

Печурин Н.К., д-р тех. наук,  
Варганич М. В.,  
Дудник А., С.,  
Печурин С.Н.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА С ЭМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛЮ МНОГОФАЗНЫХ СМО

Институт компьютерных технологий  
Национального авиационного университета

*Рассмотрена процедура компьютерного эксперимента с трехфазной моделью открытой системы массового обслуживания, сложенной одним из распространенных языков имитационного моделирования. Для конкретной программной реализации модели определены границы минимально необходимого числа прогонок.*

Быстрая оценка параметров компьютерных сетей и систем, например, - для целей реконфигурации, становится чрезвычайно актуальной задачей, особенно в условиях бурного развития телекоммуникационных систем, основанных на использовании радиоканалов.

Основу компьютерной сети вычислительная система, включающая такие компоненты, как среда передачи данных и сетевое оборудование, компьютерное и периферийное оборудование, оборудование хранения данных, системное, специальное и прикладное программное обеспечение [1].

Наиболее эффективным подходом к оценке параметров компьютерных сетей и систем в целях реконфигурации в настоящее время является использование средств имитационного моделирования. Инструментарий имитационного моделирования включает специализированные и универсальные программные и методические средства. Использование универсальных программных средств имитационного моделирования, наряду со сложностями в составлении программной модели конкретного объекта, обладает большим достоинством - открытостью и прозрачностью составляемой модели. Это обстоятельство делает целесообразным более внимательно относиться к универсальным средствам, оценить возможности их применения для решения реальных практических задач.

Преимуществом имитационных моделей является возможность подмены процесса смены событий в исследуемой системе в реальном масштабе времени на

ускоренный процесс смены событий в темпе работы программы. В результате за несколько минут можно воспроизвести работу сети в течение нескольких дней, что дает возможность оценить работу сети в широком диапазоне варьируемых параметров.

Результатом работы имитационной модели являются собранные в ходе наблюдения за протекающими событиями статистические данные о наиболее важных характеристиках сети: временах реакции, коэффициентах использования каналов и узлов, вероятности потерь пакетов и т.п.

Моделирование локальных вычислительных сетей является одной из актуальнейших задач сегодняшнего времени. Зачастую, при создании сети, разработчик не осознает полного круга задач, для которых сеть предназначается. Такой подход приводит к преждевременному появлению «узких мест» сети и оставляет на низком уровне ее долговечность и работоспособность. В данной работе предлагается система, в которой, прежде всего, определен правильный подход к созданию такого сложного объекта как модель.

### **Постановка задачи**

Для решения практической задачи использовалась одна из универсальных систем моделирования СМО. Одним из важных аспектов ее (системы) применения было определение интервала числа прогонов, обеспечивающих требуемую точность имитационного эксперимента. Объектом моделирования был фрагмент сети, каким он представлен на рис. 1.

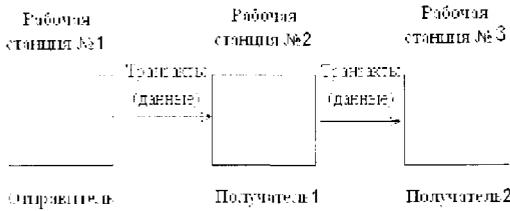


Рис. 1. Объект моделирования

Целью статьи является предоставление результатов имитационного эксперимента с моделью данного объекта.

**Концептуальная модель**

Концептуальную модель представленного выше объекта приведено на рисунке 2.

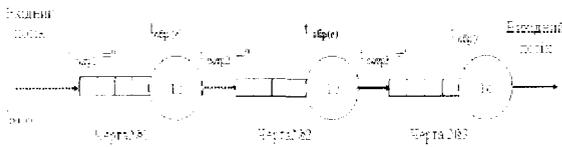


Рис.2. Концептуальная модель

Как видно из рисунка, концептуальная модель представляет собой открытую трехфазную СМО. Тут каждая фаза представляет собой СМО G/M/1. Вторая фаза модели представляет соответственно роботу рабочей станции-получателя. Входной поток транзакций для нее, как известно, уже не имеется пуассоновским потоком.[4] Параметры системы заданы такими величинами:

Интенсивность входного потока первой фазы  $\lambda = 1$  (транзактов в секунду);

Среднее время обработки сообщений каналом первой фазы  $\mu = 1$  (секунд на транзакт);

Показателем качества первой фазы выберем среднее время пребывания транзакта в очереди перед каналом первой фазы.

**Программная модель.**

```
DeltaS1 EQU 1
DeltaS2 EQU 1
DeltaS3 EQU 1
Wrem1 EQU 1
Wrem2 EQU 1
Wrem3 EQU 1
```

```
; Рабочая станция №1
GENERATE(Exponential(315,0,DeltaS1))
// генерация пакетов для данного узла сети
```

```
Met7 QUEUE obrabotka_1
SEIZE ochered1
DEPART obrabotka_1
ADVANCE (Exponential(7,0,Wrem1))
RELEASE ochered1
TRANSFER Met0,Met3
```

```
Met3 TRANSFER Met5,Met4
// распределение пакетов между другими узлами сети
```

```
Met0 TERMINATE
; Рабочая станция №2
GENERATE(Exponential(315,0,DeltaS2))
Met4 QUEUE obrabotka_2
```

```
SEIZE ochered2
DEPART obrabotka_2
ADVANCE (Exponential(7,0,Wrem2))
RELEASE ochered2
TRANSFER Met1,Met6
```

```
Met6 TRANSFER Met7,Met5
Met1 TERMINATE
```

```
; Рабочая станция №3
GENERATE (Exponential(315,0,DeltaS3))
```

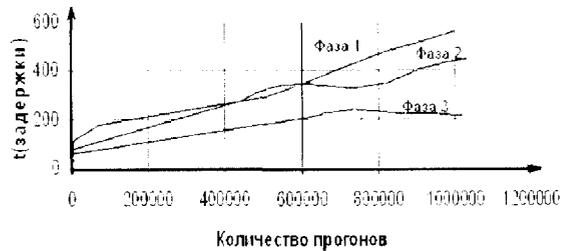
```
Met5 QUEUE obrabotka_3
SEIZE ochered3
DEPART obrabotka_3
ADVANCE(Exponential(7,0,Wrem3))
RELEASE ochered3
```

```
TRANSFER Met2,Met8
Met8 TRANSFER Met4,Met7
Met2 TERMINATE
GENERATE 3600
```

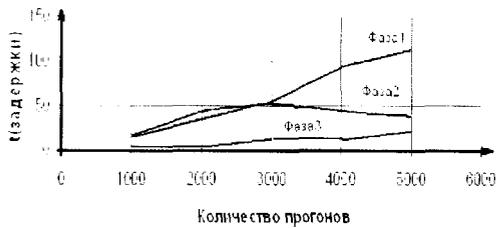
```
//время имитации модели
TERMINATE 1
START 1
```

**Результаты эксперимента**

На рисунке 3 приведено результаты прогонок модели.



а)



б)

Рис. 3. Результаты прогонки модели

В качестве показателя, зависимость значений которого от числа прогонок исследовалась, выбранное отношение среднего времени пребывания заявки в очереди перед каналом 1-й фазы, к среднему времени пребывания заявки в очереди 2-й фазы. Как это следует с рисунка 3(а), разница в процентах между теоретическими и практическими результатами становится меньше, чем 5 %, когда количество прогонок превышает 50.000. Рисунком 3(б), для удобства пользования, представлена зависимость с аргументом, который есть не количество прогонок, время моделирования, в терминологии [1] - ВРМОДЕЛИР.

### Выводы

1. Проведенные эксперименты ещё раз показали, что повышение точности результатов напрямую зависит от повышения количества прогонов и времени моделирования;

2. Были построены концептуальная и программная модель, которые позволяют получить наиболее точные результаты эксперимента.

3. Данная модель позволяет отследить особенности работы сети с шинной топологией в зависимости от изменения условий её эксплуатации.

4. Нерешенными задачами на это время является обобщение эксперимента на системы GGM на каждой фазе многофазной СМО.

5. Следует ожидать, что средства моделирования будут адаптироваться к изменениям характера сетей, которые становятся все более интеллектуальными и все в большей степени ориентируются на точность эксплуатации.

6. Кроме того, средства моделирования сетей имеют несколько ограниченные возможности учета воздействия на пропускную способность сети работы с приоритетами и уровнями обслуживания.

### Список литературы

1. Боев В.Д. Моделирование систем GPSS WORLD. – П.: 2004. – 405 с.

2. Д. Филлипс, А. Гарсиа Диас. Методы анализа сетей. – М.: Сов. Радио, 1984. – 496 с.

3. Руководство по технологиям объединённых сетей. 4 -е издание. : Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1040 с.

4. Зайченко Ю.П., (Мухаммед Али) Аззам (Мухаммед Али) Хаммуда. Оптимальный выбор пропускных способностей каналов связи в сети с технологией MPLS // Вісник Національного технічного університету України «КПІ», сер. «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». Вип. 43. – 2005. – С. 196 – 201.

5. М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

6. Печурин М.К. та ін. Математичне та імітаційне моделювання комп'ютерних мереж кампусів, оснований на безпроводних технологіях // Проблеми інформатизації та управління. – 2006. – №1 (16). – С. 122 – 128.

7. Зайченко Ю.П., Зайченко Е.Ю. Нахождение максимального потока и анализ показателей живучести сети при отказах // Автоматика и телемеханика. – 1996. – №6. – С.102 – 13.

8. Мартынов В.И. Распределение потоков с нечетко заданными интенсивностями в сетях коммутации каналов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 1999. – №4. – С. 101–106.

9. Кулаков Ю.А., Луцкий Г.М. Компьютерные сети. – К.: Юниор, 1998. – 384 с.

10. Ирвин Дж., Харль Д. Передача данных в сетях: инженерный подход: Пер. с англ.– СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.

11. Вишневикий В.М., Терещенко Б.М. Моделирование беспроводных сетей с децентрализованным управлением // Автоматика и телемеханика. – 1999. – №6. – С. 88 – 99.