

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут електричної інженерії
та інформаційних технологій
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ЗВІТ

З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделювання систем»

Виконав студент групи КН-23-1

Полинько Ігор Миколайович

Перевірив доцент кафедри АІС Бурдільна Є. В.

КРЕМЕНЧУК 2025

Лабораторна робота № 5

Тема: Моделювання сталого режиму замкненій одноканальній СМО

Мета: Отримати навички розрахунків параметрів СМО.

Виконання завдання лабораторної роботи:

1. За вихідними даними свого варіанта розрахувати:

- коефіцієнт завантаження системи;
- ймовірність простою системи;
- середню довжину черги;
- продуктивність системи;

2. Контролюючи ймовірність простою екскаватора і середню довжину черги, підібрати оптимальну кількість автосамоскидів для мінімізації черги і простоїв екскаватора.

3. Використовуючи рівняння динаміки розрахувати фінальні ймовірності станів.

Варіант: 16

Ескаватор навантажує самоскиди

1. Задання вихідних даних $n := 1$

$g_a := 80$ Ємність автосамоскида

$g_e := 40$ Ємність ковша ескаватора

$m := 5$ Кількість автосамоскидів у системі

$t_{ob} := 16$ Час обертання автосамоскида

$t_{цил} := 40$ Час циклу навантаження ескаватора

Інтенсивність надходження заявок (величина, зворотня середньому інтервалу часу надходження заявок):

$$\lambda := \frac{60}{t_{ob}} \quad \lambda = 3.75$$

$$t_{завант} := \left(\frac{g_a}{g_e} \right) \cdot \frac{t_{цил}}{60} \quad t_{завант} = 1.333 \text{ хв}$$

Інтенсивність обслуговування заявок

$$\mu := \frac{60}{t_{завант}} \quad \mu = 45 \quad \text{завант на год}$$

Приведена інтенсивність потоку заявок або коефіцієнт завантаження

$$\rho := \frac{\lambda}{\mu} \quad \rho = 0.083$$

Ймовірність простою ескаватора за формулою Ерланга

$$P_0 := \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^m \left[\frac{m!}{(m-n)!} \cdot \rho^n \right]} \quad P_0 = 0.626$$

2. Початкові наближення:

$$P_0 := 0.15 \quad P_1 := 0.15 \quad P_2 := 0.15 \quad P_3 := 0.15 \quad P_4 := 0.15 \quad P_5 := 0.25$$

3. Запис системи рівнянь, що описують функціонування одноканальної СМО

Given

$$P0 \cdot m \cdot \lambda = P1 \cdot \mu$$

$$P1 \cdot [\mu + (m - 1) \cdot \lambda] = P0 \cdot m \cdot \lambda + P2 \cdot \mu$$

$$P2 \cdot [2 \cdot \mu + (m - 2) \cdot \lambda] = P1 \cdot (m - 1) \cdot \lambda + P3 \cdot \mu$$

$$P3 \cdot [2 \cdot \mu + (m - 3) \cdot \lambda] = P2 \cdot (m - 2) \cdot \lambda + P4 \cdot \mu$$

$$P4 \cdot [2 \cdot \mu + (m - 4) \cdot \lambda] = P3 \cdot (m - 3) \cdot \lambda + P5 \cdot \mu$$

$$P0 + P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 1.0$$

$$\begin{pmatrix} P0 \\ P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \end{pmatrix} := \text{Find}(P0, P1, P2, P3, P4, P5)$$

4. Результати розв'язання рівнянь:

$$P0 = 0.363 \quad P1 = 0.151 \quad P2 = 0.05 \quad P3 = 0.063 \quad P4 = 0.124 \quad P5 = 0.248$$

5. Фактична продуктивність комплексу машин:

$$Pf := (1 - P0) \cdot \mu \cdot ga$$

$$Pf = 2.292 \times 10^3$$

6. Середнє число машин, що знаходяться в системі (у черзі або на завантаженні):

$$Nsyst := m - \frac{(1 - P0)}{p}$$

$$Nsyst = -2.641$$

7. Середнє число машин, що знаходяться в черзі:

$$Nch := Nsyst - (1 - P0)$$

$$Nch = -3.278$$

Висновок: на цій лабораторній роботі ми моделювали сталий режим замкненої одноканальної СМО. Ми навчилися розраховувати параметри СМО, та розв'язали задачу про одноканальну замкнуту систему ескаватора.

Контрольні питання:

1. Елементи, що складають СМО:

- Джерело вимог (запитів): створює запити.
- Черга: буфер для запитів, які чекають обслуговування.
- Прилади обслуговування (обслуговуючі пристрої): процесують запити.
- Правила обслуговування: порядок, за яким запити обираються з черги (наприклад, FIFO).
- Вихід з системи: або після обслуговування, або при втраті (черга переповнена).

2. Відносний і абсолютний пріоритет:

- Абсолютний пріоритет: завжди обслуговується запит з вищим пріоритетом, навіть якщо нижчий уже в процесі — переривання.
- Відносний пріоритет: вищий пріоритет означає лише перевагу при виборі наступного, але не переривання вже розпочатого обслуговування.

3. Відмінність між розімкнутою і замкнутою СМО:

- Розімкнута СМО: запити надходять із зовнішнього джерела — система відкрита.
- Замкнута СМО: кількість запитів фіксована, і вони постійно циркулюють у системі.

4. Способи зміни модельного часу в імітаційних моделях:

- Дискретне просування часу — стрибками до моментів подій.
- Неперервне просування — крок за кроком із малим Δt .
- Гібридний підхід — мікс обох, коли деякі події відбуваються по часу, а деякі — по подіях.

5. Загальний алгоритм моделювання СМО за схемою подій:

- 1) Ініціалізація (початковий стан).
- 2) Формування списку подій.
- 3) Вибір найближчої події.
- 4) Перехід до модельного часу події.
- 5) Обробка події (зміна стану системи).
- 6) Додавання нових подій у список.

7) Повернення до кроку 3 до завершення моделювання.

6. Як визначити кількість типів подій при алгоритмізації:

— За кожним суттєвим станом або зміною в системі: прибуття запиту, початок/завершення обслуговування, відмова, вихід із системи тощо.

— Тип події — це будь-яка зміна стану системи.

7. Сутність методу статистичних іспитів: Це моделювання випадкових експериментів для оцінки параметрів СМО. Запускаємо симуляцію багато разів, збираємо статистику (середнє, дисперсія тощо) й оцінюємо характеристики (навантаження, часи, втрати).

8. Формули для характеристик СМО:

— Коефіцієнт завантаження приладу (ρ):

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (5.1)$$

де λ — інтенсивність надходження, μ — інтенсивність обслуговування.

— Середній час чекання в черзі (W_q) — для М/М/1:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}, \quad (5.2)$$

— Імовірність втрати запиту при кінцевій черзі ($P_{\text{відм}}$ або $P_{\text{вт}}$): Для СМО типу М/М/1/К:

$$P_{\text{вт}} = \frac{(1 - \rho)\rho^K}{1 - \rho^{K+1}}, \quad (5.3)$$

де K — максимальна довжина черги + обслуговуючий пристрій.