

## Оценка показателей эффективности вычислительной подсистемы СПОД

*Цель работы:* Приобрести навыки анализа сетей массового обслуживания на основе метода имитационного моделирования с использованием ЭВМ

*Материальное обеспечение:*

Компьютер, система моделирования на ЭВМ.

### Теоретическая часть

Большинство информационных систем имеет сложную структуру и характеризуется многообразием связей между элементами. Примерами являются сети связи, вычислительные сети и пр. Элементы этих систем описываются различными системами массового обслуживания. *Совокупность взаимосвязанных систем массового обслуживания* принято называть **сетью массового обслуживания (СеМО)**.

Сети массового обслуживания предназначены для формализованного описания и исследования сложных информационных систем. С помощью СеМО возможно получение вероятностно-временных и надежности характеристик изучаемых объектов, проведение сетевого планирования с целью оптимизации сроков выполнения комплексов работ и т.д.

Вполне очевидно, что сети массового обслуживания являются более сложными образованиями, чем отдельные СМО. В самом общем случае все СеМО можно разделить на два больших класса: замкнутые и разомкнутые. В основе такого деления лежит следующий классификационный признак: число циркулирующих в сети заявок. В **замкнутой** сети находится постоянное количество заявок, в **разомкнутой** сети это количество переменено.

Кроме того любая сеть может быть классифицирована как *однородная* и *неоднородная*. Однородность бывает *структурной* и *параметрической*. В **структурно однородной** сети массового обслуживания все СМО однотипны и могут отличаться друг от друга значениями отдельных параметров, например числом каналов. В **параметрически однородных** сетях у отдельных СМО не различия и в значениях параметров. **Неоднородные** сети имеют в своем составе СМО, отличающиеся и структурой и значениями параметров.

В качестве объекта исследования в лабораторной работе принят многопроцессорный вычислительный комплекс (МПК) имеющий следующую общую структуру (рис. 1).



Рис. 1

Каждому процессору назначена своя программа и при ее выполнении процессор может обращаться к любому модулю оперативной памяти. Связующим звеном в комплексе выступает система коммутации, которая организуется по разному в зависимости от архитектуры вычислительного комплекса. В частности, комплекс может строиться на ос-

нове многоходовых модулей памяти и тогда структура МПК становится полносвязной (рис. 2)

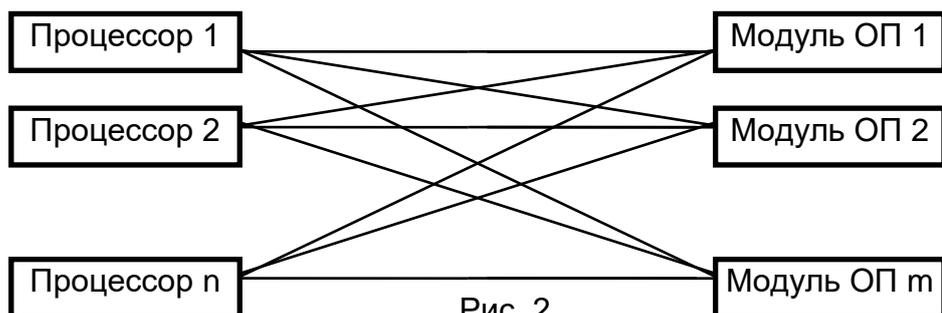


Рис. 2

Другим, полярным вариантом структуры можно рассматривать МПК на основе общей шины (рис. 3).

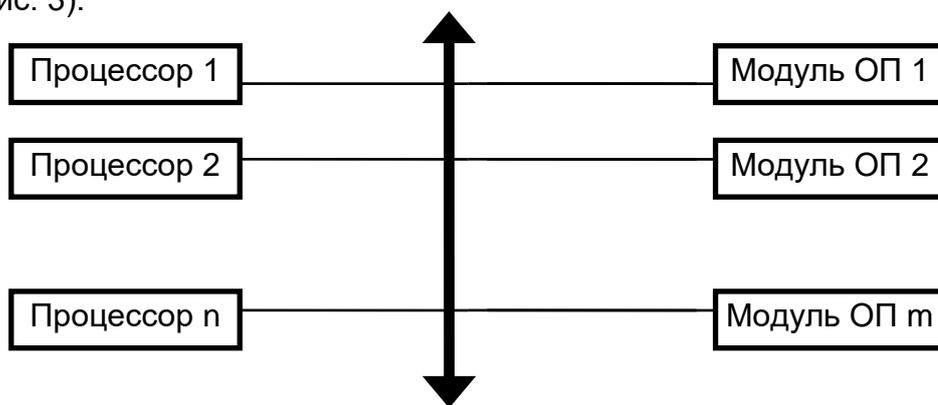
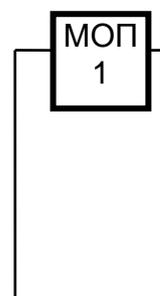
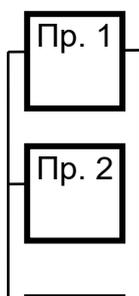


Рис. 3

В случае полносвязной структуры возможны конфликты при одновременном обращении двух и более процессоров к одному модулю ОП. В этом случае процессор, обратившийся к занятому модулю памяти вынужден ожидать освобождения последнего. Вследствие этого могут возникать задержки в выполнении программ и реальная производительность МПК будет ниже его потенциальных возможностей.

При организации МПК на основе общей шины задержки могут наступать, когда шина захвачена одним из процессоров при обращении к какому-либо модулю памяти. Результат аналогичен ранее рассмотренному - производительность МПК также падает и причиной ее является «узкое» место комплекса - общая шина. Нарращивание количества общих шин (структура с двойной или тройной шиной) позволяет частично решить проблему резкого падения производительности МПК, а если число шин довольно велико, то такой комплекс стремится в варианту полносвязной структуры.

Формально структура СеМО, описывающей МПК может быть представлена следующим образом (рис.4а - полносвязный комплекс, рис.4б - комплекс на основе общей шины).



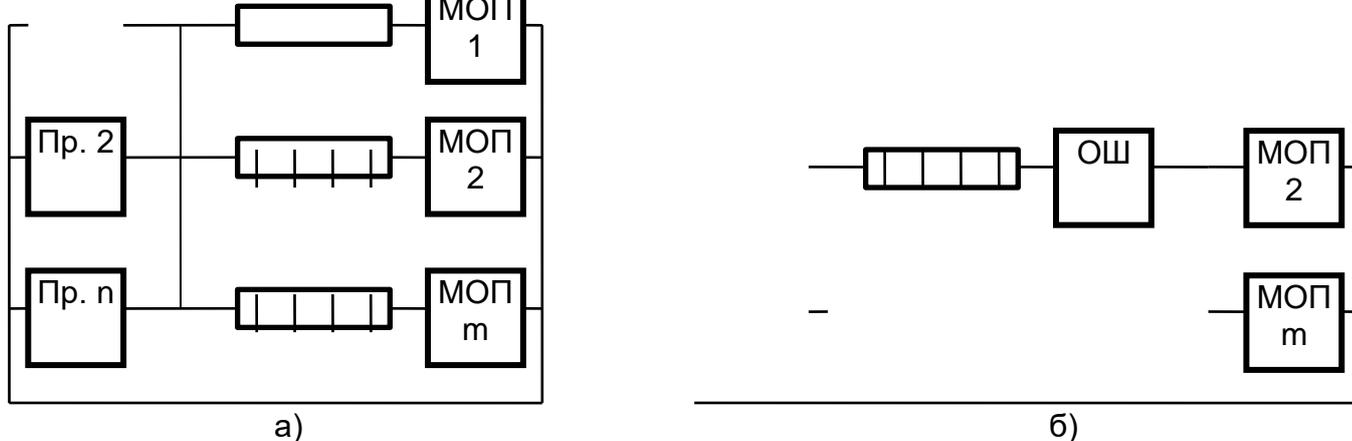


Рис. 4

Длительность идеального цикла выполнения операций в МПК может быть определена как сумма среднего времени выполнения команды процессором ( $T_{пр}$ ), времени обращения к памяти ( $T_{оп}$ ) и времени, затрачиваемого на коммутацию ( $T_{ком}$ ):  $T_{ид} = T_{пр} + T_{оп} + T_{ком}$ . Вследствии упомянутых причин длительность реального цикла ( $T_p$ ) будет отличаться от этой величины. Отношение  $T_{ид}$  и  $T_p$  дает относительную производительность МПК и позволяет определить потери производительности, связанные с конфликтами в МПК.

## Постановка задачи на лабораторную работу

### Подготовка к работе:

По данному описанию и рекомендованной литературе изучить основные положения, связанные с организацией сетевых моделей, и общую структуру программы на языке моделирования GPSS.

### Задание по экспериментальной части:

Исследовать показатели производительности МПК.

### Исходные данные:

- тип структуры МПК
- число процессоров -  $n$ ;
- число модулей ОП -  $m$ ;
- среднее время выполнения команды процессором -  $T_{пр}$ ;
- время обращения к памяти -  $T_{оп}$ ;
- время коммутации -  $T_{ком}$ .

### Допущения:

\* исследование проводится на ограниченном отрезке времени функционирования МПК, т.е. количество выполняемых программ остается неизменным и равным числу процессоров.

### Требуется определить:

\* характер изменения относительной производительности МПК при варьировании исходных данных в некотором диапазоне

### Методические указания по выполнению работы:

Модели, подлежащие исследованию, записаны на рабочей дискете с системой моделирования под именами:

**modelvk.gps** - модель МПК полностью связанной структуры;

**modelosh.gps** - модель МПК на основе общей шины.

Запуск модели осуществляется набором в командной строке сообщения:

**gps.bat <имя модели>**.

По окончании прогона модели результаты помещаются на рабочий диск в файл с однотипным именем и расширением **.lst**. Рекомендуется дать новое имя файлу по номеру эксперимента, например, **model1.lst** или **1model.lst**, где 1 - номер эксперимента.

Описания моделей в виде текстов программ на GPSS приведены в приложении.

При выполнении экспериментальной части студент должен:

- 1) проанализировать задание в соответствии с указанным преподавателем вариантом и уточнить задачу исследования;
- 2) вызвать на компьютере для редактирования текст программы с требуемой для работы моделью;
- 3) ввести необходимые исходные данные и запустить модель на выполнение;
- 4) проанализировать результаты моделирования на экране в интерактивном режиме и получить листинг, переименовать его по номеру опыта;
- 5) пункты 2-4 повторить по каждому сочетанию исходных данных для своего варианта;
- 6) результаты из карт статистики TABLE (столбец 1-время, столбец 3-плотность распределения времени, столбец 4 –закон распределения времени) свести в таблицу Excel, получится 7 столбцов для 3-х опытов, и построить график/диаграмму.

*Примечание:* при необходимости следует уточнить исходные данные и искомые характеристики у преподавателя.

### Содержание отчета

1. Схема исследуемой СМО.
2. Исходные данные для проведения исследования.
3. Распечатки листингов с результатами.
4. Графики с результатами зависимостей, указанных в варианте работы.
5. Выводы по результатам исследований.

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируются сети массового обслуживания?
2. Физический смысл понятий «структурно однородная СеМО» и «параметрически однородная СеМО».
3. Пояснить общий алгоритм функционирования модели.
4. Как в модели задаются случайные величины?
5. Как в модели описываются исходные данные?
6. Назначение основных элементов листинга с результатами моделирования.

### Варианты работы

№	Тип структуры ВК	$n$	$m$	$T_{пр}$ (мкс)	$T_{оп}$ (мкс)	$T_{ком}$ (мкс)	Вид исследуемой зависимости
1.	полносвязная	8,10,12	5	100	50	15	$P (\%)$ от $n$
2.	полносвязная	8	2,4,6	100	50	15	$P (\%)$ от $m$
3.	полносвязная	10	6	100	50	10,20,30	$P (\%)$ от $T_{ком}$
4.	с общей шиной	2,5,8	4	100	50	15	$P (\%)$ от $n$
5.	с общей шиной	4	2,6,8	100	50	15	$P (\%)$ от $m$
6.	с общей шиной	8	5	100	50	10,20,30	$P (\%)$ от $T_{ком}$

### Литература:

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979.
2. Моделирование сложных дискретных систем на ЭВМ третьего поколения: (Опыт применения GPSS). Голованов О.В. и др. М.: Энергия, 1978.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Курсовое проектирование. М.: Высшая школа, 1988.
4. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Лабораторный практикум. М.: Высшая школа, 1988.
5. Черненький В.М. Имитационное моделирование. Разработка САПР. Книга 9. М.: Высшая школа, 1990.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Описание программной модели многопроцессорного вычислительного комплекса полносвязной структуры (файл modelvk.gps)

	SIMULATE		Начало моделирования
1	FUNCTION	RN\$1,C13	Описание закона
		0,0/0.1,0.104/0.2,0.222/0.3,0.357/0.4,0.511/0.5,0.693/	распределения случайных
		0.6,0.915/0.7,1.304/0.8,1.610/0.9,2.303/0.97,3.507/	величин
		0.995,5.298/0.999,7	
1	TABLE	M\$1,50,50,10	Описание выходных данных
1	VARIABLE	X\$1+1+X\$2*RN\$1/1000	Расчет номера модуля ОП
2	VARIABLE	(X\$3+X\$4+X\$5)*100/TB\$1	Расчет процента производи-
			тельности
3	VARIABLE	X\$1-1	Расчет числа заявок
	GENERATE	,, ,1	Генерация исходной заявки
	SPLIT	V\$3,ABC,1	Расщепление заявки
ABC	MARK		Начало цикла
	SEIZE	P\$1	Занятие процессора
	ADVANCE	X\$3, FN\$1	Выполнение команды
	RELEASE	P\$1	Освобождение процессора
	ADVANCE	X\$5	Задержка заявки при пере-
			дача по системе коммутации
	ASSIGN	2, V\$1	Выбор модуля ОП
	SEIZE	P\$2	Занятие модуля ОП
	ADVANCE	X\$4	Выборка из памяти
	RELEASE	P\$2	Освобождение модуля памяти
	TABULATE	1	Сбор статистики
	SAVEVALUE	6-, 1	Окончание обработки заявки
	TEST_LE	X\$6, 0, ABC	Проверка условия окончания
			моделирования
	SAVEVALUE	7, V\$2	Запоминание результата
	TERMINATE	1	Окончание моделирования
	INITIAL	X\$1, 6, X\$2, 3	Задание исходных данных
	INITIAL	X\$3, 100, X\$4, 50, X\$5, 10	
	INITIAL	X\$6, 10000	
	START	1	
	END		Окончание моделирования

*Исходные данные:*

X\$1 – число процессоров;

X\$2 – число модулей ОП;

X\$3 - среднее время выполнения команд процессором (мкс);

X\$4 - время обращения к памяти ЭВМ (мкс);

X\$5 - время коммутации (мкс).

*Результат:*

X\$7

2. Описание программной модели многопроцессорного вычислительного комплекса на основе общей шины (файл modelosh.gps)

	SIMULATE		Начало моделирования
1	FUNCTION	RN\$1, C13	Описание закона
		0,0/0.1,0.104/0.2,0.222/0.3,0.357/0.4,0.511/0.5,0.693/	распределения случайных
		0.6,0.915/0.7,1.304/0.8,1.610/0.9,2.303/0.97,3.507/	величин
		0.995,5.298/0.999,7	
1	TABLE	M\$1,50,50,10	Описание выходных данных
1	VARIABLE	X\$1+1+X\$2*RN\$1/1000	Расчет номера модуля ОП
2	VARIABLE	(X\$3+X\$4+X\$5)*100/TB\$1	Расчет процента производи-
			тельности
3	VARIABLE	X\$1-1	Расчет числа заявок
4	VARIABLE	x\$1+x\$2+1	Расчет номер общей шины
	GENERATE	,, ,1	Генерация исходной заявки
	SPLIT	V\$3,ABC,1	Расщепление заявки
ABC	MARK		Начало цикла
	SEIZE	P\$1	Занятие процессора
	ADVANCE	X\$3, FN\$1	Выполнение команды
	RELEASE	P\$1	Освобождение процессора
	SEIZE	V\$4	Занятие общей шины
	ADVANCE	X\$5	Задержка заявки при пере-
			дача по системе коммутации
	ASSIGN	2, V\$1	Выбор модуля ОП
	SEIZE	P\$2	Занятие модуля ОП
	ADVANCE	X\$4	Выборка из памяти
	RELEASE	P\$2	Освобождение модуля памяти
	RELEASE	V\$4	Освобождение общей шины
	TABULATE	1	Сбор статистики
	SAVEVALUE	6-, 1	Окончание обработки заявки
	TEST_LE	X\$6, 0, ABC	Проверка условия окончания
			моделирования
	SAVEVALUE	7, V\$2	Запоминание результата
	TERMINATE	1	Окончание моделирования
	INITIAL	X\$1, 6, X\$2, 3	Задание исходных данных
	INITIAL	X\$3, 100, X\$4, 50, X\$5, 10	
	INITIAL	X\$6, 10000	
	START	1	
	END		Окончание моделирования

**Исходные данные:**

X\$1 – число процессоров;

X\$2 – число модулей ОП;

X\$3 - среднее время выполнения команд процессором (мкс);

X\$4 - время обращения к памяти ЭВМ (мкс);

X\$5 - время коммутации (мкс).

**Результат:**

X\$7