

```

:MS/1
BACKK GENERATE
        QUEUE
        SEIZE
        DEPART
        ADVANCE
        RELEASE
        TRANSFER
        QUEUE
        SEIZE
        DEPART
        ADVANCE
        RELEASE
        TRANSFER
        TERMINATE
OUT      :MS/2
        GENERATE
        TERMINATE
10.4
QCPU
CPU
QCPU
8.2
CPU
6. OUT
QDISK
DISK
QDISK
15.10
DISK
BACKK
100
1

```

ТЕМА 7

МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ И ПРОЦЕСИ ЧРЕЗ СИСТЕМИ ЗА МАСОВО ОБСЛУЖВАНЕ

Цел на упражнението

Компютърно моделиране на системи и процеси със системи за масово обслужване (СМО). Запознаване с програмната среда GPSS. Построяване на модели на системи и процеси в средата GPSS.

Теоретична част

Системи за масово обслужване (СМО) могат да се използват за построяване на вероятностни аналитични модели на системи и процеси. Те се базират на теорията на масовото обслужване (ТМО). Предмет на ТМО са методите и средствата за изучаване и изследване на процесите на обслужване, протичащи ежедневно в обкръжаващата ни действителност.

Основни елементи на система за масово обслужване (СМО) са:

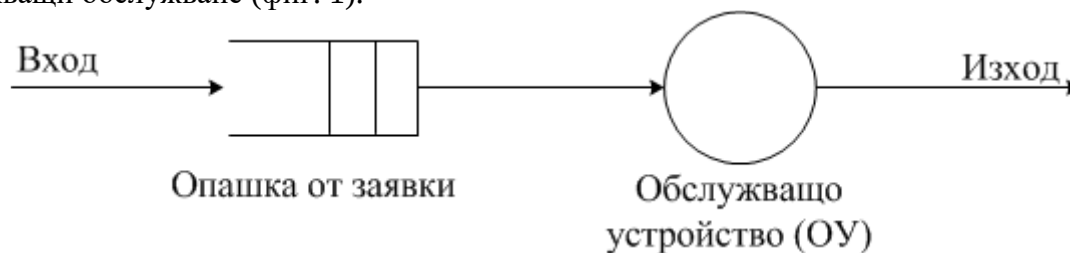
- заявка (клиент) - всяко предявено искане за обслужване;
- входящ поток - съвкупност от предявяваните едновременно или последователно заявки за обслужване;
- канал за обслужване - обслужващ апарат или обслужващо устройство;
- изходящ поток - съвкупност от обслужените заявки;
- опашка - съвкупност от постъпилите искания за обслужване, които очакват да бъдат обслужени.

Характеристики на СМО са:

- пропускателна способност - максималният брой заявки, които могат да се обслужват едновременно;
- време за обслужване - периодът, в който се удовлетворява искането за обслужване (периодът от началото на обслужването до неговото завършване);
- време за чакане - периодът между момента на постъпване на заявката в СМО до началото на обслужването;
- време за престой - периодът, включващ чакането и обслужването.

Системи за масово обслужване намират приложение при моделиране на обекти и процеси, чийто състояния се изменят дискретно в конкретни моменти от времето. Такива са компютърните системи и процеси в компютърните мрежи, някои от дейностите на човека (социални, икономически), телекомуникациите, транспорта и др. Поведението на тези системи може да се представи, чрез модели, състоящи се от информационни потоци.

СМО се състоят от обслужващи устройства, заявки, които се обслужват и заявки, очакващи обслужване (фиг. 1).



Фиг. 1 . Система за масово обслужване с едно устройство и опашка

Езиковата среда GPSS (General Purpose Simulation System) се основава на ТМО и представяне на обектите като СМО. Тя се прилага за моделиране и изследване на измененията на физически и логически обекти. Основните обекти, поддържани от средата, са:

- динамични обекти – симулират динамиката в реална система;
- статични (апаратно – ориентирани) обекти – използват се за описание на статичната структура на системите и представляват опашка (QUEUE), обслужващо устройство (FACILITY), многоканално устройство (STORAGE), логически ключ (LOGIC SWITCH) и др.
- статистически обекти – за натрупване и оценка на статистическа информация за различни обекти, например (TABLE), необходими за построяване на разпределенията на случайните величини;
- управляващи обекти – блокове за логическо управление на транзакциите (TRANSFER, TEST, GATE),

Езикът GPSS е транзакционно ориентиран и съдържа описателни средства от високо ниво за компонентите на СМО и работното натоварване.

При създаване на симулационен модел могат да бъдат използвани различни вероятностни разпределения или детерминирани функционални зависимости. Дефиниране на функция се осъществява чрез конструкцията:

<име> FUNCTION A,B <стойности на разпределението $y(x)$ > ,

където: <име> - име на функцията; А – аргумент; В – тип на функцията.

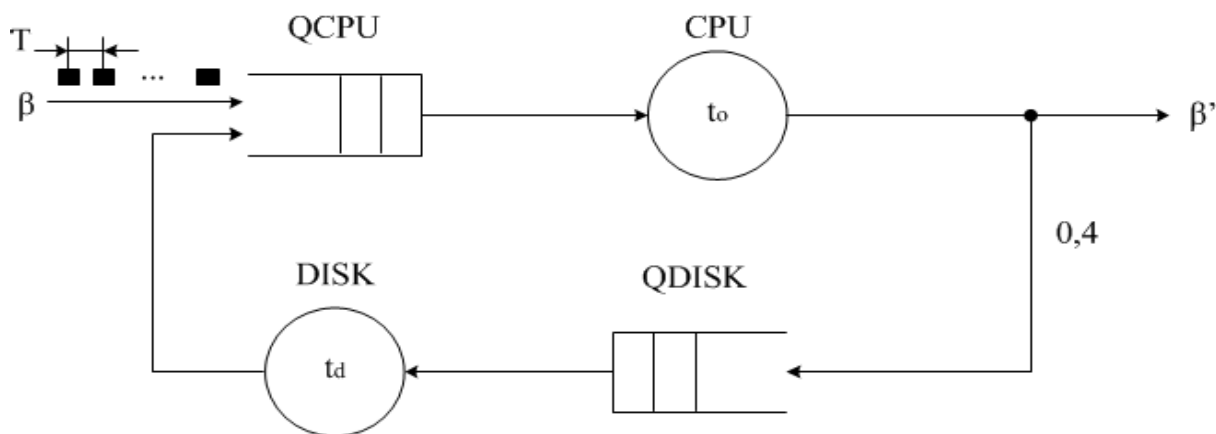
Подробно описание на команди и правила за GPSS ще намерите в Приложение II.

Построяването на модели в GPSS се извършва при следните условия:

- ✓ времето необходимо за обслужване на заявката в ОУ е случайна величина и приема само целочислени стойности;
- ✓ всички постъпили заявки, трябва да бъдат обслужени, независимо от дължината на опашката;
- ✓ в началния момент няма опашка и ОУ е свободно;
- ✓ моделирането продължава, докато не изтече моделното време, зададено като параметър преди симулацията.
- ✓ периода от време между постъпващите заявки, в системата е случайна величина с равномерно разпределение.

Практическа част

На фиг. 2 е представено едно примерно приложение на СМО.



Фиг. 2 . Модел на компютърна система като СМО

Представена като СМО е еднопроцесорна компютърна система (КС). В нея заявките за обслужване постъпват през интервали от 10 ± 4 времеви единици с равномерно разпределение, т.е. равно-вероятно в диапазона от 6 до 14. Времето за обработка в процесора е равномерно разпределено в диапазона от 6 до 10 времеви единици. Вероятността заявка да напусне системата без обръщане към външната дискова памет е 0,6. Времето за обработка във външната памет е 15 ± 10 времеви симулационни единици с равномерно разпределение, след което постъпват отново за обработка в процесора. В таблица 1 е представена спецификацията на отделните обекти в модела. Съответстващият на това описание симулационен модел е представен на фиг. 3, а резултатите от примерното му изпълнение са обобщени в таблица 2.

Таблица 1. Спецификация на обектите в модела

Обект	Име	Параметри и описание
Транзакти		β - входен поток от заявки β' - изходен поток от обслужени заявки T – интервал между две поредни заявки
ОУ	CPU DISK	процесор с време за обработка t_c външна памет с време за обработка t_d
Опашки	QCPU QDISK	опашка от тип FCFS пред CPU опашка от тип FCFS пред DISK

Симулационният модел на СМО от фиг. 2 на GPSS е представен на фиг. 3.

```

; MS/1/
GENERATE          10,4
BACKK  QUEUE      QCPU
        SEIZE      CPU
        DEPART     QCPU
        ADVANCE    8,2
        RELEASE    CPU
        TRANSFER   .6,,OUT
        QUEUE      QDISK
        SEIZE      DISK
        DEPART     QDISK
        ADVANCE    15,10
        RELEASE    DISK
        TRANSFER   .BACKK
OUT      TERMINATE
; MS/2/
GENERATE          100
TERMINATE         1

```

Фиг. 3 GPSS модел

В този модел са използвани следните езикови конструкции (блокове за описание):

- ✓ GENERATE – създава заявки, постъпващи в системата.
- Заявките се създават през интервал от 10 ± 4 времеви единици с равномерно разпределение.
- ✓ QUEUE – създава опашката QCPU, в която постъпват генерираните на входа заявки. Тя служи за събиране на статистическите данни по отношение на потока заявки.
- ✓ SEIZE – заема обслужващото устройство CPU.
- ✓ DEPART – поредната заявка напуска опашката QCPU.
- ✓ ADVANCE – заявката се обслужва (времезадръжка). В случая обслужването се извършва за време 8 ± 2 времеви единици с равновероятностно разпределение.

- ✓ RELEASE – освобождава обслужващото устройство CPU.
- ✓ TRANSFER – променя посоката на движение на заявките. Тази промяна може да се извърши безусловно или в зависимост от определено условие. В случая е използвано статистическо условие за преход, което означава, че вероятността заявка да премине към блока TERMINATE, отбелязан с етикета OUT, т.е. да напусне системата е 0,6.

Моделът от фиг. 3 е симулиран в средата GPSS и получените резултати са представени на фиг. 4 и таблица 2.

```

GPSS World Simulation Report - Lab7.16.1

Tuesday, March 11, 2014 16:13:48

START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           100.000    16       2           0

NAME            VALUE
BACKK           2.000
CPU             10001.000
DISK            10003.000
OUT             14.000
QCPU            10000.000
QDISK           10002.000

LABEL           LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
BACKK           1    GENERATE      9           0           0
                2    QUEUE        12           1           0
                3    SEIZE        11           0           0
                4    DEPART        11           0           0
                5    ADVANCE        11           1           0
                6    RELEASE        10           0           0
                7    TRANSFER       10           0           0
                8    QUEUE         4           0           0
                9    SEIZE         4           0           0
               10    DEPART         4           0           0
               11    ADVANCE         4           1           0
               12    RELEASE         3           0           0
               13    TRANSFER         3           0           0
OUT            14    TERMINATE        6           0           0
               15    GENERATE         1           0           0
               16    TERMINATE         1           0           0

FACILITY        ENTRIES  UTIL.  AVE. TIME AVAIL.  OWNER  PEND  INTER  RETRY  DELAY
CPU             11    0.815    7.411  1           7     0     0     0     1
DISK            4     0.472   11.792  1           9     0     0     0     0

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE. (-0) RETRY
QCPU           2     1    12     3     0.401    3.346    4.461  0
QDISK          1     0     4     3     0.001    0.021    0.085  0

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
11     0      100.226    11      0       1
7      0      105.918     7      5       6
9      0      107.616     9     11      12
12     0      200.000    12     0      15

```

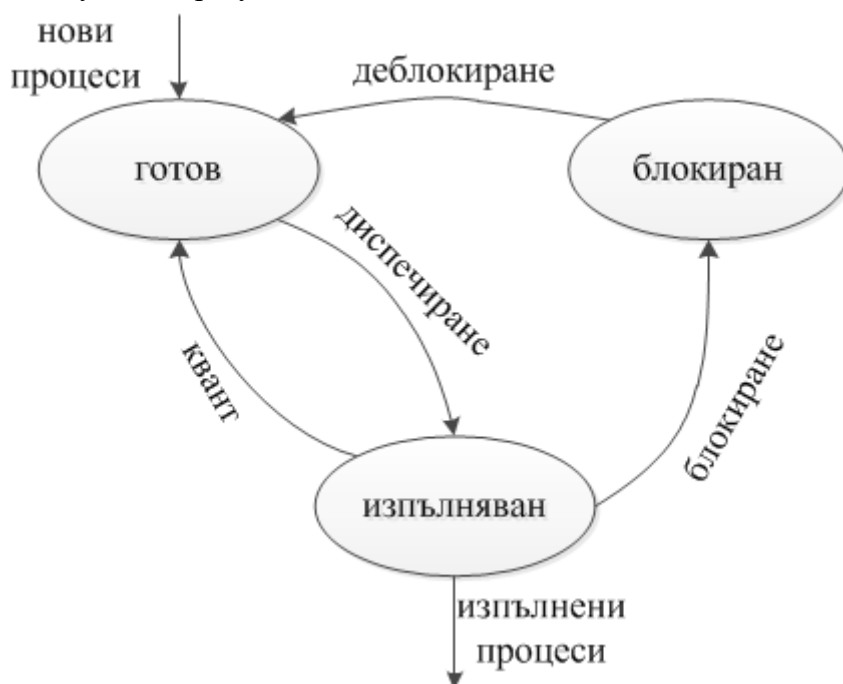
Фиг. 4 Резултати от симулацията на GPSS модела

Таблица 2. Резултати от симулацията

Обект	Оценки	CPU	DISK	QCPU	QDISK
ОУ	Средно използване	0.815	0.472		
	Брой постъпили заявки	11	4		
	Средно време за обслужване на заявка	7.411	11.792		
Опашки	Средно съдържание			0.401	0.001
	Максимално съдържание			2	1
	Брой постъпили заявки			12	4
	Средно време за обслужване на заявка			3.346	0.021

Задачи за изпълнение

1. Запознайте се с теоретичната и практическа част на упражнението.
2. Въведете модела от фиг. 3 и го симулирайте в GPSS World Student Edition.
3. Анализирайте получените резултати.
4. Направете самостоятелно GPSS модел от схемата на фиг. 5
5. Въведете построения модел и го симулирайте в GPSS World Student Edition.
6. Анализирайте получените резултати.



Фиг. 5 Диаграма на състоянията на процесите

Въпроси и задачи за самоподготовка

1. Какво представляват системите за масово обслужване?
2. Къде и за какво се използва теорията на масово обслужване?
3. Какви модели се строят чрез СМО?
4. Какви обекти могат да се моделират чрез СМО?
5. Какво представлява GPSS и за какво се използва?