27t}; \\ p_3(t) = -C_1 \cdot e^{-2t} + C_2 \cdot e^{-3,73t} + C_3 \cdot e^{-0,27t}. \end{cases} \quad (25)$$

Щоб знайти частинний розв’язок системи (2), що задовольняє умови $p_1(0)=1, p_2(0)=0, p_3(0)=0, p_4(0)=0$, потрібно обчислити відповідні значення C_1, C_2, C_3:

$$\begin{cases} p_1(t) = C_1 \cdot e^{-2\cdot 0} - 0,26 \cdot C_2 \cdot e^{-3,73\cdot 0} + 3,72 \cdot C_3 \cdot e^{-0,27\cdot 0} = C_1 - 0,26 \cdot C_2 + 3,72 \cdot C_3 = 1; \\ p_2(t) = -1,73 \cdot C_2 \cdot e^{-3,73\cdot 0} + 1,73 \cdot C_3 \cdot e^{-0,27\cdot 0} = -1,73 \cdot C_2 + 1,73 \cdot C_3 = 0; \\ p_3(t) = -C_1 \cdot e^{-2\cdot 0} + C_2 \cdot e^{-3,73\cdot 0} + C_3 \cdot e^{-0,27\cdot 0} = -C_1 + C_2 + C_3 = 0. \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_1(t) = C_1 - 0,26 \cdot C_2 + 3,72 \cdot C_3 = 1; \\ p_2(t) = -1,73 \cdot C_2 + 1,73 \cdot C_3 = 0; \\ p_3(t) = -C_1 + C_2 + C_3 = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,74 \cdot C_2 + 4,72 \cdot C_3 = 1; \\ C_2 = C_3; \\ C_1 = C_2 + C_3. \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 5,46 \cdot C_3 = 1; \\ C_2 = C_3; \\ C_1 = C_2 + C_3. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_3 = 0,18; \\ C_2 = 0,18; \\ C_1 = 0,36. \end{cases}$$

Підставляємо в (25) ці значення й отримаємо шуканий частинний розв’язок, що задовольняє початкові умови:

$$\begin{cases} p_1(t) = 0,36 \cdot e^{-2t} - 0,26 \cdot 0,18 \cdot e^{-3,73t} + 3,72 \cdot 0,18 \cdot e^{-0,27t}; \\ p_2(t) = -1,73 \cdot 0,18 \cdot e^{-3,73t} + 1,73 \cdot 0,18 \cdot e^{-0,27t}; \\ p_3(t) = -0,36 \cdot e^{-2t} + 0,18 \cdot e^{-3,73t} + 0,18 \cdot e^{-0,27t}. \end{cases} \quad (26)$$

Для знаходження $p_4(t)$ скористаємося умовою нормування:

$$p_4(t) = 1 - p_1(t) - p_2(t) - p_3(t).$$

Можна переконатися, що знайдені функції є імовірнісними, тобто $p_i(t) \le 1$. Підрахуємо ймовірність станів системи S у момент часу $t=1$, тобто $p_1(1), p_2(1), p_3(1), p_4(1)$:

$$\begin{aligned} p_1(1) &= 0,36 \cdot e^{-2} - 0,26 \cdot 0,18 \cdot e^{-3,73} + 3,72 \cdot 0,18 \cdot e^{-0,27} = 0,559 \\ p_2(1) &= -1,73 \cdot 0,18 \cdot e^{-3,73} + 1,73 \cdot 0,18 \cdot e^{-0,27} = 0,23 \\ p_3(1) &= -0,36 \cdot e^{-2} + 0,18 \cdot e^{-3,73} + 0,18 \cdot e^{-0,27} = 0,093 \\ p_4(1) &= 1 - 0,559 - 0,23 - 0,093 = 0,118 \end{aligned} \quad (27)$$

Висновок. Отже, ймовірність того, що у момент часу $t = 1$ система справна, але не експлуатується, дорівнює 0,559; справна і проводить перевірку якості продукції – з ймовірністю 0,23; на профілактичному ремонті – з ймовірністю 0,093; не справна – з ймовірністю 0,118.

На підставі виконаних розрахунків зроблено висновок, що система з імовірністю майже 0,6 не експлуатується, а, отже, вона використовується неефективно. Також з імовірністю майже 0,1 вона може повністю вийти з ладу, що є досить високим показником. Тому потрібно знаходити способи зниження ймовірності виходу системи з ладу, а також підвищення показника її завантаженості.

Задачу моделювання дискретного процесу з неперервним станом можна використовувати у виробництві при дослідженні дискретних систем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шаповалова, О. О. Прикладні задачі моделювання економічних процесів : навч. посібн., ч. 1 / О. О. Шаповалова, О. В. Старкова, А. В. Литвиненко. – Х. : ХДТУБА, 2010. – 164 с.
2. Жорновий, Ю. В. Марковські моделі масового обслуговування: тексти лекцій / Ю. В. Жорновий. – Львів : Видавничий центр ЛНУ, 2004. – 154 с.
3. В'юненко, О. Б. Дослідження операцій. Системи масового обслуговування / О. Б. В'юненко, Л. П. Воронець. – Суми, 2008. – 37 с.
4. Алиев, Т. И. Основы моделирования дискретных систем / Т. И. Алиев. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
5. Турчин, В. Ф. Феномен науки : 2-е изд. / В. Ф. Турчин. – М. : ЕТС. – 2000. – 368 с.
6. Феллер, В. Введение в теорию вероятности и её применение : т. 2. / В. Феллер. – М., Мир, 1964. – С. 765.
7. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
8. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и её инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Высшая школа, 2000. – 480 с.

УДК 519.174

Скрильник Ірина Іванівна, старший викладач кафедри економічної кібернетики Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. **Будяков Михайло Юрійович,** студент Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. **Інноваційні методи моделювання системи контролю якості продукції**. Розглянуто інноваційний підхід до управління виробничими процесами, досліджено ефективність роботи системи якості. Для моделювання таких систем використовується теорія випадкових процесів, що протікають у дискретних системах з неперервним часом, теорія графів.

Ключові слова: система, граф станів, марковський процес.

УДК 519.174

Скрыльник Ирина Ивановна, старший преподаватель кафедры экономической кибернетики Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка. **Будяков Михаил Юрьевич**, студент Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка. **Инновационные методы моделирования системы контроля качества продукции**. Рассмотрены инновационный подход к управлению производственными процессами, исследована эффективность работы системы качества. Для моделирования таких систем используется теория случайных процессов, которые протекают в дискретных системах с непрерывным временем, теория графов.

Ключевые слова: система, граф состояний, марковский процесс.

UDC 519.174

Skrylnyk Irina Ivanivna, first assistant of professor of economical cybernetics speciality of Poltava national technical university. **Budaykov Myhailo Yuriovitch,** the student of economical cybernetics speciality of Poltava national technical university. **Innovative methods of modelling of quality control system.** The article is devoted to the study of an innovative approach of the management of industrial processes and of a running efficiency of quality control system. For the modelling purposes the authors uses the theory of random processes in discrete event system with continuous time flow, as well as graph theory.

Keywords: system, graph states, Markov process.

Стаття отримана редакцією 30.12.2011 р.