

1. Глибовець М. М. Один із підходів до організації дистанційного навчання / Глибовець М. М. // Проблеми програмування. – 2000. – №1–2. – С. 672–677.
2. Дмитренко П. В. Дистанційна освіта / Дмитренко П. В., Пасічник Ю. А. – К. : НПУ, 1999. – 25 с.
3. Федон П. І. Моделі, методи та технології паралельного програмування / П. І. Федон, А. Ю. Дорошенко, О. А. Летишевський, О. Л. Перевозчикова та ін. // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні. – К. : Наук. думка, 2010. – С. 242–258. – ISBN 978-966-00-0972-0.
4. Дистанционное образование [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://www.informika.ru>. – Назва з екрану.
5. Гриценко В. І. Дистанційне навчання: основні визначення [Електронний ресурс] / Гриценко В. І., Кудрявцева С. П. – Режим доступу : URL : <http://www.dlab.kiev.ua/TLLL2001/>. – Назва з екрану.
6. СДО «Прометей» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://www.prometeus.ru/>. – Назва з екрану.
7. IBM Collaboration software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www-01.ibm.com/software/lotus/> – Title from the screen.

О. Koren

ONE APPROACH FOR CREATION OF PROGRAM SYSTEMS SUPPORTING ELECTRONIC EDUCATION

Work describes basic principles for creation of PSSEE (program systems supporting electronic education) as distributed system on base of three level client-server architecture. First part contains general analysis of PSSEE, observation of possible platforms and its creation architectures. Further, concrete requirements for system are formulated and oriented realization provided. Subjects and objects of distance learning process, their interaction and work protocols are observed. Interfaces of interaction between separate objects and databases were defined.

Keywords: program systems supporting electronic education (PSSEE), module, electronic course, distributed system, distance learning.

УДК 681.3

Костюк О. О.

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОКУМЕНТООБІГУ ВІРТУАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У статті розглянутий підхід до створення моделі документообігу віртуального підприємства (ВП) на основі апарата ланцюгів Маркова. Досліджений процес руху документів у ВП і сформульовані специфічні характеристики, властиві саме віртуальним підприємствам. Описані методи прогнозування кількості документів для розробленої моделі. Положення цієї статті можуть бути використані для подальшого розвитку теорії й практики електронного документообігу й створення на їхній основі прикладного програмного забезпечення.

Ключові слова: електронний документообіг, процесне керування, ланцюги Маркова, модель документообігу.

Загальна постановка проблеми

Відтоді, як керування бізнесом стало наукою, компанії впроваджували різні організаційні моделі для забезпечення максимальної ефективності своєї роботи та розширення бізнесу. Вони використовували горизонтальний, вертикальний

та інші проміжні варіанти організаційних моделей, а також централізовані, децентралізовані, матричні й мережні моделі. Кожна з них має свої переваги, але все ж існує потреба у новій організаційній концепції керування, яка б мала більші перспективи. На нашу думку, управлінська модель майбутнього має забезпечити гармонічне

керування складною, мінливою мережею окремих людей усередині й за межами підприємства. Подібне керування припускає не тільки налагодження більш продуктивних глобальних взаємин з підрядниками, партнерами і навіть із конкурентами, а й переосмислення основних конструктивних блоків бізнесу. Така концепція відповідає напрямку віртуалізації підприємств.

Загальна ідея нової організації підприємств у вигляді віртуальних заснована на принципі інтеграції інтересів різноманітних підприємств-партнерів та їхніх систем керування в інформаційному просторі комунікаційних мережних технологій. Як правило, потреба в такій інтеграції особливо гостро виникає тоді, коли є необхідність розробки нової продукції високого рівня, а учасники виробництва не мають для цього технологічних можливостей. В такому разі продукцію можна зробити тільки за умови об'єднання технологій, ідей, фінансових і матеріальних ресурсів різних виробників.

Завдяки тому, що ідея віртуального підприємства перебуває на межі різноманітних інтересів партнерів-учасників, можна досягти меншої вартості виробництва, а також зменшити час виробництва виробу. Для цього необхідна гнучка технологія й засоби для швидкої домовленості учасників, включаючи документальні угоди. Це технологічні та інші документи, які забезпечують сумісну діяльність підприємств-партнерів в процесі функціонування вже створеного підприємства [2].

Віртуальне підприємство можна визначити як тимчасову коопераційну мережу підприємств (організацій, окремих колективів і людей), що володіють ключовими компетенціями для найкращого виконання ринкового замовлення, що базується на єдиній інформаційній системі (ІСВП), яка повинна забезпечити їхнє ефективне функціонування. Оскільки часто партнери територіально віддалені один від одного, однією з ключових частин в ІСВП віртуального підприємства є система електронного документообігу [5].

Постановка задач дослідження

Для оптимізації системи електронного документообігу віртуального підприємства (СЕДВП) необхідно вирішити наступні завдання:

1. Дослідити процес руху документів ВП та сформулювати специфічні характеристики, притаманні саме віртуальним підприємствам.
2. Побудувати модель документообігу віртуального підприємства, яка забезпечить створення вимірних та керованих систем документообігу. Вимога керованості визначена сучасними темпами зміни бізнес-завдань. Ін-

тервали успішної ринкової діяльності змінюються настільки стрімко, що необхідна швидка адаптація ВП при переході із кризових завдань до щоденних.

Можливість швидко й ефективно змінювати використовувані бізнес-процеси забезпечує компанію підтримку в безперервній адаптації до мінливої кон'юнктури ринку [6].

Вирішення задач дослідження

Віртуальне підприємство – це нова форма економічних організацій. Воно являє собою групу економічних суб'єктів, що об'єднують свої сили для надання певної послуги, яка традиційно надавалася одним підприємством. Така можливість зрештою серйозно впливає на стратегії розвитку як усієї економіки, так і окремих підприємств [4].

Випуск на ринок нового продукту або послуги стає під силу меншим за розміром організаціям, що володіють не повним обсягом капіталу, а лише часткою. Місце розташування партнерів віртуального підприємства втрачає актуальність, це активізує міжнародну співпрацю й приводить до більш інтенсивного переміщення діяльності між країнами й регіонами. Це буде активно сприяти відновленню й розширенню асортименту продуктів і послуг, що є однією з передумов подальшого економічного розвитку [2].

З маркетингової точки зору, ціль віртуального підприємства – це одержання прибутку шляхом максимального задоволення потреб споживачів у товарах (послугах) швидше й краще за потенційних конкурентів. Очевидно, що ця ціль властива всім орієнтованим на ринок підприємствам. Але, по-перше, ВП, як правило, орієнтуються не на задоволення якогось «усередненого» сегмента ринку, а на виконання певних ринкових замовлень аж до задоволення визначених запитів конкретних споживачів (замовників). І, по-друге, віртуальне підприємство збільшує швидкість і якість виконання замовлення шляхом об'єднання ресурсів різних партнерів у єдину систему.

Із практичної точки зору, звичайному («монолітному») підприємству, наприклад, для розробки й виведення нового товару на ринок потрібне залучення значних ресурсів. На відміну від нього, віртуальне підприємство шукає нових партнерів, які володіють відповідними до ринкових потреб ресурсами, знаннями й здатностями для спільної організації та реалізації цієї діяльності. Тобто вибираються підприємства (організації, окремі колективи, люди), що володіють ключовою компетенцією у формі ресурсів і спроможностей для досягнення конкурентної переваги на ринку.

Як правило, партнерство укладається на певний строк або до досягнення визначеного результату (наприклад, виконання замовлення). Інакше кажучи, партнерство є тимчасовим і, наприклад, на певних етапах життєвого циклу виробу або при зміні ринкової ситуації можна залучати нових партнерів або позбуватися старих.

Природно, що підприємства-партнери для ефективного функціонування всієї мережі повинні базуватися на погодженому господарчому процесі. Коли ж, наприклад, для найкращої відповідності ринковим потребам у віртуальне підприємство об'єднується велика множина підприємств, найчастіше віддалених географічно, тоді таким підприємствам важко погодити свої дії без оперативної комунікації [5].

Отже, для вирішення інформаційних проблем ВП повинно мати єдину інформаційну систему електронного документообігу, засновану на широкому застосуванні нових інформаційних і комунікаційних технологій, що робить актуальними проблеми автоматизації зберігання пошуку й обробки документів, гарантування безпеки їхньої передачі й можливості спільного використання.

Дослідження систем документообігу ВП показало, що їх можна розділити на дві групи (відповідно до інформаційних об'єктів, з якими вони працюють):

- 1) тільки електронні документи;
- 2) як електронні документи, так і бізнес-процеси.

Інтерес представляють системи, що належать до другої групи, тому що, на думку багатьох експертів, розглядання разом як документів, так відображених в них бізнес-процесів є одночасно конструктивним і універсальним, бо забезпечує автоматизацію документообігу й усіх бізнес-процесів підприємства в рамках єдиної концепції і єдиного програмного інструментарію [3].

У системі ВП є k підприємств-партнерів. На кожному підприємстві обробляється певний обсяг документів. Для їх обробки задіяно певну кількість співробітників. Розглянемо ситуацію, типову для віртуальних підприємств, що вступили в певну стадію росту. Проблема полягає в тому, що чисельність документів росте, відповідно росте й кількість співробітників, які обробляють ці документи, і, природно, росте фонд їхньої оплати.

У період кризи перспектива постійного зростання витрат на заробітну плату в невиробничій сфері, ставить наступні питання:

- 1) який прогноз тенденції зміни об'ємів документообігу і, природно, фінансування штатного складу, зайнятого в ньому?
- 2) що можна зробити для припинення росту цих витрат або для їхнього зниження?

Модель документообігу ВП будуватимемо у два етапи: спочатку дамо кількісний опис системи, потім введемо ряд обмежень щодо змін, які відбуваються в ній.

Кількісні характеристики задачі – це запаси й потоки. **Запасом** будемо називати кількість документів у будь-якому підприємстві-партнері на певний момент часу

$$n_i(T), i = \overline{1, \dots, k},$$

де n_i – кількість документів у певному підприємстві, T – момент часу.

Обсяг запасів може змінюватися в будь-який час, але поведінка всієї системи апроксимується по періоду найбільшого числа.

Потоки. Розмір запасів змінюється через наявність потоків документів, спрямованих як у систему ВП, так і з системи, а також за рахунок переміщення усередині ВП між партнерами.

Потік, що існує усередині системи, – це кількість документів, які перейшли за один період часу з підприємства i у підприємство j :

$$n_{ij}(T).$$

Потоком, спрямованим за межі системи, тобто за межі ВП (у зовнішній по відношенню до нього) називається кількість документів, які вийшли з ВП а саме з певного підприємства назовні за визначений проміжок часу

$$n_{i,k+1}(T),$$

а прийняті документи

$$n_{0,j}(T+1).$$

Співвідношення між запасами й потоками у будь-якого партнера j на момент часу $T+1$, буде виражати кількість документів у підприємстві j до моменту $T+1$.

$$n_j(T+1) = n_j(T) + n_{0,j}(T+1) + \sum_{i=1}^k n_{ij}(T) - n_{j,k+1}(T) - \sum_{i=1}^k n_{ji}(T) \quad (1)$$

Виразимо кількість документів (що залишилися в підприємстві j за період T

$$n_{jj}(T) = n_j(T) - n_{j,r+1}(T) - \sum_{i=1}^k n_{ji}(T)$$

Тоді (1) прийме вигляд:

$$\begin{aligned} n_j(T+1) &= \sum_{i=1}^k n_{ij}(T) + n_{jj}(T) + n_{0,j}(T+1) = \\ &= \sum_{i=1}^k n_{ij}(T) + n_{0,j}(T+1) \end{aligned}$$

$$n_j(T+1) = \sum_{i=1}^k n_{ij}(T) + n_{ij}(T+1), \quad j = \overline{1, \dots, k} \quad (1)^*$$

Рівняння (1)* дозволяє виявити основні обмеження, у яких діє система.

Припустімо, що переміщення відбуваються незалежно, і кожний документ у партнера I характеризується величиною p_{ij} – імовірністю переходу його в підприємство j за період $T+1$; та величиною W_i – ймовірністю відходу документа з ВП назовні. Тоді:

$$\sum_{i=1}^k p_{ij} + W_i = 1 \quad (2)$$

При цьому припущенні число документів, що перейшли від партнера i до партнера j , є випадкова величина з біноміальним розподілом при заданому початковому запасі $n_i(T)$. Очікуваний потік при цьому буде:

$$n_j(T) * p_j.$$

Припустімо, що загальне число документів, що прийшли до ВП за певний період, дорівнює числу відправлених за межі системи. Позначимо $R(T+1)$ – документи, що прийшли за період., тоді

$$R(T+1) = \sum_{i=1}^k n_{oj}(T+1) = \sum_{i=1}^k n_{i,k+1}(T) \quad (3)$$

Припускаємо, що розподіл документів по підприємствах-партнерах фіксований. Отже, можна припустити, що частка загального числа документів R , що r_i ввійшли до i -го партнера, постійна для кожного, причому:

$$\sum_{i=1}^k r_i = 1$$

Допущення моделі будуть характеризувати:

- 1) Матриця $P = \{p_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, \dots, k}$ – матриця ймовірностей переходу документів, що описує переміщення усередині ВП.
- 2) Вектор ймовірності кількості вихідних документів $\bar{W} = (W_1, \dots, W_k)$, що пов'язан з матрицею P співвідношенням (2).
- 3) Вектор розподілу документів, які надійшли до підприємств-учасників.
 $\bar{r} = (r_1, \dots, r_k)$
- 4) Обмеження $\sum_{i=1}^k r_i = 1$

Оскільки запаси наступного року – випадкові величини, то їхні значення не можуть бути точно передбачені. У цих умовах використовуються очікувані величини випадкової змінної.

Знайдемо математичне очікування в обох частинах рівняння (1)

$$M(n_j(T+1)) = M(\sum_{i=1}^k n_{ij}(T)) + M(n_{0j}(T+1))$$

$$M(n_j(T+1)) = \sum_{i=1}^k M(n_{ij}(T)) + M(R(T+1))$$

$$M(n_j(T+1)) = \sum_{i=1}^k n_i(T) P_{ij} + r_j \sum_{i=1}^k n_i(T) W_i \quad (4)$$

$$M(\overline{n_j(T+1)}) = \bar{n}(T) (\sum_i P_{ij} + \sum_i r_i W_i) \quad (4)^1$$

$$Q = P + \bar{W}^1 \bar{r}$$

Тоді рівняння приймає вигляд

$$\overline{M(n_j(T+1))} = \bar{n}(T) Q.$$

Якщо параметри моделі відомі, то запас наступного періоду $T+1$ може бути знайдений відповідно до запасу поточного періоду T шляхом перемноження матриць

$$\overline{n(T+1)} = \bar{n}(T) * Q, \quad (5)$$

тобто кількість документів, що оброблюються можна спрогнозувати ланцюгом Маркова [1], для якого вектором ймовірності стану системи є вектор очікуваного розподілу документів по підприємствах $\bar{n}(T)$, а матрицею ймовірності переходу системи (МЙПС) є матриця Q . Такий ланцюг є шуканою моделлю прогнозу.

Застосовуючи апарат ланцюгів Маркова за формулою (5) можна спрогнозувати очікуване число документів по кожному партнерові або зробити прогноз вперед опираючись на кількість документів на початку прогнозу.

$$\overline{n(T+1)} = \bar{n}(0) * Q^{T+1}$$

Можливий довгостроковий прогноз очікування розподілу документів у ситуації, коли система приходить у стійке положення – стаціонарний стан ланцюга Маркова.

Матриця Q дійсно є матрицею ймовірності переходу системи ланцюга Маркова, тому що для неї справедливо основне рівняння МЙПС:

$$\sum_{i=1}^k q_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, \dots, k}$$

$$\sum_{j=1}^k Q_{ij} = P_{i1} + W_i r_1 + P_{i2} + W_i r_2 + \dots + P_{ik} + W_i r_k =$$

$$\sum_{i=1}^k P_{ij} + W(r_1 + r_2 + \dots + r_k) = \sum_{j=1}^k P_{ij} + W_i = 1$$

Висновки

У статті проведено дослідження функціонування системи електронного документообігу у віртуальних підприємствах; на базі ланцюгів

Маркова побудовано модель документообігу віртуального підприємства, яка дозволить забезпечити створення вимірних та керованих систем документообігу.

1. Кемени Дж. Конечные цепи Маркова / Кемени Д. Дж., Снелл Дж. Л. – М.: Наука, 1970. – 273 с.
2. Тимашова Л. А. Организация виртуальных предприятий / Тимашова Л. А., Рамазанов С. К., Бондар С. А., Лещенко В. А. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2004. – 368 с.
3. Тимашова Л. А. Інформаційні системи для сучасних бізнес-аналітиків / Тимашова Л. А., Бондар Л. А., Лещенко В. А., Ткаченко Т. В., Кондиріна А. Г. – К.: Вид-во Академії праці і соціальних відносин, 2004. – 483 с.
4. Тарасов В. Б. Виртуальные предприятия: свойства, технологии создания, компоненты инфраструктуры / Тарасов В. Б., Шильников П. С. // Информационные технологии. – 2000. – № 9. – С. 40–84.
5. Саттон М. Дж. Корпоративный документооборот / Майкл Дж. Д. Саттон. – М.: Азбука, 2002. – 448 с. – ISBN 5-267-00509-6.
6. Круковский М. Ю. Методология построения композитных систем документооборота. Математичні машини і системи. – 2004. – № 1. – К. ИПММС НАНУ. 101–114 с.

О. Kostyuk

CONCEPT CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS DOCUMENT CIRCULATION VIRTUAL ENTERPRISES

The article presents an approach to the creation of a virtual enterprise workflow model (EP) on the basis of the apparatus of Markov chains. The process of movement of documents in the VP and formulated specific characteristics inherent in the virtual enterprises. The methods of forecasting the number of documents for the developed model. The provisions of this article can be used for further development of the theory and practice of electronic documents and create on their basis of application software.

Keywords: electronic document management, process management, Markov chain model document circulation.