**2.4.2. Лабораторна робота 2.**

Потрібно побудувати імітаційну модель роботи каси з продажу квитків за таких параметрів роботи. Відвідувачі приходять до каси через 10 ... 30 сек. Оглядають приміщення – 0 ... 15 сек. і займають чергу. У касі працюють два касири. Кожен касир витрачає на обслуговування відвідувача однаковий час – приблизно 15 ... 25 сек. Каса працює 5 год.

Код програми має такий вигляд:

код програми коментар

10 GENERATE 20,10 Прихід клієнтів, генерування транзактів (клієнтів) в інтервалі

20 TRANSFER .5,, PROM Вибір касира клієнтом з імовірністю 50% 30 ADVANCE 15,15 Знайомство клієнта з приміщенням

40 QUEUE OCH Затримка транзакту(клієнта) в черзі ОСН. Поставлення клієнта в

чергу

50 SEIZE KASS Зайняття пристрою (каси) KASS, якщо він вільний

60 DEPART OCH Вихід транзакту (клієнта) з черги ОСН.

70 ADVANCE 20,5 Затримка транзакту (клієнта) у пристрої (касі) KASS в часовому інтервалі 15 ... 25 сек. Купівля квитка

80 RELEASE KASS Вивільнення пристрою (каси) KASS. Обслуговування клієнта

закінчено

90 TERMINATE Ліквідація транзакту. Клієнт залишає пристрій (касу) 100 PROM QUEUE OCH1 Поставлення транзакту (клієнта) в чергу OCH1

110 SEIZE KASS1 Зайняття другого пристрою (каси) KASS1, якщо він вільний.

Звернення до другого касира

120 DEPART OCH1 Вихід з черги ОСН1

130 ADVANCE 20,5 Затримка транзакту (клієнта) у пристрої (касі) KASS1 в часовий

інтервал 15 ... 25 секунд. Купівля квитка

140 RELEASE KASS Вивільнення пристрою (каси) KASS1. Обслуговування клієнта

закінчено

150 TERMINATE Ліквідація транзакту. Клієнт залишає пристрій (касу) 160 GENERATE 18000 Час роботи пристрою (каси), сек.

170 TERMINATE 1 Закриття каси. 1 – Ліквідація одного циклу роботи каси

START 1 Старт програми 1 – один цикл роботи пристрою (каси)

Якщо замість 1 поставити, наприклад 3, то це означатиме моделювання роботи каси протягом 54000 сек.

Після запуску програми на виконання отримаємо такий результат:

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 18000.000 17 2 0

START TIME – початок моделювання

END TIME – кінець моделювання

BLOCKS – кількість блоків в коді

FACILITIES – кількість пристроїв

STORAGES – кількість обладнань, що обробляють понад один транзакт

|  |  |
| --- | --- |
| NAME | VALUE |
| KASS | 10003.000 |
| KASS1 | 10001.000 |
| OCH | 10002.000 |
| OCH1 | 10000.000 |
| PROM | 10.000 |

NAME – назви пристроїв, черг і початку наступної черги

VALUE – значення імен

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | GENERATE | 909 | 0 | 0 |
| 2 | TRANSFER | 909 | 0 | 0 |
| 3 | ADVANCE | 443 | 1 | 0 |
| 4 | QUEUE | 442 | 0 | 0 |
| 5 | SEIZE | 442 | 0 | 0 |
| 6 | DEPART | 442 | 0 | 0 |
| 7 | ADVANCE | 442 | 1 | 0 |
| 8 | RELEASE | 441 | 0 | 0 |
| 9 | TERMINATE | 441 | 0 | 0 |
| PROM | 10 | QUEUE | 466 | 0 | 0 |
|  | 11 | SEIZE | 466 | 0 | 0 |
|  | 12 | DEPART | 466 | 0 | 0 |
|  | 13 | ADVANCE | 466 | 0 | 0 |
|  | 14 | RELEASE | 466 | 0 | 0 |
|  | 15 | TERMINATE | 466 | 0 | 0 |
|  | 16 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
|  | 17 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

LABEL – присвоєне ім'я блоку

LOC – номер блоку

BLOCK TYPE – назви блоку

ENTRY COUNT – кількість транзактів, що побули в блоці

CURRENT COUNT – кількість транзактів на момент закінчення моделювання

RETRY – кількість транзактів, що очікують виконання спеціальних умов

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| KASS1 | 466 | 0.517 | 19.952 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KASS | 442 | 0.492 | 20.053 1 | 909 | 0 | 0 | 0 | 0 |

FACILITY – ім'я пристрою, присвоєне в програмі

ENTRIES – зайнятість пристрою, разів

UTIL. – середнє завантаження пристрою

AVE. TIME – середній час транзакту у пристрої

AVAIL. – доступність пристрою на момент закінчення моделювання

OWNER – номер транзакту в пристрої

PEND – кількість транзактів у черзі при блоці

PREEMPT INTER – кількість транзактів у черзі після переривання

RETRY – кількість транзактів у черзі залежно від стану пристрою

DELAY – кількість транзактів у черзі при блоці SEIZE і PREEMPT

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY (0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE. (- 0) RETRY

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OCH1 | 2 | 0 | 466 | 339 | 0.048 | 1.855 | 6.808 0 |
| OCH | 3 | 0 | 442 | 287 | 0.109 | 4.433 | 12.642 0 |

QUEUE – назва черги

МАХ – максимальна довжина черги

CONT – довжина черги на момент закінчення моделювання

ENTRY – загальна кількість входів у чергу

ENTRY (0) – кількість нульових входів

AVE.CONT – середня довжина черги

AVE.TIME – середній час перебування в черзі.

Змінюючи вхідні дані, можна отримати різні статистичні характеристики модельованої системи і визначити потрібний режим роботи підприємства. На практиці існують підприємства з різними режимами і графіками роботи, проте логіка функціонування підприємств однакова. При цьому під час моделювання системи потрібно враховувати унікальні особливості конкретного підприємства. За допомогою мови GPSS ці особливості можна змоделювати, вдаючись до різних поєднань блоків. У наступному прикладі уявімо модель підприємства з двома видами робіт і одним працівником (на відміну від попереднього прикладу, де був один вид робіт і два працівники).

**2.4.3. Лабораторна робота 3.**

Потрібно побудувати імітаційну модель роботи перукарні за таких параметрів. До обслуговуючої організації приходять клієнти за експонентним законом в середньому 2 людини в годину (математичне очікування 30 хв). Обслуговування клієнтів здійснює одна людина, яка виконує два види робіт. Час обслуговування клієнта – дискретний. Перший вид роботи займає в середньому 20 хв, другий – 30 хв. Один із чотирьох клієнтів замовляє перший вид роботи.

Необхідно побудувати імітаційну модель за часом її роботи – 60 хв і визначити статистичні характеристики модельованої системи.

Код програми має такий вигляд:

код програми коментар0 GENERATE

(EXPONENTIAL (1,0,30))

Прихід клієнтів. Генерування часу приходу за

експонентним законом.

20 ADVANCE 5,0 Знайомство з перукарнею на інтервалі часу 0 ... 5 хв

30 QUEUE OCH Стати в чергу

40 SEIZE MAS Звернення до майстра. Зайняття пристрою МAS якщо він вільний

50 DEPART OCH Вихід із черги

60 TRANSFER .75,, prom Вибір із ймовірністю 0,75 другого виду робіт

70 ADVANCE 20,0 Виконання першого виду робіт, часовий інтервал 0 ... 20 хв

80 RELEASE MAS Вивільнення пристрою (майстра) MAS

90 TERMINATE ліквідація транзакту

100 PROM ADVANCE 30,0 Виконання другого виду робіт, часовий інтервал 0 ... 30 хв

110 RELEASE MAS Вивільнення пристрою (майстра) MAS

120 TERMINATE ліквідація транзакту

130 GENERATE 480 Час роботи перукарні, хв

140 TERMINATE 1 Закриття перукарні

START 1 Старт програми

Після запуску програми на виконання отримуємо такий результат:

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 14 1 0

NAME VALUE

KASS 10001.000

OCH 10000.000

PROM 10.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | GENERATE | 15 | 0 | 0 |
| 2 | ADVANCE | 15 | 0 | 0 |
| 3 | QUEUE | 15 | 0 | 0 |
| 4 | SEIZE | 15 | 0 | 0 |
| 5 | DEPART | 15 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 6 | TRANSFER | 15 | 0 | 0 |
| 7 | ADVANCE | 3 | 0 | 0 |
| 8 | RELEASE | 3 | 0 | 0 |
| 9 | TERMINATE | 3 | 0 | 0 |
| PROM | 10 | ADVANCE | 12 | 1 | 0 |
|  | 11 | RELEASE | 11 | 0 | 0 |
|  | 12 | TERMINATE | 11 | 0 | 0 |
|  | 13 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
|  | 14 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY KASS

15 0.821 26.257 1 16 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY (0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE. (- 0) RETRY

OCH 3 0 15 4 0.781 25.003 34.095 0

У наведеному прикладі для моделювання декількох видів робіт застосовуються TRANSFER.

**2.4.4. Лабораторна робота 4.**

Потрібно побудувати імітаційну модель роботи перукарні за таких параметрів роботи. До обслуговуючої організації приходять клієнти за експонентним законом у середньому 2 людини на годину (математичне очікування 30 хв). Обслуговування клієнтів здійснюють чотири майстри. Час обслуговування клієнта – дискретний і становить від 14 до 19 хв. Клієнт відмовляється від обслуговування, якщо в черзі більше двох осіб.

Необхідно побудувати імітаційну модель за часом її роботи 480 хв і визначити статистичні характеристики системи.

Код програми має такий вигляд:

10 KRES STORAGE 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 20 | GENERATEТУТ |  |  |
| 30 | TEST L | Q1,3, OTKAZ |  |
| 40 | QUEUE | 1 |  |
| 50 | ENTER | KRES |  |
| 60 | DEPART | 1 |  |
| 70 | ADVANCE | 19,5 |  |
| 80 | LEAVE | KRES |  |
| 90 | TERMINATE |  |  |
| 100 OTKAZ TERMINATE | |  |  |
| 110 GENERATE | | 480 |  |
| 120 TERMiNATE  START 1 | | 1 |  |

Наведена програма відрізняється від попередніх тим, що:

* використовується об'єкт пам'ять KRES, яка описується картою STORAGE. Карта не є об'єктом, оскільки транзакти в неї не входять. Карта просто описує об'єкти. В даному прикладі в пам'яті є 4 майстри з обслуговування клієнтів;
* використовується блок ENTER, в якому перевіряється, чи достатньо місця для входження транзакту в пам'ять KRES;
* використовується блок LEAVE, в якому звільняється місце пам'яті KRES;
* використовується блок TEST, в якому перевіряється умова відмови від обслуговування. При цьому символом L позначається умова менше, символом Q1 позначається поточна довжина черги номер 1, цифра 3 позначає критичну довжину черги, символ OTKAZ призначений для видалення транзакту з системи.

Після запуску програми на виконання отримуємо такий результат:

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 11 0 1

NAME VALUE

KRES 10000.000

OTKAZ 9.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | GENERATE | 18 | 0 | 0 |
| 2 | TEST | 18 | 0 | 0 |
| 3 | QUEUE | 18 | 0 | 0 |
| 4 | ENTER | 18 | 0 | 0 |
| 5 | DEPART | 18 | 0 | 0 |
| 6 | ADVANCE | 18 | 0 | 0 |
| 7 | LEAVE | 18 | 0 | 0 |
| 8 | TERMINATE | 18 | 0 | 0 |
| OTKAZ | 9 | TERMINATE | 0 | 0 | 0 |
|  | 10 | GENERATE | 1 | 0 | 0 |
|  | 11 | TERMINATE | 1 | 0 | 0 |

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY (0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE. (- 0) RETRY 1

1 0 18 18 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

KRES 4 4 0 3 18 1 0.720 0.180 0 0

**2.4.5. Лабораторная работа 5**

У супермаркеті є M кас. Відвідувачі займають чергу до каси. Як правило, черги до різних кас приблизно однакові. Було помічено, що у разі довжині черги понад N покупець залишає супермаркет без покупки. Час приходу покупців і час їх обслуговування має експоненціальну залежність. Середній час приходу одного покупця – T, середній час обслуговування одного покупця – Z. Для залучення покупців перед супермаркетом будується парковка на X машин. Протягом доби супермаркет працює S годин.

Відповідно до варіанта завдання слід побудувати імітаційну модель роботи супермаркету і визначити статистичні характеристики системи згідно з вихідними даними, наведеними в табл.2.4.1.

**Таблиця 2.4.1. Варіанти завдання**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № завдання | *M,* число кас, шт | *N,* довжина черги, чол. | *T,* час приходу покупця, хв. | *Z,* час обслуговування покупця, хв. | *X,* Місць на парковці,шт. | *S,* час роботи супермаркету, хв. |
| 1 | 3 | 5 | 20 | 10 | 4 | 480 |
| 2 | 6 | 7 | 25 | 15 | 7 | 960 |
| 3 | 5 | 10 | 16 | 26 | 40 | 580 |
| 4 | 7 | 12 | 18 | 8 | 25 | 60 |
| 5 | 6 | 15 | 21 | 31 | 45 | 180 |
| 6 | 1 | 2 | 16 | 5 | 28 | 250 |
| 7 | 2 | 3 | 17 | 15 | 12 | 240 |
| 8 | 3 | 7 | 21 | 9 | 13 | 300 |
| 9 | 4 | 2 | 10 | 6 | 5 | 960 |
| 10 | 5 | 11 | 11 | 7 | 6 | 120 |
| 11 | 1 | 24 | 14 | 10 | 9 | 720 |
| 12 | 3 | 4 | 20 | 13. | 10 | 660 |
| 13 | 5 | 2 | 22 | 15 | 12 | 580 |
| 14 | 8 | 7 | 27 | 20 | 17 | 120 |
| 15 | 3 | 7 | 21 | 9 | 13 | 300 |
| 16 | 4 | 2 | 10 | 6 | 8 | 960 |
| 17 | 5 | 9 | 11 | 7 | 6 | 120 |
| 18 | 1 | 6 | 14 | 10 | 5 | 720 |
| 19 | 3 | 4 | 20 | 13. | 10 | 660 |
| 20 | 5 | 7 | 23 | 14 | 3 | 580 |
| 21 | 8 | 5 | 20 | 10 | 16 | 280 |
| 22 | 3 | 4 | 20 | 17 | 10 | 460 |
| 23 | 5 | 2 | 22 | 15 | 10 | 680 |
| 24 | 8 | 7 | 27 | 20 | 17 | 720 |
| 25 | 3 | 7 | 21 | 9 | 13 | 700 |
| 26 | 4 | 2 | 10 | 6 | 8 | 260 |
| 27 | 5 | 9 | 11 | 7 | 6 | 320 |
| 28 | 10 | 6 | 14 | 10 | 5 | 620 |
| 29 | 3 | 4 | 20 | 15 | 10 | 860 |
| 30 | 5 | 7 | 23 | 14 | 3 | 980 |