

УДК 336.4:657:006.1

В.М. КУЗНІЧЕНКО, к.ф.м.н., ХІФ УДУФМТ, Харків
В.І. ЛАПШИН, д.ф.м.н., проф., ХІФ УДУФМТ, Харків
М.А. ШУМ, к.е.н., доцент, ХІФ УДУФМТ

МОДЕЛЬ ДОКУМЕНТООБИГУ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ЙМОВІРНІСНОГО ПІДХОДУ

Розглянуто ймовірнісний підхід до вивчення моделі документообігу підприємства. Для деяких прикладів отримані чисельні динамічні характеристики цього процесу. Для аналітичного дослідження, яке дозволяє контролювати та корегувати систему, яка вивчається, був використаний метод z -перетворень.

Рассмотрено ймовірнісний підхід к изучению модели документооборота предприятия. Для некоторых примеров полученные численные динамические характеристики этого процесса. Для аналитического исследования, которое разрешает контролировать и корректировать систему, которая изучается, был использован метод z -преобразований.

The probabilistic approach to the study of the documental circulation model of an enterprise considered. The numerical dynamic characteristics of this process for some examples was obtained. The method of the z – transforms for analytical investigation which allows to control and to correct studied system was used.

Ключові слова: ймовірнісний підхід, ланцюги Маркова, документообіг, чисельні характеристики, аналітична форма, z -перетворення, матриця.

Вступ Для будь-якого великого підприємства актуальними є проблеми автоматизації процесів зберігання, пошуку і обробки інформації, забезпечення безпеки її передачі і можливості сумісного використання. М. Пушкар зазначає, що при проектуванні інформаційних систем необхідно прагнути того, щоб кількість первинних документів була мінімальною, а інформативність – максимальною [1]. На думку Б. Гейтса, тільки електронні технології здатні повністю змінити документування бізнес-процесів підприємства та стати дієвим інструментом для створення безпаперового офісу [2].

Формуванням інформаційних потоків займаються суб'єкти на всіх рівнях управління економікою країни. Унаслідок цього інформаційні потоки стали потужнішими, але проблема забезпечення ефективності самої інформації та її отримання і досі залишається актуальною [3]. Гостро постала проблема створення адекватних систем інформаційного сервісу, які являють

сукупність елементів інфраструктури підприємства, процесів інформаційних технологій та вхідних елементів зовнішнього інформаційного простору, що знаходяться в нерозривній взаємодії стосовно формування попиту користувачів на інформаційну послугу й задоволення цього попиту. [4].

В роботах Круковського М.Ю [5-6] пропонуються методи та системи для підвищення ефективності внутрішнього документообігу підприємств. Розглянутий в нашому дослідженні підхід розширює кількість методів, які можуть бути застосовані на підприємствах для вдосконалення їх внутрішнього документообігу.

Метою цієї роботи є розробка моделі оцінки внутрішнього документообігу на підприємстві на основі ймовірнісного підходу (теорії ланцюгів Маркова), яка може досліджуватись як чисельними, так і аналітичними методами на основі z-перетворень.

Постановка задачі. Реформування економічних, соціальних та екологічних складових сталого розвитку України потребує відповідних інформаційних джерел для підтримки прийняття управлінських рішень на всіх рівнях управління економікою країни. Зростаючі потреби в оперативній і достовірній інформації для прийняття управлінських рішень вимагають адекватного планування, належного обліку та контролю всіх ресурсів підприємства, ефективної системи документообігу. Проте, на багатьох підприємствах потреби керівництва в такій інформації повною мірою не задовольняються, документообіг затримує прийняття рішень, що негативно позначається на загальній ефективності їх діяльності.

Тому виникла потреба зміни або вдосконалення традиційних облікових схем, зміни функцій операційного документування господарських операцій та побудови документообігу підприємницької та непідприємницької діяльності вітчизняних суб'єктів господарювання.

Визначення оптимальної системи внутрішнього обігу документів на підприємстві, являється актуальною задачею.

Методологія

Нехай на підприємстві створена система документообігу визначає, скільки документів після візування залишається у керівника, а скільки направляється у відділи виконавцям, які розглядають документи, готують пропозиції й повертають їх для прийняття рішення керівнику. За статистичними даними маршрутизації документів можна побудувати перехідну матрицю, яка визначає ймовірність переходу документів між станами: керівником і виконавцями. Теорію ланцюгів Маркова [7-9] можна

використовувати для замкнутої системи. Внутрішню систему документообігу можна вважати замкнутою для кожного документу, який відноситься до певної групи класифікації і усереднюється за ймовірністю його переходу з одного стану до іншого. За ергодичною теоремою Маркова можна знайти стаціонарні значення ймовірності обігу документа за групами класифікації між виконавцями і керівником, які визначають при покроковому (година, день) переході системи до граничного стану кількість кроків, тобто час виконання документа.

Граф моделі документообігу на підприємстві представлений на рис. 1

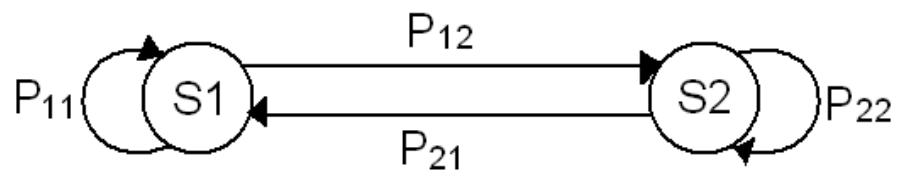


Рис. 1 - Граф моделі документообігу

На рис.1 S_1 і S_2 – стани системи документообігу (S_1 – керівник, S_2 - виконавці), P_{ij} – умовні ймовірності переходу документа із i – го стану у j – тий стан.

Для стаціонарного потоку документів за статистичними даними можна побудувати матрицю переходу документа певної групи із одного стану в інший. Нехай для першої групи документів за класифікацією матриця переходу A має вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,8 \\ 0,9 & 0,1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Початковий стан документа визначається вектором $P_0(1,0)$. За ергодичною теоремою Маркова знаходимо граничний стан документа – $P_k (P_{k1}, P_{k2})$:

$$P_k * A = P_k$$

$$\sum_{i=1}^2 P_{ki} = 1, \quad (2)$$

де друге рівняння є нормировкою ймовірностей.

З системи рівнянь (2) отримуємо значення для $P_k = P_k (0,11 \ 0,89)$. У граничному стані P_{11} дорівнює P_{21} , що означає: через n кроків система приходиться до стану, коли документ повертається до керівника.

На рис. 2 представлений покроковий перехід системи з початкового до граничного стану за алгоритмом

$$P_{n-1} * A = P_0 A^n \quad (3)$$

де n – число кроків.

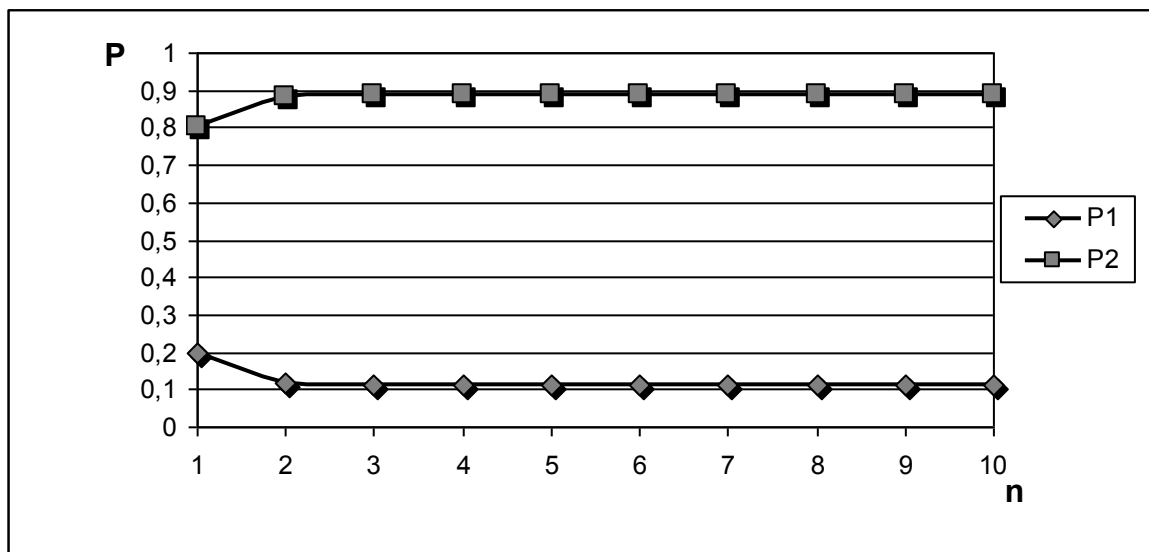


Рис.2 - Перехід системи до граничного стану

P_1, P_2 – компоненти вектора стану $P (P_1, P_2)$.

Рис.2 показує, що через $n=4$ кроків документ першої групи буде виконаний.

Для документа другої групи матриця переходу B за статистичними даними має вигляд

$$B = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 \\ 0,4 & 0,6 \end{pmatrix} \quad (4)$$

З рівнянь (2) заміною матриці A на B отримаємо для другого документа вектор граничного стану $P_k (0,36 \ 0,64)$.

На рис.3 приведений покроковий перехід системи документів другої групи до граничного стану

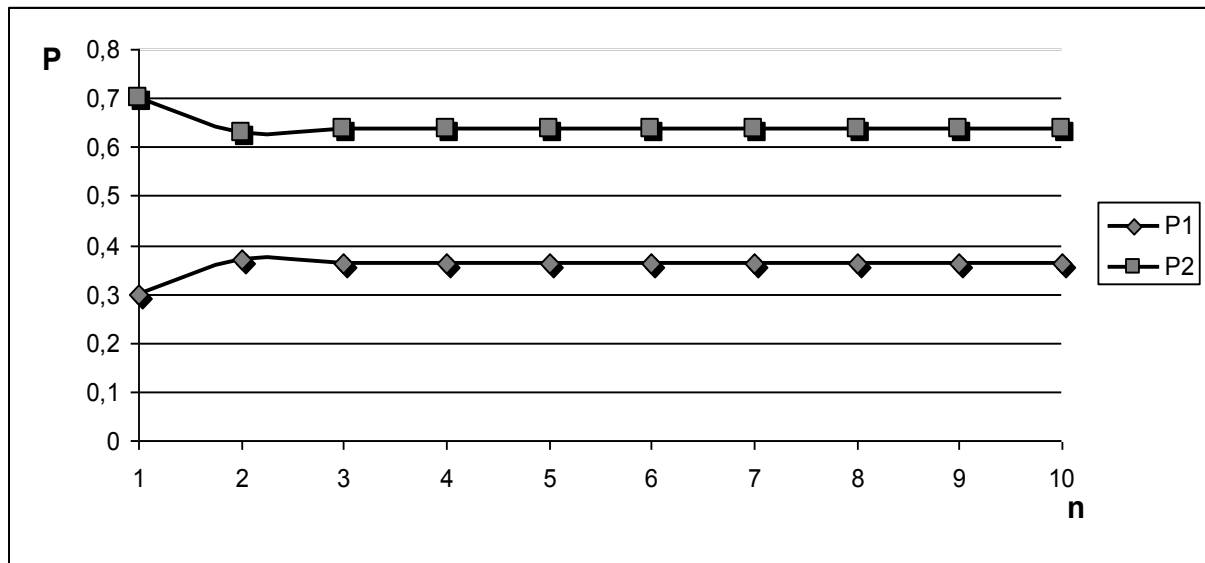


Рис.3 - Перехід системи до граничного стану

Через $n = 5$ кроків документ другої групи буде виконаний. Аналогічні дослідження можна провести для документів інших груп.

Для аналітичного дослідження поведінки ланцюга Маркова до переходу в граничний стан використаємо метод z -перетворень [10]. Застосуємо z -перетворення до складових рівняння (3), поклавши $P_{n-1} \rightarrow H(z)$:

$$H(z)A = [H(z) - p(0)]z^{-1} \quad (5)$$

З рівняння (5) обираємо вираз для $H(z)$:

$$H(z) = P_0 [I - zA]^{-1} \quad (6)$$

де I – одинична матриця, а $[I - zA]^{-1}$ - обернена матриця до матриці $I - z(A)$.

Зворотне z -перетворення функцій рівняння (6) дає з рівняння (3) аналітичну форму добутку n -матриць переходу A : A^n дорівнює зворотному z -перетворенню матриці $[I - zA]^{-1}$.

Розглянемо цей алгоритм на двох прикладах які вже досліджувались у статті.

Для першої групи документів матриця $(I - zA)$ має вигляд:

$$(1 - zA) = \begin{pmatrix} 1 - \frac{z}{5} & \frac{-4z}{5} \\ \frac{-9z}{10} & 1 - \frac{z}{10} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

Обернена матриця $[I - zA]^{-1}$ дорівнює відношенню приєднаної матриці до матриці $(I - zA)$ на визначник цієї матриці:

$$\Delta(z) = (1 - z)\left(1 + \frac{7z}{10}\right), \quad (8)$$

а саме

$$\begin{aligned} (1 - zA)^{-1} &= \begin{pmatrix} \frac{1 - \frac{z}{10}}{(1 - z)\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} & \frac{\frac{4z}{10}}{(1 - z)\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} \\ \frac{\frac{9z}{10}}{(1 - z)\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} & \frac{1 - \frac{z}{5}}{(1 - z)\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\frac{9}{17}}{(1 - z)} + \frac{\frac{8}{17}}{\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} & \frac{\frac{8}{17}}{(1 - z)} - \frac{\frac{8}{17}}{\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} \\ \frac{\frac{9}{17}}{(1 - z)} - \frac{\frac{17}{17}}{\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} & \frac{\frac{8}{17}}{(1 - z)} + \frac{\frac{17}{17}}{\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{(1 - z)} \begin{pmatrix} \frac{9}{17} & \frac{8}{17} \\ \frac{9}{17} & \frac{8}{17} \end{pmatrix} + \frac{1}{\left(1 + \frac{7z}{10}\right)} \begin{pmatrix} \frac{8}{17} & \frac{-8}{17} \\ \frac{-9}{17} & \frac{9}{17} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (9)$$

Зворотнє z-перетворення матриці $[I - zA]^{-1}$ визначає A^n :

$$A^n = K + T(n) = \begin{pmatrix} \frac{9}{17} & \frac{8}{17} \\ \frac{9}{17} & \frac{8}{17} \end{pmatrix} + (-1)^n \left(\frac{7}{10}\right)^n \begin{pmatrix} \frac{8}{17} & \frac{-8}{17} \\ \frac{-9}{17} & \frac{9}{17} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Звернемося до другого прикладу. У цьому випадку матрицю A заміняємо на матрицю B , яка визначається формулою (4). Тоді

$$(1 - zB) = \begin{pmatrix} 1 - \frac{3z}{10} & \frac{-7z}{10} \\ \frac{-2z}{5} & 1 - \frac{3z}{5} \end{pmatrix}, \quad (11)$$

Визначник цієї матриці має вигляд:

$$\Delta(z) = (1-z)\left(1 + \frac{z}{10}\right) \quad (12)$$

Обернена матриця до $I - z(B)$ дорівнює

$$\begin{aligned} (1 - zL_2)^{-1} &= \begin{pmatrix} \frac{1 - \frac{3z}{5}}{(1-z)\left(1 + \frac{z}{10}\right)} & \frac{\frac{7z}{10}}{(1-z)\left(1 + \frac{z}{10}\right)} \\ \frac{\frac{2z}{5}}{(1-z)\left(1 + \frac{z}{10}\right)} & \frac{1 - \frac{3z}{10}}{(1-z)\left(1 + \frac{z}{10}\right)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\frac{4}{11}}{(1-z)} + \frac{\frac{7}{11}}{\left(1 + \frac{z}{10}\right)} & \frac{\frac{7}{11}}{(1-z)} - \frac{\frac{7}{11}}{\left(1 + \frac{z}{10}\right)} \\ \frac{\frac{4}{11}}{(1-z)} - \frac{\frac{4}{11}}{\left(1 + \frac{z}{10}\right)} & \frac{\frac{7}{11}}{(1-z)} + \frac{\frac{4}{11}}{\left(1 + \frac{z}{10}\right)} \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{(1-z)} \begin{pmatrix} \frac{4}{11} & \frac{7}{11} \\ \frac{4}{11} & \frac{7}{11} \end{pmatrix} + \frac{1}{\left(1 + \frac{z}{10}\right)} \begin{pmatrix} \frac{7}{11} & -\frac{7}{11} \\ -\frac{4}{11} & \frac{4}{11} \end{pmatrix} \quad (13) \end{aligned}$$

Добуток n матриць переходу для документів другого класу B^n визначається виразом:

$$B^n = K + T(n) = \begin{pmatrix} \frac{4}{11} & \frac{7}{11} \\ \frac{4}{11} & \frac{7}{11} \end{pmatrix} + (-1)^n \left(\frac{1}{10}\right)^n \begin{pmatrix} \frac{7}{11} & -\frac{7}{11} \\ -\frac{4}{11} & \frac{4}{11} \end{pmatrix} \quad (14)$$

Матриця k у формулах (10) та (14) визначає матриці стаціонарного стану, яка не залежить від n , а матриця $T(n)$ показує швидкість збігу матриць A^n та B^n до матриці стаціонарного стану.

Визначаємо, що чисельні дослідження добре збігаються з теоретичними.

Таким чином, запропонована модель дає можливість визначати термін виконання документів різних за класифікацією груп і може бути використана для аналізу і вдосконалення документообігу на будь-якому підприємстві. Аналітична форма добутку перехідної матриці дозволяє на будь-якому кроці прийняти рішення про зміну системи документообігу (перехідної матриці) або заміну в неї персоналу.

Список літератури: 1. *Пушкар М. С.* Бухгалтерский учет в производственных объединениях: организация и методология / М. С. Пушкарь – Львов : Свит, 1990. – 188 с. 2. *Гейтс Б.* Бизнес со скоростью мысли / Б. Гейтс. – [изд. 2-е, испр.]. – М. : Эксмо, 2002. – 480 с. 3. *Організація первинного обліку та економічного аналізу на прикладі підприємств торгівлі / В.С. Рудницький, І. Д. Лазаришина, В. І. Бачинський, В.Л. Поліщук* – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 480 с. 4. *Оліферов О. В.* Інформаційний сервіс у системі управління торговельним підприємством / О. В. Оліферов, Н. М. Спіцина // Управління розвитком. – 2008. – № 18. – С. 48 – 50. 5. *Круковский М.Ю.* Методология

построения композитных систем документооборота / *М.Ю. Круковский* // Математичні машини і системи.-2004. –№1.–С.101–114. **6.** *Круковский М.Ю.* Графовая модель композитного документооборота / Математичні машини і системи.-2005. –№1.–С.120–136 **7.***Шефтель З. Г.* Теорія ймовірностей : підручник / *З. Г. Шефтель.* – 2-ге вид., перероб. і допов. – К. : Вища школа, 1994. – 192 с. **8.***Вентцель Е. С.* Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие для вузов / *Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров.* – 2-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2000 – 383 с. **9.***Кемени Дж.* Конечные цепи Маркова / *Дж. Кемени, Дж. Снелл.* – М. : Наука, 1970. – 272 с. **10.** *Ховард Р. А.* Динамическое программирование и марковские процессы / *Р. А. Ховард.* – М. : «Советское радио», 1964. – 195 с.

Надійшло до редколегії 12.12.2011