

Т. А. Пальонна

# ВІРТУАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО ЯК СИСТЕМА МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

У статті описано діяльність такого підвиду віртуальних підприємств як віртуальна лабораторія. Запропоновано математичні моделі функціонування віртуальної лабораторії на основі теорії масового обслуговування. Розглянуто характеристики ефективності віртуального підприємства. Наведено чисельний приклад розрахунку за запропонованими моделями.

**Ключові слова:** віртуальна організація, система масового обслуговування

## 1. Вступ

Насиченість товарних ринків і розвиток інформаційних технологій виявили такий вид організації виробничої діяльності, як віртуальна організація. Дана стаття передбачає розв'язання низки завдань, пов'язаних з пошуком оптимальних шляхів розвитку і функціонування віртуальних підприємств (ВП). Вирішення цих проблем має підвищити конкурентоздатність ВП, тому дані питання є актуальними.

## 2. Постановка проблеми

Головною проблемою при формуванні ВП є підбір оптимальної структури агентів, їх властивостей, що будуть відповідати обраним критеріям і вимогам.

## 3. Основна частина

**3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.** Наведена в роботі [1] методика для визначення ефективної структури ВП, враховує середовище, в якому працюють агенти.

В статті [2] побудована методика обліку динаміки якостей агентів з виділеними випадковими складовими з допомогою рівняння авторегресії з ковзним середнім.

В роботі [3] були розглянуті математичні моделі функціонування віртуальних організацій в якості одно-канальної системи масового обслуговування з відмовами і розроблена модель взаємодії агента та сервера.

**3.2. Результати дослідження.** У випадку, коли при формуванні та діяльності ВП виконуються нормальні закони розподілу, то можливе представлення моделі ВП у вигляді системи масового обслуговування. Дана модель може, зокрема, використовуватися на етапі створення ВП, коли багаторазово повторюються однорідні дії.

Об'єднання розглянутих в [3] моделей дає систему з чотирма станами:  $S_{00}$  — ВА вільний, пропозицію сприйнято;  $S_{01}$  — ВА вільний, пропозицію не сприйнято;  $S_{10}$  — ВА зайнятий, пропозицію сприйнято;  $S_{11}$  — ВА зайнятий, пропозицію не сприйнято.

Описати функціонування фрагменту ВП через зміну його станів допомагає граф переходів (рис. 1), який можна поширити на всі частини ВП (пари агентів).

Якісний аналіз цього графу наводить на висновок, що звертання до ресурсу та до ВА затримує бізнес-процес.

За графом переходів отримуємо математичну модель функціонування системи — рівняння балансу [3]:

$$\begin{aligned} p_{10}P_{061}\lambda + p_{01}\eta &= p_{00}(\mu + \nu); \\ p_{00}\nu + p_{11}P_{062}\lambda &= p_{01}(\eta + \mu); \\ p_{01}\mu + p_{10}\nu &= p_{11}(\eta + P_{062}\lambda); \\ p_{00}\mu + p_{11}\eta &= p_{10}(\nu + P_{061}\lambda); \\ p_{00} + p_{10} + p_{01} + p_{11} &= 1. \end{aligned}$$

Їх розв'язок після перетворень має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} p_{00} + p_{10} + p_{01} + p_{11} &= 1; \\ p_{11} &= \frac{p_{01}\mu + p_{10}\nu}{\eta + P_{062}\lambda}; \\ -p_{00}(\mu + \nu) + p_{01}\eta + p_{01}P_{061}\lambda &= 0; \\ p_{00}\nu \left(1 - \frac{P_{062}\lambda}{\eta + P_{062}\lambda + \nu}\right) + p_{01} \left(\frac{(\mu - \nu)P_{062}\lambda}{\eta + P_{062}\lambda + \nu}\right) - \\ - \eta - \mu &= 0 = -\frac{\nu P_{062}\lambda}{\eta + P_{062}\lambda + \nu}; \\ p_{00} \left(\mu - \frac{\nu\eta}{\eta + P_{062}\lambda + \nu}\right) + \frac{p_{01}(\mu - \nu)\eta}{\eta + P_{062}\lambda + \nu} - \\ - p_{10}(\nu + P_{061}\lambda) &= -\frac{\nu\eta}{\eta + P_{062}\lambda + \nu}. \end{aligned}$$

Систему з 3 останніх рівнянь можливо розв'язати стандартними методами.

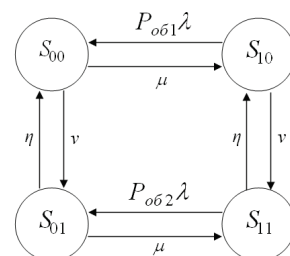


Рис. 1. Граф переходів фрагменту ВП

За розглянутою моделлю обраховуються наступні характеристики системи:

— імовірність відмови через неоплачений агентом рахунок по передоплаті

$$P_{\text{відм, нр}} = p_{00}(1 - P_{061}) + p_{01}(1 - P_{062});$$

— імовірність відмови через зайнятість ресурсу

$$P_{\text{відм, р}} = p_{10} + p_{11};$$

— імовірність відмови в обслуговуванні

$$P_{\text{відм}} = P_{\text{відм, нр}} + P_{\text{відм, р}};$$

— відносна пропускна здатність

$$q = 1 - P_{\text{відм}} = p_{00}P_{061} + p_{01}P_{062};$$

— абсолютна пропускна здатність  $AZ = \lambda q$ ;

— середній час перебування заявки в системі

$$\bar{Z} = \frac{AZ}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu} q = p(1 - P_{\text{відм}}) = pp_{00}P_{061} + pp_{01}P_{062}.$$

ВП може виконувати одночасно декілька проектів. Наявний навіть один канал зв'язку між агентами при багатопотоковій роботі Internet приховує послідовну роботу і забезпечує велику швидкість у порівнянні з виконанням інших робіт. Якщо кількість заявок сягає кількості каналів або проектної потужності, дійсно будуть відмови від нових додаткових проектів. Структура такого ВП і принцип його роботи відповідають багатоканальній СМО з відмовою. Режим функціонування обслуговуючого каналу не впливає на роботу інших каналів.

Припустимо: наявні  $n$  каналів обслуговування (рівняються по кількості каналів слід на агента з найменшою потужністю); інтенсивність надходження заявок  $\lambda$  (вхідний потік — пуассонівський); тривалість обслуговування  $t = 1/\mu$  — випадкова величина, яку визначає експоненційний закон розподілу. Можемо отримати для стаціонарного режиму імовірність  $P_{\text{відм}}$  того, що ВП відмовить в обслуговуванні  $P_{\text{відм}} = \frac{p^n}{n!} P_0$ , де  $p = \frac{\lambda}{\mu}$  — інтенсивність обслуговування,  $\mu$  — величина, зворотня середньому часу обслуговування заявки;  $P_0$  — імовірність того, що всі канали вільні, яка зростає при підвищенні швидкості роботи агентів і зменшенні кількості потенційних агентів, що можливо при вузькоспеціалізованій задачі-проекті, але для досліджених нами ВП  $P_0 \leq 0,01$ . Крім того, така ситуація дійсна тільки для перших агентів, які передали роботи далі, наступним агентам.

Відносна пропускна спроможність  $q$  ВП або імовірність того, що ВП прийме заявку до обробки, доповнює  $P_{\text{відм}}$ :  $q = 1 - P_{\text{відм}} = 1 - \frac{p^n}{n!} P_0$ .

За оцінками менеджерів ВП  $q \geq 0,3$ . При збільшенні кількості агентів, послідовно виконуючих

роботи, збільшується ризик, тому що підсумовуються інтенсивності відмов, зменшується  $\mu$ .

Зниження ризику можливе при деяких витратах агента, величину яких через ціни, що міняються, невизначеності у виборі спеціалістів та обладнання, складно оцінити. Можливий спосіб зменшення ризику — неповне використання каналів або деяке недовантаження потужностей. Серед інших факторів зниження ризику важливе місце займає симетричність, правдивість інформації, наданої агентами.

### Література

1. Пальонна Т. А. Модели структур виртуальных предприятий [Текст] / Т. А. Пальонна, Т. П. Подчасова, А. А. Рідкокаша // Вісник Черкаського державного технологічного університету. — 2007. — № 3–4. — С. 193–199.
2. Подчасова Т. П. Динамическое ранжирование при подборе партнеров виртуального предприятия [Text] / Т. П. Подчасова, Т. А. Палённая // Управляющие системы и машины. — 2008. — № 6/2(36). — С. 4–8.
3. Palonna T. Virtual organization as a queuing system [Текст] / Т. Palonna, Y. Palonnyi // IJ Information Technology and Knowledge. — 2008. — Vol. 2, № 3. — P. 293–296.

### ВИРТУАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ КАК СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Т. А. Палённая

В статье описана деятельность такого подвида виртуальных предприятий как виртуальная лаборатория. Предложены математические модели функционирования виртуальной лаборатории на основе теории массового обслуживания. Рассмотрены характеристики эффективности виртуального предприятия. Приведены численный пример расчета по предложенным моделям.

**Ключевые слова:** виртуальная организация, система массового обслуживания.

*Татьяна Анатольевна Палённая, старший преподаватель кафедры экономической кибернетики Черкасского государственного технологического университета, тел.: (067) 917-23-39, e-mail: tansha@ukr.net.*

### VIRTUAL ORGANIZATION AS A QUEUING SYSTEM

T. Palonna

The article describes such subspecies of virtual organization as a virtual laboratory. We propose mathematical models of virtual organization functioning on the basis of the queuing theory. The efficiency characteristics are considered.

**Keywords:** virtual organization, queuing system.

*Tetiana Palonna, senior Lecturer of Economic Cybernetics Department, Cherkassy State Technological University, tel.: (067) 917-23-39, e-mail: tansha@ukr.net.*