

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 621.372:538.56

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПРАЦЮЮЧИХ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ.

Передерій В.І, Касап А.М.

Постановка проблеми. При проектуванні комп'ютеризованих систем працюючих у реальному часі, найбільш важливою проблемою, на початковій стадії проектування, є визначення взаємодії технологічних процесів з обчислювальним комплексом.

При вирішенні цієї проблеми необхідно враховувати вимоги до характеристик системи згідно конкретної технології. Аналіз таких вимог виконується на фізичному рівні проектування після чіткого виділення факторів, впливаючих на якість функціонування системи. Цей аналіз дозволяє вирішувати розміри задач та часове співвідношення між ними, а також алгоритми керування системою і обробки інформації. Його результати впливають на вибір стратегії й методів керування прийому та передачі даних, а також вирішують пропускну спроможність каналів та розподілення операційних ресурсів між обчислювальним комплексом й технологічним об'єктом.

Метою даної статті є розробка математичної моделі та алгоритму автоматизації розрахунку динамічних характеристик комп'ютеризованих систем, в діалоговому режимі для визначення найбільш оптимальних рішень.

Викладення основного матеріалу. Класичною архітектурою комп'ютеризованих систем керування є обмін інформацією на відстані між периферійним технологічним об'єктом та обчислювальним комплексом, через відповідні контролери зв'язку. Доцільно використовувати найбільш економічний та надійний асинхронний обмін інформацією в режимі переривання. В такій системі сигнали (заявки) по лінії зв'язку надходять до контролера з інтенсивністю λ , а інтенсивність обслуговування контролером - μ . Заявка, що надійшла в момент, коли процесор зайнятий, стає в чергу й очікує обслуговування. Припустимо, що кількість місць у черзі обмежено числом m . Пронумеруємо стани системи по числу заявок, що перебувають у системі (які обслуговуються, та які очікують обслуговування): S_0 – канал вільний; S_1 – канал зайнятий, черги немає; S_2 – канал зайнятий, одна заявка в черзі; S_k – канал зайнятий, $k-1$ у черзі; S_{m+1} – канал зайнятий, m заявок у черзі. Тоді математична модель станів системи має вигляд (рис.1):

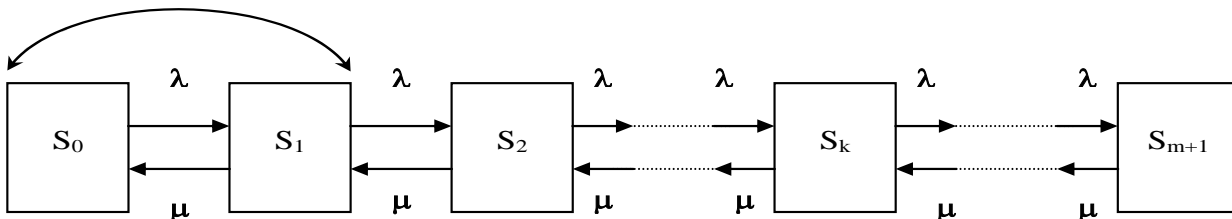


Рис. 1 Математична модель станів системи

Запропонований алгоритм дозволяє розраховувати стани систем, які описуються наступною системою рівнянь [1]:

$$\left\{ \begin{array}{ll} p_1 = (\lambda / \mu) p_0 & p_1 = \rho p_0 \\ p_2 = (\lambda / \mu)^2 p_0 & p_2 = \rho^2 p_0 \\ \dots & \dots \\ p_k = (\lambda / \mu)^k p_0 & \text{або } p_k = \rho^k p_0 \\ \dots & \dots \\ p_{m+1} = (\lambda / \mu)^{m+1} p_0 & p_{m+1} = \rho^{m+1} p_0 \\ p_0 = \frac{1}{1 + (\lambda / \mu) + (\lambda / \mu)^2 + \dots + (\lambda / \mu)^{m+1}} & p_0 = [1 + \rho + \rho^2 + \dots + \rho^{m+1}]^{-1} \end{array} \right. \quad (1)$$

При $\rho/N > 1$ спостерігається – необмежений ріст середньої довжини черги, тому для визначення P_0 повинна виконуватися обмежуюча умова $\rho/N < 1$, тоді [2]:

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^N \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{N+1}}{N!(N-\rho)} \right]^{-1}. \quad (2)$$

Ймовірність наявності черги $P_{\text{черг}}$ у системі :

$$P_{\text{черг}} = \frac{\rho^{N+1}}{N!(N-\rho)} P_0. \quad (3)$$

Ймовірність зайнятості всіх вузлів системи $P_{\text{зайн}}$:

$$P_{\text{зайн}} = \frac{\rho^N}{(N-1)!(N-\rho)} P_0. \quad (4)$$

Середнє число вимог у системі $M_{\text{вим}}$:

$$M_{\text{вим}} = P_0 \left(\rho \sum_{k=0}^{N-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{N+1}(N+1-\rho)}{(N-1)!(N-\rho)^2} \right). \quad (5)$$

Середня довжина черги $M_{\text{черг}}$:

$$M_{\text{черг}} = \frac{\rho^{N+1} P_0}{(N-1)!(N-\rho)^2}. \quad (6)$$

Середнє число вільних каналів обслуговування $M_{\text{вільн}}$:

$$M_{\text{вільн}} = P_0 \sum_{k=1}^N k \frac{\rho^k}{(N-k)!}. \quad (7)$$

Середнє число зайнятих каналів обслуговування $M_{\text{зайн}}$:

$$M_{\text{зайн}} = N - M_{\text{вільн}}. \quad (8)$$

Коефіцієнт простою K_0 й коефіцієнт завантаження $K_{\text{зав}}$ каналів обслуговування системи:

$$K_0 = \frac{M_{\text{вільн}}}{N}; \quad K_{\text{зав}} = \frac{M_{\text{зайн}}}{N}. \quad (9)$$

Середній час очікування початку обслуговування $T_{\text{оч}}$ для вимоги, що надійшла у систему:

$$T_{\text{оч}} = \frac{\rho^N}{\mu(N-1)!(N-\rho)^2} P_0. \quad (10)$$

Загальний час, що проводять у черзі всі вимоги, які надійшли в систему за одиницю часу $T_{оч}$:

$$T_{оч} = \frac{\rho^{N+1}}{(N-1)!(N-\rho)^2} P_0. \quad (11)$$

Середній час $T_{вим}$, що вимога проводить у системі обслуговування:

$$T_{вим} = T_{оч} + \mu^{-1}. \quad (12)$$

Сумарний час, що у середньому проводять у системі всі вимоги, які надійшли за одиницю часу $T_{свим}$:

$$T_{свим} = T_{оч} + \rho. \quad (13)$$

На основі математичної моделі розроблений алгоритм автоматизації розрахунку динамічних характеристик й параметрів комп'ютеризованих систем, працюючих у реальному часі (рис.2)..

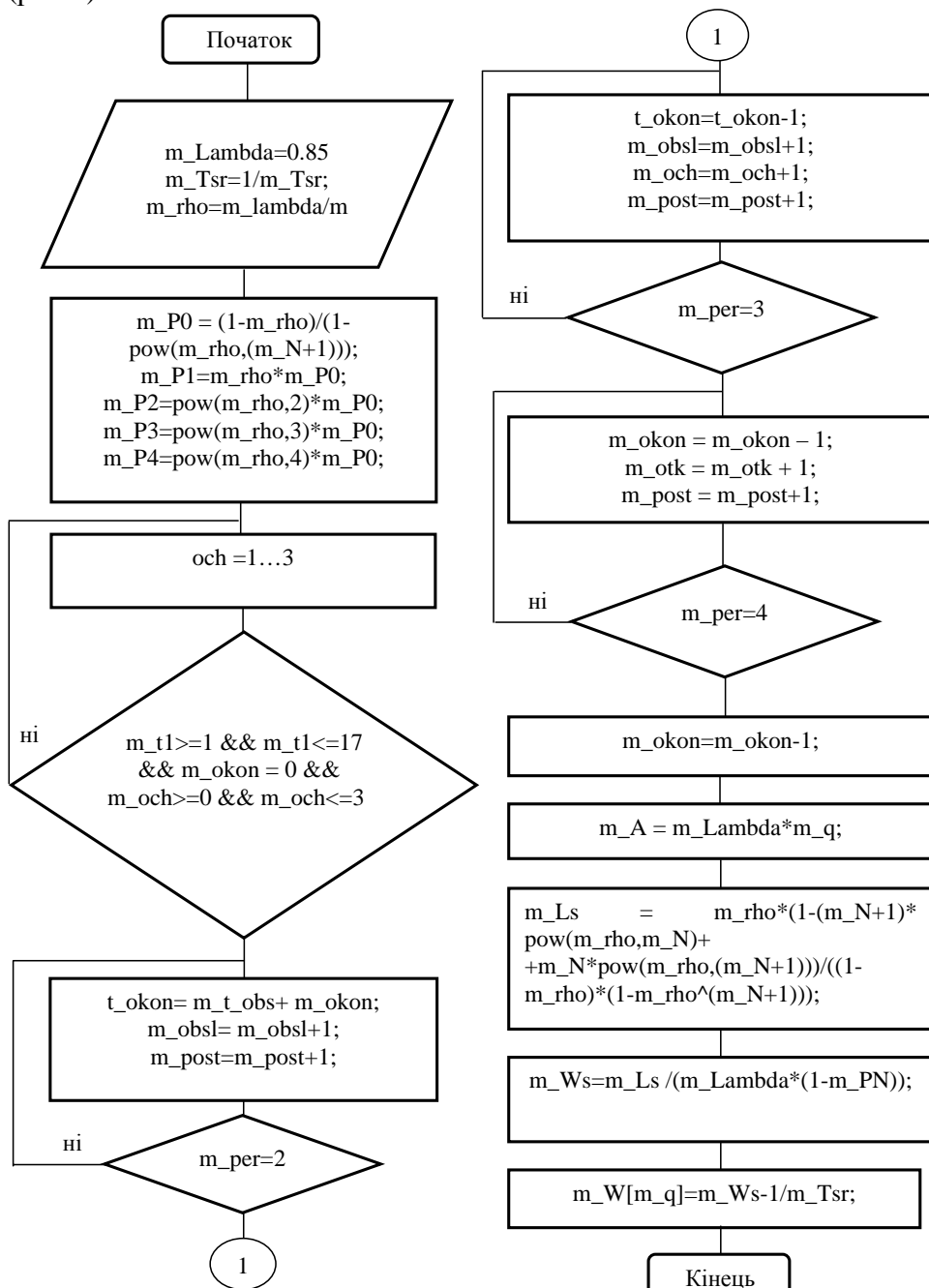


Рис. 2 Алгоритм розрахунку динамічних параметрів

Система масового обслуговування з очікуванням

Вхідні дані:

Кількість каналів (N):

Інтенсивність вхідного потоку вимог (λ):

Інтенсивність одного каналу (μ):

Вихідні дані:

Навантаження каналу (ρ):	<input type="text" value="1,60"/>
Імовірність відсутності вимог (P_0):	<input type="text" value="0,11"/>
Імовірність наявності черги ($P_{\text{черг}}$):	<input type="text" value="0,57"/>
Імовірність зайнятості всіх вузлів ($P_{\text{зайн}}$):	<input type="text" value="0,71"/>
Середнє число вимог в системі ($M_{\text{сум}}$):	<input type="text" value="4,44"/>
Середня довжина черги ($M_{\text{черг}}$):	<input type="text" value="2,84"/>
Середнє число вільних каналів ($M_{\text{вільн}}$):	<input type="text" value="0,75"/>
Середнє число зайнятих каналів ($M_{\text{зайн}}$):	<input type="text" value="1,25"/>
Коефіцієнт простою каналів (K_0):	<input type="text" value="0,37"/>
Коефіцієнт завантаження каналів (K):	<input type="text" value="0,63"/>

Рис. 3 Приклад діалогового вікна розрахунку параметрів

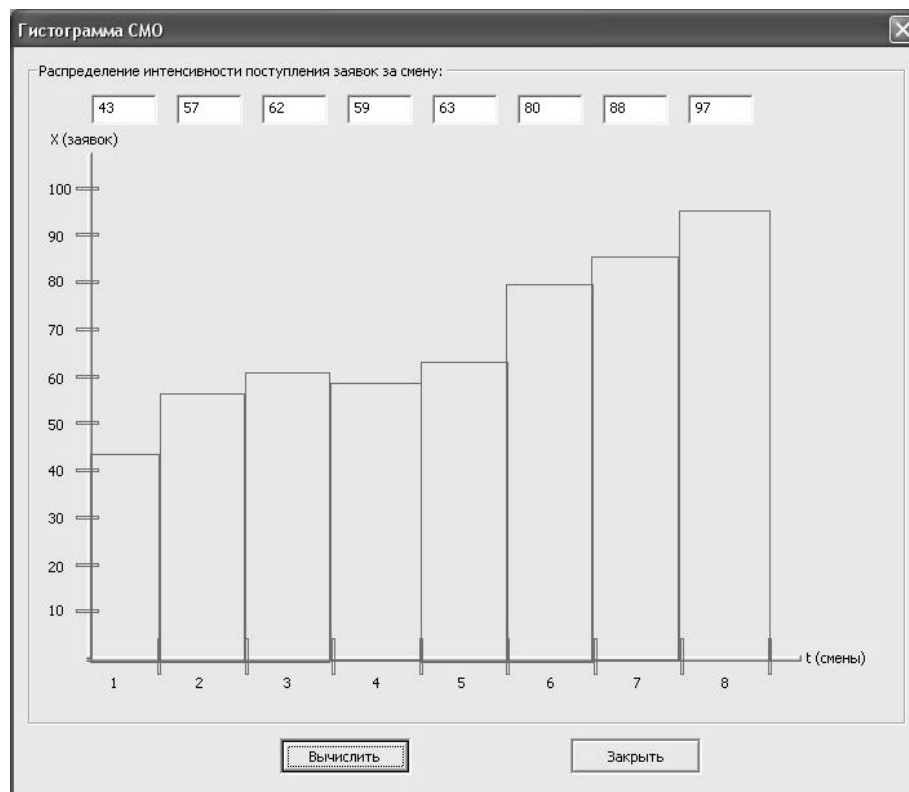


Рис. 4 Приклад результатів розрахунку параметрів

Для автоматизації розрахунку зазначених параметрів розроблено програмне забезпечення в середовищі Visual C++, яке дозволяє визначати динамічні характеристики комп'ютеризованих систем в діалоговому режимі (рис.3).

На базі отриманих результатів даний алгоритм дозволяє візуально корегувати вхідні та вихідні характеристики, отримуючи найбільш оптимальні рішення (рис.4).

Висновки. Розроблена математична модель, алгоритм та програмне забезпечення автоматизації розрахунку динамічних характеристик та параметрів комп'ютеризованих систем, працюючих у реальному часі, рекомендується для впровадження в навчальний процес, при вивченні дисциплін з моделювання та дослідження характеристик автоматизованих систем, а також фахівців в області проектування комп'ютеризованих систем керування в реальному часі.

The multi-purpose algorithm and software for mathematical modeling are developed, with the help of which the dynamic performances and parameters of real time computer systems.

1. Алехин М.Ю. и др. «Применение теории массового обслуживания для решения производственных задач», Л.: ЛКИ, 1989.
2. Бронштейн О.И., Духовный И.М. «Модели приоритетного обслуживания в информационно–вычислительных системах», М.: Наука, 1986.
3. Фомин Г.Ф. «Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности. Учебн. пособие», М.: Финансы и статистика, 2000.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: высшая школа, 1998.
5. Тамм Б.Г. и др. Анализ и моделирование производственных систем / Б.Г. Тамм, М.Э. Пуусепп, Р.Р. Таваст; Под общей редакцией Б.Г. Тамма. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 291 с.
6. Столлінгс Сучасні комп'ютерні системи та мережі; Санкт-Петербург 2003р; 2 видання.