

Міністерство освіти та науки України
Національний технічний університет України “КПІ”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління

ЗВІТ
про виконання
комп’ютерного практикуму №2
на тему:
**«Дослідження основних принципів побудови імітаційних
моделей мовою GPSS»**

Завдання 13
Варіант (5) 2

Виконав: студент групи ІС-32
Капорін Роман

Київ 2016

Мета роботи:

Дослідження можливостей і придбання навичок використання імітаційних моделей для отримання ймовірнісних часових характеристик процесу функціонування досліджуваного об'єкту і знаходження оптимальних стратегій управління ним.

1. Постановка задачі

Завдання. Невеликий продовольчий магазин складається з трьох прилавків і декількох кас на виході з магазину. Покупці приходять в магазин, вхідний потік має пуасонівський характер, причому середнє значення інтервалу часу приходу складає T_{np} (числові дані по варіантах дивись у *табл. 2.2*). Якщо, увійшовши до магазину, покупець бачить, що черга на вихід з магазину більше, ніж L людина, він розгортається і йде. Інакше покупець бере кошик і може обійти один або декілька прилавків, відбираючи продукти. Ймовірність обходу конкретного прилавка показана в *табл. 2.3*. Час, потрібний для обходу прилавка та число покупок, вибраних біля прилавка, розподілені рівномірно. Детальна інформація по кожному з прилавків приведена в *табл. 2.3*.

Після того, як товар відібраний, покупець стає в кінець загальної черги до кас. Вже стоячи в черзі, покупець може захотіти зробити ще $N \pm 1$ покупок. Час обслуговування покупця касиром пропорційний числу зроблених покупок, на одну купівлю йде T_c .

Підраховано, що кожен "втрачений" покупець обходиться магазину в C одиниць вартості. На оплату одного касира витрачається $Z_{пл}$ одиниці вартості в день. Час роботи магазину складає 10 годин.

Використовуючи модель, що описує процес покупок в продуктовому магазині, визначити таку кількість касирів, при якому досягалася б мінімальна величина витрат. Витрати включають заробітну плату касирів і втрати від зменшення кількості покупців, що вирішили зробити покупки в іншому магазині. Вважаючи, що число кошиків необмежено, визначити яку максимальну кількість кошиків потрібно мати у магазині.

Таблиця 2.2 - Числові значення характеристик системи

Варіант	T_{in}	L	N	T	C	Z
5	18	7	1	2.5	0.15	35

Таблиця 2.3 - Характеристика покупок у прилавків

Варіант	Номер прилавка	Ймовірність покупки	Час обходу прилавка	Число покупок
5	1	0.68	250±50	4
	2	0.75	350±80	6±2
	3	0.65	200±40	5±3

2. Структурна схема

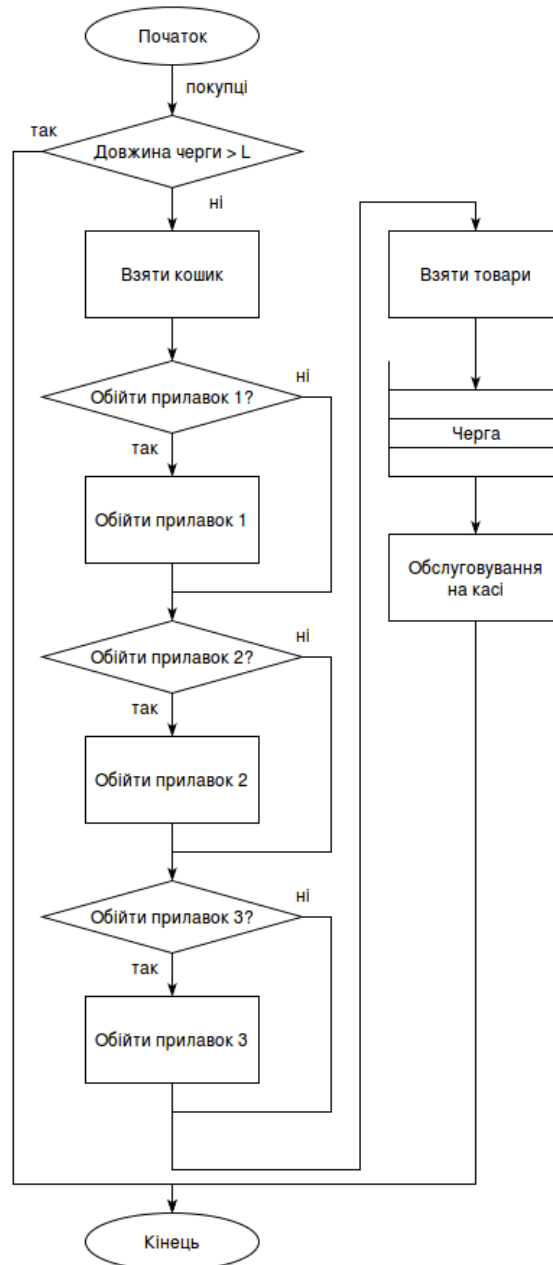


Рис. 1 – Структурна схема моделі

3. Розрахунок варіантів кількості касирів

Сумарна середня кількість покупок у одного покупця – сума добутків ймовірностей обходу кожного з прилавків на відповідне середнє значення покупок, а також середнє число додаткових покупок

$$N_{av.} = [0.68 \cdot 4 + 0.75 \cdot 6 + 0.65 \cdot 5] + 1 = [10.47] + 1 = 11$$

Середній час обслуговування покупця на касі – добуток сумарного середнього числа покупок на час обробки однієї покупки:

$$T = N_{av.} \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 N_i}{3} = 11 \cdot 5 = 55$$

При цьому середнє значення часу надходження покупців дорівнює 18 секунд, що не перевищує середнє значення обслуговування покупця.

$$H = \left[\frac{T}{T_{in.}} \right] = \left[\frac{55}{18} \right] = [3.055(5)] = 3$$

З цього можна зробити висновок, що достатньо 3-х касирів для нормального функціонування магазину.

4. План імітаційних експериментів

Виходячи з розрахунків, імітаційні експерименти почнемо для кількості касирів, рівного одиниці. Потім будемо збільшувати число касирів на 1 на кожному кроці, проводячи прогони моделі для 5 різних випадків по 5 прогонів кожний.

5. Лістинг програми

```
PUASON_DISP    FUNCTION      RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915
.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3
.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9
.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

CUSTOMER_INCOME_TIME    VARIABLE    18          ;Час попадання
покупців в магазин
MAX_QUEUE_SIZE          VARIABLE    7          ;Максимальна черга
в магазині
PRODUCT_PRICE            VARIABLE            0.15          ; C
CASHIER_SALLARY VARIABLE    35          ; Z

PROBABILITY_STORE_1     VARIABLE    0.68
PROBABILITY_STORE_2     VARIABLE    0.75
PROBABILITY_STORE_3     VARIABLE    0.65

INITIAL                  X$TIME_ADVANCE,0
INITIAL                  X$COSTS,0

ADD_STAFF FUNCTION RN1,C2          ; число додаткових
покупок (1)
0,0/1,2          ; N+-1
(N=1)
AYL1              FUNCTION RN1,C2          ; число покупок у
1го прилавка
0,4/1,4          ; 4
AYL2              FUNCTION RN1,C2          ; число покупок у
2го прилавка
0,4/1,8          ; 6+-2
AYL3              FUNCTION RN1,C2          ; число покупок у
3го прилавка
0,2/1,8          ; 5+-3

CASHIER    STORAGE    3          ; кількість касирів
BASKETS    STORAGE    1000000    ; кількість кошиків

GENERATE V$CUSTOMER_INCOME_TIME,FN$PUASON_DISP
TEST LE Q$QCASHIER,V$MAX_QUEUE_SIZE,WAS_NOT_ENTERED ; якщо черга
завелика, відмова в обслуговуванні
ENTER      BASKETS          ; взяти кошик
ASSIGN     PRODUCTS_COUNTER,0
; кількість покупок
```

```

                                TRANSFER
V$PROBABILITY_STORE_1,ENTER_STORE_2,STORE_1      ; зробити покупку у
прилавка 1?
STORE_1                                ADVANCE      250,50
                                           ; затримка у прилавка 1
                                           ASSIGN      PRODUCTS_COUNTER+,FN$AYL1
                                           ; взяти покупки з прилавка 1

ENTER_STORE_2      TRANSFER      V$PROBABILITY_STORE_2,ENTER_STORE_3,STORE_2
; зробити покупку у прилавка 2?
STORE_2                                ADVANCE      350,80
                                           ; затримка у прилавка 2
                                           ASSIGN      PRODUCTS_COUNTER+,FN$AYL2
                                           ; взяти покупки з прилавка 2

ENTER_STORE_3      TRANSFER      V$PROBABILITY_STORE_3,OUT,STORE_3      ;
зробити покупку у прилавка 3?
STORE_3                                ADVANCE      200,40
                                           ; затримка у прилавка 3
                                           ASSIGN      PRODUCTS_COUNTER+,FN$AYL3
                                           ; взяти покупки з прилавка 3

OUT      QUEUE      QCASHIER      ; зайняти чергу в
касу
                                ASSIGN      PRODUCTS_COUNTER+,FN$ADD_STAFF
; додаткова покупка
                                ENTER      CASHIER      ;
зайняти касира
                                DEPART      QCASHIER      ;
покинути чергу в касу

                                SAVEVALUE      TIME_ADVANCE, (P$PRODUCTS_COUNTER#3.3)
                                ADVANCE      X$TIME_ADVANCE      ; оформлення
касиром покупки
                                LEAVE      CASHIER      ;
звільнити касира
                                LEAVE      BASKETS      ; повернути кошик
                                TRANSFER      ,OUTH      ; йти до
виходу

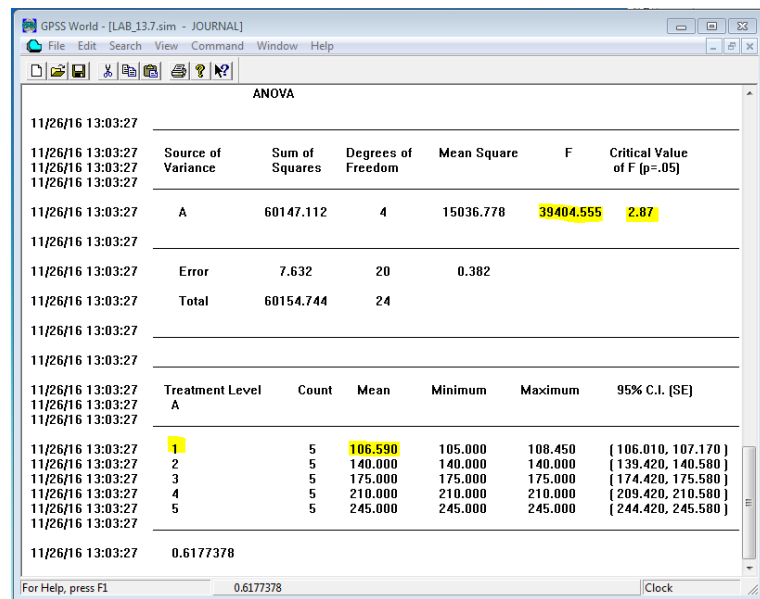
WAS_NOT_ENTERED      ADVANCE 0      ; підрахунок
покупців без покупок

OUTH      TERMINATE      0
                                GENERATE      (3600#10)
                                           ; моделювання

10 годин роботи (10 год. = 36000 с)
                                SAVEVALUE
                                COSTS, (N$WAS_NOT_ENTERED#V$PRODUCT_PRICE+ (R$CASHIER+S$CASHIER) #V$CA
SHIER_SALLARY)      ;кількість втрачених покупців на втріть втрати +
зарплата всім касирам
                                SAVEVALUE      VAR_BASKETS, (SM$BASKETS)      ;
максимальна кількість зайнятих кошиків
                                TERMINATE      1

```

6. Аналіз результатів

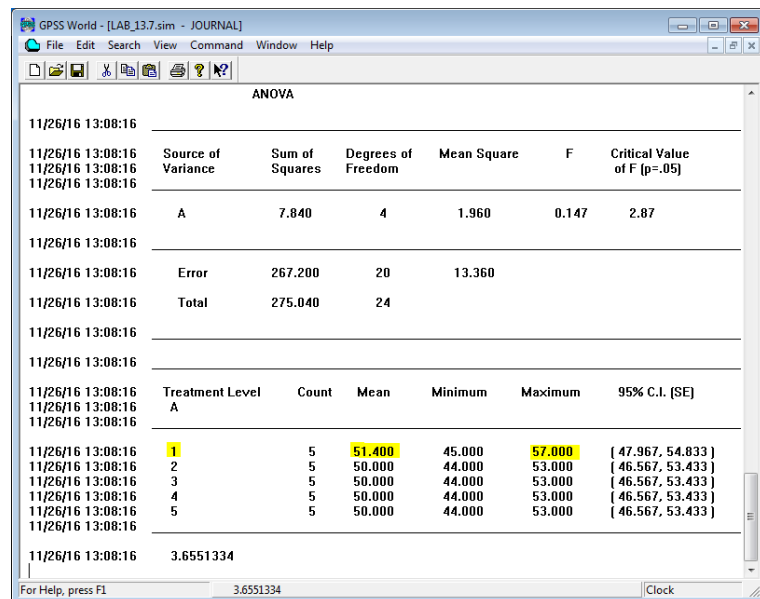


The screenshot shows the ANOVA results for the number of cashiers in GPSS World. The main ANOVA table has columns: Source of Variance, Sum of Squares, Degrees of Freedom, Mean Square, F, and Critical Value of F (p=.05). The F-value is 39404.555, which is significantly higher than the critical value of 2.87. Below this, a table of Treatment Levels shows that for 1 cashier, the mean is 106.590, while for 2, 3, 4, and 5 cashiers, the mean is 140.000, 175.000, 210.000, and 245.000 respectively. The 95% confidence interval for the mean with 1 cashier is {106.010, 107.170}.

Source of Variance	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	Critical Value of F (p=.05)
A	60147.112	4	15036.778	39404.555	2.87
Error	7.632	20	0.382		
Total	60154.744	24			

Treatment Level	Count	Mean	Minimum	Maximum	95% C.I. (SE)
1	5	106.590	105.000	108.450	{106.010, 107.170}
2	5	140.000	140.000	140.000	{139.420, 140.580}
3	5	175.000	175.000	175.000	{174.420, 175.580}
4	5	210.000	210.000	210.000	{209.420, 210.580}
5	5	245.000	245.000	245.000	{244.420, 245.580}

Рис. 2 - Фінальний результат моделювання для кількості касирів



The screenshot shows the ANOVA results for the number of baskets in GPSS World. The main ANOVA table has columns: Source of Variance, Sum of Squares, Degrees of Freedom, Mean Square, F, and Critical Value of F (p=.05). The F-value is 0.147, which is much lower than the critical value of 2.87. Below this, a table of Treatment Levels shows that for 1 basket, the mean is 51.400, while for 2, 3, 4, and 5 baskets, the mean is 50.000. The 95% confidence interval for the mean with 1 basket is {47.967, 54.833}.

Source of Variance	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	Critical Value of F (p=.05)
A	7.840	4	1.960	0.147	2.87
Error	267.200	20	13.360		
Total	275.040	24			

Treatment Level	Count	Mean	Minimum	Maximum	95% C.I. (SE)
1	5	51.400	45.000	57.000	{47.967, 54.833}
2	5	50.000	44.000	53.000	{46.567, 53.433}
3	5	50.000	44.000	53.000	{46.567, 53.433}
4	5	50.000	44.000	53.000	{46.567, 53.433}
5	5	50.000	44.000	53.000	{46.567, 53.433}

Рис. 3 - Фінальний результат моделювання для кількості кошиків

З ростом числа касирів затрати тільки ростуть і оптимальним є 3 касири. Перевіримо кількість необхідних кошиків. Максимальна кількість зайнятих кошиків досягається при трьох касирах та дорівнює 57. При збільшенні кількості касирів кількість кошиків знижується до 53 і лишається незмінною

7. Висновок

Для заданої моделі було встановлено, що оптимальна кількість касирів з точки зору мінімізації затрат – 3, а максимальна кількість одночасно зайнятих кошиків – 57 досягається при 3-х касирах. При збільшенні числа касирів кількість кошиків падає до 53 і не змінюється більше.

8. Відповіді на контрольні запитання

- 1 Ми використовуємо БКП на корзини, щоб побачити найбільшу кількість корзин, що можуть використовувати користувачі одночасно. Тому ми не обмежуємо БКП зверху
- 2 Ми використовуємо БКП в якості касирів. Таким чином формуються черги до кас, якщо всі зайняті. Для моніторингу черги використовуємо Queue OCashier.
- 3 При входженні в магазин ми зберігаємо кількість куплених продуктів в параметрі транзакта (користувача) countProducts.
- 4 Він зберігає значення параметра PRODUCTS_COUNTER.
- 5 Блок Advance 0 моделює взаємодію покупця з магазином. Ми використовуємо його для того щоб вкінці порахувати кількість втрачених покупців через NSWAS_NOT_ENTERED. При Terminate 0 ми не отримаємо правильних даних СЧА. Оскільки використання Advance не є правильним, збоку цільового призначення цієї команди, ми можемо альтернативно замінити цю команду на SAVEVALUE по-елементно додаючи кількість незадоволених покупців.
- 6 Змінити BASKETS Storage 100000 на 75.
- 7 Можливість = 0. (Див код програми).