УДК 378.147

М.С. Сафонов,
асистент,
Херсонський політехнічний коледж Одеського національного політехнічного університету,
safonov_ms@mail.ru

О.Є. Яковенко,
к.т.н., доцент,
Одеський національний політехнічний університет
ae.yakovenko1@gmail.com

МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ СТАЦІОНАРНОЇ ЧЕРГИ В ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОМУ МЕТОДІ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ДАНИХ

М.С. Сафонов, О.Є. Яковенко. Математическая теория стационарной очереди в объектно-ориентированном методе управления потоками данных. Проанализирована зависимость образования очереди от нагрузки на рабочую станцию. Смоделировано образование очереди в объектно-ориентированном методу управления потоками данных.

M.S. Safonov, A.E. Yakovenko. The mathematical theory of stationary turn in an object-oriented method of control over data flows. Dependence of formation of turn on load of the workstation is analysed. Formation of turn in object-oriented to a method of control over data flows is simulated..

Вступ. Теорія масового обслуговування є результатом математичного дослідження черг. Предметом дослідження є кілька взаємозалежних процесів: надходження і вхід заявок у чергу, очікування в черги, обслуговування заявок на виході із черги. Вона застосовується в сфері транспорту, телекомунікацій та інформаційних технологіях [1].

Матеріал і результати дослідження. Головна система управління (ГСУ) , що обслуговує потоки даних від об'єктів управління, отримує певну кількість запитів на обробку. Вірогідність отримання k запитів в проміжок часу t залежить тільки від довжини даного проміжку, але не залежить ні від моменту його початку, ні від того, скільки об'єктів управління знаходиться у стані очікування. Ця умова і є передумовою стаціонарності черги. І можна казати, що система аналізу інформаційної системи та управління потоками даних відноситься до систем масового обслуговування з чергою. Якщо певний об'єкт управління в визначений момент часу буде не здатним надати відповідь, то ГСУ буде брати на обробку дані від інших об'єктів управління, доки знову не настане черга пропущеного. Довжина часу від відправки запиту до отримання відповіді є величина випадкова. Визначимо вірогідність того, що ця довжина укладена між t та t+dt як $f(t)dt$. Таким чином $f(t)dt$ виступає певною кількість об'єктів управління, які спроможні надати відповідь до ГСУ у даний проміжок часу. Середня довжина розмови дорівнює:

$$\mu = \int_0^\infty tf(t)dt \tag{1}$$

Якщо в одиницю часу надходить *n* запитів, то $n\mu = \alpha$ є середній час навантаження на ГСУ. Параметр α визначає стаціонарність черги на обробку запитів. Якщо $\alpha < 1$, то черга являється спадаючою, тобто $k \to 0$. При умові $\alpha = 1$ черга є стаціонарною, а k — константою. У випадку, коли $\alpha > 1$, черга на обробку *k* запитів постійно збільшується.

$$\left[\begin{array}{l} \because \alpha < 1 \therefore k \to 0 \\ \because \alpha = 1 \therefore k \to n \\ \because \alpha > 1 \therefore k \to \infty \end{array}\right. \tag{2}$$

Залежність k від α можна визначити графічно(рис. 1).

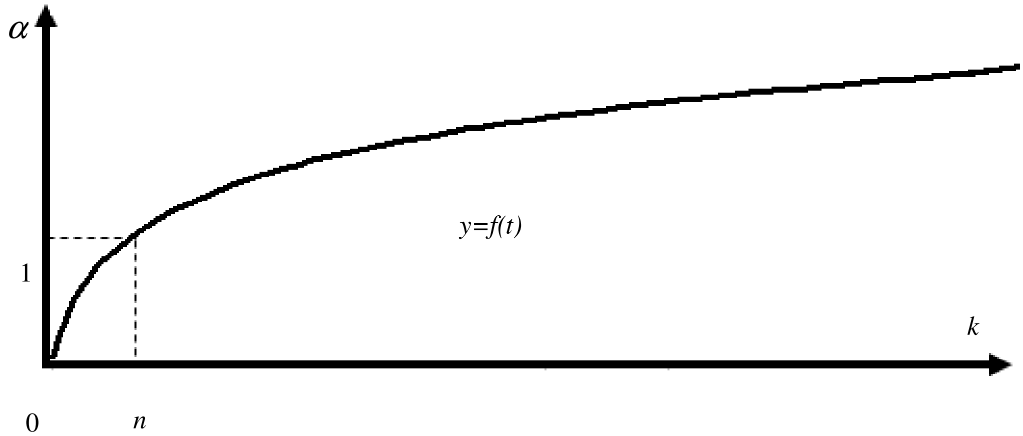

Рис. 1. Графік залежності розміру черги від середнього часу навантаження на ГСУ

Таким чином даними для розподілення черги запитів виступають функція $f(t)$, яка формулює закон розподілення тривалості обробки запитів, коефіцієнт α, який показує ступінь навантаження на ГСУ та *n* — кількість запитів в одиницю часу. Завдання в такому випадку складається в находженні закону розподілення часу очікування обробки запитів, тобто вірогідності того, що об'єкт управління в певний момент часу, не буде спроможний надати відповідь на запит.

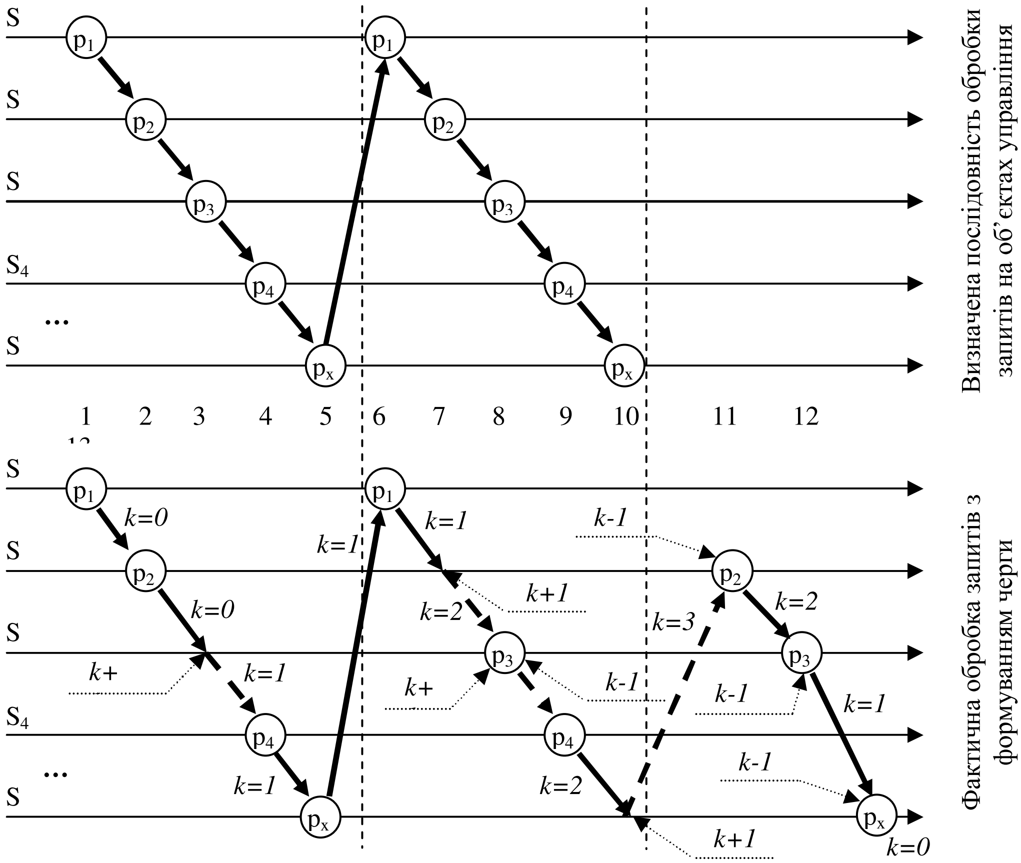

Рис. 2. Схема формування черги в об'єктно-орієнтованому методі управління потоками даних

Вірогідність того, що при наданні відповіді до ГСУ від об'єкта управління розмір черги зменшиться з *k* до *k-1*, позначимо як $v_i, i \in \overline{1,\infty}$. Іншими словами v_i є відносна кількість запитів, що починають виконуватись у вказаних умовах. Також v_i є відносна кількість отримання результату від об'єкта керування в певний момент часу. Момент завершення обробки даних від одного об'єкта управління виступає в якості початку обробки від іншого.

Нехай існує *x* об'єктів керування $S_y, y \in \overline{1,x}$, кожний з яких повинен виконати по два запити. Всі запити $p_{yo}, y \in \overline{1,x}, o \in \overline{1,2}$ повинні виконуватися згідно визначеної послідовності.

Згідно рисунка 2 формування черг виникає у випадках, коли той чи інший об'єкт управління буде не здатний у визначений час надати результат виконання запиту. Із зміною розміру черги, загальний час обробки всіх запитів пропорційно їй змінюється.

Кількість моментів, коли черга переходить від *k+1* запитів до *k*, дорівнює кількості моментів оберненого переходу від *k* запитів до *k+1*. Так як момент першого типу наступає тільки завершенні виконання запиту, а момент другого типу тільки після появи нового запиту, то $v_i, i \in \overline{1,\infty}$ виступає в якості відносної кількості обробки запитів, в момент яких розмір черги підвищується від *k+1* до *k* [2].

Згідно схеми формування черги (рис. 2) можна побудувати графік зміни її стану (рис. 3).

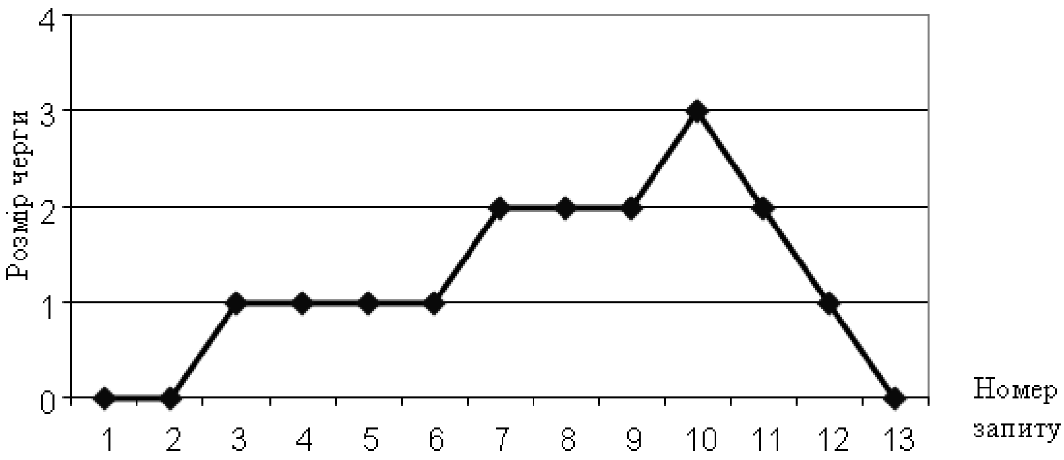

Рис. 3. Графік стану черги в об’єктно-орієнтованому методі управління потоками даних

Якщо представити номер виконання запиту як функцію $h(p_{yo})$, то весь процес формування розміру черги можна представити у вигляді матриці *R*.

$$R = \begin{vmatrix} h(p_{11}) & h(p_{12}) \\ h(p_{21}) & h(p_{22}) \\ h(p_{31}) & h(p_{32}) \\ h(p_{41}) & h(p_{42}) \\ h(p_{x1}) & h(p_{x2}) \end{vmatrix} \qquad (3)$$

На основі схеми формування черги(рис. 2) побудуємо матрицю визначеної послідовності виконання запитів R_v(4) та матрицю фактичної обробки запитів R_f (5).

$$R_v = \begin{vmatrix} 1 & 6 \\ 2 & 7 \\ 3 & 8 \\ 4 & 9 \\ 5 & 10 \end{vmatrix} \tag{4}$$

$$R_f = \begin{vmatrix} 1 & 6 \\ 2 & 11 \\ 8 & 12 \\ 4 & 9 \\ 5 & 13 \end{vmatrix} \tag{5}$$

Різниця матриць R_v та R_f показує ступінь зміщення послідовності запитів для кожного об'єкта управління.

$$R^* = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 5 & 4 \\ 0 & 0 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} \tag{6}$$

Процес знаходження причин формування черг добре відображає тривимірна гістограма матриці R^*, представлена на рисунку 4.

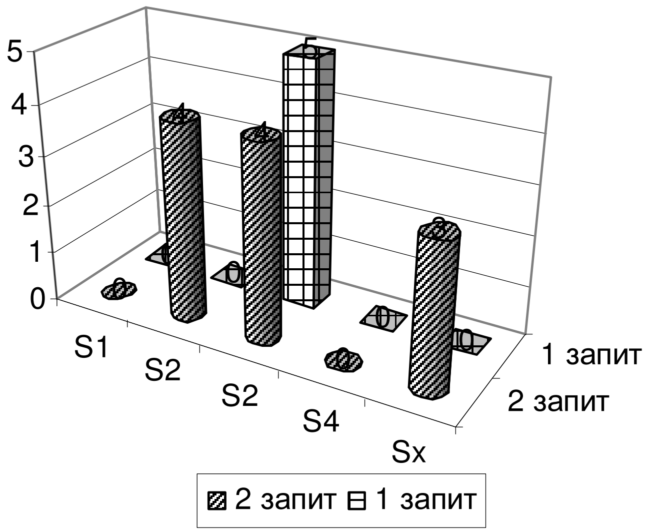

Рис. 4. Гістограма затримки запитів

Висновки. Для повного опису моделі масового обслуговування була визначена структура системи організації черги й правила обслуговування, а також показники якості обслуговування, тобто деякі числові показники, за значеннями яких можна було б судити про якість функціонування досліджуваної системи масового обслуговування.

Література

1. Вентцель, Л.Д. Курс теории случайных процессов [Текст] – 2-е изд., перераб. и доп. / Л.Д. Вентцель — М.:Наука.Физматлит, 1996.

2. Хинчин, А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания [Текст] / А.Я. Хинчин; под ред. И.Е. Морозова — М.: Физматгиз, 1963 — 236 с.

3. Сафонов, М.С. Використання об'єктів керування для оптимізації потоків інформації в мережених базах даних з різною архітектурою [Текст] / М.С.Сафонов, О.Є.Яковенко // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Зб.наук.пр. ОНПУ — Одеса:, 2012. — Вип. 1.— С. 60 – 63.

4. Нарожный, А.В. Проектирование структуры автоматизированной системы в условиях дистанционного обучения [Текст] / А.В. Нарожный, А.Е. Яковенко, В.Д. Гогунский // Весник ХНТУ «ХПИ». — Харьков: ХНТУ «ХПИ», 2005. — № 54. — С. 62 – 67.