

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 № 7**

**Тема:** Дослідження роботи виробничої ланки за допомогою моделі СМО

**Мета:** отримати навички дослідження режиму роботи СМО.

### **Виконання завдання лабораторної роботи:**

1. Повторити теоретичні відомості про СМО, які викладено у попередніх лабораторних роботах, лекційному матеріалі та рекомендованій літературі.
2. Студенту видається один з варіантів опису виробничої або адміністративної ланки з одного з наведених варіантів.
3. Студент має вивчити словесний опис, визначити тип СМО та створити робочий аркуш для розрахунку характеристик СМО згідно з її типом.

### **Варіант 16.**

На АЗС, що має 4 колонки, надходять у середньому 85 машин/год. Час заправлення однієї машини 2,5 хв. Якщо вільних колонок на АЗС немає, машина покидає чергу. За простий 1-ї машини протягом 15 хв. АЗС сплачує штраф у сумі 10 грн. Визначити вигідність використання 4 колонок, якщо експлуатація однієї колонки коштує 20 грн. в годину.

## 1. Задання вихідних даних

Потік заявок:  $\lambda := 85$  заявок/годЧас обслуговування однієї машини:  $\mu := 24$  заявок/годКількість каналів обслуговування (колонок):  $c := 4$ Штраф: 10 грн за 15 хв простою:  $st := 40$  грн/годВартість експлуатації 1 колонки:  $ekps := 20$  грн/год

## 2. Коефіцієнт завантаження:

$$a := \frac{\lambda}{\mu} = 3.542$$

## 3. Ймовірність відмови (формула Ерланга В):

$$P_{\text{відм}} := \frac{\frac{(a)^c}{c!}}{\sum_{k=0}^c \frac{(a)^k}{k!}} = 0.265$$

## 4. Кількість обслугованих машин на годину:

$$A := \lambda \cdot (1 - P_{\text{відм}}) = 62.507$$

## 5. Середня кількість відмов:

$$R := \lambda \cdot P_{\text{відм}} = 22.493$$

## 6. Загальні витрати на годину:

$$C := c \cdot ekps + R \cdot st = 979.74 \text{ грн}$$

Рисунок 7.1 – Робочий аркуш

**Висновок:** на цій лабораторній роботі ми досліджували роботу виробничої ланки за допомогою моделі СМО. Отримати навички дослідження режиму роботи СМО. У наданому варіанті я отримав розімкнену багатоканальну СМО без черги, оскільки клієнти надходять ззовні, а при відсутності вільного каналу – покидають систему. Отже, замкненою таку систему вважати не можна. Після розв'язку СМО я

встановив, що ймовірність втрати клієнта досить висока ( $\approx 26\%$ ). Витрати з урахуванням штрафів – 979.74 грн/год. Це дозволяє зробити висновок, що можливо вигідніше додати ще одну колонку для зменшення штрафів.

### **Контрольні питання:**

#### **1. Які типи СМО ви можете назвати та чим вони відрізняються?**

Типи СМО:

- М/М/1 — одна черга, один канал, експоненційні розподіли.
- М/М/с — одна черга, кілька каналів.
- М/М/1/К — один канал, обмежена черга (К — максимальна кількість).
- М/М/с/К — кілька каналів, обмежена черга.
- Замкнена СМО — фіксована кількість заявок, що циркулюють усередині.
- Розімкнена СМО — заявки надходять із зовні, кількість необмежена.

Відмінності:

- Кількість каналів.
- Наявність або відсутність черги.
- Обмеження по кількості заявок.
- Характер надходження і обслуговування (розподіли).

#### **2. Яким чином відбувається математичне моделювання СМО?**

Математичне моделювання базується на теорії ймовірностей та системі рівнянь:

- Будується граф станів.
- Записуються диференціальні рівняння (рівняння Колмогорова) для кожного стану.
- У стаціонарному режимі — похідні дорівнюють нулю, отримуємо систему алгебраїчних рівнянь.
- Розв'язуються рівняння для знаходження ймовірностей станів.

#### **3. Які параметри СМО потрібно визначити, щоб здійснити налагодження режиму СМО?**

Потрібно знати:

- $\lambda$  — інтенсивність надходження (заявок/год).
- $\mu$  — інтенсивність обслуговування (заявок/год на канал).
- $c$  — кількість каналів.
- Розмір черги (якщо обмежена).
- Виходячи з них, обчислюються:
  - Ймовірність простою.
  - Ймовірність відмови.
  - Середня довжина черги.
  - Коефіцієнт завантаження.
  - Продуктивність системи.

#### **4. Яким чином можна оптимізувати режим роботи СМО за допомогою моделі?**

Можна:

- Змінювати кількість каналів  $c$ .
- Змінювати чергу (допуск черги або обмеження).
- Змінювати порядок обслуговування (FIFO, пріоритети).
- Аналізувати, при яких параметрах зменшуються відмови та черги.
- Мінімізувати витрати (штрафи, простої, плата за ресурси) — модель дозволяє знайти компроміс.

#### **5. Яким чином можна змінювати режим роботи СМО?**

- Технічно: додати канали, змінити обладнання (що впливає на  $\mu$ ).
- Організаційно: змінити розклад, ввести пріоритети.
- Програмно: змінити алгоритм розподілу запитів.
- Модельно: проаналізувати різні сценарії і вибрати найкращий варіант за допомогою симуляції чи математичного аналізу.